

FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich

Harald Legler und Olaf Krawczyk
unter Mitarbeit von Mark Leidmann

Studien zum deutschen Innovationssystem

1-2009

Niedersächsisches Institut
für Wirtschaftsforschung e.V., Hannover

Februar 2009

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

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 1-2009

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle: Technische Universität Berlin, VWS 2, Müller-Breslau-Straße (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.

Kontakt und weitere Informationen:

Dr. Harald Legler

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW)

Königstraße 53

30175 Hannover

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

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

Email: legler@niw.de

Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis	I
	Abbildungsverzeichnis	III
	Tabellenverzeichnis	V
	Verzeichnis der Abbildungen im Anhang	VI
	Verzeichnis der Tabellen im Anhang	VI
	Abkürzungsverzeichnis	VII
0	Für den eiligen Leser	1
	FuE-Standort Deutschland: Trends	1
	Standortfaktoren für FuE in der Wirtschaft	3
	Aktuelle Einschätzung	4
1	Übersicht, Untersuchungsansatz und Datenlage	7
1.1	FuE in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit	7
	FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften	8
1.2	FuE-Aktivitäten in Wirtschaft und Staat – Abgrenzung nach internationalen Konventionen	13
2	FuE-Trends in den Industrieländern	16
2.1	Globale Trends bei den gesamtgesellschaftlichen FuE-Aktivitäten	17
2.1.1	Die 80er und 90er Jahre im Rückblick	17
2.1.2	Das aktuelle Bild in den „westlichen“ Industrieländern	21
2.1.3	FuE-Personal: Akademisierung und Feminisierung	25
2.2	Staat und Forschung	30
2.2.1	Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE	32
	Übersicht	32
	Internationaler Querschnitt	36
2.2.2	Staatliche Eingriffsziele bei FuE	37
2.2.3	Unterstützung industrieller Technologie durch den Staat	41
2.2.4	Durchführung von FuE im öffentlichen Sektor	44
	Richtung der FuE-Aktivitäten	45
	Dynamik der Aktivitäten	48
	Umfang der „Arbeitsteilung“ mit der Wirtschaft	51
	Exkurs: FuE an Hochschulen und Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung	53

	Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen Einrichtungen	54
2.3	FuE in der Wirtschaft	57
2.3.1	Auf und Ab im vergangenen Jahrzehnt	58
	FuE-Aufschwung der 90er Jahre	58
	FuE-Baisse im neuen Jahrhundert	61
2.3.2	Wirtschaftsstruktur und Verhaltensänderungen	63
	Wirtschaftsstruktur	63
	Konjunktur und Wachstumserwartungen	66
	Staatliche Impulse	67
2.3.3	FuE-Position der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich	68
	Exkurs: FuE in der Wirtschaft, Exportorientierung und weltmarktrelevante Patente	70
2.4	FuE-Sektoralstruktur im internationalen Vergleich	73
	Schwerpunkte der FuE-Aktivitäten	75
	FuE-Intensitäten	79
3	Aufholende Schwellenländer im technologischen Wettbewerb	84
3.1	Untersuchungsgegenstand	85
3.2	Weltwirtschaftliche Einordnung der Aufhol-Länder	87
3.3	Forschung und Entwicklung in den Aufhol-Ländern	89
	FuE im Überblick	89
	Rolle des Staates bei FuE	94
	Bedeutung unternehmerischer FuE und sektorale Schwerpunkte	95
	Die Rolle des Auslands bei FuE	98
3.4	Bildung im Überblick	102
4	Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Ausblick	106
4.1	Die wichtigsten Ergebnisse der Strukturanalyse	106
4.2	Zu den mittelfristigen Aussichten	110
4.3	Aktuelle FuE-Entwicklung in der deutschen Wirtschaft	114
	Literaturverzeichnis	1
	Anhang	8

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1.1:	Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2006	9
Abb. 1.1.2:	Innovatoren nach Innovations- und FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2007 (in %)	11
Abb. 2.1.1:	FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 2007	18
Abb. 2.1.2:	Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2007	19
Abb. 2.1.3:	Anteil der Regionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten in der OECD 1994-2006 (in %)	20
Abb. 2.1.4:	Gesamte Inlandsaufwendungen für FuE (GERD) und FuE-Intensität in den G12-Ländern 2006	22
Abb. 2.1.5:	FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Weltregionen 1994 bis 2006	23
Abb. 2.2.1:	FuE-Intensität* in den OECD-Ländern 2007	31
Abb. 2.2.2:	Haushaltsansätze des Staates in FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991 bis 2007	34
Abb. 2.2.2a:	Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991 bis 2007	35
Abb. 2.2.3:	Staatliche FuE-Ausgabenansätze in Deutschland 1981 bis 2006	35
Abb. 2.2.4:	Steuerliche Begünstigung von FuE in den OECD-Ländern	43
Abb. 2.2.5:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2007	49
Abb. 2.2.6:	Durchführung und Finanzierung von FuE in den OECD-Ländern nach Sektoren 1981 bis 2006	49
Abb. 2.2.7:	Zum Zusammenhang zwischen FuE-Ausgaben in Hochschulen und wissenschaftlichen Publikationen in ausgewählten OECD-Ländern 2005	54
Abb. 2.2.8:	FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen im Jahre 2006	56
Abb. 2.3.1:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2007	59
Abb. 2.3.2:	FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1994 bis 2007	59
Abb. 2.3.3:	FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE in der Wirtschaft nach Weltregionen 1994 bis 2006	60
Abb. 2.3.4:	FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2006 im Vergleich	68

Abb. 2.3.5:	Zum Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen (BERD) und Patentanmeldungen 2005	72
Abb. 2.4.1:	Internationaler Vergleich der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2005	75
Abb. 2.4.2:	Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit in Deutschland und in den wichtigsten Industrieländern 2005	77
Abb. 2.4.3:	Anteil Deutschlands an den internen FuE-Aufwendungen der OECD in ausgewählten Sektoren 1973 bis 2005 (in %)	78
Abb. 2.4.4:	FuE-Intensität in forschungsintensiven Industriezweigen 2005	80
Abb. 2.4.5:	FuE-Intensitäten in Deutschland, USA, Japan und in der OECD-22 nach Sektoren 2005	80
Abb. 3.2.1:	BIP pro Kopf in ausgewählten Aufhol-Ländern 1991 bis 2006 (Deutschland = 100)	88
Abb. 3.3.1:	Anteil ausgewählter OECD- und Aufhol-Länder und Regionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1996-2006	90
Abb. 3.3.2:	Veränderung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD in US-\$ KKP) in ausgewählten OECD- und Aufhol-Ländern und Regionen 1996 bis 2006	91
Abb. 3.3.3:	Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten Aufhol-Ländern nach Kontinenten sowie in Deutschland, EU-15 und der OECD 1991 bis 2006	92
Abb. 3.3.4:	Trends bei FuE-Aktivitäten ausländischer Unternehmen in den Aufhol-Ländern sowie Deutschland, USA und Japan	99
Abb. 4.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1981-2007	111

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1.1:	Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994 – 2006 (in %)	24
Tab. 2.1.2	Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal im internationalen Vergleich 1981 bis 2006 (in %)	27
Tab. 2.1.3	Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2006	29
Tab. 2.2.1:	Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben 1991 bis 2008	38
Tab. 2.2.2:	Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 1991 bis 2007	42
Tab. 2.2.3:	Staatlicher Finanzierungsbeitrag zu FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 2005	44
Tab. 2.2.4:	Art der FuE-Aktivitäten in ausgewählten OECD-Ländern nach durchführenden Sektoren 2004	47
Tab. 2.2.5:	Wissenschaftliches Lehr- und Forschungspersonal an deutschen Hochschulen 1995 bis 2006 nach Fachbereichen	51
Tab. 2.2.6:	Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen in OECD-Ländern 2006 (in %)	55
Tab. 2.3.1:	Struktur der FuE-Ausgaben 2005 in der OECD-24	64
Tab. 2.4.1:	Deutschlands industrielle FuE-Struktur im internationalen Vergleich 1991 bis 2005	76
Tab. 2.4.2:	Sektorstruktur Deutschlands bei EPA-Patenten und Exporten 1991 und 2003 im internationalen Vergleich	82
Tab. 3.3.1:	Ausländische Direktinvestitionsprojekte in Indien und China 2003 bis 2007 (kumuliert) nach Unternehmensaktivitäten	100
Tab. 3.4.1:	Ausgaben für Bildung und Qualifikation der Erwerbsbevölkerung in ausgewählten Aufhol-Ländern	103
Tab. 4.3.1:	FuE-Intensität in der deutschen Verarbeitenden Industrie 1995 bis 2007	115

Verzeichnis der Abbildungen im Anhang

Abb. A 3.3.1: Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten asiatischen und lateinamerikanischen Aufhol-Ländern sowie in Deutschland, EU-15 und der OECD 1991 bis 2006	130
Abb. A 3.3.2: Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten europäischen Aufhol-Ländern sowie in Deutschland, EU-15 und der OECD 1991 bis 2006	131

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A.2.2.1: Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1981 bis 2006	126
Tab. A.2.2.2: Finanzierungsanteil der Wirtschaft (in %) an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1991 bis 2007	127
Tab. A.2.2.3: Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2007	128
Tab. A.2.2.4: Durchführung von FuE in den G5-Ländern sowie in der OECD 1991 bis 2006	129
Tab. A.3.3.1: Indikatoren zu FuE für ausgewählte asiatische Aufhol-Länder	132
Tab. A.3.3.2: Indikatoren zu FuE für ausgewählte mittel- und osteuropäische Aufhol-Länder	133
Tab. A.3.3.3: Indikatoren zu FuE für ausgewählte mittel- und osteuropäische Aufhol-Länder	134
Tab. A.3.3.4: Indikatoren zu FuE für ausgewählte eurasische und lateinamerikanische Aufhol-Länder	135
Tab. A.5.1.1: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung der Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Verarbeitenden Gewerbe 2005	136

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
\$	Dollar
Abb.	Abbildung
ANBERD	Analytical Business Expenditure on Research and Development
ARG	Argentinien
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations
AUS	Australien
AUT	Österreich
BEL	Belgien
BERD	intramural Business Enterprise R&D
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie
BRA	Brasilien
BRIC	Brasilien, Russland, Indien, China
BUL	Bulgarien
CAN	Kanada
CHI	Chile
CHN	China
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CZE	Tschechische Republik
DEN	Dänemark
EST	Estland
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DV	Datenverarbeitung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EPA	Europäisches Patentamt
EPAPAT	Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes (frühere Bezeichnung)
ESA	European Space Agency
ESP	Spanien
EU	Europäische Union
EU KLEMS	Datenbank der EU zu wesentlichen Kerndaten (Wachstum, Produktion etc.) im internationalen Vergleich
Eureka	Initiative zur verstärkten technologischen Zusammenarbeit in Europa
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft
FhG	Fraunhofer Gesellschaft zu Förderung der angewandten Forschung e. V.
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
Fraunhofer ISI	Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung
FuE	Forschung und experimentelle Entwicklung
G12	12 größte Industrieländer
GBAORD	Government Budget Appropriations or Outlays for R&D
GBR	Großbritannien und Nordirland
GDP	Gross Domestic Product (Bruttoinlandsprodukt)
GER	Deutschland
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
GRE	Griechenland
H. v.	Herstellung von
HERD	Higher Education Expenditure on Research and Development
HGF	Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
HIS	Hochschulinformationssystem
HUN	Ungarn

Abkürzungsverzeichnis

ifo	ifo-Institut für Wirtschaftsforschung
IMD	International Institute for Management Development
IMF	International Money Fund
IND	Indien
IRL	Republik Irland
ISI	siehe Fraunhofer ISI
ISIC	International Standard Industrial Classification
ISL	Island
ISR	Israel
IT	Informationstechnologie
ITA	Italien
IuK	Information und Kommunikation
JPN	Japan
k. A.	keine Angabe
Kfz	Kraftfahrzeuge
KKP	Kaufkraftparitäten
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
KOR	Republik Korea
LAT	Lettland
LTU	Litauen
MCT do Brazil	Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil
MEDI	Gruppe mitteleuropäischer Länder
MEX	Mexiko
Mio.	Million
MIP	Mannheimer Innovationspanel
MOE	mittel-/osteuropäisch
MOST	Ministry of Science and Technology
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
Mrd.	Milliarde
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MSTI	Main Science & Technology Indicators
NAFTA	Nordamerikanische Freihandelszone (USA, CAN, MEX)
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
o. ä.	oder ähnliche(s)
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
p. a.	pro Jahr
POL	Polen
POR	Portugal
PPP	Kaufkraftparitäten
R&D	Research and Development
ROM	Rumänien
RSA	Republik Südafrika
RUS	Russland
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
s. o.	siehe oben
SAF	Südafrika
SIN	Singapur
SRS	Science Resources Statistics
STAN	Structural Analysis Database

STC	Schwellenländer
S&T	Science & Technology
STI	Science & Technology Indicators
SUED	Gruppe südeuropäischer Länder
SUI	Schweiz
SV	Stifterverband
SVK	Slowakische Republik
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
Tsd.	Tausend
TUR	Türkei
TPE	Taiwan
u. a.	unter anderem, und andere
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
US	United States
US-\$	US-Dollar
USA	United States of America
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
VFA	Verband Forschender Arzneimittelhersteller
WIE	World Education Indicators
WGL	Wissensgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz
WOPATENT	Datenbank der PCT-Patente
WSV	Wissenschaftsstatistik gGmbH im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft
WTO	World Trade Organisation
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

0 Für den eiligen Leser

Die analysierten **Daten** reichen – wenn es gut geht – gerade bis 2007, sie beschreiben aus heutiger Sicht der letzten Jahre geradezu eine „Schönwetterperiode“. Denn seit dem Frühjahr 2008 wurden die Konjunkturprognosen kontinuierlich nach unten revidiert, ab dem Herbst 2008 schlittert die Weltwirtschaft in eine tiefe Rezession, deren Intensität und Dauer bislang völlig unabsehbar sind. Insofern ist für die FuE-Entwicklung in Deutschland nicht nur die mittlere Sicht relevant, sondern es zählt auch die Frage, wie Wirtschaft und Staat auf die Rezession reagieren: In welcher Verfassung kommt das deutsche Innovationssystem aus der Krise?

Denn prinzipiell sind von einer höheren FuE-Quote positive Effekte auf Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung zu erwarten. So wuchs bspw. im letzten Jahrzehnt in der Regel die Wirtschaft dort besonders kräftig, wo die FuE-Kapazitäten am schnellsten ausgeweitet wurden. Insofern hat Deutschland langfristig zu einer auf Innovation, Forschung und Entwicklung basierenden Strategie keine Alternative.

FuE-Standort Deutschland: Trends

In Deutschland wird bei einem Anteil der FuE-Ausgaben von etwas über 2½ % am Inlandsprodukt immer noch überdurchschnittlich **intensiv** FuE betrieben. Das gilt sowohl für die Wirtschaft als auch für den Beitrag von Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen. Allerdings ist Deutschland in der Hierarchie der forschungsintensiven Volkswirtschaften im vergangenen Vierteljahrhundert kontinuierlich aus einer Spitzenposition ins Mittelfeld abgerutscht - von Rang 3 (Ende der 80er Jahre bei einer FuE-Intensität von 2,7 bis 2,8 %) auf Rang 11 (2006). Sein weltwirtschaftlicher Beitrag zur Erweiterung technologischen Wissens hat sich halbiert. Gerade im neuen Jahrhundert ist FuE in fast allen Weltregionen deutlich stärker als in Deutschland ausgeweitet worden. Viele Länder aus Nord-, Süd- und Mitteleuropa, vor allem jedoch aus Asien (China, Taiwan, Japan, Korea) legten beinahe ungebrochen eine vergleichsweise hohe FuE-Dynamik an den Tag. Auch im Aufschwung der letzten Jahre ist es der deutschen Wirtschaft nicht gelungen, den Dynamikabstand zu den wichtigsten Konkurrenten zu verkürzen.

Das FuE-Verhalten im **Wirtschaftssektor** war in den meisten großen Ländern in den vergangenen zwei Jahrzehnten prozyklisch: FuE-Aktivitäten reagierten kurzfristig nach unten und oben recht elastisch, d. h. überdurchschnittlich stark auf Konjunktur und Wachstumsmöglichkeiten. Die früher beobachtete Kontinuität ist vielfach verloren gegangen, FuE ist unsteter geworden. 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**.

So hat sich denn auch seit Ende der 90er Jahre die Einstellung zu staatlichen FuE-Aktivitäten deutlich zum Positiven gewandelt: Die **Forschungshaushalte** wurden im Schnitt der OECD-Länder jährlich mit gut 7 % ausgeweitet. FuE-Aktivitäten an Hochschulen und parauniversitären Einrichtungen sind wieder gestiegen, die Förderung von FuE in der Wirtschaft nimmt in den meisten Ländern zumindest nicht mehr ab. An der Spitze der staatlichen FuE-Ausgabendynamik stehen mit den USA (vornehmlich in der Grundlagen- und militärischen Forschung sowie den Lebenswissenschaften), Japan, Korea sowie vielen nord- und mitteleuropäischen Ländern überaus bedeutende deutsche

Konkurrenzregionen. Deutschland ist gerade im öffentlich(finanziert)en FuE-Sektor über lange Perioden hinweg klar zurückgeblieben. Deutschlands Vorteile – die gut eingeübten Kooperationsbeziehungen Wirtschaft/Wissenschaft – kamen so weniger zur Geltung. Von Nachteil waren auch die - im Gegensatz zu wichtigen Konkurrenten - stark nachlassenden öffentlichen Finanzierungshilfen für private FuE-Vorhaben. Seit Ende der 90er Jahre kann insofern ein (Teil-)Erfolg vermeldet werden, als der bis dato kontinuierliche Rückgang der öffentlichen FuE-Ausgaben gestoppt und auf Expansion geschaltet werden konnte; seit 2004 wird sogar wieder ganz leicht aufgeholt.

In vielen Ländern haben die staatlichen FuE-Aktivitäten bereits deutliche Spuren hinterlassen. Aktuell sieht es bspw. danach aus, als ob in den USA – dem Land mit den mit Abstand größten FuE-Kapazitäten - der Staat seine FuE-Platzhalterrolle aufgeben konnte, nachdem er jahrelang die FuE-Schwäche der Wirtschaft kompensiert hat: Die FuE-Kapazitäten in Wissenschaft/Forschung sowie die FuE-Finanzierungshilfen expandieren nur noch schwach, während die Wirtschaft bereits das Expansionstempo der übrigen westlichen Industrieländer nicht nur erreicht hat, sondern neuerdings wieder zu den Tempomachern gehört: Zwischen 2004 und 2007 sind die FuE-Ausgaben der Wirtschaft in den USA um 27, in Deutschland um 10 % gestiegen.

Die zyklischen FuE-Reaktionen in der Wirtschaft werden vom sektoralen **Strukturwandel** zu Gunsten von Spitzentechnologien (Pharmazie, Elektronik, Nachrichtentechnik, Computer, Luft- und Raumfahrzeugbau, Waffen usw.) mit ihren enorm hohen Anforderungen an unternehmerische FuE überlagert. Zudem wird überall mehr Wert auf FuE für hochwertige Dienstleistungen gelegt, vornehmlich bei Datenverarbeitungsdiensten/Software/Internet. Die deutsche Industrieforschung ist allerdings weder in den meisten dieser Spitzentechnologiebereiche noch im Dienstleistungssektor weit vorne zu finden. Das FuE-Tempo war auch nicht hoch genug, um in diesen Sektoren, die die besten Wachstumsaussichten versprechen, mithalten zu können. Die in Deutschland traditionell starken Industriezweige (Chemie, Elektro, Maschinen- und Fahrzeugbau) sind weltweit in ihrer FuE-Dynamik z. T. deutlich zurückgeblieben; die deutsche Wirtschaft hat sich dem internationalen Trend angeschlossen. Der deutsche Automobilbau hat hingegen seine weltwirtschaftliche FuE-Bedeutung in den vergangenen drei Jahrzehnten mehr als verdoppelt. Über die Hälfte des FuE-Ausgabenzuwachses in Deutschland ist seit Mitte der 90er Jahre auf den Automobilbau zurückzuführen. Damit ist das deutsche Innovationssystem immer stärker vom Automobilbau abhängig geworden. Positiv ist noch die Pharmazeutische Industrie zu erwähnen, die seit Mitte der 90er Jahre wieder auf dem Weg ist, verloren gegangenen FuE-Boden wettzumachen. Automobilbau und Pharmazeutische Industrie haben das FuE-Niveau der deutschen Wirtschaft auf akzeptablem Stand gehalten.

Die weltwirtschaftliche FuE-Szene hat im vergangenen Jahrzehnt durch die Integration der europäischen Peripherie - der südeuropäischen Länder und der mittel- und osteuropäischen Reformstaaten - sowie der asiatischen **Aufhol-Länder** ein anderes Gesicht bekommen. Vor allem in Asien zeigt die Entwicklung seit Jahrzehnten kontinuierlich nach oben (China, Singapur, Taiwan, Israel, Indien). Dies bedeutet einerseits eine deutliche Ausweitung des weltwirtschaftlichen Innovationspotenzials, andererseits haben sich jedoch - wenn man die Dynamik in den etablierten Ländern Korea und Japan mitzählt – die weltwirtschaftlichen FuE-Gewichte klar in Richtung Asien verlagert. Die asiatischen Staaten sind seit einiger Zeit die FuE-Tempomacher. Diesen Ländern gelingt es immer mehr, sich in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen zu etablieren. Sie haben Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie als bedeutendes Fundament und strategische Basis eines stabilen Wachstums- und Aufholprozesses erkannt und proklamiert. Insbesondere Indien und China haben eine enorme Sogkraft und Eigendynamik entwickelt. Eine rasch expandieren-

de Binnennachfrage, ausreichend wissenschaftliches Personal und Kompetenzen sowie niedrige FuE-Kosten machen diese Regionen zunehmend auch für ausländische Unternehmen attraktiv.

Neben einheimischen Unternehmen treiben nicht zuletzt **multinationale Unternehmen** aus Industrieländern die FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in den Aufhol-Ländern nach oben: Anpassungsentwicklungen, FuE-Outsourcing und neue strategische Allianzen, länderübergreifende Gründungen und Fusionen stärken die FuE-Kapazitäten dieser Länder. Standen früher bei Überlegungen zur Globalisierung von FuE vor allem lokale Markt- und Wachstumsaussichten im Vordergrund, so hat mittlerweile der Faktor Qualifikation der Erwerbspersonen größeres Gewicht erhalten. In Deutschland sind die für FuE benötigten hochwertigen Qualifikationen knapp geworden, in vielen anderen Ländern stehen hingegen zunehmend ausreichend qualifizierte Arbeitskräfte zu wettbewerbsfähigen Preisen zur Verfügung: Partielles „Off shoring“ von FuE-Kapazitäten dient dem Ziel, die eigenen Kompetenzen durch die ausländischen zu erweitern.

Standortfaktoren für FuE in der Wirtschaft

FuE hat in Deutschland keine stabile Eigendynamik mehr aufgebracht; es ist in der Wirtschaft zu einem unauffälligen Mitläufer der **Konjunktur** geworden und hat seine Rolle als treibende Kraft für eine dynamischere wirtschaftliche Entwicklung noch nicht wieder eingenommen: Die Wachstumsaussichten der nahen Zukunft bestimmen die FuE-Anstrengungen. Planungen werden sehr kurzfristig an die zyklische Entwicklung angepasst, also an das, was der Kunde bezahlt. Limitierender Faktor für einen FuE-Aufschwung in der Breite ist in Deutschland vor allem das – auch vor der Rezession als moderat einzuschätzende - Wachstum des gesamtwirtschaftlichen Produktionspotenzials gewesen. Dies erklärt auch, weshalb der FuE-Anteil an der Wertschöpfung im Unternehmenssektor seit Jahren um 2¾ % oszilliert. FuE ist aus Unternehmenssicht keine autonome Zielgröße, sondern eine Investition und damit sowohl abhängig von den Ertragserwartungen, die an FuE-Projekte geknüpft werden können als auch von den ertragsabhängigen Innenfinanzierungsmitteln.

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 bei Forschung und Technologieentwicklung über viele Standortalternativen. Für FuE-Standortentscheidungen sind neben den Marktbedingungen und hochwertigen Kundenanforderungen die Forschungsbedingungen und die Kompetenzen des Personals wichtig. Deutsche Standorte werden nach diesen Kriterien jedoch keineswegs zwingend favorisiert.

- Ein Grund dafür ist, dass FuE und Innovationen in Deutschland - zumindest im Vergleich zu anderen europäischen Ländern, nicht jedoch gegenüber Japan und den USA - **teuer** sind. Mittel-/osteuropäische Reformstaaten kommen an dieser Stelle als Standortalternative immer stärker ins FuE-Bewusstsein der Unternehmen.
- Hinzu kommt, dass in Deutschland zusätzliche **hochwertige Märkte**, die als Zugpferd für internationale Unternehmen dienen können (wie es bspw. der Automarkt ist), nur ansatzweise zu erkennen sind: Das sind zum einen Aktivitäten auf den Märkten für Klimaschutz, die auch von politischer Seite breit flankiert werden. Weiterhin gilt die Medizintechnik als ausgezeichnetes Kompetenz- und Innovationsfeld für Deutschland. Bei wissensintensiven Dienstleistungen und Spitzentechnologiemärkten wie bspw. Arzneimitteln, Informations- und Medientechnik, Bio-

technologie übt Deutschland jedoch einen deutlich geringeren Sog auf forschende Unternehmen aus.

- Dass Bund und Länder bei der Ausweitung ihrer eigenen FuE-Kapazitäten an Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen zumindest bis 2007 alles andere als vorbildlich waren, könnte sich als ernsthafter Engpassfaktor erweisen. Denn „**Wissenserwerb**“ – auch aus öffentlichen Einrichtungen - hat als Motiv für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten an Bedeutung gewonnen. Gerade das Funktionieren des deutschen Innovations- und FuE-Systems beruht auf intensiven FuE-Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung. Es bleibt abzuwarten, ob Hochschulpakt, Exzellenzinitiative und High Tech-Strategie mittelfristig zu einer attraktiven Ausweitung der FuE-Kooperationspotenziale führen.
- FuE-Prozesse stellen immer höhere Anforderungen an die Qualifikation des FuE-Personals, die „Akademisierung“ von FuE nimmt zu. Insofern sind der FuE-Expansion in Deutschland künftig deutliche Grenzen gesetzt - denn es fehlt immer mehr an Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, die über die Schlüsselqualifikationen für technische Innovationsprozesse verfügen. Über Defizite bei **Naturwissenschaftlern und Ingenieuren** wird bereits geklagt: So konnten in über 20 % der Unternehmen im Jahr 2007 nicht alle vorgesehenen FuE-Arbeitsplätze besetzt werden.

Aktuelle Einschätzung

Problematisch ist für Deutschland vor allem die mittelfristige **Wachstumsunsicherheit** im Inland: Je schwächer die Wachstums- und damit die Ertragserwartungen 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.

Eine besondere Herausforderung stellt die Krise auf den internationalen **Finanzmärkten** dar. Sie wird über ihre Auswirkungen auf die „Realwirtschaft“ die **Rezession** verstärken und damit die Betriebsüberschüsse, die die Unternehmen typischer Weise für die Innovationsfinanzierung verwenden, noch weiter verknappen. Ertragsbedingte Engpässe dürften die wesentlichen Effekte ausmachen. Die Kreditklemme bei den Banken selbst dürfte eher die weniger forschungsintensive Industrie und dort vor allem Prozessinnovationen einschränken. Die Gründung von technologieorientierten Unternehmen sowie Forschungsprojekte im Bereich der Spitzentechnologie hängen eher von der Verfügbarkeit von Beteiligungs- und Wagniskapital und von öffentlichen Fördermitteln ab. Finanzielle Verknappungen an dieser Stelle zu verhindern, ist eine wesentliche Aufgabe der öffentlichen Hand.

Trotz aller kritischen Bemerkungen: Auch in der **aktuellen** konjunkturellen Abkühlung und der Wachstumsflaute hat die FuE-Intensität nicht signifikant nachgegeben – anders als bspw. Anfang der 90er Jahre: FuE ist heutzutage stärker im Bewusstsein der Unternehmen verankert, dennoch wird insgesamt vorsichtig disponiert. Denn selbst die Phase des wirtschaftlichen Aufschwungs seit 2005 ist von den Unternehmen nicht dazu genutzt worden, signifikant überproportional in den Aufbau neuen technischen Wissens zu investieren. In beinahe jeder Branche ist die Umsatzsteigerung dem Zuwachs an FuE davongelaufen.

Das FuE-Personal ist bis 2007 gegenüber 2005 wieder um 3,5 % aufgestockt worden, mit über 315 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 fast 4 Mrd. € (+11 %) buchen konnte.

Insgesamt gesehen ist die kurzfristige FuE-Dynamik nicht befriedigend. Dies wird noch einmal dadurch deutlich, dass die globale FuE-Dynamik in der Wirtschaft im Jahr 2007 nach wie vor auf hohem Niveau ist. Die 1.000 größten europäischen Unternehmen haben 2007 ihre **weltweiten** FuE-Ausgaben um 8,6 % aufgestockt, deutsche Unternehmen liegen daran gemessen mit 5,1 % erneut weit hinten. In Unternehmen mit Hauptsitz außerhalb der EU war die FuE-Expansion gar noch stärker (9,2 %).

Dabei hatte sich das **Umfeld** für Innovationen in Deutschland bis 2007 deutlich verbessert: Gewinn- und Kostensituation, Produktivitätsentwicklung, Investitionstätigkeit, sinkende Unternehmenssteuern sind auf der einen Seite zu nennen. Zusätzlich wird das Innovationsgeschehen seit dem Frühjahr 2007 durch die High Tech-Strategie der Bundesregierung flankiert. Die finanziellen Auswirkungen der High Tech-Strategie für die Unternehmen sind zwar noch nicht klar - insbesondere nicht hinsichtlich der **Zusätzlichkeit** des Impulses. Die Initiative hat jedoch zumindest wichtige Aufmerksamkeitseffekte mit sich gebracht. Insofern wirkt sie vertrauensbildend. Aus ihr sind auch neue technologische Impulse zu erwarten, die die Unternehmen zu neuen Forschungsprojekten inspirieren. Dies erhöht die Planungssicherheit für FuE und stärkt die strategische Position von FuE in den Unternehmen – nicht zuletzt durch die Aussicht auf finanzielle Förderung. Die traditionell enge Verbindung von Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung in Deutschland ist zusätzlich ein großer Vorteil.

Im Frühjahr 2008 planten die Unternehmen für 2008 und 2009 noch weitere Zuwächse. Die ursprünglich geplante Ausweitung der FuE-Ausgaben um über 6 % im Jahr 2008 war höher als die für 2008 erwartete Wertschöpfungssteigerung im Unternehmenssektor. Dies klingt ermutigend und unterstreicht den Optimismus der Wirtschaft. Allerdings war zum damaligen Zeitpunkt keine Rezession, sondern nur eine Abschwächung des Wachstums erwartet worden. Insofern standen in der zweiten Jahreshälfte 2008 selbst die geplanten FuE-Projekte des Jahres 2008 noch auf der Kippe; es kann sein, dass Innovationsvorhaben, die der Markt nicht vergütet, verschoben oder zeitlich gestreckt worden sind.

Die für 2009 ursprünglich angegebenen Planzuwächse von über 5 % gegenüber 2008 sind aus heutiger Sicht natürlich unrealistisch. Denn die Rahmenbedingungen der Unternehmen haben sich abrupt verändert (Absatzerwartungen, Erträge). FuE im Wirtschaftssektor steht vor der **Nagelprobe**: es wäre ein Teilerfolg, wenn die Wirtschaft bei FuE nicht ganz so stark in den Abwärtssog geraten würde wie die Konjunktur. Die Risiken sind jedoch nicht zu unterschätzen, zwei davon seien besonders hervorgehoben:

- Nach den vorliegenden Prognosen dürfte eine Säule des deutschen Innovationssystems – der **Export** – besonders stark erschüttert werden. Deutsche Innovatoren haben sich - wie in kaum einem anderen Land - einen Großteil ihrer Anregungen aus dem Exportgeschäft geholt; dieser Impuls dürfte deutlich schwächer ausfallen. Insofern ist eine stärkere Orientierung an den innovativen Bedürfnissen der Binnenwirtschaft erforderlich. FuE in neue Strukturen dürfte sich auszahlen. Die High Tech-Strategie, die zwischen den innovationsrelevanten Ressorts eine koordinierende Rolle einnimmt, kann hier über die finanzielle Förderung von gesellschaftspolitisch rele-

vanten FuE-Projekten hinaus richtungsweisend Hilfestellung durch innovationsfreundliche Rahmenbedingungen und Regulierungen leisten.

- Die zweite Säule ist der **Automobilbau**, für den zumindest kurzfristig die Prognosen sehr ungünstig sind. Die extreme Fokussierung des deutschen Innovationssystems auf diese Technologielinie war nie völlig risikofrei. Denn der Kfz-Bau steht zum einen vielfach im Mittelpunkt der technologischen Anstrengungen von aufholenden Schwellenländern, die sich die Ausstrahleffekte der Automobilindustrie für ihre Entwicklung zu Nutze machen. Zum anderen werden die künftigen Wachstums- und Beschäftigungspotenziale im Vergleich zum Dienstleistungssektor und zu anderen forschungsintensiven Industrien in Deutschland nicht sehr hoch eingeschätzt. Der Automobilbau hat mit seiner FuE-Dynamik viele Schwächen in den wachstumsträchtigen Spitzentechnologie- und Dienstleistungsbereichen übertüncht. Der Aufbau von wettbewerbsfähigen Alternativen zum Automobilbau, die Diversifizierung des Innovationssystems, ist nicht schnell genug vorangekommen. Deutschland tritt strukturell auf der Stelle.

Die Frage ist jedoch, ob die notwendige Umorientierung so gelingen kann, dass man ausgangs der Rezession für einen strukturellen Wandel gewappnet ist. Die Erfahrungen der 90er Jahre sind nicht vertrauenerweckend: Damals war es nicht gelungen, die vorhandenen traditionellen Kompetenzen für die stark wachsenden neuen Felder der IuK-Technologie und der Biotechnologie zu nutzen. Auf Grund des hohen Beharrungsvermögens der traditionell starken Felder kam der Strukturwandel nicht voran. Und auch diesmal kann nicht so ohne weiteres damit gerechnet werden, dass die in Automobil- und Maschinenbau, in Elektrotechnik und Chemieindustrie nicht mehr benötigten wissenschaftlich-technischen Kapazitäten, vor allem die Ingenieure und Fachkräfte, rasch in Software, Datenverarbeitungsdiensten, Telekommunikation, Finanzdienstleistungen sowie in Forschungs-, Beratungs- und Planungsdienstleistungen - oder auch im Bildungssektor, der nicht nur eine Verstärkung der Gebäudesubstanz, sondern vor allem der personellen Kapazitäten dringend nötig hat - Verwendung finden können.

1 Übersicht, Untersuchungsansatz und Datenlage

Das NIW hat es im Auftrag des BMBF übernommen, das Thema „Entstehung von Wissen: FuE in Wirtschaft und Staat (Los 2)“ zu bearbeiten. Die Arbeiten sollen laut Ausschreibungstext der Information der Expertenkommission Forschung und Innovation dienen und in Kontinuität und Weiterentwicklung der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands durchgeführt werden. In diesem Geiste wird an die bislang erstellten Studien des NIW angeknüpft.¹

Die **Grundsätze** des hier verfolgten Indikatorenansatzes sind:

- einerseits eine mittel- bis langfristige Sichtweise, die es ermöglicht, aus dem Beobachtbaren Schlussfolgerungen für absehbare künftige Entwicklungslinien zu ziehen,
- andererseits aber auch **kurzfristige Flexibilität**, d. h. der empirische Bezug auf aktuelle Entwicklungen und damit die Möglichkeit, für aktuelle innovationspolitische Diskussionen Beurteilungsmaßstäbe liefern zu können sowie
- eine **integrative Sichtweise**, die es grundsätzlich auch erlaubt, bspw. auf die Konsequenzen der Entwicklung von FuE in Wirtschaft und Staat für Bildungs- und Qualifikationserfordernisse, für die Umsetzung von wissenschaftlicher Forschung und experimenteller Entwicklung in Publikationen, Erfindungen und Innovationen bis hin zur Diffusion von Technologien und zu den Wirkungen von Innovationen auf wirtschaftliche Ziele wie Produktivität, Einkommen, Beschäftigung, internationale Wettbewerbsfähigkeit usw. hinweisen.

Eine wichtige Nebenbedingung für die Anlage dieser Untersuchung als Fortführung der Arbeiten zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands ergibt sich aus dem - für einen „Monitor“-typischen - Charakter einer periodisch aktualisierbaren Berichterstattung. Von der in den letzten Jahren für die Analyse verantwortlichen „Arbeitsgruppe Innovationsindikatoren“ war ein System von Indikatoren entwickelt worden, das weitgehend auf bereits vorhandenen Daten sowie regelmäßig erstellten Statistiken und Analysen aufbaut. Das Indikatorensystem war daher nicht auf umfangreiche eigenständige Sondererhebungen und -untersuchungen angewiesen, damit die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands kontinuierlich, in regelmäßigen Abständen und mit überschaubarem Aufwand aktualisiert und weiterentwickelt werden konnte. Dieses Prinzip gilt auch für die hier vorgelegte Untersuchung.

1.1 FuE in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit

Es ist immer deutlicher geworden, dass Investitionen in technisches Wissen - also privatwirtschaftliche und öffentliche Forschung - neben der Verfügbarkeit von hoch qualifizierten Arbeitskräften in entwickelten Volkswirtschaften zu den entscheidenden Determinanten der internationalen Wettbewerbsfähigkeit, der Produktivitätsentwicklung und des langfristigen Wirtschaftswachstums zählen.²

¹ So werden hauptsächlich die für die Studien von Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008) sowie von Krawczyk, Frietsch, Schumacher u. a. (2007) erstellten Analysen zu FuE im internationale Vergleich aktualisiert und z. T. erweitert.

² Vgl. die zusammenfassende Darstellung der Europäischen Kommission (1997), 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).

FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften

Insbesondere die Modelle der modernen Wachstumstheorie haben den technischen Fortschritt „endogenisiert“ und betonen, dass dazu in den Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen erhebliche Investitionen in FuE erforderlich sind. Durch FuE als zentralem „input“-Faktor werden neue Produkte und Verfahren sowie technische Verbesserungen ermöglicht, entweder durch Qualitätsfortschritte oder dadurch, dass sie bei gleichbleibender Qualität Kosten- und damit Preissenkungen zulassen und auf diese Weise Einfluss auf Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit nehmen. Der technologischen Komponente wird daher ein zentraler Erklärungswert für Wachstumsunterschiede zwischen Unternehmen und Volkswirtschaften beigemessen. Die Wachstumsrelevanz von Forschung und Entwicklung nimmt zu, je enger die führenden Länder beieinander liegen³ und je größer das Teilnehmerfeld am Technologiewettbewerb ist. Der Wettbewerbsdruck hat sich nicht nur durch die zunehmende Verflechtung der Industrieländer untereinander verschärft; er hat sich auch durch die Integration der mittel- und osteuropäischen Reformländer in die Weltwirtschaft und durch das schnelle Aufholen asiatischer Schwellenländer erhöht.

Vor diesem Hintergrund hatten sich die europäischen Länder bereits in 2000 vorgenommen, im Jahr 2010: 3 % ihres Inlandsproduktes für FuE auszugeben („Barcelona-Ziel“). Damit sollte Europa zu einer „Spitzenforschungsregion“ sowie zum „dynamischsten Wirtschaftsraum der Welt“ gemacht werden. FuE ist wieder stärker ins Blickfeld der öffentlichen Diskussion und politischen Aufmerksamkeit geraten. Man kennt die „optimale“ FuE-Quote zwar nicht;⁴ es muss jedoch als sicher gelten, dass die in den letzten Jahren in Europa (unter 2 % des Inlandsproduktes) und in Deutschland (2½ %) erreichten Marken zu niedrig sind, um wieder ein besseres Fundament für ein angemessenes Wachstum bei hohem Beschäftigungsstand legen zu können. Die Bundesregierung hat daher das 3-%-Ziel der EU auch als nationales Ziel für Deutschland übernommen und in ihrer „High Tech“-Initiative bekräftigt.⁵

Als (bescheidener) Beleg für die Relevanz der wachstumstheoretischen Erörterungen sei die Periode ab der zweiten Hälfte der 90er Jahre herangezogen (Abb. 1.1.1):

- In der Regel standen unter den G12-Ländern Volkswirtschaften an der Spitze der Wachstumshierarchie, in denen die FuE-Aufwendungen am kräftigsten expandiert sind. FuE kann also Teil-erklärungen für die unterschiedliche Wachstumsdynamik des letzten Jahrzehnts bieten.
- Andere, viel detailliertere Schätzungen kommen auch auf der Untersuchungsebene der europäischen Regionen (~ Bundesländer) zu ähnlichen Ergebnissen für die Steigerung der Prokopfeinkommen in der zweiten Hälfte der 90er Jahre.⁶
- Ein sehr enger Zusammenhang zeigt sich auch bei einem Querschnittsvergleich der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (Prokopfeinkommen) mit der FuE-Intensität von Volkswirtschaften (FuE-Anteil am Inlandsprodukt):⁷ Mit zunehmender FuE-Intensität ist in der Regel ein steigender Wohlstand verbunden – allerdings mit abnehmender Rate. Positive, jedoch zwischen den

³ Beitrag des ZEW zum „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

⁴ Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

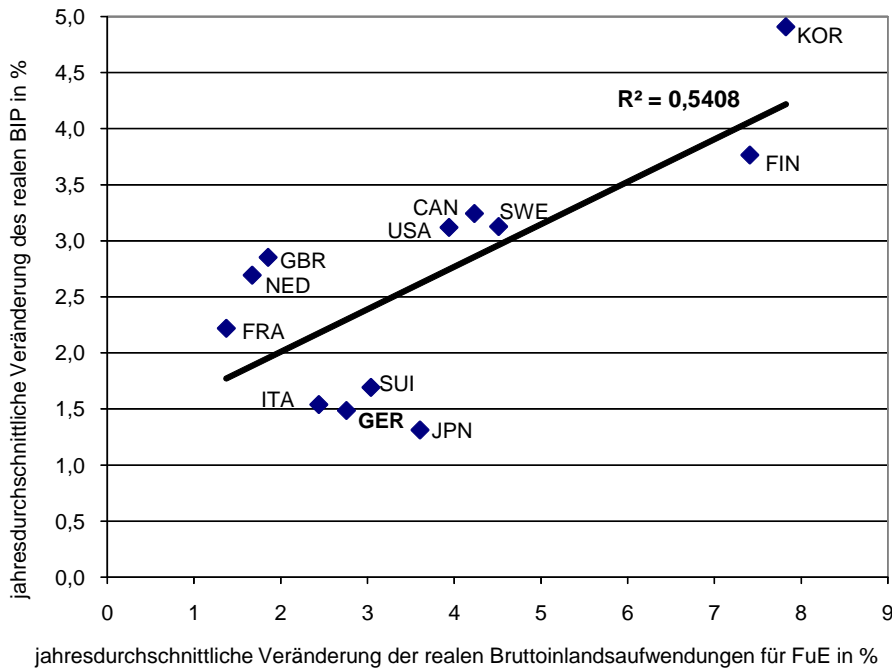
⁵ BMBF (2006).

⁶ Vgl. Dehio u. a. (2005).

⁷ Vgl. Dehio u. a. (2005).

Ländern nach dem jeweiligen Entwicklungsstand abnehmende „Ertragsraten“ – bezogen auf Wachstum und Beschäftigung – bringen auch die Simulationen der Europäischen Kommission zum „Barcelona-Ziel“.⁸

Abb. 1.1.1: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2006



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Recht enge Korrelationen ergeben sich vor allem bei einer sektoral differenzierten Betrachtung. So stehen – nach einer kombinierten Längs-/Querschnittsanalyse eines Pools von 15 Sektoren und 12 Staaten – die Produktivitätszuwächse insbesondere bei ihrer Art nach forschungsintensiven Industrien in direkter Verbindung mit den Investitionen der Sektoren in FuE.⁹ Im Durchschnitt aller Wirtschaftszweige beläuft sich die „Ertragsrate“ auf 30 %.¹⁰
- Tendenziell positive Effekte auf die Produktivitätsentwicklung hat auch die in Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen durchgeführte FuE.¹¹
- Bei einer differenzierten Gegenüberstellung von FuE mit Indikatoren, die in der gesamten Wirkungskette erheblich näher am FuE-Geschehen anzusiedeln sind als die gesamtwirtschaftliche Wachstums- oder Produktivitätsrate, kann man die Analyse von Wirkungszusammenhängen auch noch deutlich verbessern:

⁸ Vgl. Brécard u. a. (2004).

⁹ Beitrag des ZEW zum „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

¹⁰ Beitrag des ZEW zum „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

¹¹ Beitrag des ZEW zum „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

- So gibt es im internationalen Vergleich eine enge Verbindung zwischen der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft – gemessen an den publizierten Forschungsergebnissen – und den FuE-Ausgaben von Hochschulen (vgl. Abschnitt 2.2.4).
- Die Verteilung von patentgeschützten Erfindungen, die auf die Verwertung am Weltmarkt abzielen, ist wiederum eng an die FuE-Leistung der Unternehmen sowie an die Exportorientierung der Volkswirtschaften gekoppelt (Abschnitt 2.3.3).

FuE und technologische Leistungsfähigkeit sind demnach zentrale Faktoren für Wachstum und Wohlstand. Deutschlands ungünstige Position in der Wachstumshierarchie der westlichen Industrieländer mag also durchaus auch mit den vergleichsweise geringeren Investitionen in technisches Wissen zusammenhängen. Die Striktheit der ermittelten Zusammenhänge legt allerdings den Schluss nahe, dass neben der FuE-Tätigkeit eines Sektors eine Reihe von weiteren Einflussfaktoren auf die Produktivitätsentwicklung wirken (Marktverfassung, Ausbildungssystem, 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** Faktor, jedoch **nicht hinreichend**.¹²

FuE ist in sich immer noch in hohem Maße „national“ definierenden „Innovationssystemen“¹³ gewissermaßen Dreh- und Angelpunkt. Technologisches Wissen wird von verschiedenen Akteursgruppen geschaffen, zum einen von den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen (Hochsektor¹⁴ und Staat¹⁵) und zum anderen von forschenden Unternehmen¹⁶. Unternehmerische FuE ist sehr stark abhängig von einem hohen Bildungsstand der Arbeitskräfte und vom Leistungsstand der wissenschaftlichen Forschung. Hoch qualifizierte Arbeitskräfte sind nicht nur für FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft, sondern auch zur Absorption wissenschaftlicher Erkenntnisse erforderlich. Andererseits müssen neue Technologien auch diffundieren, müssen die Industrieforschungsergebnisse umgesetzt werden – in technologische Erfindungen, in Produkt- und Prozessinnovationen sowie letztlich in Umsatz, Wertschöpfung und Beschäftigung. Und hierzu sind zusätzliche Innovationsaktivitäten und -aufwendungen sowie Investitionen in Sachanlagen erforderlich. Insofern ist klar, dass durch FuE nur **ein** Aspekt des Innovationsprozesses abgebildet wird, nämlich der „Primärinput“. Eigene FuE ist jedoch das „Herzstück“ von betrieblichen Innovationsaktivitäten, die auf einen robusten Strukturwandel mit originären Innovationen setzen und sich nicht so sehr mit der Imitation und Übernahme von Innovationsideen anderer Unternehmen begnügen.¹⁷ Denn Innovatoren ohne eigene FuE sind trendmäßig im vergangenen Jahrzehnt immer seltener geworden:¹⁸ Nur noch 22 %

¹² Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

¹³ Vgl. Schmoch, Rammer, Legler (2006).

¹⁴ Universitäten, Technische und Fachhochschulen einschließlich ihrer Institute, Testeinrichtungen und Kliniken. Grundsätzlich spielen Finanzierung und rechtlicher Status keine Rolle; in der Regel ist dieser Sektor jedoch zu einem großen Teil öffentlich finanziert bzw. gefördert.

¹⁵ In der Regel werden in international vergleichenden Statistiken die Einrichtungen der Gebietskörperschaften und die privaten Organisationen ohne Erwerbszweck erfasst, die einen hohen staatlichen Finanzierungsanteil aufweisen (z. B. Helmholtzzentren, Max-Planck- und Fraunhofer-Institute).

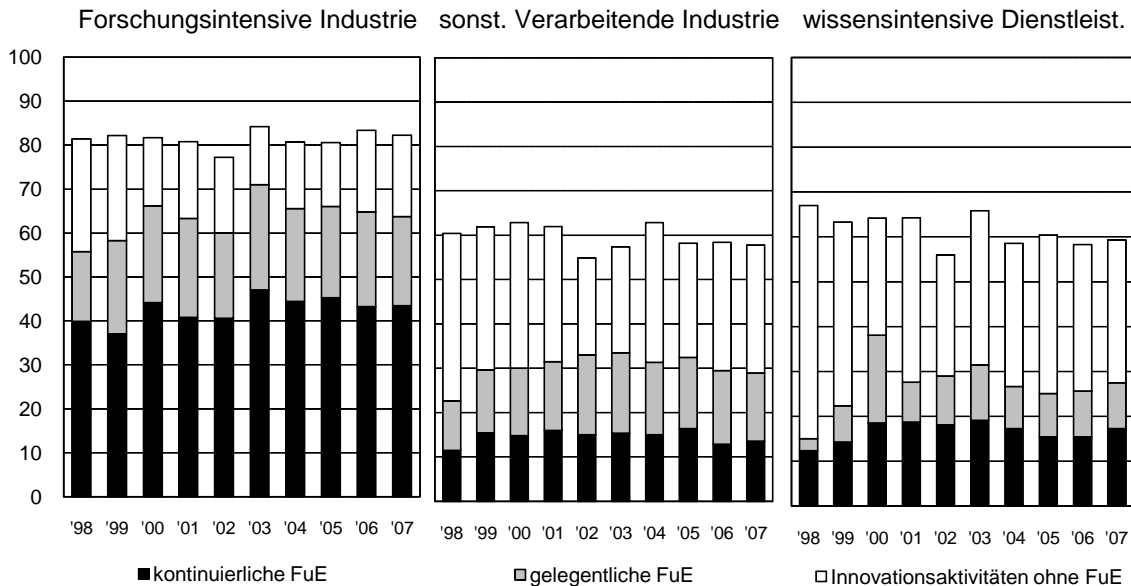
¹⁶ Neben privaten und staatlichen Unternehmen werden in der Statistik auch Gemeinschaftsforschungseinrichtungen u. ä. erfasst, die überwiegend von der Wirtschaft finanziert werden.

¹⁷ Allerdings ist einzuräumen, dass eigene FuE auch mit dem Ziel „Re-Engineering“ betrieben werden kann und sich in diesem Falle auf Imitationen beschränkt.

¹⁸ Rammer (2007a).

der innovationsaktiven Unternehmen aus der forschungsintensiven Industrie kamen (2007) ohne eigene FuE aus; 1998 waren es noch 32 % (Abb. 1.1.2). Dieser Trend ist flächendeckend, auch in der sonstigen Industrie und bei wissensintensiven Dienstleistungen steigt der Anteil der FuE betreibenden unter den innovierenden Unternehmen. Bei Dienstleistungen betreibt mittlerweile knapp die Hälfte der Unternehmen bei Innovationsprojekten gleichzeitig FuE (1998: 22 %). Allerdings zeigt sich in der jüngsten Zeit wieder eine leicht steigende Tendenz bei der Zahl der Unternehmen, die Innovationsaktivitäten haben ohne gleichzeitig FuE zu betreiben.

Abb. 1.1.2: Innovatoren nach Innovations- und FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2007 (in %)



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

In Abb. 1.1.1 wird allerdings auch deutlich, dass zusätzliche FuE in der Praxis keineswegs 1:1 in Wachstum umgesetzt wird. FuE bringt zum einen nicht in jedem Fall **direkt** Ergebnisse hervor; zum anderen variieren die Umsetzungsbedingungen von FuE in Erfindungen, in Produkt- oder gar Marktneuheiten oder andere Effekte wie bspw. Kostensenkungen - und damit letztlich in Wertschöpfung - zwischen den Volkswirtschaften und im Zeitablauf. Daher ist es problematisch, ökonomische Indikatoren wie z. B. Einkommensniveau und -wachstum, Exportleistungen und Beschäftigungsentwicklung usw. allein auf die FuE-Aufwendungen, und dann auch noch einer bestimmten Periode, zu beziehen. Eher ist zu argumentieren: Neues, durch FuE geschaffenes Wissen erhöht die Produktivität der „traditionellen“ Produktionsfaktoren Arbeit und Sachkapital. FuE-Aufwendungen erhöhen daher eher **mittel- bis langfristig** als bereits auf kurze Sicht die technologische Leistungsfähigkeit.

- Erfahrung mit eigener FuE ist eine wichtige Basis für die Adoption fremden Wissens, sei es von Kooperationspartnern aus der Wirtschaft oder sei es von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen. Der Zugang zur Wissenschaft und zum Technologietransfer fällt schwer, wenn man nicht gleichsam „auf Augenhöhe“ mit den potenziellen Kooperationspartnern arbeiten kann. FuE-Aktivitäten versetzen die Unternehmen in die Lage, anderswo entwickeltes Wissen als solches zu erkennen, zu verstehen und zu verwerten, künftige Entwicklungstrends zu antizipieren

und selbst zu verfolgen („learning to learn“). Sie erhöhen die „Absorptionsfähigkeit“ der Unternehmen.¹⁹

- Forschungsanstrengungen der Unternehmen und Investitionen in Bildung und Wissen führen zudem zu „Spillover-Effekten“.²⁰ Die Akkumulation von technischem Wissen in Unternehmen steigert auch die Produktivität bei jenen, die keine FuE-Investition getätigt haben, aber dieses Wissen nutzen können. Reibungsloses Zusammenspiel der Akteure, Zugang zu Wissen und Offenheit des Systems sind daher wesentliche Voraussetzungen für die gesamtwirtschaftliche Effizienz von FuE-Aktivitäten.

Die prominente Verwendung von FuE-Daten bei der Analyse des Innovationsgeschehens basiert deshalb auf der Annahme, dass mittel- bis langfristig relativ stabile Beziehungen bestehen zwischen

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

Eine exakte Zuordnung **einzelner** Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit zu makroökonomischen Zielgrößen im internationalen Vergleich wird schwerlich gelingen.²¹ Denn zu viele Einflussfaktoren wirken parallel, verstärken die Effekte aus dem Technologiesektor oder verhindern ihre volle Entfaltung: Man denke nur an den Einfluss der Konjunktur, der Wechselkurse usw. auf der einen Seite sowie an eine Vielzahl von Innovations- und Umsetzungshemmnissen auf der anderen Seite. Hinzu kommen „Wirkungs-Lags“, die von Technologie zu Technologie und von Sektor zu Sektor differieren, sowie kaum prognostizierbare Diffusionsgeschwindigkeiten von „generischen“ (Querschnitts-)Technologien in die Anwendung.

Die Themen im Einzelnen

Die FuE-Thematik wird nach dem vom BMBF vergebenen Auftrag aus fünf verschiedenen Perspektiven betrachtet:

- Die „**weltwirtschaftliche Sicht**“ beleuchtet in einem kombinierten Zeitreihen-/Querschnittsvergleich Deutschlands Position bei industrieller FuE; diese Sichtweise steht in Abschnitt 2 im Vordergrund. Es werden Analysen zu den gesellschaftlichen Aktivitäten in FuE insgesamt sowie speziell der Wirtschaft vorgelegt. Dazu gehört auch die Arbeitsteilung und Interaktion zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE sowie die Herausarbeitung von Erklärungsansätzen. Strukturelle Untersuchungen umfassen zudem die sektoralen Schwerpunkte und Intensitäten bei FuE in der Wirtschaft. Denn die Volkswirtschaften folgen unterschiedlichen Technologiepfaden, die auch Konsequenzen für die FuE-Tätigkeit haben.
- Einem in den letzten Jahren besonders brennenden weltwirtschaftlichen Gesichtspunkt - nämlich der FuE-Dynamik in ausgewählten **Schwellenländern** - wird in Abschnitt 3 nachgegangen.

¹⁹ Vgl. Cohen, Levintal (1990) sowie Schmoch, Licht, Reinhard (2000).

²⁰ Vgl. Barro, Sala-i-Martin (1995).

²¹ Vgl. die „Integrationsversuche“ von Blind, Frietsch (2006).

- Es folgt ein **Resümee** mit einem mittelfristig orientierten **Ausblick** (Abschnitte 4.1 und 4.2). Angesichts der sich abzeichnenden Rezession wird auch auf ganz **aktuelle Entwicklungen** in den Jahren 2007/2008 eingegangen (Abschnitt 4.3).

Auf Anregung des Auftraggebers wurden die Besonderheiten von FuE in **Klein- und Mittelunternehmen** gesondert herausgearbeitet.²² Weiterhin 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.²³

1.2 FuE-Aktivitäten in Wirtschaft und Staat – Abgrenzung nach internationalen Konventionen²⁴

FuE ist nach international gebräuchlichen Definitionen (dem „Frascati Manual“²⁵) charakterisiert als „systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens“. Nach der Anwendungsnahe von FuE wird unterschieden zwischen Grundlagenforschung („Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse“ mit mittel- bis langfristigem Ziel), zielgerichteter angewandter Forschung zur Gewinnung neuer technischer und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sowie experimenteller Entwicklung („Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse“ für neue oder wesentlich verbesserte Produkte, Prozesse, Systeme, Dienstleistungen usw.).²⁶ Desweiteren unterscheiden die Richtlinien zur Erfassung von FuE zwischen „naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Forschung und Entwicklung“ und „geistes- und sozialwissenschaftlicher Forschung“.

Konstituierendes Element der Abgrenzung von FuE zu anderen Elementen des Innovationsprozesses ist die Entstehung und Verwendung neuen Wissens. Als „statistische Messlatten“ werden in den Frascati-Richtlinien der finanzielle Einsatz in Form von Aufwendungen für FuE-Anlagen, – Sachmittel, –Personal und –Aufträge usw. sowie der personelle Einsatz in Form von FuE-Beschäftigten zu Grunde gelegt.²⁷ Die beiden Indikatoren sind wesentliche Grundlage für die Bewertung des „Innovationspotenzials“ der Volkswirtschaften bzw. seiner Sektoren, weil sie das Engagement in die Ausweitung des technologischen Wissens widerspiegeln.

Hinsichtlich der Aussagefähigkeit der FuE-Indikatoren für die technologische Leistungsfähigkeit sind einige Anmerkungen zu machen.²⁸

- Zur Gestaltung des Innovationsprozesses bedarf es mehrerer Komponenten. Nicht alle Aktivitäten, die zu den innovationsrelevanten Fertigkeiten und Kompetenzen im Unternehmen beitragen,

²² Die Ergebnisse werden zusammen mit anderen mittelstandsrelevanten Fragen (Bildung, Qualifikation, sektoraler Strukturwandel) in einem Band zusammen gefasst (StuDIS 11, 2009).

²³ Diese Untersuchung wurde von Belitz, Schmidt-Ehmcke, Zloczynski (2008) durchgeführt. Dabei wird ein besonderer Schwerpunkt auf das Patentverhalten internationaler Unternehmen gelegt.

²⁴ Dieser Abschnitt ist gegenüber der Vorgängerstudie von Legler, Krawczyk (2006) nicht aktualisiert worden.

²⁵ Vgl. die aktuelle Fassung der OECD (1993).

²⁶ Vgl. für Deutschland die Erhebungsbögen des WSV (z. B. zur Erhebung 2007). Forschung und experimentelle Entwicklung sind von ihrer Art her sehr verschieden, in der Wirtschaft hat die experimentelle Entwicklung deutlich höheres Gewicht als Forschung. Umgangssprachlich haben sich jedoch die Ausdrücke „forschen“ bzw. „Forschung“ als Kurzform durchgesetzt. Sie werden hier ebenfalls als Synonym für den gesamten Komplex „Forschung und experimentelle Entwicklung“ verwendet.

²⁷ Zur Praxis der deutschen FuE-Statistik vgl. im einzelnen Grenzmann (2004a, 2004b) und Revermann (2004).

²⁸ Vgl. z. B. European Commission (1997).

werden durch FuE erfasst. FuE hat einen wichtigen Anteil und macht in der Industrie den „harten Kern“ und den größten Posten, insgesamt jedoch nur einen Teil der gesamten Innovationsaktivitäten von Unternehmen aus. Im langfristigen Mittel wird in Deutschlands Industrie etwa die Hälfte der gesamten **Innovationsaufwendungen** für FuE eingesetzt.²⁹ Hinzu kommen Aufwendungen für Konstruktion und Design, Versuchsproduktion, Anlageinvestitionen, Markttests, Patente und Lizenzen oder die Weiterbildung des Personals. Diese „umsetzungsorientierten“ Ausgaben sind jedoch meist sehr eng mit der FuE-Tätigkeit gekoppelt oder aber Folge von FuE-Aktivitäten. FuE ist also die „Leitvariable“ für die meisten Innovationsaktivitäten, vor allem für die Verarbeitende Industrie. Unternehmen, die innovieren, exportieren, wachsen und Arbeitsplätze schaffen ohne FuE zu betreiben, sind selten.³⁰

- FuE-Aufwendungen messen meist nur den **institutionalisierten** Aspekt der Technologieentwicklung auf Grundlage der Ausgaben von Unternehmen, Forschungsinstituten und Universitäten zum Zweck der Ausweitung des Wissensbestandes. Sie machen keine Aussage darüber, wer sich letztlich die Erträge **aneignen** kann. Die kommerziellen Nutznießer können neben den forschungsintensiven Industrien auch die weniger forschungsintensiven Zweige der Industrie, der Dienstleistungssektor oder Endverbraucher sein – nicht zuletzt aber auch die Technologieanwender im Ausland.
- **FuE-Gesamtaufwendungen** der Wirtschaft entstehen sowohl durch intern durchgeführte Projekte als auch durch Aufwendungen für die Anwendung „fremden“ Wissens (Auftragsforschung, FuE-Kooperationen). Allerdings erlauben die international vergleichenden Statistiken keine Aufgliederung nach internen und externen Projekten. Vielmehr werden – vor allem zur Vermeidung von Doppelzählungen – allein die internen Aufwendungen der Wirtschaft aufgeführt. Dies gilt auch für den öffentlichen Sektor.
- Das statistische Messkonzept bei FuE ist auf Grund der langfristigen Entwicklung seit den ersten Erhebungen in den 60er Jahren sehr stark an den Innovationsaktivitäten der **Industrie** orientiert. Trotz aller Bemühungen auf nationaler und internationaler Ebene, die „Industriellastigkeit“ auch in der praktischen statistischen Erfassung aufzulösen, sind Aktivitäten, die in Dienstleistungsbranchen dem Schaffen neuen Wissens gewidmet werden, nur schwer systematisch zu erfassen, weil sie in einigen Branchen vielfach auch nicht als FuE verstanden werden.³¹ Denn im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten deutlich weniger stark von technologischer FuE ab als in der Industrie.³²
- FuE-Aufwendungen sind zudem ein Input-Indikator; nicht gemessen wird die **Effektivität**, mit der diese Anstrengungen zu neuem Wissen führen. Selbst wenn bspw. zwei Länder gleiche Ressourcen für FuE einsetzen, kann der Output stark unterschiedlich ausfallen. Denn die Qualität der Forschung variiert ebenso wie die Qualität der Wissenschaftler sowie die Preise der komplementären Faktoren wie Arbeitsinputs, Ausrüstungen, Material etc. Zudem variiert die „FuE-Produktivität“ über die Wirtschaftszweige, was bei differierenden Innovationsstrukturen zu unterschiedlichen Anforderungen an FuE führen kann. Internationale **Spillover-Effekte** von FuE-Aktivitäten – d. h. die Diffusion von technischem Wissen ins Ausland bzw. der Import von

²⁹ Vgl. Rammer, Blind u. a. (2007).

³⁰ Vgl. Schasse (1998) sowie Beise, Rammer (2003).

³¹ Vgl. Revermann, Schmidt (1999).

³² Vgl. Freeman, Soete (2007).

Know-how aus dem Ausland – spielen für die Effektivität ebenso eine Rolle³³ wie nationale Spillovers bzw. die Qualität intra- und interindustrieller Spillovers.

Für die Beurteilung im internationalen Wettbewerb ist zudem nicht nur die Betrachtung der aktuellen Aktivitäten in FuE als Maßstab für die Erweiterung des technischen Wissens relevant: Vielmehr zählt in erster Linie der Wissensbestand, der sich aus den aktuellen FuE-Anstrengungen **und** aus denen der vergangenen Jahre angesammelt hat.³⁴ Denn technisches Wissen entwertet sich nicht von heute auf morgen, sondern akkumuliert sich über mehrere Perioden.

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

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

Für den im Folgenden erstellten internationalen Vergleich gesamtwirtschaftlicher Strukturdaten bei FuE wird auf die Datenkompilationen der OECD³⁵ zurückgegriffen, die die international harmonisierte Datenerhebung initiiert hat und begleitet. Der Rückgriff auf die gemeinsame OECD-Datenbasis hat den großen Vorteil der Vergleichbarkeit der Daten. Aktuellere, z. T. auch revidierte Daten für einzelne Länder liegen häufig bei nationalen Quellen vor. Diese sind hier jedoch nicht berücksichtigt, um einen einheitlichen Erhebungsstand zu gewährleisten. Denn die Revision einzelner Länderdaten ist insofern problematisch als man sich nicht sicher sein kann, ob andere Länder nicht ebenfalls Revisionen vornehmen müssten, jedoch mit ihrer Erhebung, Auswertung und/oder Verfügbarkeit in international vergleichbaren Statistiken noch zurückhängen.

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

³³ Vgl. Freeman, Soete (2007).

³⁴ Vgl. zum Folgenden Straßberger u. a. (1996).

³⁵ Insbesondere ist die OECD-Publikation „Main Science and Technology Indicators“, die in Überblicksform erscheint, sowie die „Research & Development Statistics“ database von nationalen Angaben ausgewertet worden. Darüber hinaus bietet die OECD über die Datenbanken ANBERD und STAN auf sektoral tief aggregiertem Niveau Daten zu FuE und zur Wirtschaftsstruktur an, die so weit wie möglich einen international vergleichbaren Nenner darstellen sollen.

2 FuE-Trends in den Industrieländern

In den vergangenen drei Jahrzehnten hat sich die weltweite Verteilung der FuE-Kapazitäten kräftig verschoben. Dabei haben die großen Volkswirtschaften oder auch ganzen Weltregionen nicht selten - in Abhängigkeit von den jeweiligen Rahmenbedingungen - die Richtung gewechselt. FuE ist un-steter geworden. Nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen großen Volkswirtschaften haben sich die FuE-Verhaltensweisen und -Strukturen deutlich verändert. Wachstums- und innovati-onspolitische Erkenntnisse und Absichten laufen zwar allenthalben auf eine Steigerung und Förde-rung von FuE-Aktivitäten hinaus. Sie stehen jedoch nicht unbedingt im Einklang mit den Strategien und Erwartungen der Unternehmen sowie mit den finanziellen Möglichkeiten in Wirtschaft und Staat. Insbesondere ist nicht klar, ob Wirtschaft und Staat ihre FuE-Pläne angesichts der sich ab-zeichnenden weltwirtschaftlichen Rezession revidieren oder wie die Pläne umgesetzt werden kön-nen. Allerdings können aus den Analysen Erfahrungen und Hinweise darauf abgeleitet werden, wie die Akteure auf die drastisch veränderten Rahmenbedingungen für FuE reagieren könnten.

Angesichts der mittel- und langfristigen Ausrichtung und Wirkungen von FuE-Prozessen ist es zweckmäßig, einen etwas weiteren Blick zurück zu werfen. Die Herausforderung besteht vor allem darin, ein Gleichgewicht zwischen mittel- und langfristigen Tendenzen einerseits und Hinweisen auf die richtige Einordnung der sich in der ersten Hälfte des neuen Jahrhunderts abzeichnenden Korrekturen sowie der kurzfristigen Anpassungen andererseits zu finden. Angesichts der Diagnose-unsicherheit sollte vermieden werden, dass von schwankender Basis aus voreilig extrapoliert wird.³⁶ Denn die meisten „aktuellen“ Daten enden für den internationalen Vergleich mit Eckdaten für Be-richtsjahr 2007, einige wichtige Länder haben jedoch noch nicht über das FuE-Jahr 2006 hinaus berichten können. Strukturanalysen können in jedem Fall allenfalls das Jahr 2006 einbeziehen.

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

Zunächst wird festzustellen sein, welche Länder und Weltregionen besonders großes Gewicht auf FuE-Intensivierung legen und wo diese eher zögerlich vorangetrieben wird (Abschnitt 2.1). Wäh-rend sich diese Auswertung auf die gesamtgesellschaftlichen Ressourcen für FuE insgesamt bezieht (also Wirtschaft, Staat und Hochschulen berücksichtigt), wird im darauf folgenden Abschnitt auf die Arbeitsteilung bei FuE zwischen Wirtschaft und Staat eingegangen (Abschnitt 2.2), danach wird das FuE-Verhalten der Wirtschaft im Überblick dargestellt (Abschnitt 2.3). Weil einerseits die Wirtschaft den größten Teil des FuE-Aufkommens bestreitet, andererseits der Staat aber in nicht unbeträchtlichem Umfang Einfluss auf das FuE-Verhalten der Wirtschaft nimmt, werden sich an manchen Stellen parallele Darstellungen nicht vermeiden lassen.

Weiterhin wird untersucht, welche sektoralen und technologischen Schwerpunkte die großen Volkswirtschaften setzen und mit welcher Intensität sie dabei FuE als Parameter im Innovations-wettbewerb einsetzen (Abschnitt 2.4).

³⁶ Die Unsicherheit beruht auf immer größeren Verzögerungen in der Datenverfügbarkeit sowie nicht zuletzt auf kräfti-gen und z. T. nur schwer erklärlichen Datenrevisionen über einen längeren Zeitraum hinweg. Insbesondere die Anga-ben der USA an die OECD-Statistik hat in den vergangenen Jahren häufig Kapriolen geschlagen und damit abrupte und z. T. weit zurück reichende Revisionen ausgelöst. Diesen Vorbehalt muss man nach den Erfahrungen der vergan-genen Jahre leider machen: Es kann durchaus sein, dass sich bereits in kurzer Frist aus den „amtlichen“ OECD-Angaben ein anderes Bild ableiten lässt als das, das hier präsentiert wird.

2.1 Globale Trends bei den gesamtgesellschaftlichen FuE-Aktivitäten

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

2.1.1 Die 80er und 90er Jahre im Rückblick

Deutschland steht bei FuE im internationalen Vergleich nicht schlecht da. Es konnte sich in den 70er und 80er Jahren mit an die Spitze der Industrieländer setzen, und zwar in einer Phase, in der weltweit die FuE-Kapazitäten überdurchschnittlich schnell ausgeweitet wurden (Abb. 2.1.1). Der „Aufholprozess“ in Deutschland war auf die enorme FuE-Intensivierung in fast allen Bereichen der Wirtschaft sowie den – damit einhergehenden – industriellen Strukturwandel zu Gunsten forschungsintensiv produzierender Bereiche zurückzuführen.³⁷ 1981 war Deutschland zur No. 1 in der Welt aufgerückt. Die Dynamik war allerdings gegen Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre zum Stillstand gekommen.

Deutschland stand mit der nachlassenden Neigung, FuE zu betreiben, jedoch nicht allein. Auch in anderen großen Volkswirtschaften waren die FuE-Anstrengungen seit Beginn der 90er Jahre zunächst nicht mehr gestiegen oder sind real gar zurückgenommen worden (Abb. 2.1.2): Der Bedeutungsrückgang von FuE konnte erst Mitte der 90er Jahre gestoppt werden. FuE wurde in diesem Zeitraum allerdings nirgends so zügig zurückgeschraubt wie in Deutschland und Südeuropa (Italien). Die Verlaufsmuster und Entwicklungspfade der einzelnen Länder in den 90er Jahren waren insgesamt recht uneinheitlich.³⁸ Abb. 2.1.1 vermittelt ein Bild darüber, wie flexibel sich die FuE-Ausgaben **insgesamt** in den westlichen Industrieländern im Vergleich zum Inlandsprodukt entwickelt und damit auf veränderte Eckdaten reagiert haben. Zu nennen sind vor allem folgende Einflussfaktoren:

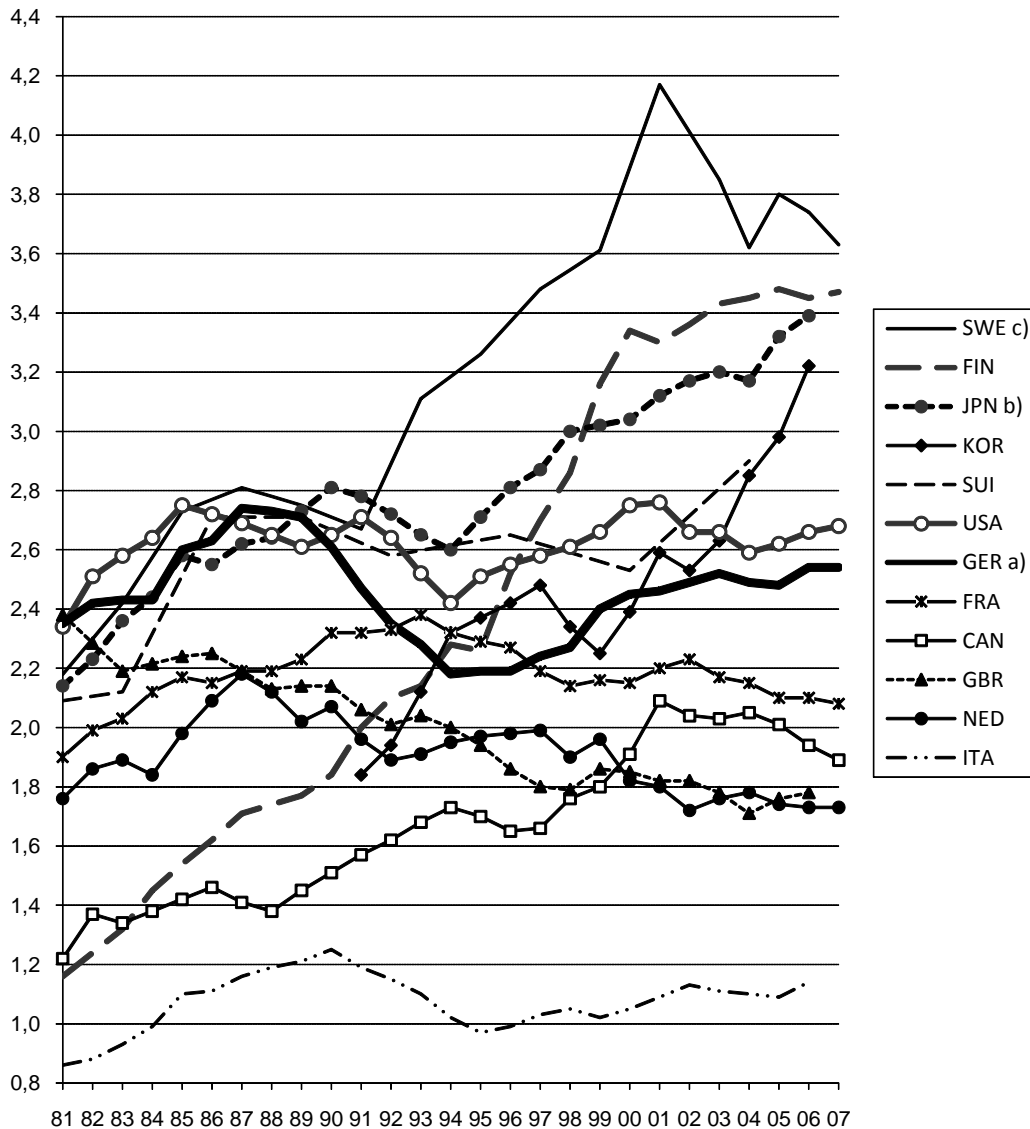
- Einerseits bestimmen die makroökonomischen Rahmenbedingungen und der wirtschaftlich-technische Wandel die Dynamik und die internationale Verteilung der FuE-Aktivitäten der **Wirtschaft**: Die Wachstumsperspektiven mit ihren unterschiedlich kräftigen Impulsen für FuE und Innovationen, die konjunkturelle 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-)Bereiche (z. B. Bio- und Gentechnologie, Telekommunikation), die Einbeziehung von Klein- und Mittel-

³⁷ Vgl. Legler, Grupp u. a. (1992).

³⁸ Vgl. European Commission (1997).

unternehmen in die FuE-Prozesse sowie die Allokation von FuE-Standorten durch multinationale Unternehmen sowohl innerhalb der westlichen Industrieländer als auch die erhöhte Anziehungskraft einiger aufholender Schwellenländer.

Abb. 2.1.1: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 2007*



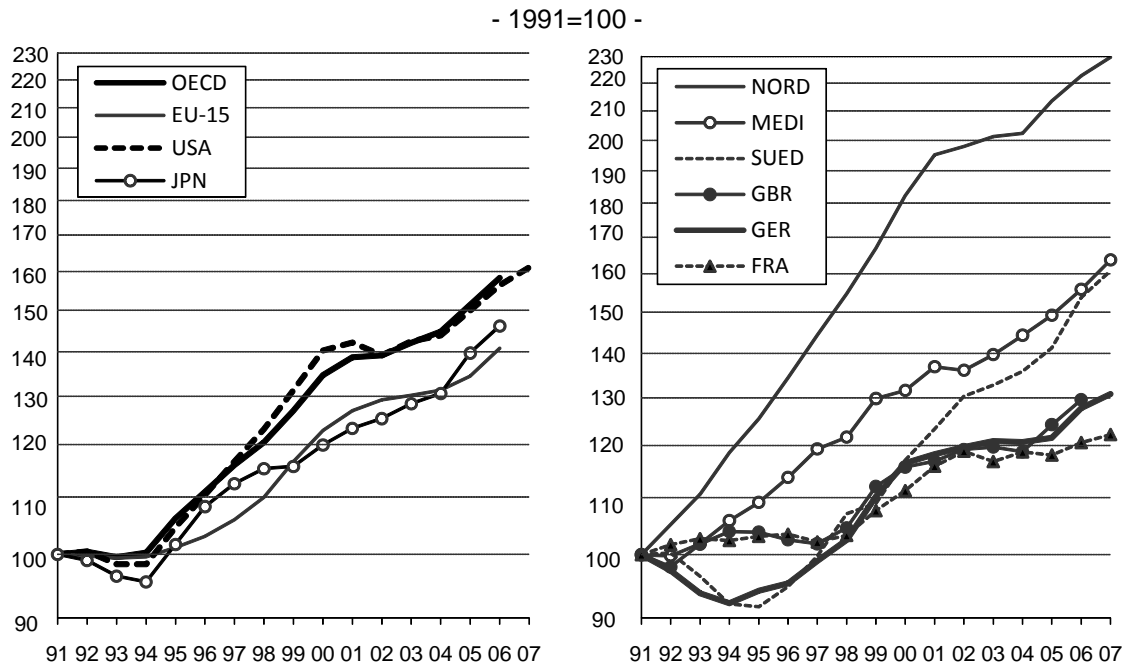
*) Daten zum Teil geschätzt. a) Bis 1990: Früheres Bundesgebiet. - b) FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 leicht überschätzt. c) Strukturbruch in der Erhebungsmethode 1993/1995.

Quelle: OECD, MSTI (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Andererseits sind es die **staatlichen Impulse**: Die Abrüstungsbemühungen und der Rückgang militärisch begründeter FuE-Staatsnachfrage nach dem Ende 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) haben eher restriktiv gewirkt. In jüngerer Zeit hat sich der Staat jedoch allenthalben wieder stärker seiner 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.

Abb. 2.1.2: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2007



Halblogarithmisch. - NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SUE: ITA, POR, ESP, GRE. - MED: BEL, NED, AUT, SUI.

Daten teilweise geschätzt

Quelle: OECD, MSTI (2008/2). - SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

In den USA und Japan war der reale Rückgang bei FuE nicht ganz so scharf ausgefallen wie in Deutschland, er ist dort seit Mitte der 90er Jahre wieder von kräftigen Ausweitungen der FuE-Kapazitäten abgelöst worden. Die USA waren in der folgenden FuE-Aufschwungphase die treibende Kraft unter den westlichen Industrieländern. Sie haben zwischen 1994 und 2000 historisch gesehen Rekordzuwachsraten erreicht:³⁹ Mit 52 % sind über die Hälfte der in den westlichen Industrieländern zwischen 1994 und 2000 zusätzlich geschaffenen FuE-Kapazitäten in den USA aufgebaut worden. In Japan waren es nur 13 %, in den EU-Ländern 21 %; beide Regionen blieben im FuE-Wachstum damit deutlich unter den Anteilen, die sie vorher eingenommen hatten (17½ bzw. 31½ %, Abb. 2.1.3).

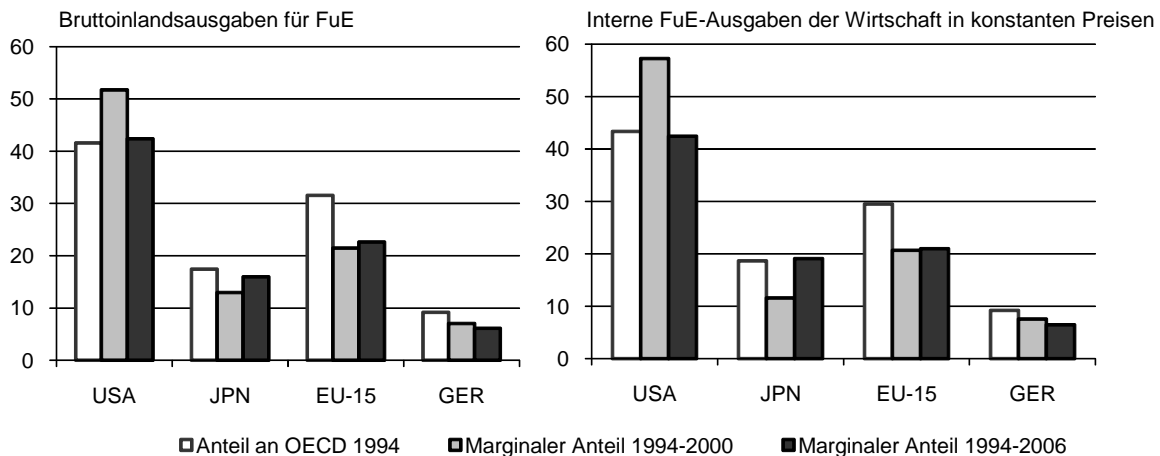
Völlig unbeeindruckt vom prozyklischen FuE-Verhalten in den großen westlichen Industrieländern haben etliche kleinere Volkswirtschaften ihre realen FuE-Anstrengungen sogar über die gesamten 90er Jahre hinweg kontinuierlich und massiv gesteigert. Meist kamen sie aus dem nordeuropäischen Raum (Schweden, Finnland, Irland). Auch Korea ist diesem Kreis zuzurechnen.⁴⁰

³⁹ NSF (2002).

⁴⁰ Korea hatte zwar zwischenzeitlich als Folge der Finanzkrise bei Investitionen in FuE deutlich zurückstecken müssen, hat jedoch seit einigen Jahren wieder zur alten Dynamik zurück gefunden. Eine kleine Delle in der FuE-Intensität ist in den Jahren 1998/99 jedoch zurück geblieben.

Dass in der zweiten Hälfte der 90er Jahre in den westlichen Industrieländern überwiegend eine Zunahme der FuE-Intensitäten zu beobachten ist, ist ein anderer Ausdruck dafür, dass Investitionen in FuE wieder zu einem Schlüsselfaktor unter den Wachstumskräften geworden waren – um so mehr, als die FuE-Dynamik die Entwicklung bei den Ausrüstungsinvestitionen seit Jahren deutlich übertraf.⁴¹ Dabei stellte sich – bei kontinentaler Betrachtung – eine weitere Verschiebung der FuE-Achsen nach Übersee, d. h. nach Nordamerika, Japan und Korea als etablierte Technologienationen, aber auch nach China und Indien als aufholende Schwellenländer (vgl. Abschnitt 3), ein. Die asiatischen Länder hatten bereits 1997 das FuE-Ausgabenvolumen der europäischen Länder übertroffen.⁴² Die FuE-Intensität der meisten entwickelten asiatischen Staaten (neben Japan sind vor allem Korea, Taiwan und Israel zu nennen) liegt mittlerweile klar oberhalb des Niveaus, auf dem sich Deutschland eingependelt hat.

Abb. 2.1.3: Anteil der Regionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten in der OECD 1994-2006 (in %)



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

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

⁴¹ OECD, STI Scoreboard (2007).

⁴² Vgl. IMD (2000). Nimmt man nur FuE in der Wirtschaft, dann ist dies bereits einige Jahre früher passiert.

nachhaltiger Aufschwung bei hoher internationaler Wettbewerbsfähigkeit nur über vermehrte Investitionen in neues technisches Wissen zu erzielen ist.

2.1.2 Das aktuelle Bild in den „westlichen“ Industrieländern

Gemessen an der FuE-Intensität (FuE-Ausgaben bezogen auf das Inlandsprodukt im Jahre 2006) liegt Schweden mit 3,7 % (2007: 3,6 %) im weltweiten Vergleich an der Spitze, gefolgt von Finnland (3,5 %), Japan (3,4 %), Korea (3,2 %), der Schweiz (2,9 %, 2004) sowie den USA (2,7 %). Österreich folgt mit 2,6 % (2007: 2,7 %) vor Deutschland und Dänemark (2,5 %), Frankreich (2,1 %), Australien (2,0 %), Kanada und Belgien (jeweils 1,9 %) sowie Großbritannien (1,8 %) und den Niederlanden (1,7 %).⁴³ 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), rangierte es 2006 im vorderen Mittelfeld der OECD-Länder (Rang 9, vgl. auch Abb. 2.1.1).

Die im Jahr 2006 im OECD-Raum insgesamt für FuE aufgewendeten Mittel in Höhe von gut 825 Mrd. \$ entsprechen 2,26 % des Inlandsproduktes der Mitgliedsländer. Davon wurden in den USA 42,2 %, in Japan 16,8 % und in Deutschland 8,1 %⁴⁴, in den Ländern der EU insgesamt 29,6 % (EU-15: 28,1 %) getätigt. Die Rangfolge unter den OECD-Ländern wird fortgesetzt durch Frankreich (5,0 %), Großbritannien und Korea (jeweils 4,3 %), Kanada (2,8 %), Italien (2,3 %), Spanien (1,9 %), Australien (1,8 %), Schweden (1,4 %), die Niederlande (1,3 %) sowie die Schweiz (1,0 %).

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

An den nordischen Ländern zeigt sich aber auch, dass eine höhere gesamtwirtschaftliche FuE-Dynamik nicht unbedingt zu höheren Produktivitätssteigerungen führen muss. So haben alle nordischen Länder ihren FuE-Kapitalstock (d. h. das akkumulierte technische Wissen) in den vergangenen 30 Jahren deutlich stärker ausgeweitet als Deutschland. Jedoch ist lediglich in Finnland und Irland (das hier mit zur Gruppe der kleineren nordischen Länder gezählt wird) die totale Faktorproduktivität schneller als in Deutschland gestiegen.⁴⁵ Auch in anderen Ländern mit überdurchschnittlich hoher Ausweitung des FuE-Kapitalstocks (Spanien, Japan, Kanada, Australien) gab es geringere Faktorproduktivitätsfortschritte als in Deutschland. Daraus kann man den Schluss ziehen, dass die Umsetzungseffizienz von FuE in Deutschland vergleichsweise hoch ist und dass sich eine Stei-

⁴³ Einige kleinere Volkswirtschaften sind in Abb. 2.1.1 nicht enthalten. Erwähnenswert wären noch Island (2,8 %) sowie aus dem Nicht-OECD-Raum Israel (4,7 %), Taiwan (2,6 %) und Singapur (2,3 %), vgl. auch Abschnitt 2.1.4.

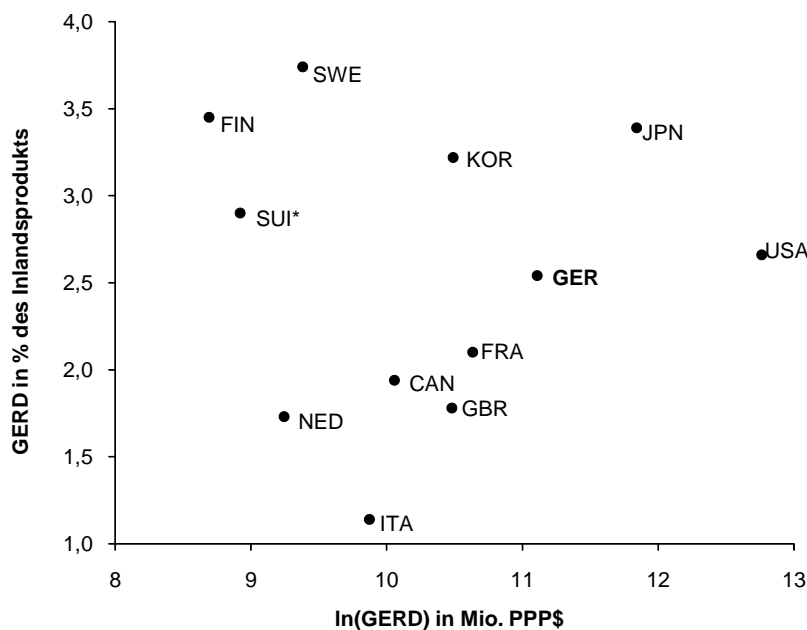
⁴⁴ Alles zusammen genommen - stärkere FuE-Dynamik in den meisten westlichen Industrieländern, die Verbreiterung des Teilnehmerfeldes im Innovationswettbewerb durch aufholende Schwellenländer (Abschnitt 3) und nachlassende FuE-Intensität in Deutschland - hat sich Deutschlands weltwirtschaftliches FuE-Gewicht im letzten Vierteljahrhundert fast halbiert: Von über 11 % (1981) auf gut 6½ % (2006).

⁴⁵ Vgl. Dehio u. a. (2005).

gerung der FuE-Aktivitäten rasch in entsprechenden Faktorproduktivitätssteigerungen auswirkt. Die „Forschungselastizität“⁴⁶ ist also in Deutschland vergleichsweise hoch.

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

Abb. 2.1.4: Gesamte Inlandsaufwendungen für FuE (GERD) und FuE-Intensität in den G12-Ländern 2006



*) 2004 statt 2006.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

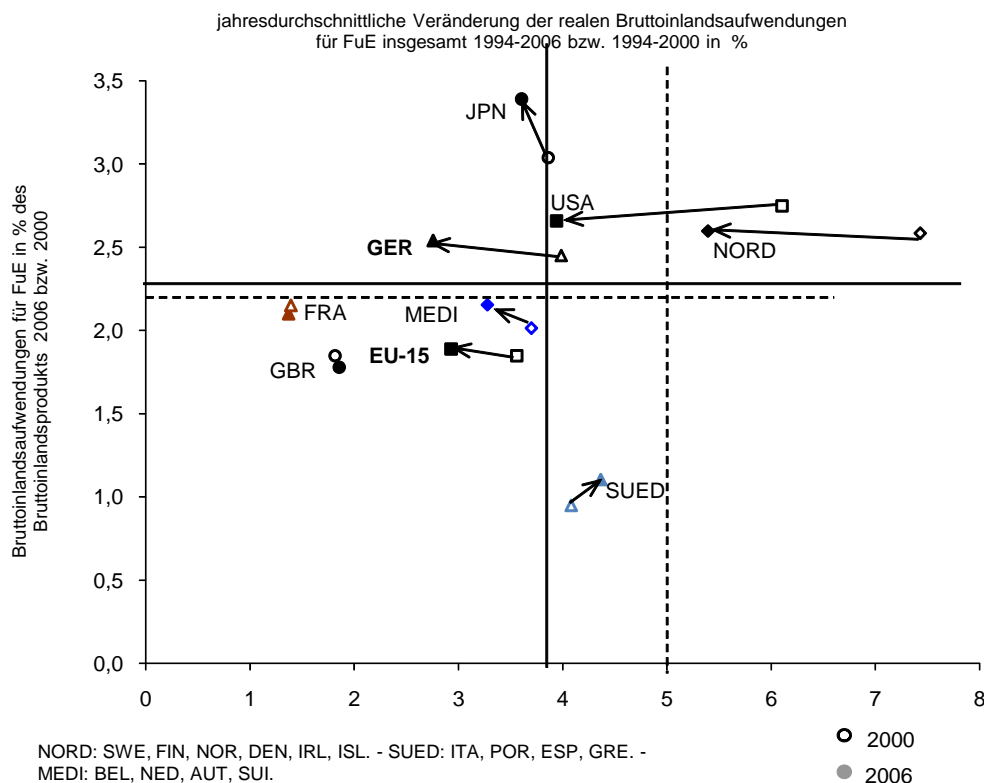
In Deutschland ist allerdings die Dynamik in der Ausweitung der FuE-Kapazitäten im letzten Jahrzehnt deutlich unter dem Durchschnitt der westlichen Industrieländer zurück geblieben. Dieser ist maßgeblich durch die Entwicklung in den USA geprägt worden (Abb. 2.1.5). Die größte Dynamik haben jedoch die nordischen Länder entfaltet, auch wenn sie in den letzten Jahren (hier: seit 2000) ihr FuE-Kapazitätswachstum wieder etwas zurückstecken mussten: Die starke Abhängigkeit von Spitzentechnologien der Telekommunikation und der IuK-Wirtschaft bringt eine gewisse Labilität mit sich. Südeuropa hält sich ebenfalls noch (leicht) oberhalb der durchschnittlichen OECD-

⁴⁶ Vgl. auch Dehio u. a. (2005).

Dynamik. Die an Deutschland grenzenden kleineren mitteleuropäischen Staaten haben ebenso wie Japan bei FuE stärker zulegen können als Deutschland, Großbritannien und Frankreich.

In Abb. 2.1.5 sind sowohl die FuE-Intensität der Weltregionen im Jahr 2006 sowie die Veränderung der realen FuE-Ausgaben im Zeitraum 1994 bis 2006 aufgetragen als auch die entsprechenden Werte für die Periode bis 2000. Sie zeigt auch, welche gravierenden Veränderungen sich im neuen Jahrzehnt eingestellt haben. Die Veränderungen betreffen insbesondere die USA: Dort hatte sich das FuE-Volumen seit dem Jahr 2000 derart schwach entwickelt, dass über den gesamten Zeitraum 1994 bis 2006 eigentlich kaum mehr von einer dominierenden, sondern allenfalls von einer am Durchschnitt orientierten Rolle der USA gesprochen werden kann. Anders ausgedrückt: Sie haben mit ihrem Gewicht entscheidend dazu beigetragen, dass sich die Ausweitung der FuE-Kapazitäten in den OECD-Ländern seit 2000 abrupt abgeschwächt hat. Trotz seit einigen Jahren deutlich verbesserter wirtschaftlicher Aussichten liegt die FuE-Intensität keineswegs in allen Volkswirtschaften höher als zu Beginn des Jahrzehnts. Insgesamt betrachtet entwickeln sich die FuE-Aktivitäten in der OECD etwa im Gleichschritt mit dem Wirtschaftswachstum, die FuE-Intensität stagniert daher seit 2000/2001 (siehe auch Abb. 2.1.2 und Abb. 2.1.7).

Abb. 2.1.5: *FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Weltregionen 1994 bis 2006*



Daten zum Teil geschätzt. - Die Linien markieren die jeweiligen Werte für den OECD-Durchschnitt, die durchgezogenen für das Jahr 2006 (Ordinate) bzw. 1994 bis 2006 (Abszisse), die gestrichelten für 2000 (Ordinate) bzw. 1994 bis 2000 (Abszisse).

Lesehilfe: In den Jahren 1994 bis 2006 (1994 bis 2000) sind die realen Bruttoinlandsaufwendungen für FuE in Deutschland um 2,76 (4,0) % p.a. gestiegen. Die FuE-Intensität ist unverändert (2,5 %) geblieben.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Die **EU-15-Länder** als Ganzes betrachtet weisen bei FuE unverändert nur eine geringe Dynamik auf und brachten 2006 insgesamt knapp 1,9 % ihres Inlandsproduktes für FuE auf (EU-27: knapp

1,8 %). Bis 2007 gab es eine geringfügige Verbesserung. Sie sind dennoch seit Anfang der 90er nicht voran gekommen und liegen damit weiterhin klar hinter den USA und Japan. Die „Lücke“ zu den USA beträgt nach wie vor $\frac{3}{4}$ Prozentpunkte des Inlandsproduktes, sie war allerdings zwischenzeitlich noch etwas größer. Gegenüber Japan liegt sie bei 1,5 Prozentpunkten. Bereits im Jahr 2000 hatte die EU-Kommission für Europa für das Jahr 2010 einen FuE-Anteil am Inlandsprodukt von 3 % als Parole ausgegeben. Bei 1,9 % ist offensichtlich, wie ernst die Kommission die „technologische Lücke“ zu Nordamerika und Japan eingeschätzt hat und immer noch einschätzen muss – denn seither ist der Rückstand nicht geringer geworden.

Insgesamt gesehen ist die europäische Schwäche eher eine von Zentraleuropa. Die nordischen Länder zeigten wie erwähnt eine überdurchschnittlich hohe FuE-Dynamik und auch Südeuropa hält (allerdings von niedrigem Niveau aus) recht gut mit. Aus deutscher Sicht ging es seit Mitte der 90er Jahre zwar bergauf. Der scharfe FuE-Rückgang der ersten Hälfte der 90er Jahre konnte jedoch noch nicht vollständig verkraftet werden. Mittlerweile scheint auch die führende Rolle Deutschlands in Europa in Frage gestellt zu sein.

Trotz des nicht sehr ausgeprägten Wirtschaftswachstums im **neuen Jahrhundert** haben sich die Investitionen in Wissenschaft, Technologie und Innovationen jedoch keineswegs in allen Ländern gedämpft entwickelt. Vielmehr hat es im FuE-Verhalten der westlichen Industrieländer in der ersten Hälfte des Jahrzehnts sehr unterschiedliche Reaktionen gegeben. Im Hinblick auf deren Bewertung sind auf Grund des kurzen Beobachtungszeitraums jedoch allenfalls Tendenzaussagen möglich (vgl. Tab. 2.1.1):

Tab. 2.1.1: *Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994 – 2006 (in %)*

Sektor \ Region	OECD	USA	JPN	EU-15	GER	GBR	FRA	NORD	SUED	MEDI
Wirtschaft										
1994-2000	5,9	7,4	3,8	4,3	4,9	1,9	1,6	8,9	4,0	5,0
2000-2003	0,8	-1,9	4,2	1,6	0,9	0,5	1,7	2,9	3,9	1,8
2003-2006	4,5	4,0	5,4	2,7	1,9	1,6	1,3	3,2	6,5	4,3
1994-2006	4,2	4,2	4,3	3,2	3,2	1,5	1,5	5,9	4,6	4,0
Öffentlicher Sektor*										
1994-2000	3,3	2,8	4,0	2,3	2,0	1,6	1,1	4,4	4,2	1,4
2000-2003	4,0	7,1	-2,6	2,7	1,9	2,3	1,5	4,3	4,7	2,4
2003-2006	1,9	1,1	1,3	2,6	1,7	4,6	0,6	4,1	3,6	1,9
1994-2006	3,1	3,4	1,6	2,5	1,9	2,5	1,1	4,3	4,2	1,8
Insgesamt										
1994-2000	5,0	6,1	3,9	3,6	4,0	1,8	1,4	7,4	4,1	3,7
2000-2003	1,8	0,5	2,3	2,0	1,2	1,1	1,6	3,3	4,3	2,0
2003-2006	3,7	3,1	4,4	2,6	1,8	2,7	1,1	3,5	5,0	3,5
1994-2006	3,9	3,9	3,6	2,9	2,8	1,9	1,4	5,4	4,4	3,2

*) 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 (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Der Zuwachs der realen FuE-Ausgaben in den OECD-Ländern hat sich damit seit dem Jahr 2000 etwa halbiert, von 5 % jährlich in der FuE-Aufschwungphase zwischen 1994 und 2000 auf 2,7 % seither. Am schärfsten sind vom Rückgang der FuE-Wachstumsraten die nordeuropäischen Länder (von 7,4 auf 3,4 %) und die USA (von 6,1 auf 1,6 %) betroffen, 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. Das gilt für Japan (3,9 zu 3,4 %) wie für die EU(15) von 3,6 auf 2,3 %.

- Insbesondere in den USA ist ein scharfer Dynamikverlust, zeitweise eine FuE-Stagnation eingetreten. In der US-Wirtschaft hat es zwischen 2000 und 2003 einen FuE-Einbruch in einem bislang nicht gekannten Ausmaß gegeben.⁴⁷ Der Staat hat dies überkompensiert (Abschnitt 2.2). Die USA bestimmen mit ihrem hohen Gewicht in FuE sehr stark das FuE-Tempo der OECD-Länder als Gruppe und damit natürlich auch das Tempo der technologischen Entwicklung.
- In Deutschland (1,5 % real p. a. zwischen 2000 und 2006) und Frankreich (1,3 %) ist die FuE-Zuwachsrates gar noch niedriger als in den USA (2,7 %) ausgefallen. Frankreich hatte damit jedoch 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. Ähnliches gilt für Großbritannien. Am schnellsten sind die südeuropäischen Länder voran gekommen (4,6 %), und trotz ihrer Dynamikeinbußen lagen die nordischen Staaten (3,4 %) im neuen Jahrhundert bei den FuE-Zuwachsrates immer noch klar im Vordergrund.
- 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“. Großbritannien hält jedoch Kurs nach oben, hat seit 2000 die FuE-Kapazitäten kräftiger ausgeweitet (1,9 % p. a.) als Deutschland und holt auf. Etliche europäische Länder haben sich explizit FuE-Ziele gesetzt und die Anstrengungen entsprechend erhöht. Dies spiegelt ein großes Vertrauen in die (positiven) Zusammenhänge in der Wirkungskette „FuE - Innovationen - Wettbewerbsfähigkeit - Wachstum - Beschäftigung“ wider.
- Deutschland hat nach einem Zwischenspur in der zweiten Hälfte der 90er Jahre wieder an Boden verloren: 4 % jahresdurchschnittlicher FuE-Expansion zwischen 1994 und 2000 stehen 1,5 % seit 2000 gegenüber.
- Deutschlands Stand im internationalen FuE-Wettbewerb ist in der ersten Hälfte des neuen Jahrhunderts zwar von der Platzierung her als weniger gut als Ende der 80er Jahre (FuE-Intensität: 2,7 %) einzuschätzen. Damals gab es jedoch eine noch schärfere Reaktion des FuE-Systems auf den Wirtschaftsabschwung und die Anforderungen aus der deutschen Wiedervereinigung: FuE war stark zurückgedrängt worden. Allerdings ist FuE selbst in der rezessiven Phase seit 2000 zumindest noch im Wachstum mitgelaufen. Der 2006 erreichte FuE-Anteil von gut 2½ % am Inlandsprodukt scheint allerdings eine Marke zu sein, die ohne gezielt forcierte Anstrengungen auf allen Seiten und ohne deutlich höheres Wirtschaftswachstum nur sehr langsam nach oben geschraubt werden dürfte.⁴⁸

2.1.3 FuE-Personal: Akademisierung und Feminisierung

Gründlich ausgebildetes und hoch qualifiziertes Personal („**Humankapital**“) ist eine Grundvoraussetzung für FuE, für die Umsetzung von wissenschaftlichen Forschungsergebnissen in betriebliche FuE-Prozesse, in technische und organisatorische Innovationen und letztlich in Wertschöpfung und Beschäftigung. In der „Wissenswirtschaft“ ist insbesondere eine akademische Ausbildung zum

⁴⁷ Vgl. Legler, Krawczyk (2006) sowie Abschnitt 2.3.1.

⁴⁸ Vgl. zur aktuellen Entwicklung Abschnitt 6.1.

wichtigsten Inputfaktor für FuE-Prozesse geworden. Der Schwerpunkt liegt in der technischen FuE naturgemäß auf dem Einsatz von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren.⁴⁹

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

- Sowohl im Schnitt der EU-15 als auch in Deutschland ist die Akademikerquote beim FuE-Personal seit Anfang der 80er Jahre bis heute deutlich gestiegen. Deutschland hält sich mit über 57 % ungefähr im Durchschnitt der EU-Länder und kann gar auf eine etwas höhere Dynamik der Akademikeranteile in FuE verweisen. Die verfügbaren Zahlen für die überseeischen Volkswirtschaften deuten jedoch darauf hin, dass der Wissenschaftleranteil in FuE in Deutschland und Europa eher unterdurchschnittlich hoch ist: Angelsächsische Länder wie bspw. Australien, und Kanada sowie vor allem große asiatische Länder wie China, Japan, Korea und Singapur setzen anteilig sehr viel mehr Wissenschaftler in FuE ein als dies für Europa und Deutschland beobachtet werden kann. Ähnlich ist es in Ländern, in denen sich der FuE-Personalstamm im Auf- und Umbau befindlich ist (mittel- und osteuropäische Länder) oder stark wächst (Türkei, Island, Norwegen).
- Während die Akademikerquote beim FuE-Personal in Deutschland und in den EU-15 in den 80er Jahren noch jährlich um rund einen Prozentpunkt zugenommen hat, ist der Akademisierungsprozess seit Anfang der 90er Jahre nicht mehr ganz so schnell voran gekommen. Denn die Ausweitung der FuE-Kapazitäten ist sehr eng an die Verfügbarkeit von wissenschaftlichem Personal gebunden. So ist die Zahl der forschenden Personen in Europa (vollzeit gerechnet) seit 1991 mit 390 Tsd. etwa im gleichen Umfang wie die Zahl der mit FuE befassten Wissenschaftler gestiegen. Für Deutschland ist gar zu beobachten, dass das FuE-Personal im Jahr 2006 um 37 Tsd. niedriger lag als 1991, dass die Zahl der Akademiker im FuE-Prozess jedoch um 40 Tsd. gestiegen war. In Zeiten des Abbaus der FuE-Personalkapazitäten war und ist vor allem technisches, insbesondere jedoch Hilfspersonal von der Substitution durch IuK-Technologien und von der „Humankapitalintensivierung“ betroffen. Der Stamm der akademisch ausgebildeten Arbeitskräfte mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess wird nach wie vor soweit wie möglich „gehortet“ oder gar erweitert.
- Die Unterschiede bzgl. der Akademisierung von FuE zwischen den Volkswirtschaften dürften vor allem auf drei Komponenten zurück zu führen sein: Zum einen ist der Akademisierungsgrad von FuE in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen höher als in der Wirtschaft; ein höherer öffentlicher FuE-Anteil hat also für sich genommen einen positiven Akademisierungseffekt. Zweitens ist FuE im Dienstleistungssektor überdurchschnittlich wissenschaftlerintensiv und drittens beansprucht FuE im Sektor Elektro/Elektronik/Computer/Medien- und MSR-Technik relativ viele Naturwissenschaftler und Ingenieure. Aus dieser strukturellen Warte passt die im internationalen Querschnitt vergleichsweise niedrige FuE-Akademikerquote in Deutschland ebenso ins Bild wie die hohen Akademikeranteile in den nordischen Ländern sowie in den genannten überseeischen Staaten. FuE in Deutschland ist insbesondere in der Wirtschaft eher in Sektoren der Hochwertigen Technik mit etwas niedrigeren Wissenschaftleranteilen angesiedelt (vgl. Abschnitt 2.4), was auch für viele andere mitteleuropäische Länder gilt.

⁴⁹ Zur Akademisierung von FuE in der deutschen Wirtschaft vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a (2008) sowie in der Wirtschaft im internationalen Vergleich Gehrke, Heine (2006).

Tab. 2.1.2 Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal im internationalen Vergleich 1981 bis 2006* (in %)

Land	1981	1991	2006*
GER	36,4	46,8	57,4
FRA	34,3	43,4	58,0
GBR	40,7	49,0	54,8
ITA	50,6	52,4	46,1
BEL	39,2	45,2	63,3
LUX	.	.	46,9
NED	35,7	43,3	48,8
DEN	41,2	46,8	64,3
IRL	42,7	64,5	68,9
GRE	.	56,3	56,7
ESP	53,2	56,1	61,3
POR	46,3	67,4	81,4
SWE	42,4	49,5	70,8
FIN	46,6	47,4	69,4
AUT	36,1	52,4	59,1
EU-15	39,1	47,6	57,6
CZE	.	.	55,0
POL	.	.	81,0
SVK	.	.	78,4
SLO	.	.	59,8
HUN	43,2	49,2	67,6
SUI	.	37,0	48,6
ISL	46,3	57,4	66,8
NOR	50,5	66,5	72,6
TUR	.	79,8	78,4
RUS	.	49,2	50,7
ROM	.	52,5	66,6
CAN	45,2	57,8	62,8
USA	.	.	.
MEX	.	52,4	54,1
ARG	.	.	71,0
JPN	60,5	65,7	75,9
KOR	.	.	84,2
ISR	.	.	.
CHN	.	70,3	81,4
TPE	.	.	59,0
SIN	.	79,1	83,1
AUS	54,4	65,6	69,4
NZL	.	54,6	74,4
RSA	49,6	54,5	60,1

*) oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen des NIW.

Der steigende Bedarf an akademischem Wissen im FuE-Prozess ist also kaum gebrochen. Dies ist in Deutschland vor dem Hintergrund der zunehmenden Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung als kritisch und als erheblicher Engpassfaktor anzusehen.⁵⁰ Fachkräfte- und Akademikermangel können zu einem entscheidenden Innovationshemmnis werden. Die Versäumnisse der Bildungspolitik der 80er und 90er Jahre könnten sich also als echter Hemmschuh für die angestrebte weitere Expansion der FuE-Tätigkeit in Deutschland erweisen. Dies gilt

⁵⁰ Vgl. zur Situation in der für die technologische Leistungsfähigkeit relevanten „Tertiärbildung“ im internationalen Vergleich Egel, Heine (Hrsg., 2007).

vor allem bei einem Vergleich mit expandierenden Schwellenländern. Als Beispiel wird gern China angeführt, wo 2004 mehr als 670 Tsd. junge Menschen einen akademischen Abschluss in einem naturwissenschaftlich-technischen Fach erworben haben; das sind deutlich mehr als in der EU (620 Tsd.), den USA (455 Tsd.) und Japan 350 Tsd. 2005).⁵¹

Sowohl unter gleichstellungspolitischen Gesichtspunkten als auch – zumindest in diesem Sachzusammenhang – unter dem Eindruck der zunehmenden Engpasssituation bei hoch qualifiziertem Personal und der Möglichkeit der Mobilisierung aller Humankapitalpotenziale waren vom Auftraggeber auch geschlechtsspezifische Auswertungen erbeten worden. In diesem Fall richtet sich die Frage daher nach der **Feminisierung** von FuE. Die Potenzialüberlegungen beruhen vor allem auf der Tatsache, dass Frauen in den meisten Ländern die Mehrheit unter den Personen mit Hochschulreife stellen, dass sie vielfach auch unter den Studienanfängern und unter den Studienabsolventen noch in der Überzahl sind, jedoch in technischen Fächern sowie dann im weiteren beruflichen Verlauf in Forschung, Publikation, Erfindung, Innovation und Produktion deutlich geringer beteiligt sind. Hieraus wird auf brach liegende Potenziale geschlossen, die es zu mobilisieren gilt, um die Negativwirkungen des unabweisbaren Fachkräftemangels⁵² zu dämpfen.

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

Die Beteiligung von Frauen an wissenschaftlicher Forschung liegt trotz der oben erwähnten Mehrheitsverhältnisse im Hinblick auf Hochschulreife und Studium in allen Ländern klar darunter (vgl. Tab. 2.1.3). In Deutschland ist sie mit gut 21 % sogar als sehr niedrig zu bezeichnen. Signifikant wird diese Größenordnung nur in Asien (Japan und Korea mit 12 bzw. 13 %) unterboten. Vor allem in den nordischen Ländern sowie in einigen mittel- und osteuropäischen Reformstaaten, aber auch in der lateinischen Welt werden 30 bis 40 % erreicht. Offensichtlich gibt es ein klares Gefälle zu Mitteleuropa, denn neben Deutschland weisen auch Österreich, die Niederlande und Luxemburg eine ausgesprochen schwache Frauenbesetzung in den Forschungsstäben auf, die Schweiz und Belgien sind ebenfalls recht weit hinten zu finden. Dies lässt auf den Einfluss von spezifischen kulturellen und gesellschaftlichen Besonderheiten in Ausbildung und betrieblicher Praxis schließen, die sich letztlich in den nationalen Innovationssystemen restriktiv niederschlagen.⁵³

Dabei ist der Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern in der Wirtschaft durchgängig niedriger als in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Aber auch in den öffentlichen (geförderten) Instituten liegt Deutschland kaum besser im Rennen, so dass man die Unterschiede zu anderen Volkswirtschaften nicht am hohen FuE-Anteil der Wirtschaft in Deutschland

⁵¹ Vgl. NSF (2008).

⁵² Vgl. Egeln, Heine (Hrsg., 2007).

⁵³ Grupp, Breitschopf (2004) stellen einen „trichterförmigen“ Verlauf der Beteiligungsindizes von Männern und Frauen fest, der sich mit zunehmender „Professionalisierung“ immer mehr zu Gunsten der männlichen Beteiligung öffnet.

festmachen kann. Eine Prognose läuft unter status quo-Bedingungen darauf hinaus, dass sich der sehr geringe Frauenanteil an wissenschaftlich-technischer Ausbildung und Studium zu einem stark limitierenden Faktor für die Ausweitung des FuE-Personals in der deutschen Wirtschaft entwickeln könnte.⁵⁴

Tab. 2.1.3 *Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2006**

- Anteile in % -

Land	insgesamt	Wirtschaft	außeruniversitäre FuE-Einrichtungen	Hochschulen
GER	21,4	11,6	28,5	29,9
FRA	27,7	19,8	33,1	34,5
GBR	..	19,1	33,9	..
ITA	33,3	19,5	44,1	35,5
BEL	29,6	20,5	31,4	36,2
LUX	18,2	14,3	30,6	26,3
NED	18,0	10,0	29,5	29,0
DEN	29,7	24,9	36,4	35,7
IRL	30,3	20,2	35,5	38,2
GRE	36,4	28,0	40,8	38,0
ESP	36,7	27,7	46,6	38,3
POR	44,4	26,5	56,6	46,9
SWE	35,8	25,2	37,2	48,3
FIN	31,6	18,2	42,8	45,3
AUT	25,3	13,6	39,3	34,7
CZE	28,5	15,4	36,2	34,7
POL	39,5	24,8	41,4	41,5
SVK	41,8	30,6	42,9	43,6
SLO	35,3	25,6	43,5	38,1
HUN	33,5	22,0	38,1	36,6
SUI	26,7	21,1	25,5	29,6
ISL	39,3	32,2	43,5	43,5
NOR	31,7	20,3	37,4	39,4
TUR	36,3	24,3	29,4	39,1
RUS	42,2	40,7	45,4	38,4
ROM	43,3	40,7	49,9	42,2
CAN				
USA				
MEX	31,6	25,0	29,9	35,1
ARG	50,5	27,7	47,3	55,5
JPN	12,4	6,8	13,2	22,1
KOR	13,1	10,3	13,5	19,8
ISR		23,1		
CHN				
TPE	20,5	15,9	21,1	26,4
SIN	27,1	24,7	31,7	30,0
AUS				
NZL	39,3	16,3	24,8	45,6
RSA	20,5	15,9	21,1	26,4

*) oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen des NIW.

⁵⁴ Vgl. Gehrke, Heine (2006).

2.2 Staat und Forschung

Vor dem Hintergrund des verschärften Innovationswettbewerbs - sowohl mit den hoch entwickelten Volkswirtschaften als auch mit den aufstrebenden Schwellenländern - ist in vielen Volkswirtschaften die Rolle des Staates bei FuE wieder neu justiert worden. Quantitativ dominiert in der FuE-Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat zwar in fast allen Ländern der Unternehmenssektor (vgl. Abb. 2.2.1).⁵⁵ Weil Innovationen und technologische Leistungsfähigkeit in der Gegenwart jedoch stark von Investitionen und öffentlichen Vorleistungen in Bildung, Wissenschaft und Forschung aus vorangegangenen Perioden beeinflusst werden, stellt sich die Frage nach der Ausgestaltung der Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE und danach, welche Wechselbeziehungen zwischen beiden Sektoren bestehen. In allen Ländern haben sich Mischsysteme herausgebildet, die in unterschiedlicher Zusammensetzung alle Elemente enthalten.

Die ökonomische Begründung für **staatliche Forschungsaktivitäten** bzw. für die **Förderung von FuE** in der Wirtschaft ist Anfang der 60er Jahre gegeben worden.⁵⁶ Zum einen ist der ökonomische Erfolg von Forschungsarbeiten in vielen Fällen unsicher, nur langfristig zu realisieren und z. T. mit hohem finanziellen Aufwand und technologischem Risiko verbunden. In anderen Fällen würden **Unternehmen** nicht in FuE investieren - obwohl dies zu Innovationen führen würde -, weil sie sich die Erträge der Forschung nicht vollständig aneignen können. Denn vielfach kommen Forschungsergebnisse auch anderen Unternehmen zu Gute, weil sich für viele wissenschaftliche Neuerungen entweder kein gewerblicher Rechtsschutz sichern lässt oder weil sich der Schutz als unzureichend erweist. Erst wenn man alle ökonomischen Erträge der Forschung zusammenzählt, lohnen sich Investitionen in die Forschung. Es gibt also Forschungspotenzial, das sich zwar in Wohlfahrtsgewinne für die Gesellschaft umsetzen lässt, aus betriebswirtschaftlicher Sicht jedoch nicht gewinnbringend erscheint. Daraus folgt, dass auf diesen Feldern entweder die Unternehmen im vorwettbewerblichen gemeinschaftlich Bereich forschen sollten oder dass der Staat mit eigenen FuE-Kapazitäten zur Erweiterung der technologischen Optionen in die Bresche springen und die wissenschaftlichen Grundlagen legen bzw. zur Minderung der Risiken die Unternehmensforschung finanziell fördern sollte.

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

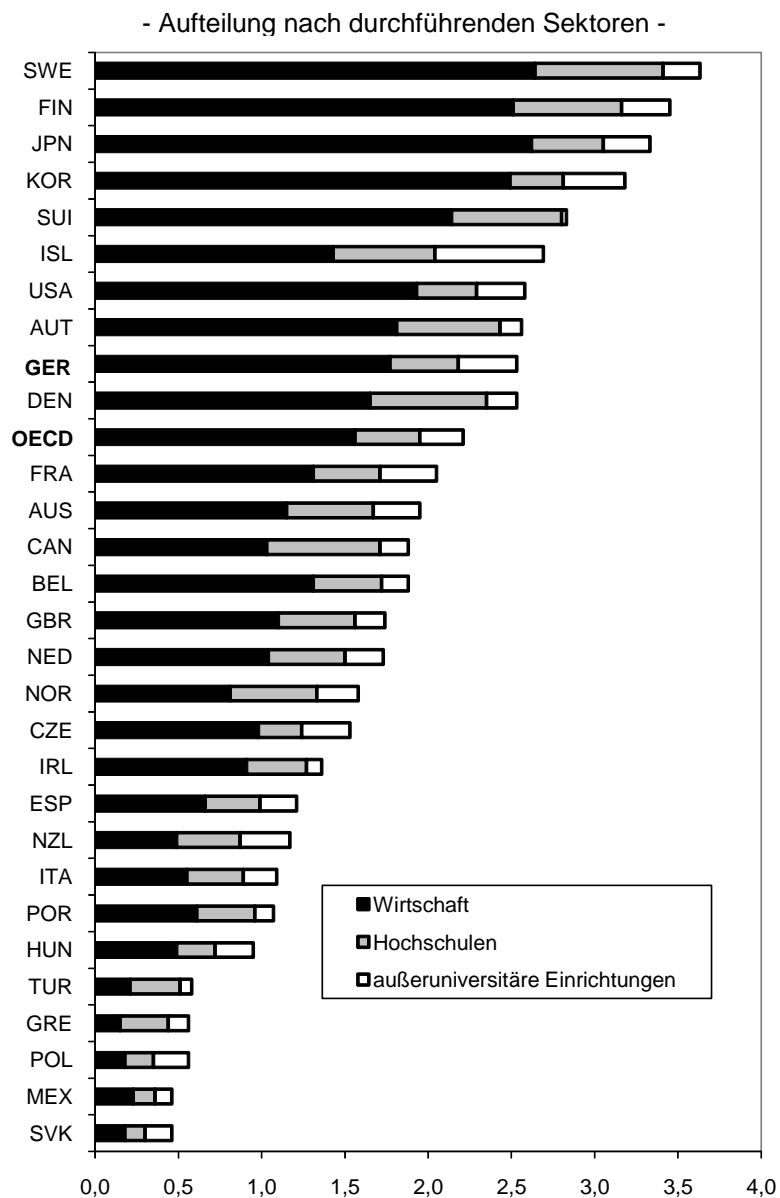
- Dies trifft vor allem für die vorwettbewerbliche, strategische Grundlagenforschung zu, die den Grundstein für die weitere Entwicklung legt. Es wird gar angenommen, dass die potenzielle Bedeutung öffentlicher Forschung zunimmt, da moderne Innovations- und Produktionsprozesse in immer größerem Umfang von den Ergebnissen grundlegender wissenschaftlicher Forschung abhängen.⁵⁷ Dies gilt insbesondere für Technologiefelder wie Biotechnologie, Mikroelektronik, Nanotechnologie oder neue Materialien.

⁵⁵ In Hochschulen, außeruniversitären FuE-Einrichtungen und in privaten Organisationen ohne Erwerbszweck wurden 2007 z. B. in Deutschland 30,1 % der gesamten FuE-Bruttoinlandsausgaben verwendet, darunter 16,3 % in den Hochschulen und 13,7 % in „wissenschaftlichen Einrichtungen“, wie außeruniversitäre FuE-Einrichtungen in der Sprache der Statistiker heißen. Die Anteile am FuE-Personal beliefen sich 2006 auf 19,9 bzw. 16,2 %. Vgl. OECD (MSTI, Vol. 2008/2) sowie WSV (2008).

⁵⁶ Der grundlegende Aufsatz stammt von Arrow (1962).

⁵⁷ Siehe Pavitt (1984), Freeman (1982), Grupp (1996) als Vertreter bzw. Narin u. a. (1997) oder Stephan (1996) als Opponenten dieser These. Konsens ist, dass wissenschaftlicher und technischer Fortschritt in gegenseitigem Abhän-

Abb. 2.2.1: FuE-Intensität* in den OECD-Ländern 2007**



*) FuE-Ausgaben der durchführenden Sektoren in % des Bruttoinlandsprodukts. - **) oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2008/2). - EUROSTAT-Database. - SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

- Eine weitere Begründung bilden eigenständige staatliche Aufgaben im öffentlichen Interesse (Vorsorgefunktion) wie innere und äußere Sicherheit, Gesundheit oder Umweltschutz. Diese Märkte, auf denen der Staat in großem Umfang als Nachfrager auftritt, um eigenständige sozio-ökonomische Ziele zu verfolgen oder die er stark reguliert, entziehen sich zunächst zwar einer ökonomischen Bewertung, können in langfristiger Perspektive aber durchaus auch aus privatwirtschaftlicher Sicht profitabel sein.

- Darüber hinaus wird argumentiert, dass sich in neuen Technikfeldern nach einiger Zeit die Entwicklungslinien der Unternehmen verengen und alternative Pfade nicht weiter verfolgt werden. Aus diesen Überlegungen heraus ergibt sich insbesondere eine Rechtfertigung für das Engagement des Staates in strategisch-langfristig orientierter, angewandter Forschung.⁵⁸ 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.

Ein internationaler Vergleich der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Wissenschafts- und Forschungssysteme und darunter der Rolle des Staates ist schwer zu ziehen. Zu unterschiedlich ist das Rollenverständnis der Akteure, zu heterogen sind die Zielvorgaben an die Beteiligten, zu unscharf sind häufig die Abgrenzungen, zu verschieden ist der Mix der Instrumente. Denn die staatlichen Ansatzpunkte reichen von der Finanzierung und Durchführung von FuE für das Angebot „öffentlicher Güter“ bis zum Ausgleich von „klassischem Marktversagen“, indem der Staat versucht, das FuE-Budget der Privaten an das gesellschaftliche Optimum heranzuführen.⁵⁹ Eines ist jedoch klar: Die „Arbeitsteilung“ zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE ist weltweit im Umbruch. Gleichzeitig vernetzen sich die Aktivitäten von Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung zunehmend. Die im Folgenden beibehaltene analytische Trennung der FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat mag in diesem Licht betrachtet daher etwas idealtypisch erscheinen.

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

2.2.1 Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE

Übersicht

Der Staat hatte lange Zeit den Hauptbeitrag zur Finanzierung von FuE geleistet. Noch 1980 entfiel weltweit mit 53 % über die Hälfte der FuE-Aufwendungen auf sein Finanzierungskonto, in den OECD-Ländern waren es 45 %. In allen hochentwickelten Volkswirtschaften ist die „FuE-Staatsquote“ jedoch seit Anfang der 80er Jahre mit verschiedenen und in den einzelnen Ländern unterschiedliche Gründen recht stark zurückgefahren worden:⁶⁰ Zu nennen sind vor allem der Rückgang militärisch begründeter Staatsnachfrage nach FuE-Leistungen nach dem Ende des „kalten Krieges“, Konsolidierungsdruck bei den öffentlichen Haushalten sowie Kontroversen um zivile Großprojekte (bemannte Raumfahrt, Atomenergie). Das Ergebnis war eine z. T. stark sinkende di-

⁵⁸ Vgl. Callon (1994).

⁵⁹ Vgl. Arrow (1962).

⁶⁰ Vgl. OECD, STI Scoreboard (2001).

rekte Förderung von Technologien in Feldern wie Verkehr, Energie, Raumfahrt, Sicherheit.⁶¹ Seit Mitte der 90er Jahre hat sich das quantitative Gewicht des Staates auf diese Weise weltweit auf unter 40 % eingependelt, mit weiterer Tendenz nach unten.⁶² Der Schnitt der OECD-Länder war im Jahr 2000 gar deutlich unter 30 % gerutscht (vgl. Tab. A.2.2.1). Bezogen auf das Inlandsprodukt ist der staatliche FuE-Finanzierungsbeitrag seit 1985 von 0,91 über 0,83 (1990) auf 0,62 % (2000) gesunken, in Deutschland von 0,98 auf 0,77 %.

Das neue Jahrzehnt hat in der OECD einen Wiederanstieg auf 0,67 % (bis 2003) gebracht, vor allem vom kräftigen staatlichen FuE-Engagement in den USA gespeist (Steigerung um rund einen Zehntelprozentpunkt). Wie schnell und nachhaltig der Staat bei der Finanzierung von FuE auf der einen Seite auf dem Rückzug war und wie schnell sich dies auf der anderen Seite seit dem Jahr 2000 geändert hat, wird in einer Marginalbetrachtung besonders deutlich:

- Zwischen 1994 und 2000 wurden nur 16 % des FuE-Zuwachses in den OECD-Ländern vom Staat finanziert, 76 % hingegen von der Wirtschaft, 5 % von anderen nationalen Quellen (z. B. Stiftungen) und 3 % vom Ausland.
- Im neuen Jahrhundert gibt es eine kräftige Veränderung dieser Relationen: Der Staat hat in den OECD-Ländern bis zum Jahr 2004 mit 41 % seinen Anteil an der Finanzierung des FuE-Zuwachses fast verdoppelt und sich damit der Wirtschaft (49 %) angenähert, auf andere nationale Quellen entfielen 6 %. Der Prozess der „Globalisierung“ von FuE schreitet ebenfalls weiter voran: Über 4 % des Zuwachses an FuE-Finanzierungsmitteln seit 2000 entfallen auf ausländische Quellen.

Die FuE-Beteiligung des Staates hat auch in den EU-Ländern trendmäßig nachgelassen, die sich ja für das Jahr 2010 einen FuE-Anteil am Inlandsprodukt von 3 % vorgenommen haben (vgl. Abschnitt 2.1.4); hierzu soll – so die Projektion – der Staat einen Finanzierungsbeitrag von einem Drittel, d. h. 1 % vom Inlandsprodukt, leisten. Bei einem Anteil von 0,63 % (EU-15 in 2005) würde dies – ein Wirtschaftswachstum von 2½ % jährlich vorausgesetzt – innerhalb von fünf Jahren eine reale Ausweitung der staatlichen FuE-Ausgaben um drei Viertel (15 % jährlich) bedeuten. Die in der längerfristigen Entwicklung angelegten Trends müssten dann allerdings kräftig gedreht werden.

Der Staat hat in der Tat bereits allenthalben reagiert, denn die meisten FuE-Budgetansätze in den öffentlichen Haushalten passen nicht mehr in das säkulare Bild eines (absolut und/oder relativ) nachlassenden staatlichen FuE-Engagements (vgl. Abb. 2.2.2). Der Staat hat wieder mehr Verantwortung übernommen, sei es durch eine Aufstockung der FuE-Finanzierungshilfen für Unternehmen, sei es durch die Ausweitung der FuE-Kapazitäten an Hochschulen und in außeruniversitären FuE-Einrichtungen. So wird aus den OECD-Ländern zwischen 1998 und 2006 ein (nominaler) Anstieg von über 7 % pro Jahr gemeldet. Darunter befinden sich bspw. die USA mit 8 %, Irland (17 %), Spanien (15 %) und Korea mit 11 %. In Großbritannien, Kanada, Schweden und Norwegen wurden in diesem Zeitraum die FuE-Haushaltsansätze um 6 bis 7 % p. a. ausgeweitet.⁶³ Inwieweit diese z. T. recht hohen Zuwächse auch im Haushaltsvollzug realisiert worden sind und welche Wirkungen dies auf die Kapazitäten in FuE gehabt hat, ist noch offen. Einiges wird in Überhitzungserscheinungen auf dem Markt für hoch qualifizierte Arbeitskräfte enden, es wird auch Verzerrungen zwischen

⁶¹ Vgl. Rammer, Polt u. a. (2004).

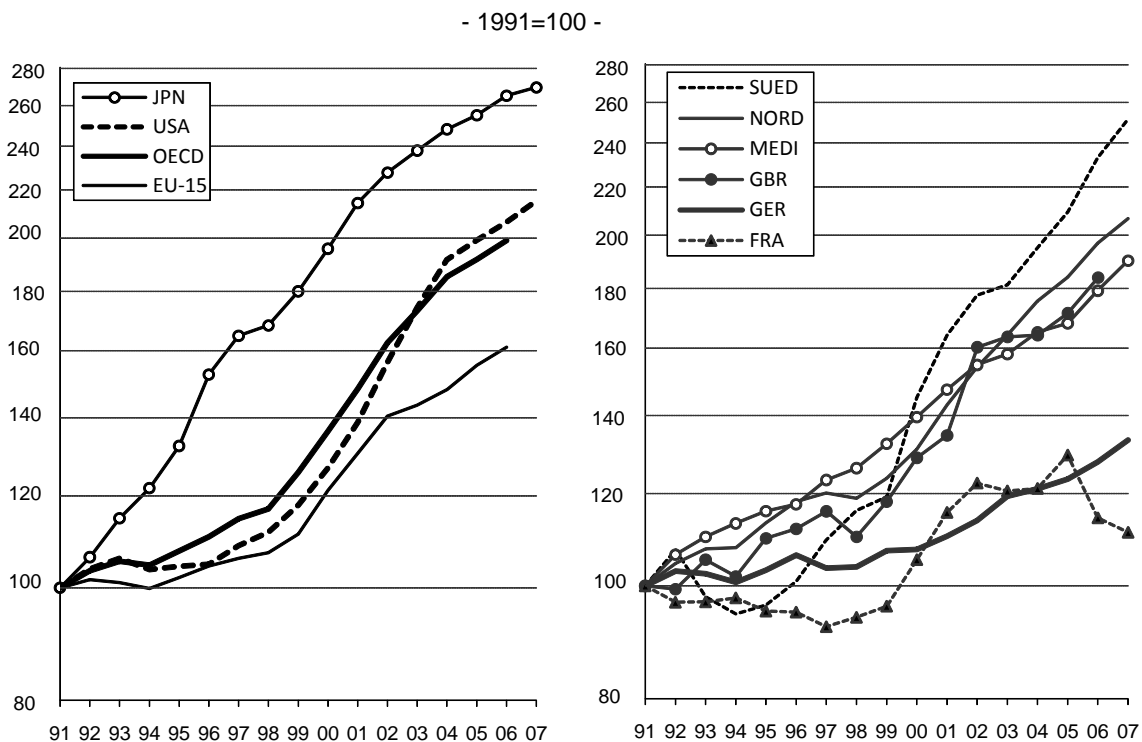
⁶² Vgl. European Commission (1997).

⁶³ Vgl. auch die „Realdarstellung“ bei Rammer, Polt u. a. (2004).

den Förderbereichen geben.⁶⁴ Zudem hat die FuE-Haushaltsexpansion wieder etwas nachgelassen.⁶⁵ Immerhin ist FuE wieder stärker in das Blickfeld der öffentlichen Haushalte geraten - auch in Deutschland, wo praktisch die gesamten 90er Jahre hindurch Stillstand geherrscht hatte und ab 1998 eine Ausweitung der staatlichen FuE-Budgets um gut 1 % jährlich realisiert werden konnte. Was sich angesichts der staatlichen FuE-Dynamik in anderen Ländern ausgesprochen bescheiden anhört, ist im Vergleich zur Entwicklung **vor** 1998 immerhin eine Trendwende nach oben und deutet für diese Periode auf verstärkte wissenschafts- und forschungspolitische Anstrengungen auch in Deutschland hin. Von 2006 auf 2007 gab es immerhin eine Steigerung um 4,5 %. Dies scheint nach den über andere Volkswirtschaften bislang vorliegenden Daten relativ viel zu sein: Die USA liegen in gleicher Größenordnung, Korea, die Niederlande und Spanien liegen darüber.

Insgesamt muss das noch vor einigen Jahren im Vergleich zu den übrigen OECD-Ländern als hoch einzustufende staatliche FuE-Engagement nunmehr als unterdurchschnittlich charakterisiert werden. Deutschland ist stark zurückgefallen (vgl. Abb. 2.2.3), erst ab 2004 gab es einen leichten Umschwung. Etwas anders ist die Einschätzung, wenn man den militärischen Teil der staatlichen FuE-Ausgaben unberücksichtigt lässt, der sich eher aus der geopolitischen Konstellationen ergibt als aus den Grundregeln der internationalen Arbeitsteilung. Dann sind die staatlichen FuE-Anstrengungen im zivilen Bereich in Deutschland als recht hoch anzusehen. Allerdings ist der Verlust an Dynamik dann noch auffälliger.

Abb. 2.2.2: Haushaltsansätze des Staates in FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991 bis 2007



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

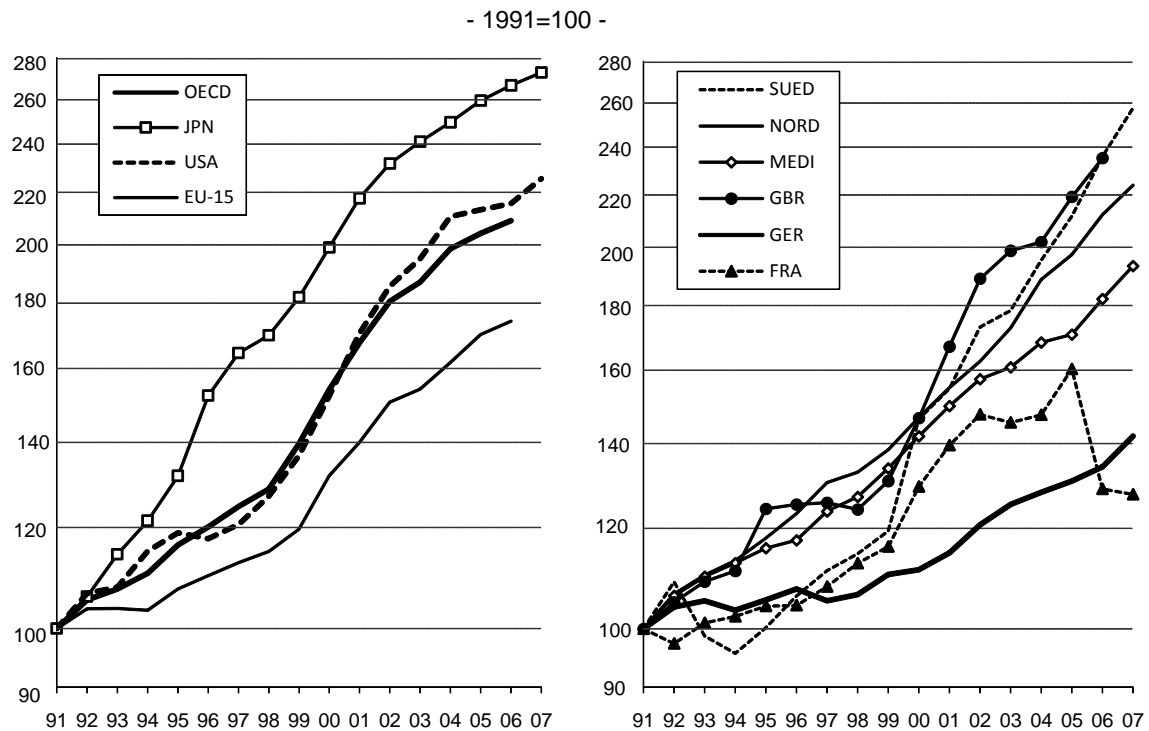
Halblogarithmischer Maßstab. - Daten zum Teil geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

⁶⁴ Vgl. Rammer, Polt u. a. (2004).

⁶⁵ Zwischen 1999 und 2002 beliefen sich die Zuwachsraten in den OECD-Ländern auf 8½ % jährlich, seither auf 5½ %.

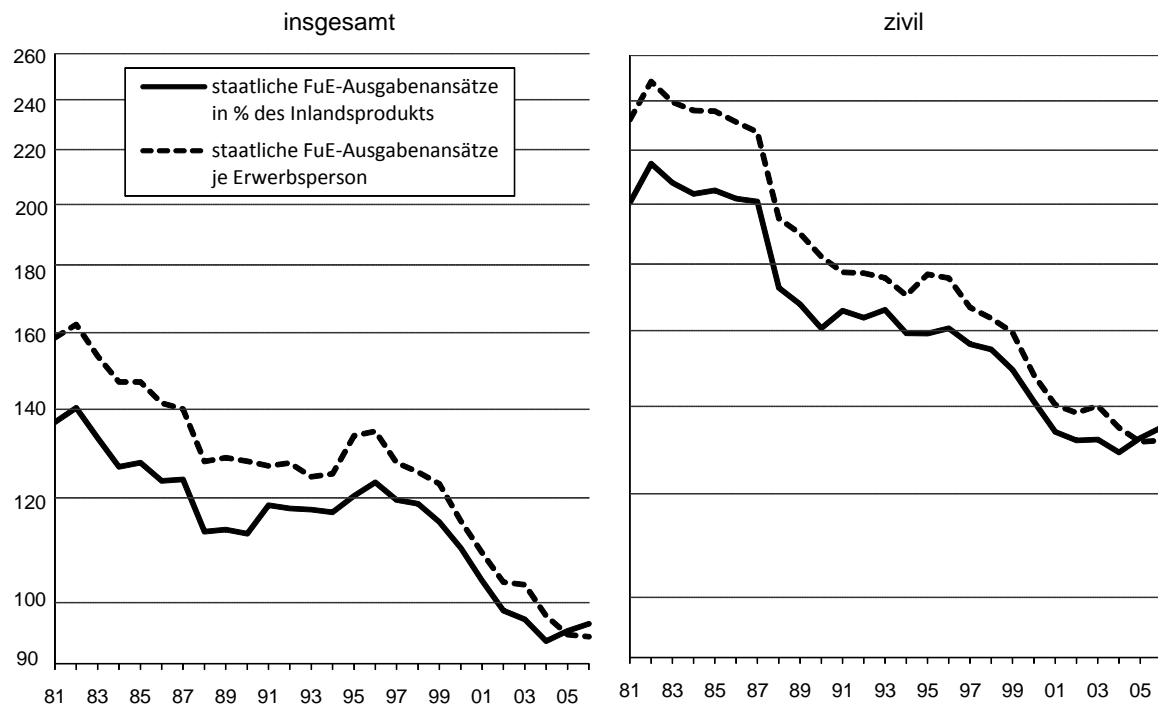
Abb. 2.2.2a: Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991 bis 2007



NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SUEDE: ITA, POR, ESP, GRE. - MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.
Halblogarithmischer Maßstab. - Daten zum Teil geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.2.3: Staatliche FuE-Ausgabenansätze in Deutschland 1981 bis 2006*



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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen des NIW.

Internationaler Querschnitt

In der Regel gilt: In avancierten Volkswirtschaften liegt der Anteil des **Staates** an der **FuE-Finanzierung** tendenziell niedriger, im Durchschnitt der Industrieländer (2006) bei 28,5 % (vgl. Tab. A.2.2.1). In weniger avancierten und industrialisierten Volkswirtschaften beträgt er hingegen häufig die Hälfte und mehr:

- Deutschland, Großbritannien und die USA liegen aktuell etwa im OECD-Mittel. Dies ist für die USA insofern bemerkenswert, als sich der Staat als FuE-Sponsor bis zum Jahr 2000 dort besonders stark zurückgezogen hatte, und zwar von 1,1 auf 0,7 % des Inlandsproduktes. Danach ist der Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE dort jedoch um fünf Prozentpunkte angezogen (auf 0,8 % des Inlandsproduktes 2004, maßgeblich angetrieben durch Förderung der Grundlagenforschung, der „life sciences“ und der militärischen Forschung). Dies ähnelt der in den 80er Jahren eingeschlagenen Strategie (Strategic Defense Initiative), die entscheidend dazu beigetragen hat, die USA zur führenden Nation in der Elektronik, IuK- und Nachrichtentechnik zu machen. Bis 2007 hat sich der US-Staat jedoch wieder etwas zurückgezogen (0,74 % FuE-Finanzierungsanteil am Inlandsprodukt).
- In Deutschland sinkt der in den aktuell verfügbaren international vergleichenden Daten aufgeführte staatliche FuE-Finanzierungsanteil wieder. Er hat 2006 mit 0,7 % den tiefsten Stand erreicht.
- Deutlich unterdurchschnittlich ist der Staatsanteil in Japan und Korea mit 16 bzw. 23 % der gesamten FuE-Aufwendungen. In Japan zieht sich der Staat zudem nach wie vor sukzessive weiter zurück. Auch in Schweden, Belgien, Finnland und der Schweiz spielt der Staat bei der FuE-Finanzierung eine vergleichsweise geringe Rolle.
- Traditionell höher ist der finanzielle Einfluss des Staates in Italien, Spanien, Norwegen, Island, der Türkei, Griechenland und Neuseeland (40 bis 50 %), Australien, Österreich, Frankreich, Spanien und in den Niederlanden (35 bis gut 40 %). In Italien und Frankreich kann dies auch auf den hohen Anteil von Staatsbetrieben in der Industrie zurück zu führen sein.
- Nur in wenigen Ländern liegt der Finanzierungsanteil des Staates bei der Hälfte oder darüber. Das gilt für Portugal und Mexiko, wo die FuE-Infrastruktur massiv erweitert wird; mittelfristig nimmt der staatliche Einfluss dort jedoch wieder ab.
- Mit Polen findet sich in dieser Gruppe auch ein expandierendes mittel-/osteuropäischer Reformstaat, der sich zunehmend in den Innovationswettbewerb integriert. In der Slowakei liegt dieser Anteil mittlerweile auch wieder über 50 %, in Tschechien allerdings schon seit Jahren, in Ungarn seit kurzem deutlich darunter. Dies sind ebenfalls Länder aus dem ehemaligen Ostblock mit etablierten FuE-Einrichtungen. Dort hat das Ausland zwar noch einen niedrigen (Ausnahme: Ungarn), immerhin aber stark steigenden Finanzierungsanteil. Dahinter steckt vor allem der Aufbau von FuE-Kapazitäten durch multinationale Unternehmen; künftig wird auch der Finanzierungsbeitrag von supranationalen Organisationen wie der EU, der ebenfalls dem Ausland zugerechnet wird, eine große Rolle spielen.

Der Hinweis auf die EU zeigt: Es gibt Finanzierungsaktivitäten im FuE-Bereich, die „eigentlich“ der öffentlichen Hand zuzurechnen sind, sich der Statistik momentan jedoch noch entziehen, weil sie als „Ausland“ gebucht werden.

- Denn der in den 90er Jahren steigende Zufluss von Finanzierungsmitteln aus dem **Ausland** hängt zwar einerseits mit der zunehmenden Globalisierung der Wirtschaft und damit auch der Forschung zusammen. In Österreich, Großbritannien und Griechenland machen sie bereits 15 bis 20 %, in den Niederlanden, Ungarn, Dänemark und Belgien 10 bis 15 % der gesamten FuE-Aufwendungen aus. In diesen Daten drückt sich jedoch nicht nur der Mittelzufluss aus dem Unternehmenssektor, sondern auch die Forschungszusammenarbeit in der EU (Rahmenprogramme) und in supranationalen Organisationen (z. B. ESA, Eureka, Nato usw.) aus. Denn diese Organisationen vergeben zunehmend FuE-Fördermittel. In einigen europäischen Ländern (Belgien, Griechenland, Irland) haben Finanzierungsmittel der EU erheblich zum Anstieg dieser Budgets beigetragen.⁶⁶ 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.⁶⁷
- Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass die staatlichen Mittel in dem Maße faktisch unterschätzt werden, in dem die Förderung von FuE-Projekten oder FuE-Produktionsfaktoren durch **indirekte steuerliche Hilfen** ersetzt wird. Diese sind einer Finanzierungsrechnung nur schwer zugänglich, in vielen Ländern in letzter Zeit jedoch neu eingeführt oder ausgeweitet worden.⁶⁸

2.2.2 Staatliche Eingriffsziele bei FuE

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

Bei den Eingriffszielen wird vor allem das FuE-Engagement des Staates in seiner Ausrichtung auf zivile bzw. militärische Projekte diskutiert. So richtet sich das FuE-Engagement des Staates in Deutschland und in Japan zu knapp 95 % auf zivile Bereiche, wohingegen OECD-weit wegen des hohen Gewichts der USA staatliches Forschungsengagement für **militärische** Zwecke mit über einem Drittel einen deutlich höheren Stellenwert hat. In Großbritannien sind es knapp drei Siebtel, in Frankreich zwei Siebtel, in Spanien, Schweden und Korea ein Sechstel. Insbesondere ragen jedoch die USA mit über 58 % heraus. Der Impulseffekt militärisch motivierter FuE-Ausgaben des amerikanischen Staates ist als außergewöhnlich hoch zu bezeichnen: Die dafür bestimmten FuE-Ausgaben lagen 2000 bspw. um ein Drittel, im Jahr 2007 mit über 82 Mrd. \$ gar - wie „in alten Zeiten“ Anfang der 90er Jahre - über zwei Drittel höher als die **gesamten** internen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft (49 Mrd. \$).

⁶⁶ Vgl. OECD, STI Scoreboard (1999).

⁶⁷ Bezogen auf die zivilen eigenstaatlichen FuE-Ausgaben in den EU-15 machten die unter dem Posten GBAORD gebuchten Rahmenprogramme der EU 2004 etwa 4 % aus (OECD, MSTI 2008/1). Es ist zu erwarten, dass sich deren Bedeutung bis 2010 auf 8 % erhöht (OECD, Science & Technology Outlook (2006)).

⁶⁸ Vgl. Abschnitt 2.2.2.

Tab. 2.2.1: Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben 1991 bis 2008*

	1991	1995	1997	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	- Anteile in % -											
GER												
zivil	89,0^a	90,9	90,4^a	91,7	92,6	94,5	93,5	94,2	94,3	93,5	93,9^b	
darunter: zur wirtschaftl. Entwicklung	25,5 ^a	23,0	22,9 ^a	22,6	20,3	20,5	20,5	20,5	20,3	20,9	21,6 ^b	
Gesundheit/Umwelt	13,0 ^a	12,6	12,5 ^a	13,0	14,5	9,4	9,9	10,2	10,1	10,1	9,7 ^b	
Raumfahrt	6,1 ^a	5,7	5,3 ^a	4,9	5,3	5,4	5,4	5,4	5,2	5,2	5,0 ^b	
nicht-zielorientierte Forschung	17,0 ^a	16,5	17,1 ^a	17,4	18,5	18,0	17,4	17,4	17,3	18,1	17,8 ^b	
allg. Hochschulforschungsmittel	37,3 ^a	41,5	42,6 ^a	41,8	41,4	42,0	41,7	42,9	43,1	41,9	42,1 ^b	
GBR												
zivil	56,1	63,5	60,8	62,1	69,5	66,1	68,1	69,0	71,7^b	71,7^b		
darunter: zur wirtschaftl. Entwicklung	28,8	16,6	14,3	11,7	13,6	15,6	14,8	9,4	7,1 ^b	7,1 ^b		
Gesundheit/Umwelt	22,3	31,7 ^a	32,9	35,7	32,3	24,8	26,0	27,3	25,8 ^b	25,8 ^b		
Raumfahrt	4,8	4,3	4,6	3,7	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0 ^b	3,0 ^b		
nicht-zielorientierte Forschung	9,1	18,3	18,7	18,2	19,5	20,1	22,5	23,2	25,9 ^b	25,9 ^b		
allg. Hochschulforschungsmittel	33,7	28,5	28,9	30,1	31,3	30,5	29,0	31,4	30,2 ^b	30,2 ^b		
FRA												
zivil	63,9	70,0	74,8^a	77,3	77,2^a	77,0	77,1	77,8	79,2	72,1	71,2^a	72,3^b
darunter: zur wirtschaftl. Entwicklung	32,8	20,7	18,7	18,9	16,5 ^a	16,1	16,2	16,7	16,4	19,8	21,9 ^a	23,6 ^b
Gesundheit/Umwelt	9,8	12,1	12,5	11,3	13,0 ^a	12,2	12,4	12,4	11,8	13,4	13,2 ^a	14,6 ^b
Raumfahrt	13,5	15,0	15,6	14,2	12,5 ^a	11,7	11,2	11,6	10,9	12,2	12,6 ^a	12,2 ^b
nicht-zielorientierte Forschung	23,9	27,4	26,7	28,2	25,0 ^a	26,9	24,4	24,0	28,3	12,7	9,0 ^a	6,2 ^b
allg. Hochschulforschungsmittel	19,5	22,2	23,2	23,6	30,1 ^a	30,0	32,1	31,9	29,4	38,0	39,9 ^a	37,9 ^b
USA												
zivil	40,3	45,9	44,8	46,8	49,5	47,9	45,1	44,3	43,1	42,1	42,2^a	43,4^b
darunter: zur wirtschaftl. Entwicklung	22,1	22,2	19,7	14,4	13,1	12,8	11,7	11,2	11,2	10,8	10,3 ^a	11,0 ^b
Gesundheit/Umwelt	43,5	43,9	46,6	50,0	53,0	53,4	55,8	55,5	55,8	54,8	54,7 ^a	53,9 ^b
Raumfahrt	24,5	25,1	24,5	22,7	19,8	18,7	18,7	17,4	17,1	18,2	18,4 ^a	18,9 ^b
nicht-zielorientierte Forschung	9,9	8,9	9,2	12,9	14,0	13,4	11,8	13,2	13,2	13,2	14,6 ^a	14,2 ^b
allg. Hochschulforschungsmittel	k.A.											
JPN												
zivil	94,3	93,8	94,2	95,4	95,7	96,0	95,5	94,9	96,0	94,9	95,5^a	94,8^b
darunter: zur wirtschaftl. Entwicklung	33,5	31,4	34,8	34,4	34,3	33,8	33,4	33,4	33,2	31,7	30,6 ^a	30,5 ^b
Gesundheit/Umwelt	5,7	6,2	7,3	7,1	7,9	6,8	6,9	6,9	6,8	6,8	7,1 ^a	7,2 ^b
Raumfahrt	7,2	7,9	6,7	6,6	7,0	6,3	7,0	7,1	7,0	7,1	7,3 ^a	7,4 ^b
nicht-zielorientierte Forschung	8,5	10,3	11,5	13,5	14,5	16,0	15,9	16,5	16,9	17,6	18,0 ^a	18,1 ^b
allg. Hochschulforschungsmittel	45,1	44,2	39,7	38,4	36,3	36,3	36,1	35,4	35,3	36,0	36,3 ^a	35,8 ^b
OECD insgesamt												
zivil	63,7^a	68,8^a	69,2	70,7	71,9	70,8	68,8	68,2	67,8	66,8^b		
darunter: zur wirtschaftl. Entwicklung	28,1 ^a	24,4 ^a	24,6	23,3	22,8	22,7	22,2	21,7	21,4	21,6 ^b		
Gesundheit/Umwelt	18,6 ^a	20,0 ^a	20,4	21,6	23,3	24,5	25,6	26,3	26,0	25,3 ^b		
Raumfahrt	11,8 ^a	12,2 ^a	11,5	10,7	9,8	9,3	9,4	9,1	8,9	9,3 ^b		
nicht-zielorientierte Forschung	13,0 ^a	12,4 ^a	12,8	14,4	14,8	15,0	14,5	15,4	16,1	15,1 ^b		
allg. Hochschulforschungsmittel	24,1 ^a	26,0 ^a	26,1	25,1	24,3	24,1	24,0	23,4	23,6	24,1 ^b		

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

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Zusammenstellung des NIW.

Die FuE-Verteidigungsbudgets hatten in den westlichen Industrieländern zwar bis 2001 kontinuierlich nachgegeben – meist im Zusammenhang mit allgemeinen Einschnitten in die Militärhaushalte. Allerdings ist es sehr wahrscheinlich, dass der weltweite Kampf gegen den Terrorismus auch weiterhin zu einer verstärkten militärischen - neutraler gesagt: sicherheitstechnischen - Ausrichtung der öffentlichen FuE führt, mit Schwerpunkt in den USA,⁶⁹ aber auch in Frankreich und Großbritannien. Selbst in Japan gab es eine kräftige Ausweitung der Militär- und Sicherheitsforschung zu vernehmen. In Deutschland ist hingegen in dieser Richtung nur wenig sichtbar geworden, zumindest schlagen sich etwaige Aktivitäten noch nicht in der FuE-Statistik nieder.

⁶⁹ Vgl. Grupp, Friedrich-Nishio (2003). Dort ist das „Anti-Terror“-FuE-Budget von 0,6 Mrd. \$ (2001) auf 2,9 Mrd. \$ (2003) ausgeweitet worden. NSF (2004). Generell werden weitere drastische Ausweitungen erwartet (NSF, 2006).

Statistisch ergeben sich bei der Aufteilung der zivilen staatlichen FuE-Mittel nach gesellschaftlichen Aufgabenfeldern in manchen Ländern Probleme. Denn vielfach werden in Deutschland die allgemeinen, staatlich finanzierten Hochschulforschungsmittel anders als in den USA nicht nach Verwendungszweck („Forschungsziele“, vgl. Tab. A.2.2.3), sondern nach Wissenschaftsdisziplinen aufgeschlüsselt. Dies macht in Deutschland immerhin 40 % der staatlichen FuE-Ausgaben aus, in Japan, Großbritannien und Frankreich 22 bis 35 %. Insofern sind die folgenden Daten nur bedingt miteinander vergleichbar.

- Gesundheit und Umwelt beanspruchen in den Industrieländern knapp 38 % der zivilen öffentlichen FuE-Mittel (Tab. 2.2.1). Höchste und weiter stark steigende Priorität genießt der Schutz und die Förderung der menschlichen Gesundheit seit Jahren in der US-amerikanischen Förderprogrammatisierung: 22 % der staatlichen FuE-Ausgaben ist dafür vorgesehen (insgesamt über 31 Mrd. \$, 0,22 % des Inlandsproduktes; in Deutschland sind es 800 Mio \$). Kein anderes Land reicht da heran, den geringsten Abstand haben Großbritannien (16 %, Tab. A.2.2.3), Ungarn, Kanada und Australien mit jeweils 15 bis 20 %. Generell ist dieser Bereich international stark im Kommen. Für Deutschland signalisieren dies die international vergleichenden Statistiken jedoch nicht so eindeutig: Zwar ist der Anteil der FuE-Ausgaben im Umweltbereich an den gesamten zivilen staatlichen FuE-Ausgaben mit 3,3 % unter den OECD-Ländern mit am höchsten. In den 90er Jahren war er jedoch rückläufig,⁷⁰ erst seit 2001 steigt er wieder leicht an.
- Ähnliches gilt für den Gesundheitsbereich, der in Deutschland allerdings sowieso relativ schwach mit öffentlichen FuE-Mitteln ausgestattet ist. Mit einem Anteil von 4,3 % an den öffentlichen FuE-Ausgaben rangiert Deutschland in der Gesundheitsforschung ganz weit hinten. Der Abstand verringert sich jedoch deutlich, wenn man bspw. die FuE-Ausgaben in Medizinwissenschaften und andere gesundheitsverwandte Positionen aus den allgemeinen Hochschulmitteln hinzuschätzt.⁷¹
- In vielen Ländern, so auch in Deutschland, spielt unter den Zielen der FuE-Förderung neben der Erfüllung öffentlicher Aufgaben wie z. B. Verteidigung, Gesundheit oder Umwelt die Förderung neuer **industrieller Technologien**⁷² eine größere Rolle (6,2 % Ausgabenanteil in der OECD). Andere Länder wie die USA halten sich auf diesem Gebiet betont zurück. Faktisch hatte jedoch die öffentliche Förderung von Rüstung und Raumfahrt in den USA in den 60er und 70er Jahren eine bedeutende Antriebsfunktion für die Informationstechnik und deren massive Expansion.⁷³ Eng mit dem Sog der staatlichen Nachfrage im Rüstungsbereich war bspw. die Entstehung und Dynamik des „Silicon Valley“ verbunden. Insofern kann man zivile und militärische Forschung nicht einfach isoliert betrachten, ohne ihr Zusammenspiel im gesamten Innovationssystem zu vernachlässigen.
- Die USA, Frankreich und auch Japan setzen in der staatlichen Technologieförderung zudem stark auf Programme zur Förderung der **Raumfahrt**. Im Schnitt der OECD-Länder beansprucht die Raumfahrtforschung gut 6 % der staatlichen FuE-Mittel. Deutschland und Großbritannien

⁷⁰ Vgl. Legler, Rammer, Frietsch u. a. (2006).

⁷¹ Vgl. OECD (2007). Danach würden in Deutschland 0,12 % des Inlandsproduktes im erweiterten Bereich der Gesundheitsforschung ausgegeben, in den USA 0,28 %.

⁷² Ohne landwirtschaftliche Technologien, die für sich genommen 2,9 % der öffentlichen FuE-Ausgaben aufbringen.

⁷³ In den 90er Jahren sind keine derart bemerkenswerten Einflüsse der Militärforschung auf die technologische Position einzelner Länder beobachtet worden. Verstärkt wird vielmehr auf die „Crowding-out“-Effekte der Militärforschung aufmerksam gemacht. Vgl. OECD, S&T Outlook (2000).

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

- Für FuE im Energiebereich wird mit über 4 % der FuE-Ausgaben mehr als das Doppelte ausgegeben als für den Umweltschutz (1½ %). Hier hat Japan eine klare Vormachtstellung (15 %).
- Schwer zu beurteilen ist der Block **nicht zielorientierte FuE**, der in den meisten Fällen als Grundlagenforschung anzusehen ist. Auf ihn entfallen OECD-weit rund 23 % der zivilen öffentlichen Mittel; er wird vor allem durch den niedrigen Anteil in den USA nach unten gedrückt.

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

Deutschland sollte sich von dem in den USA ausgehenden Impuls zur Militärforschung nicht allzu sehr beeindrucken und anstecken lassen – jedenfalls unter rein innovationspolitischen Gesichtspunkten. Denn auf diesem Feld wird es keine „lead market“-Position⁷⁴ erreichen können. Zudem weist das schnelle Comeback der US-Industrieforschung ausgangs der ersten Hälfte der 90er Jahre – gerade in einer Situation, in der sich der öffentliche Sektor recht weit aus der Finanzierung von Militärforschungsvorhaben verabschiedet hatte – auf massive „Crowding-Out“-Effekte hin. Denn in aller Regel sind die betreffenden Unternehmen nicht nur in der militärischen Forschung und Produktion tätig, sondern gleichzeitig auch in anderen Sparten des Maschinen- und Fahrzeugbaus, der Elektronik, Metallerzeugung und Chemie. Direkte Überschwappeffekte ergeben sich eigentlich nur bei „multiple purpose“-Produkten.

Heute ist in den USA die staatliche Förderung der Gesundheitsforschung mit einem Anteil von 0,23 % des Inlandsproduktes (EU-Länder: 7,5 Mrd. \$, d. h. 0,05 %) ein wesentliches Element ihrer herausragenden Stellung in der Biotechnologie.⁷⁵ Beleg dafür ist die Position der USA bei wissenschaftlichen Publikationen (Medizintechnik, Pharmazie, Biotechnologie und Medizin), bei Patenten (Pharmazeutische Wirkstoffe, Arzneimittel, medizinische Diagnosegeräte) und auf den Weltmärkten.⁷⁶ Hauptempfänger ist das National Institute for Health, dessen Etat sich im letzten Jahrzehnt mehr als verdoppelt hat. Selbst wenn man gewisse Probleme bei der Abgrenzung des Gesundheitssektors in Rechnung stellt und eine sehr weitreichende Definition zulässt, beansprucht die Förderung der Gesundheitsforschung in den USA einen mehr als viermal so hohen Anteil am Inlandsprodukt wie in Deutschland. Der Gesundheitswirtschaft werden enorme Wachstumsaussichten beigegeben. Andererseits ist eine starke Ausrichtung auf die „life sciences“ auch nicht ohne Risiken und Nebenwirkungen: Bei knappem Personal sind Entzugseffekte in anderen Bereichen, Preissteigerungen im FuE-Bereich sowie Ineffizienzen⁷⁷ einzukalkulieren.

⁷⁴ Ein „lead market“ ist nach Beise (2000) ein Sektor, der hochwertige und durchschlagende Anregungen für Innovationen aus dem Inlandsmarkt bezieht, die sich auch auf dem internationalen Markt gut vermarkten lassen.

⁷⁵ Vgl. Abramson u. a. (1997) oder Gerybadze (1988).

⁷⁶ Vgl. Schmoch (2005) sowie Frietsch (2007).

⁷⁷ Vgl. Rammer, Polt u. a. (2004).

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

2.2.3 Unterstützung industrieller Technologie durch den Staat

Eine Möglichkeit, die Verflechtungen zwischen Staat und Wirtschaft bei FuE zu quantifizieren, ist der finanzielle Impuls staatlicher FuE-Förderung im gewerblichen Sektor. Staatliche Finanzierungshilfen senken bei Unternehmen das hohe Risiko von FuE-Projekten. Denn die Wirtschaft tendiert wegen der hohen FuE-Kosten, wegen Informationsdefiziten über die technologischen Möglichkeiten, wegen technologischer Risiken bis hin zum Fehlschlag, wegen unsicherer Marktaussichten und Erträge - auch auf Grund möglicher Trittbrettfahreneffekte - eher zu zögerlichem FuE-Verhalten, zu „Unterinvestitionen“ in FuE. Staatliche FuE-Finanzierungshilfen können das realisierte Projektvolumen näher an das gesellschaftliche Optimum heranführen.

Unter den staatlichen Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung industrieller Technologien⁷⁸ haben **öffentliche Beschaffungen** quantitativ die größte Bedeutung, insbesondere in Ländern mit hohen Verteidigungsausgaben (USA, Frankreich und Großbritannien). Generell sind staatliche innovationsorientierte Beschaffungen gut geeignet, gesellschaftlichen Problemlösungsbedarf in Innovationen und FuE zu transformieren und neue expandierende Märkte anzuregen. Zu diesen „missionsorientierten“ Bereichen gehören z. B. Verteidigung, Raumfahrt und Gesundheit. Quantitativ an zweiter Stelle sind **Infrastrukturmaßnahmen** in Wissenschaft und Technologie zu nennen, es folgen **finanzielle Anreize** (Zulagen, Zuschüsse, Kredite, steuerliche Förderung).

Die Intensität, mit der industrielle FuE unterstützt wird, variiert stark zwischen den Volkswirtschaften (vgl. Tab. 2.2.2). Der staatlich finanzierte Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft belief sich 2006 in Italien, Frankreich und den USA auf rund 10 %. Dort macht er sich auch quantitativ klar bemerkbar. In Großbritannien war er lange Zeit ähnlich hoch. Er lag in Deutschland im Jahr 2004 nach der hier verwendeten Statistik bei 6 %, seit 2005 nach Angaben des BMBF hingegen nur noch bei 4,5 % (nach rund 10 % noch Mitte der 90er Jahre und 17 % Anfang der 80er Jahre), im OECD-Mittel seit 2001 wieder konstant bei 7 %. Zwischenzeitlich gab es in einigen Ländern (USA, Großbritannien) geradezu „antizyklisch“ eine Erhöhung des staatlichen Finanzierungsbeitrages. Quantitativ hat sich dies vor allem in den USA bemerkbar, vornehmlich durch die Förderung von Militär- und Gesundheitsforschung. Absolut gerechnet gab die US-amerikanische Regierung im Jahr 2006 mit über 24 Mrd. \$ mehr als das Doppelte für die FuE-Finanzierung in der Wirtschaft aus wie die Regierungen in den EU-Ländern zusammengekommen (11 Mrd. \$, ohne Berücksichtigung der EU-Mittel selbst).

Diese Unterschiede sind in gewisser Weise Indiz dafür, in welchem Umfang die staatliche Finanzierung von privater FuE Einfluss auf die Verbesserung der Position der Unternehmen im Innovationswettbewerb zu nehmen versucht. Über die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen ist damit jedoch noch nicht viel gesagt. Denn diese hängen stark davon ab,⁷⁹ ob

- der Begünstigte seine „Absorptionsfähigkeit“ erhöhen kann (z. B. bei indirekter FuE-Förderung),

⁷⁸ Vgl. zum Folgenden OECD (STI Scoreboard, 1999, und S&T Outlook, 2000).

⁷⁹ Vgl. z. B. OECD, S&T Outlook (2000).

- der Empfänger von direkten FuE-Fördermitteln die Ergebnisse der angewandten Forschung und experimentellen Entwicklung vornehmlich für sich nutzen kann,
- die Nutzung der FuE-Ergebnisse an bestimmte Bedingungen (Veröffentlichung der FuE-Ergebnisse, Kooperationen o. ä.) geknüpft ist,
- Schlüsseltechnologien, vorwettbewerbliche Forschung oder gar die Erfüllung öffentlicher Aufgaben gefördert werden usw. und
- Breitenwirkung⁸⁰ erzielt werden kann.

Tab. 2.2.2: *Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 1991 bis 2007*

	1981	1985	1991	1995	1997	1999	2001	2003	2004	2005	2006	2007
	- 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	4,5	
GBR	30,0	23,0	14,6	10,5	9,6	10,2	7,8 ^a	9,6	10,2	8,3	7,6	
FRA	24,6	23,4	22,3	12,7	10,4 ^a	10,0	8,4 ^a	11,1	11,5 ^a	10,1	11,2 ^c	
ITA	8,8	16,9	13,2 ^a	16,7	13,1	13,0	14,9	14,1	13,8	11,0	8,1 ^c	7,9 ^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	3,5
SUI	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	9,8 ^c	9,2 ^c
CAN	10,7	12,2	9,9	6,2	5,0	3,5	3,6	2,7	2,2	2,7	2,7 ^c	2,7 ^c
JPN	1,9	1,6	1,4	1,6	1,3	1,8	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0	
KOR				3,6	4,8	5,8	8,1	5,3	4,7	4,6	4,7	
EU-15	19,2 ^b	17,4 ^b	13,3 ^{a,b}	10,6 ^b	9,1 ^b	8,3 ^b	7,5 ^b	8,0 ^b	8,1 ^b	6,9 ^b	7,1 ^b	
OECD	21,1 ^b	20,8 ^b	13,8 ^{a,b}	11,0 ^{a,b}	9,6 ^b	8,3 ^b	6,8 ^b	6,8 ^b	7,2 ^b	6,8 ^b	6,8 ^b	

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Zusammenstellung des NIW.

In den 90er Jahren hatte der Staatseinfluss im industriellen Technologiebereich deutlich nachgelassen. Besonders stark waren die Hilfestellungen in den Ländern eingeschränkt worden, in denen der militärische Bereich besonders viele FuE-Ressourcen beanspruchte (USA, Frankreich, Großbritannien), aber auch in Ländern wie Deutschland. 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.

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

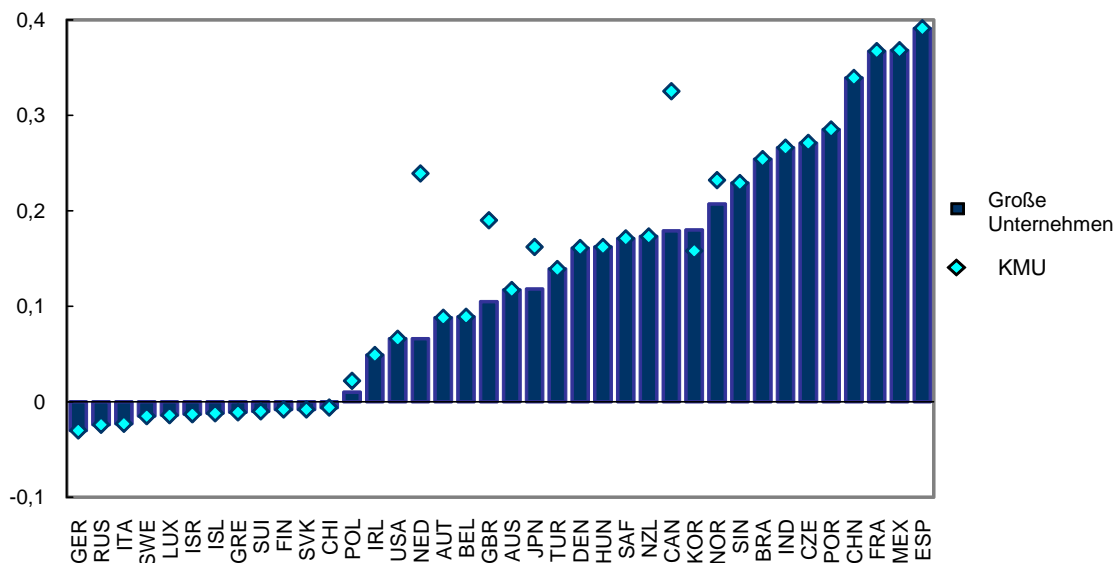
⁸⁰ In manchen Ländern zeigt sich eine deutliche Verzerrung in Richtung Großunternehmen sowie zu Gunsten bestimmter Wirtschaftszweige wie Luft- und Raumfahrt, Waffenindustrie, Energiesektor, Verkehr/Nachrichten, Beratungssektor. In vielen Ländern ist jedoch die „Förderintensität“ – der spezifische Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft – bei Klein- und Mittelunternehmen etwas höher als bei Großunternehmen. Dies gilt auch für Deutschland. Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

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.

Bei der **steuerlichen Begünstigung** von FuE gibt es große Unterschiede: Nach einem Schätzmodell der OECD⁸¹ liegt Deutschland recht weit hinten (vgl. Abb. 2.2.4). Der Abstand zu den übrigen Volkswirtschaften ist so groß - und zudem weist das Vorzeichen auch noch in die falsche Richtung -, dass man schon von steuerlicher Diskriminierung des FuE-Einsatzes in Deutschland sprechen müsste. Allerdings hat es im Vergleich zu Mitte der 90er Jahre eine leichte Verbesserung gegeben. Letzteres gilt im Übrigen für die Mehrzahl der betrachteten OECD-Länder.

In vielen Ländern sind gerade in letzter Zeit steuerliche FuE-Hilfen neu eingeführt worden⁸², obwohl der staatliche Finanzierungsbeitrag zu FuE in Klein- und Mittelunternehmen in der Regel bereits deutlich höher ist als bei Großunternehmen (Tab. 2.2.3). 2006 waren es 20 Länder, 1995 erst 12⁸³, 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 Einnahmehausfälle mit 2,3 Mrd. \$ sogar auf das Siebenfache der direkten Förderung.

Abb. 2.2.4: Steuerliche Begünstigung von FuE in den OECD-Ländern



Lesehilfe: FuE-Ausgaben von 100 Euro bedeuten in Spanien eine Steuererleichterung von 39 Cent.

Quelle: OECD, Science, Technology and Industry Scoreboard (2008).

⁸¹ Der Index kann wie folgt definiert werden: Je niedriger der Ertrag vor Steuern ist, um sowohl die ursprünglichen FuE-Kosten als auch die Ertragsteuern zu bezahlen, desto eher ist FuE rentabel. In die Berechnung dieser Größe gehen also sowohl die steuerliche Begünstigung von FuE (bspw. durch spezifische Abschreibungen oder Zulagen) als auch der „repräsentative“ Ertragsteuersatz (Körperschaftsteuer auf einbehaltene Gewinne) ein. Vgl. OECD, STI Scoreboard (2007).

⁸² 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).

⁸³ Vgl. OECD, STI Scoreboard 2007.

Tab. 2.2.3: 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.

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

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

2.2.4 Durchführung von FuE im öffentlichen Sektor

Die zunehmende Ausrichtung von Wirtschaft und Gesellschaft auf „Spitzentechnologien“ und „wissensintensive Dienstleistungen“ stellt besonders hohe Anforderungen an das Wissenschafts- und Ausbildungssystem. Hochwertige wissenschaftliche Forschung einerseits und akademische Ausbildung andererseits – d. h. die „Versorgung“ mit hoch qualifiziertem Personal und deren „FuE-

Ausbildung“ – sind ein zentrales Element für die Innovationsfähigkeit der Gesellschaft und für unternehmerische FuE.

Richtung der FuE-Aktivitäten

Staatlichen FuE-Einrichtungen wird nicht nur vorübergehend-kompensatorisch wieder größere Bedeutung beigemessen. Dies hat auch mit der im Trend nachlassenden Orientierung der Unternehmen an mittelfristig-strategischer unternehmerischer FuE-Politik zu tun: Sie wird immer stärker an Markt- und Absatzaussichten ausgerichtet (vgl. Abschnitt 2.3.2). Damit sich die eigenen technologischen Möglichkeiten nicht zu stark verengen, kaufen die Unternehmen ergänzend Wissen aus Forschungseinrichtungen hinzu, kooperieren mit Partnern aus der Wirtschaft im In- und Ausland. Das Angebot an zusätzlicher vorwettbewerblicher, staatlicher Grundlagenforschung erweitert die mittel- bis langfristigen technologischen Optionen der Unternehmen. Attraktive Bedingungen in Wissenschaft und Forschung sind im Übrigen neben den Markt- und Produktionsbedingungen mit ein entscheidender Faktor, der die Anziehungskraft von Volkswirtschaften und Regionen auf forschende multinationale Unternehmen erhöht. Wissenserweiterung hat als Motiv für eigene FuE-Aktivitäten im Ausland an Bedeutung gewonnen.⁸⁴

- Einerseits geben die Ergebnisse der Grundlagenforschung Orientierung für die anwendungsorientierte Industrieforschung und die Technologieentwicklung in den Unternehmen. Dies trifft vor allem für strategische Grundlagenforschung zu, aber auch für anwendungsorientierte Forschung, die zu einem großen Teil vor allem mit Blick auf die Erfüllung öffentlicher Aufgaben betrieben wird.
- Andererseits sind gerade in Deutschland viele Unternehmen bei ihren Projekten auf Kooperationen mit (öffentlich geförderter) Wissenschaft und Forschung angewiesen. Die Kooperationsformen sind bewährt und ein Wettbewerbsvorteil Deutschlands. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen suchen bei FuE (relativ) stärker Kooperationen mit Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung als Großunternehmen.⁸⁵

Je wichtiger die Beiträge von Wissenschaft und Forschung für Innovationen, Wachstum und Beschäftigung sowie für die optimale Bereitstellung öffentlicher Güter eingeschätzt werden und je knapper gleichzeitig die staatlichen Finanzierungsmittel ausfallen, desto intensiver bemühen sich die Regierungen, sowohl die Systeme der öffentlichen Forschung immanent zu verbessern als auch die Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und öffentlichen FuE-Einrichtungen im Innovationsprozess zu intensivieren. Die öffentlichen Einrichtungen geraten wie die privaten Labors unter „Erfolgsdruck“: Strukturelle Reformen, Evaluierungen und Wettbewerb stehen auf der Tagesordnung.

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

⁸⁴ Vgl. Belitz (2006).

⁸⁵ Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008) sowie Rammer, Spielkamp (2006).

Sachmittelausstattung in Forschung und Lehre zu Gute und stellen den Test auf Anwendungsrelevanz der eigenen Forschung dar.

Die ökonomischen Wirkungen der öffentlichen Forschung im Unternehmenssektor lassen sich nur schlecht direkt messen. Sie fallen einerseits eher indirekt und langfristig an, andererseits ist jedoch ein nachhaltiger struktureller Effekt hinsichtlich der technologischen Ausrichtung der Volkswirtschaft zu erwarten. Die Stärke des Einflusses auf das Produktivitätswachstum hängt auch von der FuE-Intensität im Unternehmenssektor ab, da die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in Innovationen auf Seiten der Unternehmen eigene Investitionen in FuE erfordert.⁸⁶ In Verbindung mit einer funktionierenden privaten Forschungslandschaft führen öffentliche FuE-Ausgaben so zu einer Verstärkung der Produktivitätseffekte privater FuE-Aktivitäten. Tendenziell kommt die öffentlich geförderte bzw. bereit gestellte Forschung Unternehmen zu Gute, die in der Spitzenforschung engagiert sind.⁸⁷

Die extrem wichtige Rolle der öffentlichen Forschung und der Forschungsförderung wird häufig am Beispiel von IuK-Technologien herausgestellt,⁸⁸ die die technologische Entwicklung in den 90er Jahren am stärksten beeinflusst haben. Internet, World Wide Web und Web Browser sind nicht aus wettbewerblichen Marktprozessen heraus entstanden, sondern aus staatlich finanzierten und maßgeblich in staatlichen bzw. supranationalen FuE-Einrichtungen durchgeführten Arbeiten. Ziel dieser Arbeiten war es dabei ursprünglich **nicht**, neue Industrien aufzubauen; vielmehr standen Sicherheitsaspekte im Vordergrund.

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

In der **Grundlagenforschung** klaffen private und gesellschaftliche Erträge am weitesten auseinander. Von daher ist der Staat dort auch am stärksten engagiert. Sie wird im OECD-Raum⁸⁹ überwiegend an den Hochschulen betrieben, jeweils knapp 20 % in der Wirtschaft und in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb von Hochschulen, knapp 10 % in privaten Organisationen ohne Erwerbszweck.

- Die Hochschulen widmen sich im OECD-Mittel zu drei Vierteln der Grundlagenforschung, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen zu 30 %, die Wirtschaft zu gut 5 % (vgl. Tab. 2.2.4).⁹⁰ Eine signifikante Ausnahme ist Großbritannien, wo 14 % der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in die Grundlagenforschung fließen. Forschung **im engeren Sinne** wird also in den meisten Ländern vom Staat finanziert und in seinen Einrichtungen durchgeführt.
- **Angewandte Forschung** hat ihren (relativen) Schwerpunkt in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb von Hochschulen: Ein Drittel der FuE-Ausgaben fällt dort auf diese Kategorie, an

⁸⁶ Vgl. hierzu den Beitrag des ZEW zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007 (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

⁸⁷ Vgl. OECD, S&T Outlook (2000).

⁸⁸ Vgl. Sheehan, Wyckoff (2002).

⁸⁹ Von 19 Ländern, die über 80 % der FuE-Ausgaben in der OECD tätigen, lässt sich FuE in den Statistiken nach der Art der Forschung und durchführenden Sektoren auswerten. Für Deutschland und Großbritannien gilt dies leider nicht, allerdings sind Teilinformationen für den Wirtschaftssektor verfügbar.

⁹⁰ Tab. 2.2.4 ist gegenüber Legler, Krawczyk (2006) wegen Mangels an jüngeren Daten nicht aktualisiert worden.

Hochschulen sind es etwas über 20 %. Die Wirtschaft bewegt sich in den westlichen Industrieländern⁹¹ bei FuE-Aktivitäten zu einem Viertel auf diesem Feld. Allerdings ist im Wirtschaftssektor die Bandbreite außerordentlich hoch: Über die Hälfte wird bspw. in Deutschland und Italien gemeldet, 40 % für Frankreich und ein Fünftel bis ein Viertel in den USA, Japan und Großbritannien.

- In die **experimentelle Entwicklung**, d. h. in neue Produkte und Verfahren, werden insgesamt knapp 60 % der FuE-Mittel gesteckt. Hochschulen sind dabei kaum vertreten, in wissenschaftlichen Einrichtungen betrifft dies gut ein Drittel der FuE-Tätigkeit, in der Wirtschaft 70 %. Die bei der angewandten Forschung angesprochene Bandbreite zwischen wichtigen Ländern findet sich hier spiegelbildlich wider: In Deutschland und Italien sind es in der Wirtschaft gut 40 %, in den USA und Japan rund drei Viertel.

Tab. 2.2.4: *Art der FuE-Aktivitäten in ausgewählten OECD-Ländern nach durchführenden Sektoren 2004**

- Anteile in %** -

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

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

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

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

Die Einstellung zur Grundlagenforschung hat sich in der Fachdiskussion ein wenig gewandelt. In schwierigen wirtschaftlichen Zeiten mag es als Luxus erscheinen, in „langfristige“ Grundlagenforschung zu investieren, zumal sich die Anstrengungen in kurzer Frist überhaupt nicht auszahlen werden. Zudem wirken die Forschungsergebnisse gewöhnlich in die Breite, und eine direkte Beziehung

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

zwischen den eingesetzten Mitteln und den erzielten (ökonomischen) Erträgen kann kaum hergestellt werden. Dies gilt insbesondere für Querschnittstechnologien aus der Spitzenforschung. Grundlagenforschung ist eher selten direkt Grundlage für die technologische Entwicklung – es sei denn, sie würde in enger Tuchfühlung mit der Wirtschaft betrieben. Einerseits wird deshalb der Verbundforschung zwischen Unternehmen und öffentlichen Forschungseinrichtungen in der Forschungs- und Technologiepolitik immer mehr Bedeutung eingeräumt. Zum anderen geht es aber auch darum, Anreize für die Kommerzialisierung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse zu setzen – bspw. durch Kooperationen und Personalaustausch bzw. -transfer, durch Patentierung und Verwertung sowie durch akademische „spin-offs“ und technologieorientierte Unternehmensgründungen.⁹² Darüber hinaus muss man sich im Klaren sein: Je mehr die Grundlagenforschung kommerzialisiert wird, desto stärker verliert sie ihren ursprünglichen Charakter als öffentliches Gut und wird zunehmend privatisiert.

Dynamik der Aktivitäten

Die Kurve der in öffentlichen Einrichtungen durchgeführten FuE-Aktivitäten zeigt vor allem in den vergangenen 15 Jahren eine ähnliche Dynamik (Abb. 2.2.5 und 2.2.6) wie die Kurve für die Aktivitäten insgesamt (Abb. 2.1.2). Allerdings ist der Verlauf etwas stetiger als der der Wirtschaft. So hat bspw. ab Mitte der 90er Jahre die Wirtschaft der OECD-Länder ihre FuE-Kapazitäten deutlich schneller ausgeweitet als der öffentliche Sektor, im neuen Jahrtausend war es umgekehrt. Während FuE in der Wirtschaft recht konjunkturreagibel betrieben wird, hält der öffentliche Sektor meist Kurs – ohne dass sich langfristig gravierende Dynamikunterschiede eingestellt haben. Allerdings hat der staatliche Finanzierungsanteil am FuE-Aufkommen im Vergleich zum staatlichen Durchführungsanteile stark nachgelassen. Erst seit 2000 hat der Staat im Schnitt der OECD-Länder wieder steigende FuE-Finanzierungsanteile übernommen – zumindest für zwei bis drei Jahre.

Der weltweit im neuen Jahrhundert steigende staatliche FuE-Ausgabenanteil ist jedoch nur zu einem Teil darauf zurückzuführen, dass der Staat der Wirtschaft mehr FuE-Finanzierungshilfen gewährt hat. Hauptsächlich hängt dies vielmehr mit einer 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.⁹³ Bis 2006 ist dieser Anteil weiter auf 10 bis 11 % gesunken.⁹⁴

- OECD-weit hatte die Wirtschaft in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ihre FuE-Kapazitäten im Jahresdurchschnitt mit 5,9 % ausgeweitet (Tab. 2.1.1). Dieses Tempo hat der Staat (3,3 %) mit seinen wissenschaftlichen Einrichtungen nicht mithalten können.

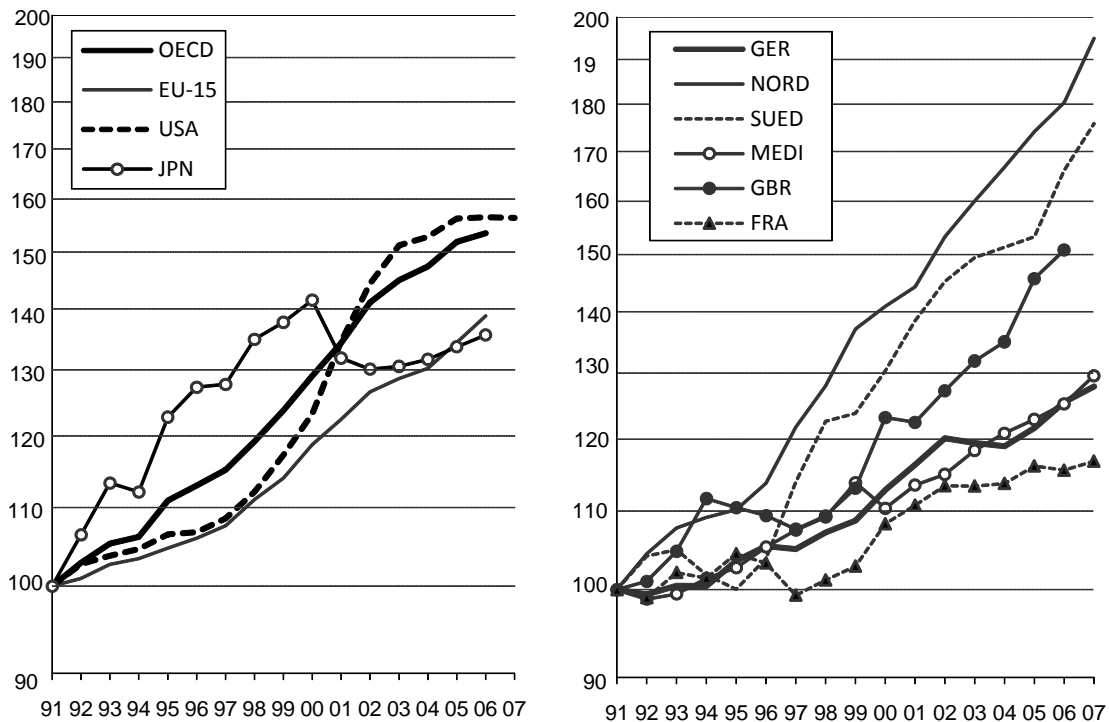
⁹² Vgl. Schmoch (2007) sowie Schmoch, Licht, Reinhard u. a. (2000).

⁹³ Vgl. Rammer, Binz (2006).

⁹⁴ Angaben aus MSTI 2008/2.

Abb. 2.2.5: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen* in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2007

- 1991=100 -



*) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck.

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

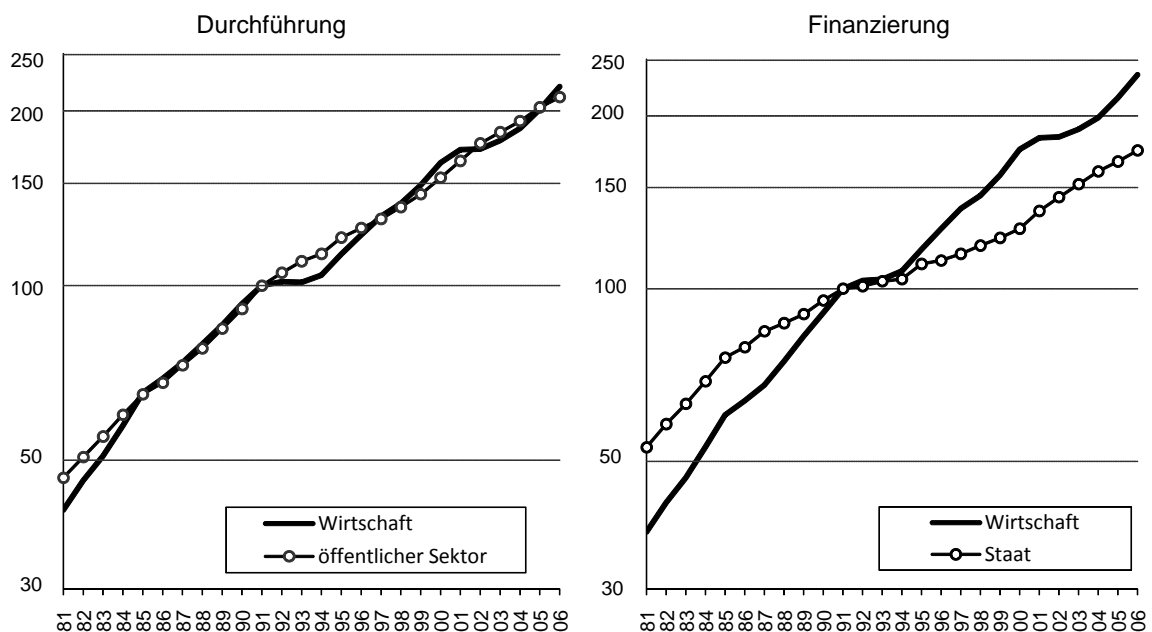
Halblogarithmischer Maßstab. - Daten zum Teil geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2008/2). - SV-Wissenschaftsstatistik. - EUROSTAT-DATABASE.

- Berechnungen des NIW.

Abb. 2.2.6: Durchführung und Finanzierung von FuE in den OECD-Ländern nach Sektoren 1981 bis 2006

- 1991=100 -



Halblogarithmischer Maßstab.

Quelle: OECD, MSTI (2008/2). - Berechnungen des NIW.

- Nach dem Jahr 2000 hat sich das Blatt wieder deutlich gewendet. Weltweit hat der öffentliche Sektor die Ausweitung seiner Aktivitäten zwar auch etwas gebremst (2,9 % p. a. bis 2006), er hat dennoch die Wirtschaft (2,6 %) überflügelt. Insbesondere in den USA (4,1 %) hat der Staat damit im Endeffekt - wie in den 80er Jahren - kompensatorisch die Lücke geschlossen, die durch die FuE-Stagnation in der Wirtschaft (1 %) entstanden ist. Lediglich in Frankreich und sowie in Mittel- und Südeuropa ist die Ausweitung der realen FuE-Ausgaben in der Wirtschaft etwas schneller voran gekommen als in öffentlichen Einrichtungen.⁹⁵

Inwieweit FuE in öffentlichen Einrichtungen mit den neuerlichen staatlichen Orientierungen auch langfristig zunehmende Bedeutung in den jeweiligen nationalen FuE-Systemen zugewiesen wird, lässt sich noch nicht 100%ig abschätzen. Angesichts der nachlassenden Ausrichtung der Unternehmen an mittelfristig-strategischen Zielen (vgl. Abschnitt 2.3.1) 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. Entsprechende politische Willenserklärungen gibt es allenthalben. Aber in den USA bspw. sind die öffentlichen Haushalte bereits an Finanzierungsgrenzen gestoßen; so hat es seit 2005 keine reale Expansion gegeben. Allerdings wurde beginnend ab Haushaltsjahr 2007/8 eine Verdopplung des NSF-Budgets innerhalb von fünf Jahren beschlossen. In Deutschland war für den Sektor Wissenschaft/Forschung hingegen lange Zeit kein Aufwärtstrend zu erkennen (Abb. 2.2.5). Dies wird auch durch den stark gebremsten Anstieg der naturwissenschaftlich-technischen Lehr- und Forschungspersonalkapazitäten an Hochschulen bis 2003 unterstrichen (vgl. Tab. 2.2.5). Dieser Trend ist sich erst 2004 gebrochen worden. Der „Hochschulpakt“, der die Schaffung von 90.000 zusätzlichen Studienplätzen vorsieht, sowie die „High Tech-Strategie“ mögen - am internationalen Maßstab gemessen mit einigen Jahren Verzögerung - hier eine weitere Beschleunigung bringen.

Nimmt man die langfristige Entwicklung seit Anfang der 90er Jahre zum Maßstab, dann sind in Deutschland die FuE-Ausgaben im öffentlichen Sektor real zwar auch gestiegen (28 % bis 2007), allerdings deutlich schwächer als in den nordischen Ländern (95 %), Südeuropa (75 %), Großbritannien (51 % bis 2006) und USA (56 %) sowie auch im Vergleich zu Japan (35 % bis 2006). Zudem haben die öffentlichen FuE-Kapazitäten in Deutschland erst 2005 wieder das Volumen von 2002 übertroffen. Insofern ist der Staat kein gutes Vorbild gewesen und hat die insgesamt vergleichsweise schwache FuE-Dynamik in Deutschland eher befördert als dass er gegengesteuert hat. Dies betrifft nicht nur die Forschung in den eigenen Reihen, sondern gilt weiterhin auch für die Ausbildung von Erwerbspersonen mit natur- und ingenieurwissenschaftlichen Qualifikationen⁹⁶ sowie für Hilfen zur Finanzierung von FuE- und Innovationsprojekten in der Wirtschaft (Abschnitt 2.2.3).

⁹⁵ Japan ist ein Sonderfall: Hier hat es Privatisierungen gegeben, die sich in der Statistik zu Lasten des öffentlichen und zu Gunsten des privaten Sektors auswirken. Insofern sind auch die hohen Kapazitätsausweitungen in Wissenschaft und Forschung in den Vorjahren nicht mit der aktuellen Situation vergleichbar.

⁹⁶ Vgl. Egel, Heine (Hrsg., 2007) sowie Tab. 2.2.5.

Tab. 2.2.5: *Wissenschaftliches Lehr- und Forschungspersonal an deutschen Hochschulen 1995 bis 2006 nach Fachbereichen*

Fachbereich	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %		
	1995-2000	2000-2003	2003-2006
Mathematik, Naturwissenschaften	-1,1	3,4	1,8
Mathematik, Naturwissenschaften allgemein	-0,8	4,5	0,7
Informatik	2,6	11,3	3,0
Physik, Astronomie	-1,5	1,4	1,0
Chemie	-4,0	1,2	1,6
Pharmazie	0,8	0,4	0,3
Biologie	-0,5	3,1	2,9
Geowissenschaften	-0,8	0,5	1,3
Ingenieurwissenschaften	-0,2	0,7	1,6
Ingenieurwissenschaften allgemein, Bergbau, Hüttenwesen	2,7	0,8	9,8
Maschinenbau/Verfahrenstechnik	-0,8	-1,1	1,4
Elektrotechnik	-1,6	3,2	1,9
Verkehrstechnik, Nautik	-1,5	10,3	2,1
Architektur, Raumplanung, Bauingenieur-/ Vermessungswesen	1,2	0,3	-0,5
Agrar-, Forst- u. Ernährungswissenschaften	-0,5	-0,3	-0,6
Humanmedizin*	1,7	2,8	1,9
Veterinärmedizin	0,4	3,1	2,1
technische Bereiche insgesamt	0,1	2,3	1,7
sonstige Bereiche	1,4	3,1	1,8
Lehr- und Forschungsbereiche insgesamt	0,6	2,6	1,7

*) Gesundheitswissenschaften sind durchgängig den sonstigen Bereichen zugeordnet.

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

Umfang der „Arbeitsteilung“ mit der Wirtschaft

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

FuE wird zum überwiegenden Teil in der Wirtschaft durchgeführt, im Schnitt der OECD-Länder zu knapp 69 %, Universitäten folgen mit 17 % noch vor den außeruniversitären FuE-Einrichtungen und privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (gut 14 %). Selbst zwischen den hochentwickelten Volkswirtschaften streuen die Anteile des öffentlichen Sektors ziemlich stark, zwischen weit über einem Drittel in Frankreich und einem knappen Viertel in Japan. In den USA liegt der Anteil wieder bei 30 % (2000: 25 %). In Europa ist der „öffentliche FuE-Sektor“ jedoch mit einem Anteil von über 36 % an den gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten und ebenfalls aufsteigender Tendenz immer noch wesentlich kräftiger entwickelt als bspw. in den USA und Japan.

Im Gegensatz zur längerfristigen Entwicklung von FuE-Engagement oder FuE-Finanzierung ist die Arbeitsteilung bei der Durchführung von FuE-Aktivitäten in den meisten Ländern annähernd gleich geblieben und hat sich bis zum Jahr 2000 auch nur marginal zu Gunsten der Wirtschaft geändert (Abb. 2.2.6). D. h. langfristig wurde aus der Sicht des staatlichen FuE-Engagements vor allem die staatliche Forschungsförderung in den Unternehmen zurückgefahren.

- OECD-weit hat sich der Zuwachs der realen FuE-Kapazitäten zwischen 1994 und 2000 zu fast 80 % in der Wirtschaft und nur zu 21 % im öffentlichen Sektor abgespielt. Insbesondere in den USA, aber auch in Ländern wie Australien, Kanada, den meisten skandinavischen Ländern und Irland hat der Staat relativ wenig an der Ausweitung der gesamten FuE-Kapazitäten partizipiert. In anderen Ländern wiederum haben staatliche FuE-Einrichtungen in den 90er Jahren leicht an Gewicht gewonnen: Hierzu zählen Japan und Großbritannien, Spanien und Italien.
- In fast allen Ländern entfällt auf den Staat jedoch am Ende der ersten Hälfte des neuen Jahrzehnts wieder ein leicht höherer Anteil am FuE-Aufkommen. Knapp ein Drittel des (schwachen) realen FuE-Kapazitätswachstums im OECD-Raum sind im öffentlichen Bereich, rund zwei Drittel in der Wirtschaft entstanden. Anders in Japan: Dort sind einige private Organisationen ohne Erwerbszweck kommerzialisiert worden; sie werden nun dem Wirtschaftssektor zugerechnet.

Aus deutscher Sicht hatte die Wirtschaft bei der Durchführung von FuE seit 1995 nach merklichen Anteilsverlusten in der ersten Hälfte der 90er Jahre ebenfalls wieder so deutlich zugelegt, dass ihr Anteil an den FuE-Kapazitäten von knapp 70 % mittlerweile wieder oberhalb des OECD-Durchschnitts (69 %) liegt (Tab. A.2.4). Bei verhältnismäßig stabiler Aufwärtsentwicklung des öffentlichen FuE-Sektors bis 2002 lagen die leichten Wellenbewegungen der jeweiligen Anteile vor allem an den - z. T. konjunkturell bedingten - Fluktuationen im privaten Sektor. Dies gilt weltweit.

In beinahe jedem europäischen Land gibt es gewichtige außeruniversitäre FuE-Einrichtungen, auch in den USA nimmt deren Bedeutung in der „öffentlichen Forschungslandschaft“ zu. In Deutschland besteht hingegen zwischen FuE in Hochschulen (gut 16 %) und parauniversitären Einrichtungen (knapp 14 %) ein eher ausgewogenes Verhältnis. In Frankreich hatten letztere (CNRS) gar lange Zeit ein größeres FuE-Gewicht als Hochschulen; erst seit Ende der 90er Jahre haben sich die FuE-Gewichte zu Gunsten der Hochschulen verschoben.

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.

Generell macht sich innerhalb des öffentlichen FuE-Sektors deutlich eine Strukturverschiebung zu Gunsten der Hochschulforschung bemerkbar. Dies ist ein Zeichen für den steigenden Bedarf an Grundlagenwissen. Eine Ausnahme ist Japan, wo eher die Wirtschaft in eine Lücke gestoßen ist, die die Universitäten gerissen haben. Der seit 1994 erklärte Wille zur deutlichen Steigerung der Grundlagenforschung – für die auch entsprechende Mittel bereit gestellt wurden – ist offensichtlich nicht vollzogen worden. Hingegen haben parauniversitäre Einrichtungen in Japan von staatlichen technologiepolitischen Initiativen stark profitiert. Weiterhin hat es Kommerzialisierungen von privaten FuE-Organisationen ohne Erwerbszweck gegeben. Nennenswerte Veränderungen sind weiterhin zum einen für Großbritannien und Frankreich (eine klare Verschiebung zu Lasten der außeruniversitären FuE-Einrichtungen zu Gunsten der Hochschulen), zum anderen für die USA (seit 2000 wieder stark aufsteigende Tendenz der außeruniversitären Einrichtungen „zu Lasten“ der Wirtschaft)

sowie von privaten FuE-Organisationen ohne Erwerbszweck zu beobachten. In Deutschland haben sich die Gewichte zwischen Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen so gut wie kaum verschoben.

Exkurs: FuE an Hochschulen und Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung

Der „Output“ des Wissenschaftssystems und der öffentlich geförderten Forschung enthält verschiedene Komponenten. Zu den wichtigsten zählt sicherlich die Ausbildung von Wissenschaftlern und Ingenieuren mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess. Darüber hinaus sind neue wissenschaftliche Theorien, Formeln, Instrumente und Methoden, Komponenten, Prototypen und andere Erfindungen zu nennen.⁹⁷ Die Ergebnisse der Grundlagenforschung geben vor allem dann eine wichtige Orientierung für die weitere Technologieentwicklung durch Unternehmen oder auch anwendungsorientierte FuE-Einrichtungen, wenn sie im Dialog mit der Wirtschaft entstanden sind. Von daher haben in mittel- bis langfristiger Perspektive die Strukturen des Wissenschaftssystems und die Leistungsfähigkeit der Wissenschaftler einen erheblichen Einfluss auf die technologische Entwicklung.

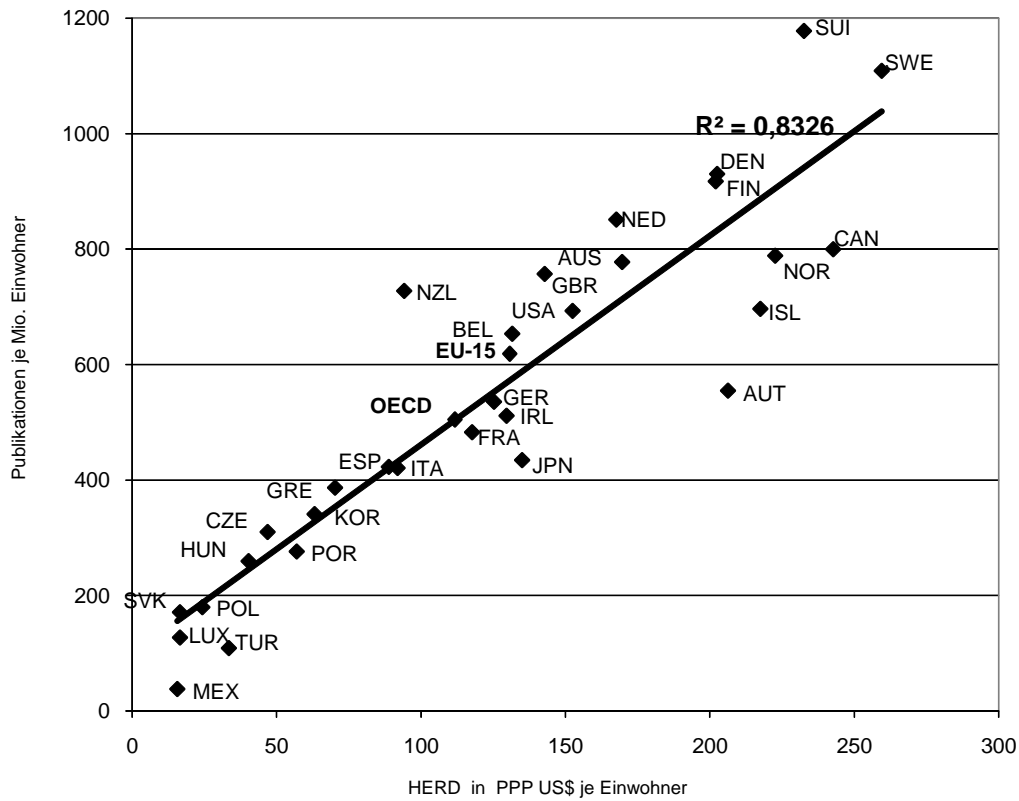
In wissenschaftlichen Publikationen sind praktisch alle relevanten Forschungsergebnisse dokumentiert. Publikationen sind somit ein unerlässliches Element zur Verbreitung des wissenschaftlichen Fortschritts, sie dokumentieren gleichsam den wissenschaftlichen Output. Mit der Ausweitung wissenschaftlicher Aktivitäten und dem erhöhten Druck auf Forscher zur Veröffentlichung ihrer Forschungsergebnisse - Publikationen sind vielfach ein „beliebtes“ Instrument zur Evaluierung von Wissenschaftlern, Hochschulinstitutionen und Forschungseinrichtungen - hat auch die Zahl der wissenschaftlichen Zeitschriften und Artikel kontinuierlich zugenommen.

Generell - und dies ist ja auch einleuchtend - besteht ein sehr enger Zusammenhang zwischen der „Publikationsintensität“ und den FuE-Ausgaben der Hochschulen (vgl. Abb. 2.2.7): Dort, wo relativ viel für Hochschulforschung ausgegeben wird, ist auch eine entsprechende Zahl von Forschungsergebnissen zu erwarten, die Eingang in die referierten Journals finden. Die meisten Fachzeitschriften erscheinen in englischer Sprache und begünstigen damit nicht nur den angelsächsischen, sondern auch kleinere Länder mit begrenztem Sprachraum. Dieser Effekt nimmt jedoch stark ab, da Wissenschaftler überall mehr und mehr in Englisch kommunizieren. Statistisch ist - zumindest im Sample der OECD-Länder - von diesem Effekt nichts mehr zu verspüren.

Deutsche Wissenschaftler behaupten sich auf dem internationalen Markt für wissenschaftliche Publikationen im Rahmen dessen, was auf Grund der FuE-Aktivitäten an Hochschulen „zu erwarten ist“, nämlich im Mittelfeld der OECD-Länder. Es wäre angesichts der mittelmäßigen Ausstattung des Landes mit Hochschulforschungskapazitäten vermessen, mehr an publizierten wissenschaftlichen Forschungsergebnissen zu erwarten.

⁹⁷ Vgl. hierzu und zum Folgenden OECD, STI Scoreboard (2001) sowie Schmoch (2005).

Abb. 2.2.7: Zum Zusammenhang zwischen FuE-Ausgaben in Hochschulen und wissenschaftlichen Publikationen in ausgewählten OECD-Ländern 2005



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). – NSF (2008). – Berechnungen des NIW.

Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen Einrichtungen

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

So finanzierte in der OECD (2006, Tab. 2.2.6 und Abb. 2.2.8) die Wirtschaft im Schnitt 6,2 % der Hochschulforschung (Deutschland: 14,2 %) und 3,7 % der FuE in außeruniversitären FuE-Einrichtungen (Deutschland: 9,9 %). Insgesamt lag der Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zur Forschung im öffentlichen Sektor in den OECD-Ländern bei 5,2 %, Anfang der 90er Jahre waren es etwas weniger (4,4 %), zwischenzeitlich (1999) jedoch auch schon 5,5 %. Besonders intensiv sind die FuE-Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und öffentlich geförderten Einrichtungen in Deutschland, den Niederlanden, Korea und Finnland - meist durch die intensive Ausrichtung para-universitärer Einrichtungen auf die Erfordernisse der Wirtschaft. Auch in Großbritannien und Kanada ist die Wirtschaft finanziell überdurchschnittlich hoch an der Forschung in öffentlichen Einrichtungen beteiligt. Der öffentliche Sektor genießt also bei den Unternehmen in Deutschland besondere Wertschätzung. Die enge und eingeübte Vernetzung von Wirtschaft, Wissenschaft und

Forschung ist aus der Verwertungssicht für Deutschland ein klarer Vorteil, der sich auch auf die Attraktivität des FuE-Standorts Deutschland für multinationale Unternehmen mit Standortalternativen auswirken kann. Im Umkehrschluss heißt dies aber auch: Die Institute (insbesondere an den Hochschulen) sind in anderen Ländern stärker an rein wissenschaftlicher Forschung orientiert als in Deutschland, verfolgen z. T. eine etwas andere Mission als in anderen Ländern.

Tab. 2.2.6: *Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen in OECD-Ländern 2006 (in %)*

	Hochschulen	wissenschaftliche Einrichtungen	insgesamt	FuE-Mittel der Wirtschaft für Wissenschaft/Forschung in % der eigenen internen FuE-Ausgaben
GER	14,2 ^c	10,5	12,5 ^c	5,4 ^c
GBR	4,8	9,0	5,9	3,5
FRA	1,7 ^b	8,1 ^b	4,7 ^b	2,6 ^b
ITA	1,2	4,1	2,3 ^b	2,2 ^b
NED*	6,8	16,1 ^a	10,0	7,4
SWE**	5,1 ^b	5,1	4,4	1,5
FIN	6,6	12,7	8,6	3,4
SUI***	8,7	k.A.	k.A.	k.A.
USA	5,4 ^b	2,6 ^{a, b}	4,7 ^{a, b}	1,6 ^{a, b}
CAN	8,4 ^b	2,8 ^b	7,3 ^b	5,9 ^b
JPN	2,9	0,7	2,0	0,6
KOR	13,7	4,5	8,8	2,4
EU-15 insgesamt*	6,7 ^c	8,3 ^c	7,2 ^{b, c}	4,0 ^{b, c}
OECD insgesamt*	6,2 ^c	3,7 ^c	5,2 ^{b, c}	2,2 ^{b, c}

*) 2003 statt 2006. - **) 2005 statt 2006. - ***) 2004 statt 2006.

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

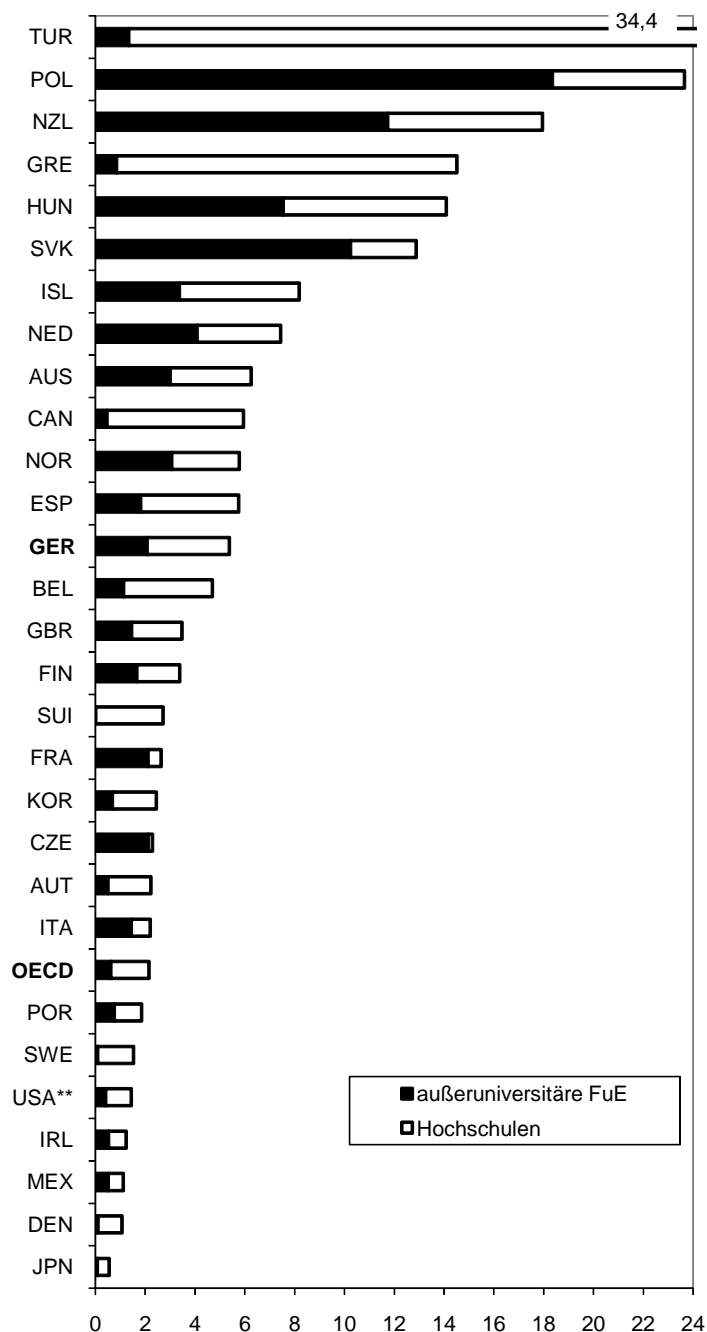
Quelle: OECD, MSTI (2008/2). - Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Für Deutschland wie für viele andere Länder gilt: Der Beitrag der Wirtschaft zur Hochschulfinanzierung ist höher als zur Finanzierung von außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Ausnahmen bilden Großbritannien, Frankreich, Niederlande und Finnland: Hier sind die Beiträge der Wirtschaft zu außeruniversitärer Forschung höher, offensichtlich sind die Institute stärker auf die Belange der Wirtschaft ausgerichtet. Allerdings nehmen sie aktuell in vielen Fällen wieder ab. Deutschland ragt durch seinen besonders hohen Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zur Hochschulforschung deutlich heraus, er ist hier gerade in den letzten Jahren stärker gestiegen als in vielen anderen Ländern.

Die Bedeutung der von der Wirtschaft finanzierten öffentlichen Forschung ist – bezogen auf die FuE-Ressourcen, die in den Unternehmen selbst eingesetzt werden – im Trend relativ stabil geblieben (2 % sind es derzeit mit leicht steigender Tendenz). Fasst man die privat finanzierten FuE-Leistungen des öffentlichen Sektors als komplementär zu den eigenen FuE-Aktivitäten der Wirtschaft auf, dann hat sich mittelfristig im letzten Jahrzehnt weltweit allerdings wenig verändert. In den meisten großen Volkswirtschaften sind die Finanzierungsbeiträge der Wirtschaft zu FuE im Sektor Wissenschaft/Forschung im Vergleich zu eigener FuE gar reduziert worden. In Deutschland ist dies hingegen anders zu beurteilen: Aus einer durchschnittlichen Position Anfang der 90er Jahre (1,8 %) hat der Finanzierungsbeitrag, den Unternehmen zu öffentlichen FuE-Projekten leisten, verglichen mit den im eigenen Hause durchgeführten Aktivitäten auf über 3½ % zugenommen; nach einer Revision der Statistik für das letzt verfügbare Jahr 2005 kristallisieren sich sogar 5,4 % he-

raus. Das Wissenschaftssystem hat für FuE in der deutschen Wirtschaft an Relevanz gewonnen. Insofern ist es misslich, dass die FuE-Kapazitätsausweitung des öffentlichen Sektors in Deutschland im internationalen Vergleich klar zurück gelegen hat. Ohne die steigenden Finanzierungsbeiträge der Wirtschaft wären sie wahrscheinlich noch weiter zurückgefallen.

Abb. 2.2.8: *FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen im Jahre 2006**



*) oder aktuellstes Jahr. - **) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck.

Quelle: OECD, MSTI (2008/2). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

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

Der Staat hat auf das meist zögerliche FuE-Engagement der Wirtschaft uneinheitlich reagiert: Die Varianten reichen von prozyklischem Anpassungsverhalten über Kurs halten bis hin zu gezielter staatlicher FuE-Expansion. Insbesondere in den USA, wo die FuE-Kapazitäten im Wirtschaftssektor Anfang des neuen Jahrhunderts stark eingebrochen waren, hatte der massive Ausbau öffentlicher FuE-Kapazitäten und die sprunghafte Ausweitung staatlicher FuE-Nachfrage im zivilen (life sciences) und militärischen Bereich sowie die verstärkte Grundlagenforschung beinahe kompensatorische Effekte. Die Militärforschung allein machte über 70 % des Ausgabenzuwachses aus. Inwieweit die z. T. enormen Ausgabenzuwächse des Staates positive Wirkungen auf die FuE-Kapazitäten insgesamt gehabt haben bzw. noch haben werden, oder letztlich überwiegend steigende Preise, alloka-tive Verzerrungen oder ein „crowding out“ von FuE aus dem Wirtschaftssektor bewirken, kann nur über detaillierte Studien beurteilt werden. Denn es gibt auch umgekehrt die Beobachtung, dass die Wirtschaft in den USA nach dem Ende des „kalten Krieges“ in dem Moment ihre FuE-Kapazitäten massiv hat ausweiten können, in dem der Staat für geraume Zeit die militärischen Ausgaben drastisch gesenkt hat.

2.3 FuE in der Wirtschaft

Weltweit hat der Staat seit Beginn der 80er Jahre bei der Durchführung von FuE einen relativ stetigen Kurs gefahren, wobei die Expansion seit den 90er Jahren etwas flacher ausgefallen ist als in den 80er Jahren (Abb. 2.2.6). Insofern sind die säkularen Trends zwar einerseits von ihm mit beeinflusst. Auf der anderen Seite heißt das jedoch - auch vor dem Hintergrund, dass der Staat nur etwa ein Drittel der FuE-Kapazitäten bereit stellt -, dass der Großteil der FuE-Entwicklungsdifferenzen zwischen den Volkswirtschaften (Abschnitt 2.1) auf das FuE-Verhalten der Wirtschaft zurückzuführen ist. Auch in Deutschland war die Wirtschaft in den 70er und 80er Jahren die Kraft, die die FuE-Intensivierung maßgeblich vorangetrieben hatte.⁹⁸ In diesem Zusammenhang ist noch einmal an die Eingangsthese zu erinnern, nach denen ein Großteil der gesamtwirtschaftlichen Wachstums- und Produktivitätsdifferenzen zwischen den Volkswirtschaften an den FuE- und Innovationsaktivitäten festgemacht werden kann. Genau genommen wären diese Unterschiede dann vor allem auf Unterschiede im FuE-Verhalten der Unternehmen zurückzuführen.

⁹⁸ Vgl. Legler, Grupp u. a. (1992).

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

2.3.1 Auf und Ab im vergangenen Jahrzehnt

Ende der 80er Jahre wurde für keinen Unternehmenssektor in der OECD eine derart hohe FuE-Intensität gemessen wie für Deutschland (2,9 % der Bruttowertschöpfung). Dies relativierte sich jedoch rasch (vgl. auch Abschnitt 2.3.3). Denn Anfang der 90er Jahre wurde in vielen Ländern FuE in der Wirtschaft zurück gefahren – in Deutschland jedoch mit am schnellsten.

FuE-Aufschwung der 90er Jahre

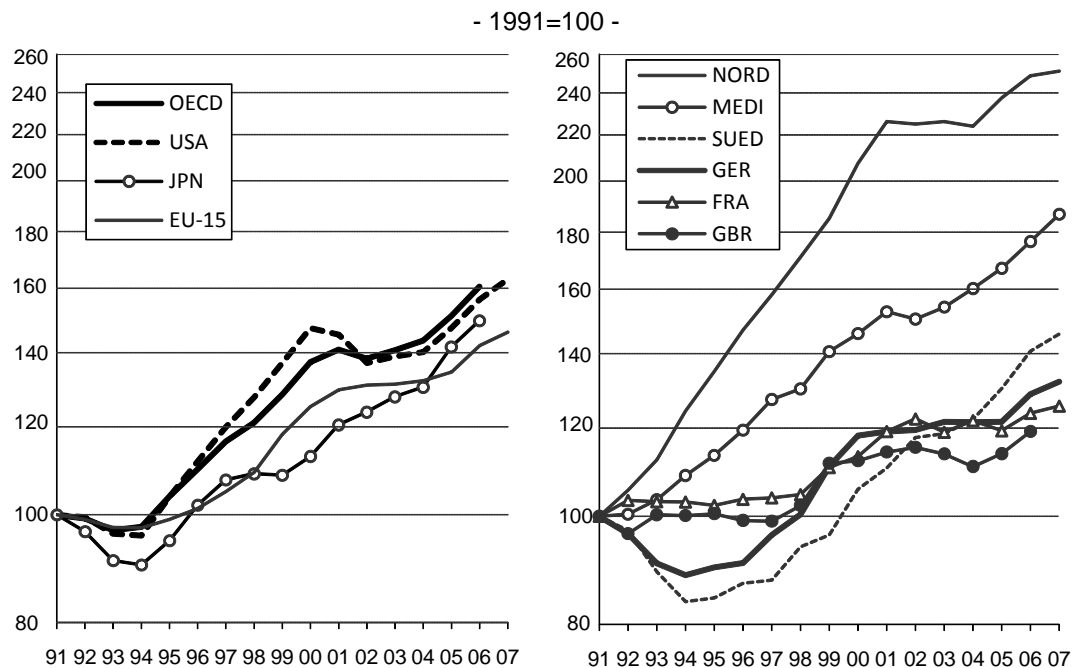
In den meisten größeren Ländern – wie in Deutschland – wurde die Stagnation bzw. Rezession der FuE-Aufwendungen der ersten Hälfte der 90er Jahre im Unternehmenssektor in den folgenden Jahren zwar klar überwunden, die Investitionen in neues Wissen nahmen wieder zu. Im Aufschwung der zweiten Hälfte der 90er Jahre hat sich jedoch die räumliche Umschichtung der weltweiten industriellen FuE-Kapazitäten fortgesetzt – einerseits global von Europa in die USA und nach Japan/Asien und zudem innerhalb von Europa von den großen Ländern in kleinere Volkswirtschaften Nord- und Mitteleuropas, wo die privaten FuE-Anstrengungen selbst in der ersten Hälfte der 90er Jahre z. T. deutlich erhöht wurden (Abb. 2.3.1⁹⁹). Dies hat die Reihenfolge in der Spitzengruppe Volkswirtschaften nach ihrer FuE-Intensität nachhaltig verändert.

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

Lässt man also Finnland, Schweden, die „kleinen“ FuE-Länder Südeuropas und Mexiko einmal außer Betracht, dann waren die USA der Spitzenreiter im FuE-Wachstum (Abb. 2.3.3) – gemessen an den absoluten FuE-Kapazitätserweiterungen sowieso. Ihr Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft der westlichen Industrieländer war seit 1994 von 43½ % auf 47½ % gestiegen: Über 57 % der zwischen 1994 und 2000 zusätzlich geschaffenen FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft waren in den USA entstanden.

⁹⁹ Zur langfristigen Entwicklung vgl. Abb. A.2.3.1.1 in: Legler, Krawczyk (2005).

Abb. 2.3.1: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2007



Halblogarithmischer Maßstab. - Daten teilweise geschätzt. -

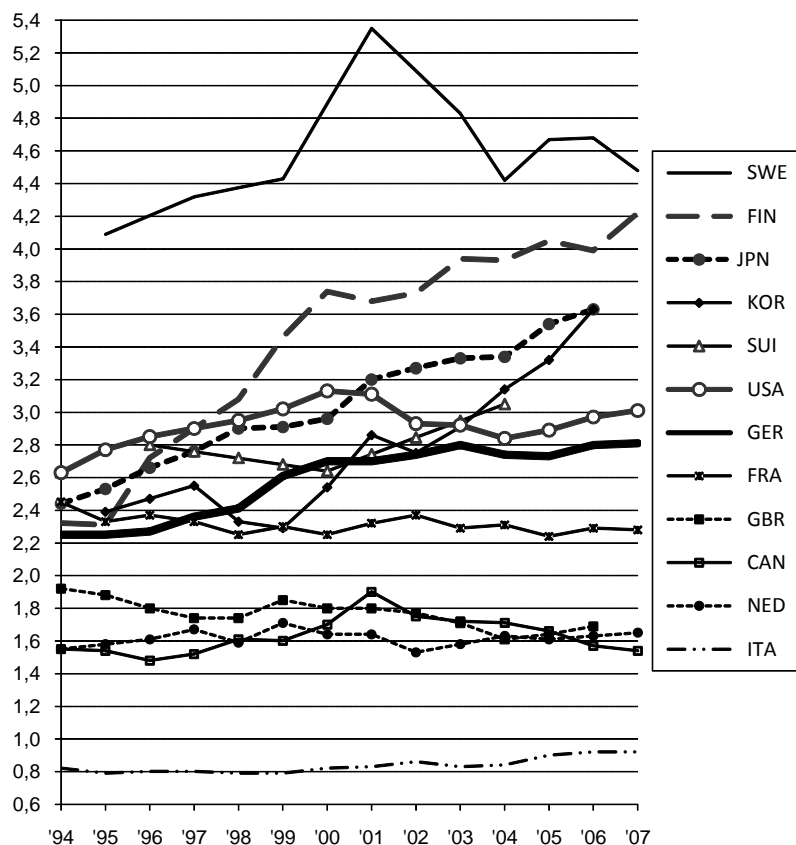
NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. - SUED: ITA, POR, ESP, GRE. - MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - SV-Wissenschaftsstatistik. - EUROSTAT-DATABASE.

-Berechnungen des NIW.

Abb. 2.3.2: FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1994 bis 2007*

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



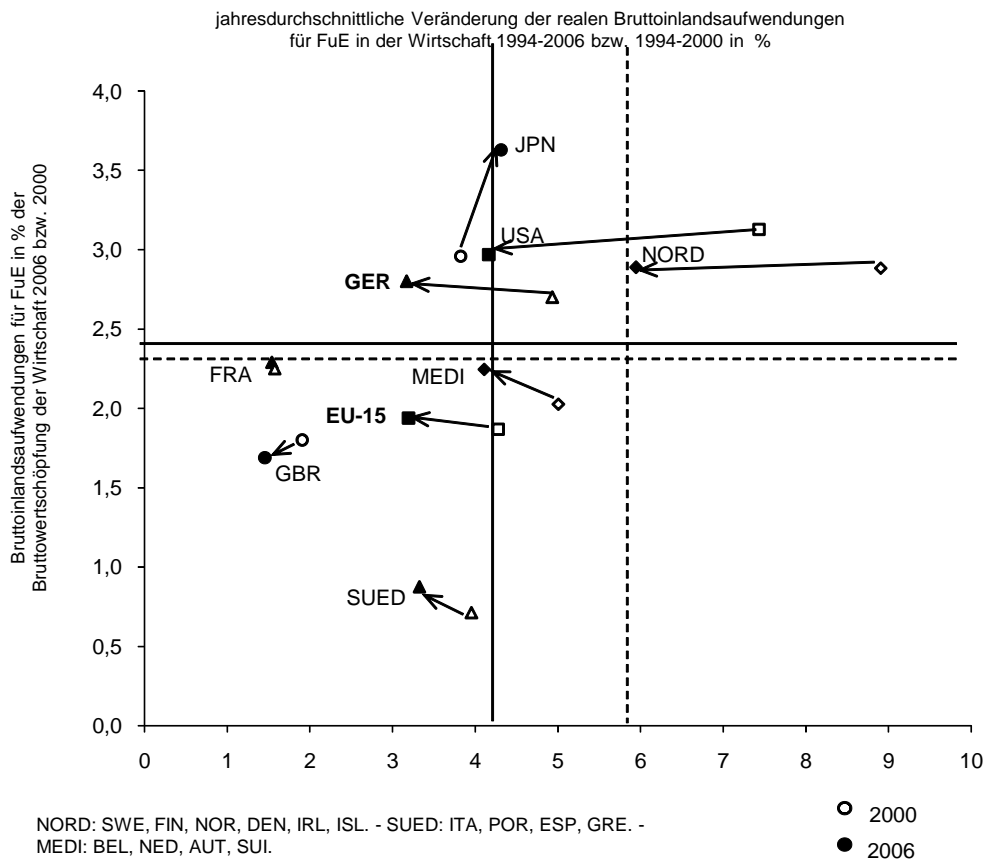
*) Daten zum Teil geschätzt. -

**) Aufwendungen für FuE-Aktivitäten, die innerhalb eines Landes durchgeführt werden.

Quelle: OECD, MSTI (2008/2).

- SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.3.3: *FuE-Intensität und Veränderung der realen FuE in der Wirtschaft nach Weltregionen 1994 bis 2006*



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

Die Linien markieren die jeweiligen Werte für den OECD-Durchschnitt, die durchgezogenen für das Jahr 2006 (Ordinate) bzw. 1994 bis 2006 (Abszisse), die gestrichelten für 2000 (Ordinate) bzw. 1994 bis 2000 (Abszisse).

Lesehilfe: In den Jahren 1994 bis 2006 (1994 bis 2000) sind die realen Bruttoinlandsaufwendungen für FuE in Deutschland um 3,2 (4,9) % p.a. gestiegen. Die FuE-Intensität lag bei 2,8 (2,7) %.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). – SV-Wissenschaftsstatistik. – EUROSTAT-Database. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

In der OECD insgesamt waren die realen FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors seit 1994 bis 2000 jahresdurchschnittlich um 5,9 % gestiegen (Tab. 2.1.1), nimmt man die USA aus, dann waren es gut 4½ %. So gesehen hat Deutschland damals (mit 4,9 p. a.) mit den nicht-US-amerikanischen Konkurrenten mithalten können. Auch Korea hat trotz der Schwierigkeiten in der „Asienkrise“ mit entsprechenden Wachstumsverlusten bei FuE in der Wirtschaft sehr schnell aufholen können (durchschnittliche reale Zuwachsrate über 4,7 %). Andere große Länder wie Großbritannien und Frankreich, Italien (1,9 bzw. 1,6 %) sind hingegen zurück geblieben. Für Europa insgesamt hat sich die Lücke zu den USA damit deutlich ausgeweitet: Der FuE-Anteil an der Wertschöpfung im Unternehmenssektor lag mit gut 1,9 % um 1,1 Prozentpunkte hinter Japan und 1,3 Prozentpunkte hinter den USA zurück. Entsprechende Konsequenzen für Wettbewerbsfähigkeit und Dynamik wurden von den europäischen Behörden nicht ausgeschlossen.¹⁰⁰

¹⁰⁰ European Commission (2003).

Während die Unternehmen aus größeren europäischen Volkswirtschaften (Großbritannien, Frankreich und Italien) Schwierigkeiten hatten, das FuE-Aufschwungtempo mitzuhalten, setzte sich innerhalb Europas in der FuE-Dynamik die Tempoverlagerung zu Gunsten der Wirtschaft im übrigen Südeuropa sowie der Unternehmen im nordischen Raum fort. Hinsichtlich des absoluten Gewichts mag der Bedeutungszuwachs der nordischen Länder weltwirtschaftlich betrachtet zwar als gering erscheinen – das FuE-Aufkommen der nordischen Wirtschaft insgesamt ist niedriger als in Frankreich, Großbritannien und als in den mitteleuropäischen deutschen Anrainerstaaten und nur halb so hoch wie in Deutschland. Die Unternehmen haben sich jedoch im Zuge der FuE-Intensivierung auf den entsprechenden Märkten einen deutlichen Kompetenzvorsprung vor den mitteleuropäischen Volkswirtschaften erarbeitet, der sich sowohl bei den Patentanmeldungen in den relevanten (Spitzen-)Technologiefeldern als auch bei den internationalen Handelsströmen zeigt.¹⁰¹ Allerdings mussten im Sog der „New Economy“-Krise auch Rückschläge verkraftet werden – sowohl bei FuE als auch bei Patenten und auf den Weltmärkten, vor allem im Zusammenhang mit IuK-Technologien (vgl. auch Abschnitt 2.3.2).

FuE-Baisse im neuen Jahrhundert

In der Wirtschaft wurden OECD-weit im Jahr 2006: 570 Mrd. \$ für FuE ausgegeben, das sind 2,4 % der Bruttowertschöpfung im Unternehmenssektor. Die FuE-Intensität der Wirtschaft ist in Schweden mit 4,7 % (2007: 4,5 %) fast doppelt so hoch wie im OECD-Durchschnitt; es folgen Finnland (4,0, 2007: 4,2 %), Japan und Korea (jeweils 3,6 %), die Schweiz (3,1 % im Jahr 2004). In den USA (3,0 %), Dänemark (2,9 %), Deutschland (jeweils 2,8 %) sowie Österreich (2,6, 2007: 2,7 %) und Island (2,5 %) produziert die Wirtschaft ebenfalls noch überdurchschnittlich FuE-intensiv. Frankreich (2,3 %) und Großbritannien (1,7 %) kommen an diese Marke hingegen nicht heran. Außerhalb des OECD-Raumes sind im Unternehmenssektor vor allem Israel (6,2 %) und Taiwan (2,4 %) als herausragend FuE-intensive Produzenten einzustufen. Deutschlands Wirtschaft steht also bei FuE im Vergleich zur Konkurrenz aus den westlichen Industrieländern nicht schlecht da, hat jedoch klar an Boden verloren: Lagen die Unternehmen in Deutschland bei einem FuE-Anteil an der Wertschöpfung im Unternehmenssektor von 2,4 % Anfang der 80er Jahre im OECD-Länder-Ranking hinter den USA (2,5 %) noch auf Rang 2, so belegten sie 2006 nur noch Rang 8.

Das neue Jahrhundert hat insofern einen erneuten Einschnitt im FuE-Verhalten der Wirtschaft der westlichen Industrieländer mit sich gebracht als die Ausweitung der FuE-Aktivitäten eine Weile leicht unterhalb des an sich schon schwachen Wirtschaftswachstums blieb. Die FuE-Intensität der OECD-Wirtschaft erreichte erst 2006 wieder den Wert von 2001 (Abb. 2.3.3). Die industriellen FuE-Kapazitäten sind seit dem Jahr 2000 nur noch um 2,4 % p. a. ausgeweitet worden (vgl. auch Tab. 2.1.1). Die Dynamik war bis 2003 völlig verloren gegangen. Denn nach 2000 - nach einer Aufschwungphase von nur sechs Jahren - ist die **US-Wirtschaft** erneut in ein Tief geraten. In bislang nicht gekanntem Ausmaß sind dort zwischen 2000 und 2002 die realen FuE-Ausgaben zurückgenommen worden. Sie zeichnet maßgeblich für die in der OECD insgesamt bis 2003 beobachtete FuE-Stagnation verantwortlich. Weltwirtschaftlich war dies für das Innovationsgeschehen von großer Bedeutung - nicht allein wegen des hohen Gewichts der USA bei industrieller FuE, sondern auch wegen der enormen FuE-Verflechtung der übrigen Länder mit den USA: Diese sind mit weitem Abstand der größte FuE-Standort für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten von multinationalen

¹⁰¹ Vgl. Frietsch (2007) sowie Schumacher (2007). Vgl. auch Abschnitt 2.3.2.

len Unternehmen,¹⁰² 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. Die USA sind immerhin der Welt größter Lieferant von Spitzentechnikerzeugnissen.¹⁰³ Zwar haben die Unternehmen dort seit 2002 bis 2007 real gerechnet wieder zusätzlich jährlich 3,5 % mehr in FuE investiert. Dieses Tempo war nötig, damit im Jahr 2005 das Aktivitätsniveau von 2000 erreicht werden konnte. Seither zählen sie wieder zu den FuE-Tempomachern.

Die Wirtschaft in den westlichen Industrieländern hat bei FuE auf die gedämpfte Ausweitung des Produktionspotenzials und auf die allgemeine Unsicherheit im gesamten politischen Umfeld unterschiedlich reagiert. Angesichts der makroökonomischen Eckdaten waren die mittelfristig auf Expansion eingestellten FuE-Planungen nirgendwo realisiert worden, sie konnten nicht finanziert werden. Das anhaltend gebremste Wachstumstempo ist mit einem angepassten und stark abgeflachten Verlauf bei den FuE-Aktivitäten einher gegangen. Es gab nur wenig Anlass, sich mit grundlegend neuen Produkten und Verfahren zu positionieren und sich auf neue dynamische Nachfragestrukturen vorzubereiten.

Einige Ökonomien (Japan, Frankreich sowie die europäischen Südländer) haben sich jedoch auch Anfang des Jahrhunderts kaum oder nur wenig durch die schlechteren Rahmenbedingungen für FuE beirren lassen und FuE auf dem (Expansions-)Kurs der zweiten Hälfte der 90er Jahre belassen. Korea hat das Tempo sogar noch einmal gesteigert (über 10 % FuE-Kapazitätsausweitung p. a. seit 2000). Für die Unternehmen aus anderen Ländern wiederum werden - wie auch für die EU insgesamt - Zuwachsraten gemeldet, die erheblich niedriger ausfallen als in den Jahren zuvor (Deutschland, Großbritannien, Mittel- und Nordeuropa). Seit etwa 2003 ist jedoch wieder mehr Elan ins FuE-Geschehen der Wirtschaft in den OECD-Ländern gekommen. Bis 2006 gab es Wachstumsraten von 4,5 % im Jahresdurchschnitt, vor allem durch Japan (5,4 %, Tab. 2.1.1) und Korea, aber auch durch Südeuropa (6,5 %) angetrieben. Die USA, Nord- und Mitteleuropa lagen bei 4 %, Deutschland unter 2 %. Die EU-15 erreichten jährlich rund 2,7 %.

Die deutsche Wirtschaft hat bei der FuE-Kapazitätsausweitung in einer gemeinsamen Betrachtung der Aufschwung- **und** Stagnationsphase seit 1994 knapp den EU-Durchschnitt gehalten. Sie liegt damit vor Frankreich und Großbritannien. Der Dynamikvorsprung ist also in jüngerer Zeit auch im europäischen Vergleich verloren gegangen; zusätzlich haben praktisch alle kleinen europäischen Volkswirtschaften die Herausforderungen aufgegriffen und erhebliche Anstrengungen unternommen, der von der Europäischen Kommission vorgegebenen FuE-Zielvorgabe (3 % im Jahre 2010) so gut es geht zu folgen. Insgesamt kommt die EU jedoch nicht voran: Mit einem Anteil von 1,9 % an der Wertschöpfung im Unternehmenssektor hat FuE seit 2000 keinen Bedeutungszuwachs erzielen können. Gegenüber den USA wurde damit zwar kein Boden verloren, jedoch gegenüber Japan und den übrigen asiatischen Ländern hat sich eine klare Verschlechterung der FuE-Position eingestellt.

¹⁰² Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008). Bereits ab 1999 gab es jedoch einen deutlichen Rückgang der Zuwachsraten der FuE-Aufwendungen von ausländischen Unternehmen. 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. Vgl. Yorgason (2007)

¹⁰³ Vgl. Döhrn, Engel, Stiebale (2008).

2.3.2 Wirtschaftsstruktur und Verhaltensänderungen

Wirtschaftsstruktur

Ein Großteil der FuE-Intensitätsunterschiede und -Entwicklungspfade kann auf die Wirtschaftsstruktur zurückgeführt werden, und darunter insbesondere auf die jeweilige Bedeutung der Elektronik/Elektro-, IuK- und Medientechnik, z. T. auf die der Pharmazeutischen Industrie. Außerdem spielt auch eine Rolle, wie stark in den Volkswirtschaften wissensintensive Dienstleistungen vertreten sind (z. B. Telekommunikations-, Datenverarbeitungsdienste, Beratung, Planung, Forschung usw.), die zum einen besonders hohe Anforderungen an FuE in der Verarbeitenden Industrie stellen,¹⁰⁴ zum anderen aber zunehmend selbst FuE betreiben. Zumindest in den angelsächsischen und in einigen nordischen Ländern wird dies auch in der FuE-Statistik deutlich. Man hat zusätzlich den Eindruck, dass der Ausweis von Dienstleistungs-FuE in den Volkswirtschaften dort besonders hoch ist, wo spezielle Messanstrengungen unternommen worden sind.¹⁰⁵

Das weltweit seit den 90er Jahren insgesamt verhaltene Wirtschaftswachstum war nicht gerade strukturwandelfördernd. Die Geschwindigkeit, mit der sich **forschungsintensive Industrien**¹⁰⁶ in den großen Volkswirtschaften auf Kosten der weniger forschungsintensiven haben durchsetzen können, hatte in den 90er Jahren zunächst merklich nachgelassen.¹⁰⁷ Somit war eine wichtige Triebfeder für die FuE-Intensivierung der 70er und 80er Jahre in manchen Ländern praktisch ausgefallen bzw. hatte nur in bescheidenem Umfang positiv zu Buche geschlagen. Rein rechnerisch betrachtet drückt im Übrigen auch der sektorale Strukturwandel zu Gunsten der **Dienstleistungswirtschaft** die FuE-Intensität des Unternehmenssektors nach unten.¹⁰⁸ Dem müsste man jedoch entgegen stellen, dass FuE in den Dienstleistungssektoren allenthalben deutlich schneller als in der Verarbeitenden Industrie und weit über das „strukturwandelneutrale“ Maß hinaus zugenommen hat. Insbesondere Datenverarbeitungs-dienste, Softwarefirmen und spezialisierte FuE-Dienstleistungsunternehmen haben zu diesem Wachstum beigetragen. Zudem wäre zu überprüfen, ob die enormen Anforderungen, die - wie erwähnt - wissensintensive Dienstleistungen an die technologische Leistungsfähigkeit der Industrie stellen,¹⁰⁹ den o. a. rechnerischen Strukturwandeleffekt nicht mehr als ausgleichen. So ist bei einer hohen Dynamik hochwertiger Dienstleistungen mit einer **schnelleren** FuE-Intensivierung zu rechnen: Hochwertige Dienstleistungen bestimmen immer mehr die Richtung der Innovationstätigkeit, die Industrie orientiert sich zunehmend an deren Bedürfnissen. Begünstigt sind insbesondere die besonders forschungsintensiven Industrien Pharmazie, Medientechnik/Elektronik, Computer, Luftfahrzeugbau, Instrumente. Die neuerlichen weltweiten Strukturanteilsgewinne des forschungsintensiven Sektors hängen ebenfalls mit der Expansion wissensintensiver Dienstleistungen zusammen.

Elektronik, Computer, Medien- und Medizintechnik, Pharmazie und wissensintensive Dienstleistungen (insbesondere Software, Datenverarbeitungsdienste, Internet, Telekommunikation, Beratung/Forschung) beanspruchen ca. 60 % der weltweiten FuE-Kapazitäten (Tab. 2.3.1). Gerade das

¹⁰⁴ Wissensintensive Dienstleistungen stehen in besonders intensivem Kontakt mit Technologielieferanten aus der Industrie, z. B. Kommunikation, Mobilität, Gesundheit, innere und äußere Sicherheit, Umwelt usw.

¹⁰⁵ Vgl. OECD, STI Scoreboard (2007).

¹⁰⁶ Vgl. zur Abgrenzung Legler, Frietsch (2006).

¹⁰⁷ Vgl. Schumacher, Legler, Gehrke (2002).

¹⁰⁸ Zu den Besonderheiten von FuE im Dienstleistungssektor vgl. Revermann, Schmidt (1999).

¹⁰⁹ Vgl. z. B. Klodt, Maurer Schimmelpfennig (1997) sowie Grömling, Lichtblau, Stolte (2000).

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

Die weltwirtschaftlichen Wachstumspotenziale¹¹⁰ lagen insgesamt betrachtet dennoch eher in diesen Spitzentechnologiebranchen als in der Hochwertigen Technik, die in Deutschland sehr stark die Industrie- und FuE-Struktur dominiert (vgl. Abschnitt 2.4). Insbesondere die in der industriellen Breite FuE-aktiven größeren europäischen Volkswirtschaften haben ihre Ressourcen nicht so schnell für neue Spitzentechnologien mobilisieren können wie dies kleineren Ländern gelungen ist, die sich notgedrungen auf wenige Kompetenzbereiche konzentrieren müssen.

Tab. 2.3.1: Struktur der FuE-Ausgaben 2005 in der OECD-24

Sektor	Vertikalstruktur ¹ in %	Anteile von ... an der OECD-24				
	OECD	USA	JPN	GER	FRA*	GBR
Spitzentechnologie	41,3	48,9	17,4	6,3	5,1	5,2
Pharmazeutika	12,3	54,8	12,9	6,0	5,2	8,4
Büromaschinen/EDV	3,9	24,3	58,4	3,0	1,1	0,6
Nachrichtentechnik	13,7	42,1	17,4	5,3	4,2	1,8
MSR-Technik	6,2	61,1	14,5	9,2	4,9	2,2
Luft- und Raumfahrzeuge	5,1	56,8	0,0	8,5	10,9	13,4
Hochwertige Technik	26,0	27,7	30,2	16,9	5,5	3,0
Industriechemikalien	5,0	31,7	26,7	13,1	5,8	3,9
Maschinenbau	5,8	28,4	28,0	15,6	3,9	3,9
Elektrotechnik	3,1	15,4	52,9	8,2	5,9	4,2
Automobilbau	11,6	27,0	28,0	21,8	6,1	2,0
übrige Fahrzeuge	0,6	69,0	3,9	7,7	3,4	1,5
Übrige Industriezweige	9,1	36,2	23,1	6,7	6,0	3,4
Dienstleistungen	21,8	58,9	8,9	3,9	1,8	4,2
übrige Wirtschaft	1,9	17,4	17,6	2,7	13,7	3,6
Insgesamt	100,0	43,8	19,4	8,5	4,8	4,2

OECD-24: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, GRE, ESP, SWE, FIN, AUT, ISL, NOR, POL, HUN, CZE, CAN, USA, MEX, JPN, KOR, AUS. - *) 2004 statt 2005.

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

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

Die USA, die strukturell sowieso schon intensiver in den Spitzentechnologiesektoren verhaftet waren, haben diesen Trend allerdings nutzen können und vor allem auf diesen Feldern in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ihre FuE-Kapazitäten wieder erheblich ausgebaut. Gerade weil die USA der

¹¹⁰ Vgl. Schumacher (2007).

Welt größter Lieferant von Spitzentechnikerzeugnissen sind, soll hier stichwortartig auf die kurzfristige Entwicklung in einzelnen Bereichen eingegangen werden.¹¹¹ Denn der FuE-Einbruch in der US-Wirtschaft zwischen 2000 und 2002 war mit hoher, weltwirtschaftlich relevanter Turbulenz verbunden. Andererseits ist der Wiederanstieg der FuE-Ausgaben seither vergleichsweise verhalten:

- Negativ betroffen waren vor allem die FuE-Kapazitäten in der Elektronik (IuK-Wirtschaft und Telekommunikation), die 2002 um fast 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. 2006 lagen die FuE-Ausgaben in diesem Sektor immer noch leicht unter dem Niveau von 2001.
- Der gleichzeitig sehr starke Zuwachs bei Informations- und Telekommunikationsdienstleistungen hat das Minus in der Medientechnik/Elektronik etwa zur Hälfte ausgeglichen.¹¹²
- Aus konjunkturellen Gründen waren die FuE-Kapazitäten im Maschinenbau zunächst recht scharf zurückgestutzt worden. Sie lagen 2003 knapp 7 % niedriger als im Jahr 2000. Die Erholung ist seither sehr kräftig ausgefallen (+35 % bis 2005).
- Der amerikanische Automobilbau hatte aus strukturellen Gründen – Unternehmenszusammenschlüsse, Standortverlagerungen - mit FuE-Kapazitätseinschnitten zu tun (fast 20 % bis 2002), von denen bis 2005 nur ein Drittel ausgeglichen werden konnte.
- 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 ein Viertel darüber. Der Trend geht weiter nach oben. Im Luft- und Raumfahrzeugbau ist das FuE-Niveau des Jahres 2000 hingegen schon 2003 wieder um 50 % übertroffen worden und damit auf dem Niveau der 90er Jahre, allerdings schwanken die FuE-Ausgaben in diesem Sektor sehr stark.
- Im US-Instrumentenbau gingen die FuE-Kapazitäten in dem betrachteten Zeitraum nur wenig nach unten, wurden ab 2001 wieder ausgeweitet, zeigen jedoch keine Dynamik verharren auf dem hohen Niveau von 1999.

Zusammengefasst zeigt sich, dass der Rückgang der FuE-Kapazitäten in der US-Wirtschaft von 2000 auf 2001/2002 geradezu schockartig fast alle Wirtschaftszweige erfasst hatte, die Dienstleistungen ausgenommen. New Economy-Krise, Rezession und der 11. September 2001 dürften einander verstärkt haben. Aus US-Sicht verbleiben der Elektronik-/IuK-/Medientechniksektor sowie der Automobilbau, z. T. auch der Instrumentenbau als „Problemfälle“, die sich den statistischen Meldungen an die OECD zufolge noch nicht wieder vollständig erholt haben. Für diese Industriezweige wird die Entwicklung auch sorgenvoll kommentiert. Die meisten anderen sind – von einem niedrigeren Niveau 2002 aus startend – FuE-mäßig wieder im Aufwärtstrend.

¹¹¹ Vgl. OECD, ANBERD database sowie verschiedene Mitteilungen von SRS.

¹¹² Zu dieser „Verlagerung“ können zum einen echte Auslagerungen von FuE in spezialisierte Dienstleistungsunternehmen, zum anderen aber auch statistische Effekte (Schwerpunktwechsel von forschenden Industrieunternehmen in den Dienstleistungssektor) beigetragen haben.

Konjunktur und Wachstumserwartungen

Neben dem strukturellen Trend der Verlagerung zu Gunsten von Spitzentechnologien und Dienstleistungen wurde in den 90er Jahren die konjunkturelle Abhängigkeit der FuE-Anstrengungen in der Wirtschaft deutlicher sichtbar.¹¹³ Die zyklische Komponente von FuE ist lange Zeit durch die starke Trendkomponente in den 80er Jahren und gegen Ende der 90er Jahre, als FuE in der Wirtschaft allenthalben schneller ausgeweitet wurde als das gesamtwirtschaftliche Produktionspotenzial, überlagert worden. Sie wurde erst spürbar, als der Trend gestoppt war, d. h. die großen Volkswirtschaften an die Marke von 3 % bei der FuE-Intensität gestoßen waren, die damals vielfach als „Schallmauer“ angesehen wurde. Gedämpfte Wachstumserwartungen zu Beginn der 90er Jahre für die kurze und mittlere Sicht hatten den Unternehmen eine vorsichtigere FuE-Politik nahegelegt: Die Rentabilität von FuE-Projekten schien angesichts hoher Realzinsen zu unsicher. Mit der Verbesserung der Wachstumsperspektiven für die zweite Hälfte der 90er Jahre hat die FuE-Intensität in vielen Ländern wieder angezogen, insbesondere in den wachsenden Regionen Amerikas und Asiens. Ähnlich ist die Entwicklung seit dem weltwirtschaftlichen Aufschwung 2003/2004 verlaufen.

Die in den meisten OECD-Ländern seit geraumer Zeit beobachtete weitgehende Parallelität in der Entwicklung 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. Prozyklische unternehmerische FuE-Aktivitäten haben mehr Gewicht erhalten, wobei sie kurzfristig nach unten und oben recht elastisch, d. h. überdurchschnittlich stark, reagieren. Die frühere 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.¹¹⁴ Denn die Beteiligung an FuE ist eine immer wichtigere Grundvoraussetzung für Innovationen geworden.

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

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

¹¹⁴ Vgl. Rammer, Blind u. a. (2007).

in der Wirtschaft ein flacher FuE-Anstieg bis hin zur Stagnation zu beobachten war und dass FuE auch in vielen anderen Ländern auf einem konjunkturell-angepassten Pfad verläuft, der nur vereinzelte Abweichungen nach oben zeigt. Es wird nur das an FuE betrieben, was der Kunde bezahlt.

Im Falle der USA dürfte es die konjunkturelle Komponente zusammen mit den höheren Wachstumsaussichten gewesen sein, die FuE in der Wirtschaft sowohl in der zweiten Hälfte der 90er Jahre als auch nach 2003 wieder nach vorne gebracht hat. Darüber hinaus weist die US-Industrieforschung in ihrem FuE-Portfolio schon immer eine stärkere Orientierung auf Spitzentechnologieforschung auf (Abschnitt 2.4), die - was die sektorale Entwicklung in der Pharmaindustrie, der Telekommunikation und der Elektronik angeht - in den 90er Jahren besonders expansiv war. Andererseits sind gerade auf dem Feld der IuK/Telekommunikation in den USA die FuE-Kapazitäten extrem stark nach unten angepasst worden, ohne dass der Aufschwung diesen Einschnitt bislang wieder hat auffangen können. Phasenweise gilt dies auch für andere Staaten, die stark von einzelnen Feldern der Spitzentechnik abhängig sind wie die nordischen Staaten. Deutschland hat in dieser Phase nicht so viel verloren – weil es in den betroffenen Spitzentechniksektoren nicht so viel zu verlieren hatte.

Staatliche Impulse

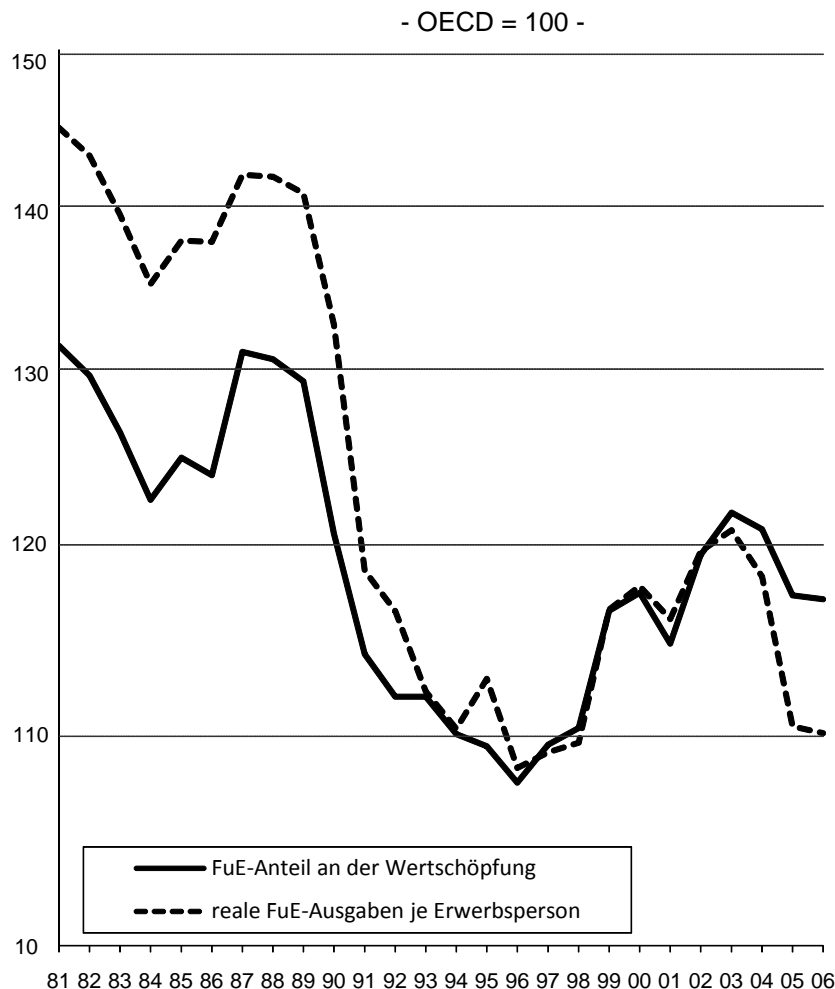
Die „**Hebelwirkung**“ öffentlicher Nachfrage und Unterstützungen ist in den 90er Jahren zunehmend schwächer ausgefallen. Dies hatte zum einen strukturelle, zum anderen aber auch haushaltspolitische – und damit im weitesten Sinne auch konjunkturelle – Gründe. Dass die Unternehmen hierauf auch positiv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

Seit Ende 2000 hat sich in den USA das Blatt jedoch wieder gewendet (Abschnitt 2.2.2) – und nicht nur dort. Der Staat sieht sich in vielen Ländern wieder stärker in der konjunktur-, wachstums- und strukturpolitischen Verantwortung und besinnt sich auf seine fundamentale Rolle in Bildung und Wissenschaft, in Forschung und Technologieentwicklung. Er hat einigermaßen Kurs gehalten. Dies hat sich weniger auf die Förderung von FuE in der Wirtschaft als vielmehr auf die FuE-Aktivitäten des Staates in den eigenen Reihen ausgewirkt, mit besonderer Akzentuierung in den USA, aber auch in anderen Ländern (Abb. 2.2.5). Treibende Kraft in den USA sind exzessiv ausgeweitete Gesundheits- und Militärforschungsmittel, die bislang jedoch noch nur wenig auf die FuE-Kapazitätsbildung in der Wirtschaft durchgeschlagen haben (Maschinen- sowie Luft- und Raumfahrzeugbau, Pharmazie). Insofern hat der Staat dort kompensatorisch eingegriffen. Inwieweit dies letztlich zur Verdrängung von privaten FuE-Aktivitäten geführt hat, muss abgewartet werden. In Europa ist jedoch zusätzlich zu vermelden, dass parallel zu Kontinuität beim staatlichen FuE-Engagement die Wirtschaft selbst bei einem wenig expansiven gesamtwirtschaftlichen Kurs FuE voran treibt – Deutschland liegt in dieser Beziehung allerdings deutlich zurück. Ein beschleunigter Kurswechsel soll jedoch durch die „High Tech-Strategie“ der Bundesregierung erzielt werden.

2.3.3 FuE-Position der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich

Deutschlands Wirtschaft produziert überdurchschnittlich forschungsintensiv (vgl. Abb. 2.3.4). Ob mit der Wertschöpfung im Unternehmenssektor oder mit den Erwerbspersonen verglichen – die FuE-Intensität liegt rund 10 bis 15 % oberhalb des OECD-Durchschnitts. Die Relation hat sich sogar nach Ende der Talfahrt zu Beginn der 90er Jahre bis 2003 wieder leicht verbessert. Allerdings war Deutschlands Wirtschaft Ende der 80er Jahre deutlich besser positioniert: Damals lagen die realen industriellen FuE-Ausgaben bezogen auf die Erwerbspersonen um 40 %, im Vergleich zur Wertschöpfung 25 bis 30 % oberhalb des Durchschnitts der westlichen Industrieländer. 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.

Abb. 2.3.4: FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2006 im Vergleich*



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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen des NIW.

- Der Positionsverlust Deutschlands bei FuE zu Beginn der 90er Jahre ist – rechnerisch - nur zu einem geringen Teil auf die Vereinigung beider deutscher Staaten zurückzuführen, denn der Rückbau der FuE-Kapazitäten der Wirtschaft hatte bereits eher begonnen und sich auch in Westdeutschland zunächst stark beschleunigt. Vielmehr dürften die indirekten ökonomischen Effekte der deutschen Einheit, die im Gefolge staatlicher Transferprogramme den konsumtiven Bereichen starke Nachfrageimpulse verliehen hatten, das FuE-Verhalten der Industrie negativ beeinflusst haben. Verstärkt wurden diese Effekte dadurch, dass die technologieintensiven Investitionsgüterindustrien von der weltweiten Rezession mit ihren Auswirkungen auf die Investitions- und Innovationsneigung in Deutschland betroffen waren. Bei FuE handelt es sich um langfristige Prozesse, die man ohne Schaden zu nehmen nicht einfach unterbrechen darf, nur weil gerade mal deutsche Wiedervereinigung ist oder eine konjunkturelle Flaute herrscht.
- Im zweiten Drittel der 90er Jahre hat sich in Deutschland bei industrieller FuE eine Trendwende vollzogen. Im Wettbewerb mit anderen hochentwickelten Volkswirtschaften waren allerdings zwei bis drei Jahre ins Land gegangen, bis in Deutschland die Investitionen in neues Wissen wieder in dem Tempo angestiegen sind, das andere Volkswirtschaften vorgelegt haben. Deutschlands Wirtschaft in den 90er Jahren hat wie ein Nachzügler agiert, konnte immerhin aber einen Teil des Dynamikrückstandes wett machen.
- Im neuen Jahrzehnt ist FuE nur Mitläufer. Eine „konjunkturneutrale“ Aufstockung der industriellen FuE-Kapazitäten – und nichts anderes bedeutet die seit einigen Jahren etwa konstante FuE-Intensität in der Wirtschaft – dürfte angesichts des Kapazitätsrückbaus der ersten Hälfte der 90er Jahre und des geringen Wachstumstempos im neuen Jahrhundert keinesfalls ausreichen. Eine konjunkturelle Anpassung bedeutet für sich genommen keine trendmäßige, substantielle Verbesserung – insbesondere in einer Situation, in der die Unternehmen in vielen anderen Volkswirtschaften ihre FuE-Anstrengungen schon wieder nachhaltig erhöht haben.
- Zwar hat der zeitweise kräftige FuE-Kapazitätsabbau in der US-Wirtschaft die FuE-Dynamik der OECD-Länder insgesamt sehr stark gebremst. Dies bedeutet rechnerisch eine „Aufwertung“ aller anderen Länder, selbst wenn diese in diesem Zeitraum stagnierten oder in den letzten Jahren nur langsam voran kommen - wie seit 2000/2001 die Wirtschaft in den meisten großen europäischen Ländern (vgl. Tab. 2.1.1). Die deutsche Wirtschaft erhöhte ihr FuE-Niveau ebenfalls nur in mäßigem Tempo (0,9 % p. a. bis 2003) und hält auch weiterhin mit der internationalen Dynamik außerhalb der USA nicht mehr Schritt. Nimmt man die USA aus, dann hat die deutsche Wirtschaft ihre Position seit 2000 gegenüber den meisten Weltregionen verschlechtert. Denn ab 2004 im Schnitt lag die Ausweitung der FuE-Kapazitäten im Wirtschaftssektor der OECD-Länder außerhalb der USA bis 2006 bei 4,8 %; hiervon ist die deutsche Wirtschaft (1,9 %) sehr weit entfernt. Der Substanzverlust der ersten Hälfte der 90er Jahre zeigt immer noch Spuren. Der Rückstand ist nach wie vor in gleicher Größenordnung vorhanden, er hat sich in den letzten Jahren zudem wieder erhöht. Es wäre zumindest ein Teilerfolg, wenn die Dynamik der übrigen europäischen Länder gehalten werden könnte. Zudem haben auch die USA seit 2004 das FuE-Tempo wieder erhöht.
- Die Bedeutung der deutschen Wirtschaft für FuE in der Weltwirtschaft hat sich stark reduziert: Anfang der 80er Jahre belief sich ihr Anteil an den FuE-Aufwendungen im OECD-Raum auf 12 %, Anfang der 90er Jahre noch auf über 10 %. Mittlerweile hat sich der OECD-Raum erweitert. Bereits aus diesem Grund muss man mit zusätzlichen Konkurrenten rechnen, die den gleichen weltwirtschaftlichen Regeln ausgesetzt sind und mit entsprechenden Anstrengungen im

Technologiewettbewerb antreten. Zusätzlich sind Mitstreiter aus anderen Weltregionen, meist aus Asien hinzugekommen (vgl. Abschnitt 2.3.4). Rechnet man die dort bestehenden und neu errichteten FuE-Kapazitäten hinzu, dann hat sich die weltwirtschaftliche Bedeutung der deutschen Wirtschaft für FuE, also für die Ausweitung des technologischen Wissens, bis 2005 gegenüber Anfang der 80er Jahre auf ungefähr 7 % deutlich reduziert.

Trotz aller kritischen Bemerkungen: In Deutschland hat die Wirtschaft FuE seit einigen Jahren wieder etwas **mehr Aufmerksamkeit** geschenkt. Zumindest in dieser Beziehung ist offensichtlich im letzten Drittel der 90er Jahre wieder eine Verbesserung der Ausgangslage für FuE eingetreten. Die ansatzweisen FuE-Steigerungen gerade bei Großunternehmen in Spitzentechnikbereichen¹¹⁵ dürften mit einer wieder etwas stärkeren mittelfristig-strategischen Orientierung der Industrieforschung zusammenhängen. Aus den Fehlern in der ersten Hälfte der 90er Jahre sollte gelernt worden sein - auch und gerade vor dem Hintergrund der wieder etwas schnelleren Ausweitung des Produktionspotenzials zwischen 2005 und 2007.

Allerdings setzt die sich abzeichnende Rezession der Weltwirtschaft wieder neue Rahmendaten, die angesichts der starken Exportabhängigkeit des deutschen Innovationssystems **und** der zyklischen Reaktionen unternehmerischer FuE **und** der (offensichtlich) besonderen Betroffenheit des Automobilbaus durchaus zu recht scharfen Revisionen der FuE-Pläne nach unten bzw. zu einer stark verzögerten Umsetzung der Pläne führen können. Dies ist eine ernsthafte Nagelprobe für das deutsche Innovationssystem. Leistet es einen eigenständigen Beitrag zur Stärkung der binnenwirtschaftlichen Wachstumskräfte?

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

Exkurs: FuE in der Wirtschaft, Exportorientierung und weltmarktrelevante Patente

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

Produktion, Diffusion und Anwendung von Wissen sind keine „Einbahnstraßen“, sondern rekursive Prozesse, sie bedingen einander. Das Erfindungs- und Innovationsverhalten der Unternehmen ist daher keineswegs nur an den wissenschaftlichen und technologischen Möglichkeiten orientiert, sondern immer stärker an den Märkten. Rein technologische Ziele (wie bspw. „Technologieführerschaft“) spielen als Innovationsstrategie nur noch in geringem Umfang eine Rolle. Dies kommt

¹¹⁵ Vgl. Legler, Grenzmann, Marquardt (2005).

auch durch die in den meisten Ländern an die wirtschaftliche Dynamik angepasste FuE-Entwicklung in der Wirtschaft zum Ausdruck. Mit der Marktorientierung der FuE- und Innovationsprozesse wird der Schutz des technologischen Wissens und der Innovationen immer wichtiger.¹¹⁶ Auf der anderen Seite ist die Beanspruchung von **Schutzrechten** auch ein Zeichen dafür, dass die Unternehmen technische Fortschritte erzielt haben oder mit neuen oder differenzierten Angeboten auf den Markt kommen. Daher haben Schutzrechtsstatistiken z. T. auch eine gewisse Indikatorfunktion für technologische Neuerungen sowie neue (oder auch nur marginal differenzierte) Produkte und Dienstleistungen.

Marktrelevante FuE- und Erfindungstätigkeit spiegelt sich daher zu einem Teil in Patenten wider, insbesondere in der Verarbeitenden Industrie. Patente werden in der Regel in einem frühen Stadium des Innovationsprozesses angemeldet, bei der Erfindung des grundsätzlichen technischen Prinzips. Greifbare Produkte müssen zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorliegen. Patente sind daher ein „Frühindikator“ dafür, wo und wie viel neues, potenziell kommerziell verwertbares Wissen entstanden ist („Throughput“).¹¹⁷ Patente sind im internationalen Technologiewettbewerb jedoch auch ein strategisches Instrument.¹¹⁸ Es ist deshalb schwierig, den ökonomischen Wert von Patenten zu ermitteln. Denn nicht jede technologische Neuerung ist patentierbar, auch wird nicht jede patentierfähige Neuerung zum Patent angemeldet. Die Patentierneigung differiert zudem von Branche zu Branche und von Unternehmen zu Unternehmen und von Zeit zu Zeit. Weiterhin ist das Patentrecht international nicht immer vergleichbar.

Von daher können die verwendeten statistischen Methoden der Erhebung des Niveaus, der Struktur und der Entwicklung des Patentaufkommens großen Einfluss auf die Ergebnisse nehmen. Kritisch ist bei international vergleichenden Analysen vor allem die Auswahl des geeigneten Wirtschaftsraumes, für den Schutz beansprucht wird, um „Heimvorteile“ weitgehend auszuschalten.¹¹⁹ Ein wichtiges Kriterium, die Spreu vom Weizen zu trennen, ist die Weltmarktrelevanz von Patenten. Erfinder beantragen in der Regel zunächst bei der heimischen Behörde Patentschutz und suchen erst in zweiter Linie im Ausland um Schutz nach – allerdings für einen deutlich geringeren Anteil von Erfindungen, denen auch ein entsprechender ökonomischer Wert beigemessen wird. Denn der zusätzliche Patentschutz verursacht Kosten. Als weltmarktrelevante Patente werden daher solche definiert, die sowohl beim Europäischen, Amerikanischen und Japanischen Patentamt angemeldet werden.¹²⁰ Damit verschwindet einerseits der regionale Einfluss auf das Patentverhalten; zudem wird gleichzeitig eine gewisse „Qualitätskontrolle“ eingeführt: „Triade-Patente“ repräsentieren Erfindungen mit besonders hoher technischer und wirtschaftlicher Bedeutung, sie gelten als Indiz für Expansionsmöglichkeiten auf innovativen Märkten. Gleichzeitig spiegeln sie die internationale Ausrichtung der anmeldenden Unternehmen wider. Es ist somit in Rechnung zu stellen, dass neben der technologischen Leistungsfähigkeit und den FuE-Aktivitäten (vgl. Abb. 2.3.5) auch (weltmarkt-)strategische Aspekte der Geschäftspolitik eine Rolle spielen.

¹¹⁶ Vgl. zum Folgenden Rammer, Blind u. a. (2007).

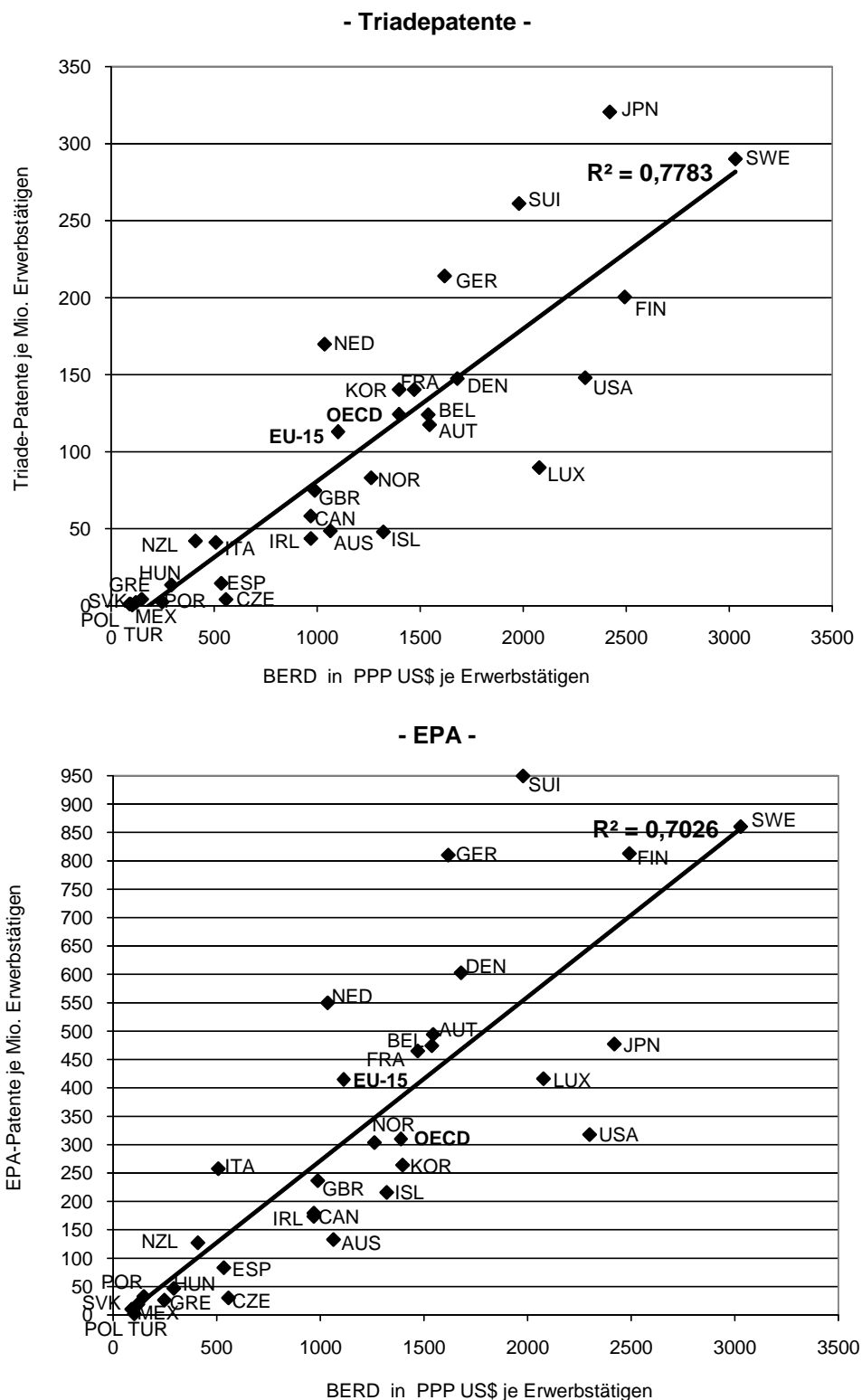
¹¹⁷ Vgl. Grupp (1997).

¹¹⁸ Vgl. Blind u. a. (2003).

¹¹⁹ Zur Rolle des „Heimvorteils“ kann man Zusammenstellungen der OECD (2001, 2002) zu Rate ziehen: Der Heimvorteil wirkt sich vor allem auf die europäischen Länder sowie auf Japan aus. Während die EU-Länder bspw. am Europäischen Patentamt (EPA) knapp die Hälfte aller Patente anmelden, kommt aus Japan etwa jedes sechste Patent. Nimmt man die von der OECD berechneten „Triadefamilien“, dann werden Japan 27 % zugerechnet, den EU-Ländern hingegen nur knapp ein Drittel. Hinsichtlich der Bedeutung der USA macht es kaum einen Unterschied, welches Verfahren gewählt wird. OECD (2001, 2002).

¹²⁰ Vgl. Grupp u. a. (1997).

Abb. 2.3.5: Zum Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen (BERD) und Patentanmeldungen 2005



Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2008/2). - Berechnungen des NIW.

Der Zusammenhang ist glasklar: Die Triadepatentintensität hängt im Vergleich der OECD-Länder untereinander sehr eng mit der FuE-Intensität der Wirtschaft zusammen. Dennoch gibt es Länder, die – gemessen an ihren FuE-Anstrengungen – deutlich hervorragen: Japan, die Schweiz, Deutsch-

land und den Niederlanden hätte man entschieden weniger Anmeldungen von weltmarktrelevanten Erfindungen „zugetraut“; sie melden rund 50 % mehr Patente an als es dem internationalen „Normalmuster“ entspräche. Umgekehrt erreichen Finnland und die USA bei weltmarktrelevanten Patenten bei weitem nicht jene Zahl, die man nach ihren FuE-Aktivitäten erwarten konnte. Die Exportorientierung und die Wirtschaftsstruktur – die „Patenterträge“ je FuE-Einheit sind von Branche zu Branche sehr verschieden – spielen hier eine Rolle.

Hochsignifikante Zusammenhänge gibt es auch, wenn man die FuE-Aktivitäten mit den Patentaktivitäten auf dem größten Regionalmarkt – dem europäischen, repräsentiert durch das EPA – vergleicht. Allerdings weicht das Patentverhalten einzelner Länder doch sehr stark von dem ab, was man bei den weltmarktrelevanten Patentanmeldungen beobachten kann: Grundsätzlich suchen die europäischen Länder der Tendenz nach relativ mehr Schutz für Erfindungen als ihnen nach den FuE-Aktivitäten „zustände“. Auch Finnland zählt nun zu denjenigen Patentanmeldern, die man nach der FuE-Intensität unter- und nicht überschätzen würde. Japan und die USA hängen hingegen weit zurück.

Die deutsche Wirtschaft rangiert sowohl bei den Triade-, als auch bei den EPA-Patenten sehr weit vorne. Dies mag vor allem mit ihrer sehr starken Exportorientierung zusammenhängen, aber auch mit einer zahlenmäßig sehr „patentträchtigen“ Wirtschaftsstruktur: Im Sektor der Hochwertigen Technik, der Deutschlands FuE-Portfolio stark dominiert (Abschnitt 2.4), fallen grundsätzlich mehr Patente je FuE-Input an als in der Spitzentechnologie. Andererseits spricht die hohe Patentintensität nicht dagegen, dass Deutschlands Innovationssystemrecht effizient neues technologisches Wissen in Erfindungen mit Weltmarktrelevanz und letztlich auch in Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung umsetzen kann. Vom „Exportweltmeister“ sollte man das eigentlich erwarten.

2.4 FuE-Sektoralstruktur im internationalen Vergleich

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

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

orientiert. Im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten deutlich weniger stark von FuE-Aufwendungen ab als in der Industrie.¹²¹

In Deutschland gibt es - wie bspw. in Japan, Korea und Frankreich, aber auch bspw. in Schweden und Finnland - im Dienstleistungssektor im Vergleich zu anderen Ländern immer noch beträchtliche „FuE-Lücken“. Hier dürften Erfassungsprobleme sowie Zuordnungen von Dienstleistungstätigkeiten zu Wirtschaftssektoren eine große Rolle spielen.¹²² So werden bspw. in Norwegen, Dänemark, Irland, Australien, Kanada und den USA ein Drittel bis die Hälfte der FuE-Aktivitäten im Dienstleistungssektor durchgeführt. Offensichtlich gibt es sehr verschiedene „Kulturen“, die gewiss mit der jeweiligen historischen Bedeutung des Dienstleistungs- bzw. Industriesektors für die wirtschaftliche Entwicklung zu tun haben: Je größer traditionell das Gewicht des Dienstleistungssektors, je differenzierter die FuE-Arbeitsteilung zwischen Dienstleistungen und Industrie, desto stärker findet FuE auch im Dienstleistungssektor statt und hat dort auch statistisch seine Heimat.¹²³

In der Industrie wiederum gibt es beachtliche Unterschiede in der Beanspruchung von FuE, die mit der technologischen Ausrichtung der Volkswirtschaften zu tun haben. Als ein Maßstab für die technologische Ausrichtung einer Volkswirtschaft kann der Anteil an FuE in **forschungsintensiven Industrien**¹²⁴ herhalten.

- Die Spitzentechnologie enthält Gütergruppen, die im Durchschnitt der 19 größten OECD-Länder einen Anteil der internen FuE-Ausgaben von über 7 % am Umsatz haben.
- Die Hochwertige Technik¹²⁵ umfasst Güter, die im Durchschnitt der 19 größten OECD-Länder einen Anteil der internen FuE-Ausgaben von 2½ bis 7 % am Umsatz haben.
- Beide Güterbereiche zusammengenommen bilden den Sektor der Industrie, in dem am Weltmaßstab gemessen überdurchschnittlich forschungsintensiv produziert wird.

Die Differenzierung zwischen Spitzen- und Hochwertiger Technik ist keineswegs in dem Sinne als Wertung zu verstehen, dass der Bereich der Hochwertigen Technik mit dem Siegel „älter“ und „weniger wertvoll“ zu versehen sei, und Spitzentechnologie „neu“, „modern“ und „wertvoller“: Die Differenzierung erfolgt aus analytischem Grunde: Die Gruppen unterscheiden sich signifikant durch die Höhe der FuE-Intensität. Die Güter der Spitzentechnologie weisen zudem nicht nur die höchste FuE-Intensität auf, sondern haben häufig auch „Querschnittsfunktion“ (z. B. IuK-Technologien, Bio- und Gentechnologie) und unterliegen vielfach staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage (z. B. Raumfahrtindustrie) oder Importschutz. Der Spitzentechnologiebereich lenkt in allen Industrienationen das spezielle Augenmerk staatlicher Instanzen auf sich, die mit ihrer Förderung nicht nur technologische, sondern zu einem großen Teil auch eigenständige staatliche Ziele (äußere Sicherheit, Gesundheit usw.) verfolgen.

¹²¹ Vgl. z. B. Preissl (2000).

¹²² Vgl. OECD, S&T Outlook (2000).

¹²³ Auffällig ist, dass eine Reihe von Ländern, in denen die FuE-Kapazitäten stark im (Wieder-)Aufbau begriffen sind, hohe FuE-Anteile des Dienstleistungssektors aufweisen: Tschechien, Griechenland, Island, Luxemburg, Mexiko, Neuseeland, Portugal, Slowakei.

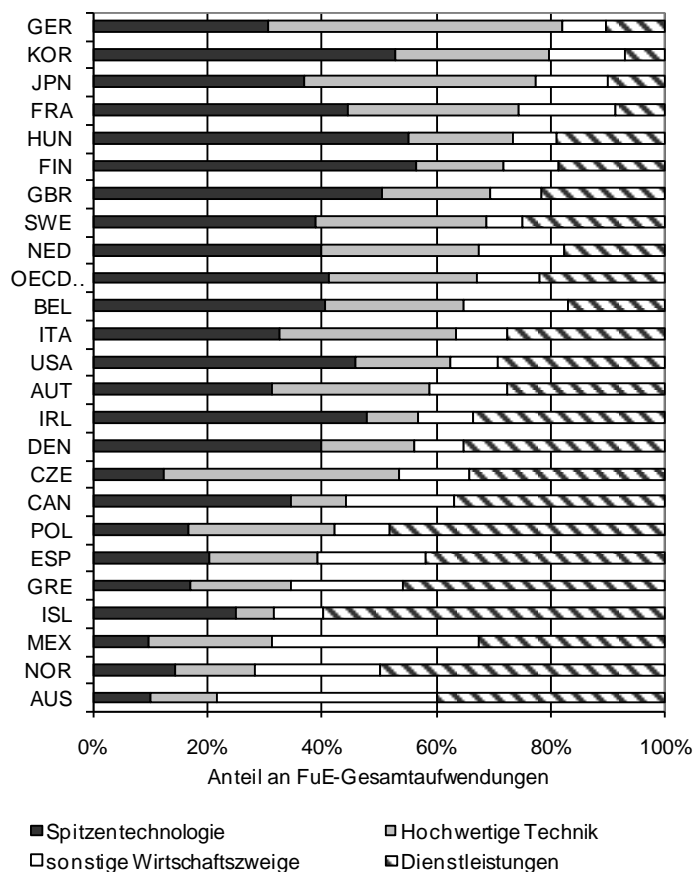
¹²⁴ Zur Abgrenzung von forschungsintensiven Industrien vgl. Legler, Frietsch (2006).

¹²⁵ Auf Wunsch des Herausgebers der Studien zum Deutschen Innovationssystem, der Expertenkommission für Forschung und Innovation, wird in dieser Studienreihe der Terminus „Hochwertige Technik“ synonym für den in der Originalstudie von Legler, Frietsch (2006) geprägten Begriff „gehobene Gebrauchstechnologie“ verwendet.

Schwerpunkte der FuE-Aktivitäten

In den OECD-Ländern wurden insgesamt im Jahr 2005: 76 % der gesamten internen FuE-Ausgaben in der Verarbeitenden Industrie aufgewendet, über 67 % allein von der forschungsintensiven Industrie. Auf den Dienstleistungsbereich entfallen knapp 22 %. Die sonstige Wirtschaft, worunter die nicht-forschungsintensive Industrie, die Energie- und Wasserversorgung, das Baugewerbe sowie die Landwirtschaft subsummiert sind, tätigte 2 % der FuE-Ausgaben.

Abb. 2.4.1: Internationaler Vergleich der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2005



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

Deutschland weicht stark von der Struktur des Durchschnitts ab. Mit gut 82 % erreicht die forschungsintensive Industrie den höchsten Anteil der FuE-Aufwendungen unter den darstellbaren Ländern, im Dienstleistungsbereich mit lediglich 10 % einen sehr niedrigen Anteil, knapp hinter Korea, Japan und Frankreich, wo dieser Sektor auf rund 8 bis 10 % der FuE-Aufwendungen kommt (vgl. Abb. 2.4.1 und Tab. 2.4.1). Schwerpunkt bildet in Deutschland seit Jahren der Sektor Hochwertige Technik, der knapp 52 % der FuE-Aufwendungen auf sich vereint. Ein ähnlich hohes Gewicht dieses Sektors ist in den OECD-Ländern (Durchschnitt: 26 %) auch nicht nur annähernd zu finden. In vielen anderen Ländern werden zudem im Spitzentechnologiesektor deutlich mehr FuE-Mittel verwendet als im Sektor Hochwertige Technik. In den USA sticht der enorm hohe Anteil des Dienstleistungssektors an den FuE-Aufwendungen (27½ %) im Vergleich zu Deutschland und Japan hervor. Dies mag zum einen auch die Stärke der USA im Spitzentechnologiesektor begünstigen, denn die Verflechtungen zwischen hochwertigen Dienstleistungen und Spitzentechnologieprodukti-

on sind besonders intensiv. Ein gewisser Teil ist aber auch auf unterschiedliche Erfassungs- und Zuordnungssystematiken in der FuE-Statistik zurückzuführen.¹²⁶ Ähnliche Argumente gelten für Kanada, Dänemark, Norwegen und Australien, wo der Dienstleistungs-FuE-Anteil über 35 %, teils sogar über 40 % beträgt.

Tab. 2.4.1: Deutschlands industrielle FuE-Struktur im internationalen Vergleich 1991 bis 2005

	OECD ¹							Deutschland															
	Vertikalstruktur ² in %															Horizontalstruktur ³ in %							
Sektor	1991	1995	1997	1999	2001	2003	2005	1991	1995	1997	1999	2000	2001	2003	2005	1991	1995	1997	1999	2001	2003	2005	
Spitzentechnologie	42,1	42,6	44,5	40,0	39,1	39,1	41,3	34,9	32,9	33,9	30,5	29,0	29,3	30,2	30,6	8,8	6,9	6,5	6,7	6,4	6,8	6,3	
Pharmazeutika*	6,8	8,1	8,1	7,9	7,4	9,0	12,3	5,6	4,7	6,5	6,2	6,3	6,3	8,0	8,8	8,8	5,2	6,8	6,9	7,3	7,8	6,0	
Büromaschinen/EDV	7,9	5,8	8,1	5,3	5,2	4,7	3,9	4,9	3,9	2,3	1,9	1,6	1,7	1,4	1,4	6,6	6,1	2,4	3,2	2,8	2,5	3,0	
Nachrichtentechnik*	11,5	13,6	14,5	13,2	15,8	12,8	13,7	14,5	10,1	11,3	10,8	9,8	10,4	8,7	8,5	13,4	6,7	6,7	7,2	5,7	5,9	5,3	
MSR-Technik	5,6	6,5	6,4	7,3	6,8	6,9	6,2	1,7	6,0	5,2	5,0	5,3	6,7	7,1	6,8	3,2	8,3	6,9	5,9	8,5	8,9	9,2	
Luft- und Raumfahrzeuge	10,2	8,6	7,4	6,3	4,0	5,6	5,1	8,1	8,2	8,5	6,6	5,9	4,2	5,1	5,1	8,5	8,5	9,8	9,3	9,1	7,9	8,5	
Hochwertige Technik	30,4	30,9	29,1	27,8	26,5	26,3	26,0	53,0	54,4	51,8	52,8	54,8	53,7	53,6	51,6	18,6	15,8	15,1	16,7	17,4	17,8	16,9	
Industriechemikalien	8,3	7,4	6,5	6,0	5,4	5,1	5,0	14,2	13,4	12,2	10,7	10,4	10,0	8,7	7,7	18,2	16,3	16,0	15,9	16,1	14,9	13,1	
Maschinenbau	5,5	6,0	5,9	5,5	5,5	5,4	5,8	10,5	11,4	11,0	10,1	10,0	10,4	9,9	10,7	20,5	17,0	15,8	16,1	16,3	16,0	15,6	
Elektrotechnik	5,5	4,8	4,4	3,8	3,8	3,0	3,1	10,3	7,2	3,0	3,0	2,9	3,2	2,8	3,0	19,9	13,4	5,9	7,1	7,1	8,2	8,2	
Automobilbau	10,7	12,2	11,9	11,9	11,2	12,2	11,6	17,5	21,3	24,2	28,0	30,7	29,3	31,8	29,8	17,4	15,6	17,3	20,7	22,5	22,8	21,8	
übrige Fahrzeuge	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,4	1,0	1,3	0,9	0,8	0,8	0,4	0,5	12,4	20,2	25,0	12,0	9,6	6,8	7,7	
Übrige Industriezweige	11,1	10,4	10,0	8,8	8,7	8,7	9,1	8,2	8,0	7,7	7,6	7,5	7,4	7,1	7,1	7,9	6,9	6,5	7,5	7,4	7,1	6,7	
Dienstleistungen**	14,2	13,9	14,1	20,8	24,0	24,1	21,8	2,4	3,6	5,4	8,2	7,9	9,0	8,5	10,1	1,8	2,3	3,3	3,5	3,2	3,1	3,9	
übrige Wirtschaft	2,0	2,2	2,3	2,6	1,8	1,8	1,9	1,6	1,2	1,1	1,0	0,8	0,6	0,5	0,6	8,4	4,7	4,2	3,4	3,1	2,7	2,7	
Insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	10,7	9,0	8,5	8,8	8,6	8,7	8,5	

*) Entwicklung bis 2003 in der OECD leicht unterschätzt. - **) Entwicklung bis 2003 in der OECD leicht überschätzt.

1) 1991: 17 große Länder, ab 1995: 24 große Länder.

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

3) Anteil Deutschlands an den 17 bzw. 24 großen OECD-Ländern in %.

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

Was macht unter wirtschaftsstrukturellen Gesichtspunkten bei FuE eigentlich in der Industrie die Unterschiede zwischen Deutschland und den übrigen Ländern aus? Vor allem sind es (vgl. Abb. 2.4.2, Tab. 2.4.1)

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

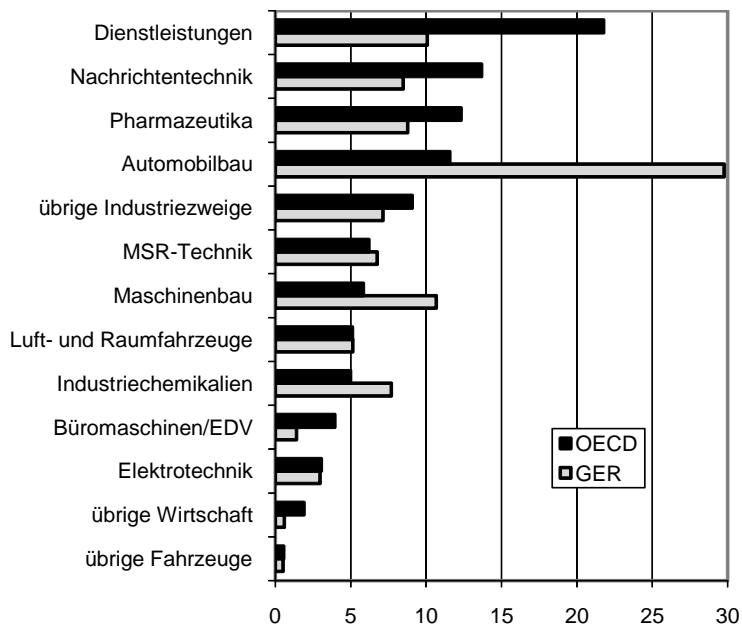
Dies gilt nicht nur für den aktuellen Querschnitt, sondern meist auch für das FuE-Wachstum seit Mitte der 90er Jahre:

- So ist der FuE-Kapazitätszuwachs im deutschen Automobilbau herausragend hoch: Über die Hälfte des Zuwachses an FuE-Kapazitäten in Deutschland ist seit 1995 im Automobilbau entstanden; 22 % der OECD-Automobil-FuE-Kapazitäten hat in Deutschland ihren Standort. Damit ist das „deutsche Innovationssystem“ immer stärker von diesem Industriezweig abhängig. Er allein hat schon dafür gesorgt, dass die FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft noch überdurchschnittlich hoch ist. Zudem gibt es eine vergleichsweise hohe FuE-Dynamik im Instrumen-

¹²⁶ Beginnend ab Berichtsjahr 2004 hat es in den USA eine Revision der sektoralen Zuordnung der FuE-Ausgaben gegeben. Danach ist rund ein Viertel der bis dahin als Dienstleistungs-FuE gebuchten Aktivitäten dem Verarbeitenden Gewerbe, darunter vor allem der Pharmazeutischen Industrie und der IuK-/Nachrichtentechnik gut geschrieben worden.

tenbau und in der Pharmazeutischen Industrie. Während jedoch die Pharmaindustrie zu den Zweigen gehört, die einen zunehmenden Anteil an den FuE-Ressourcen der Weltwirtschaft beansprucht, nimmt die globale Bedeutung von Instrumentenbau-FuE eher ab. Zudem hat Deutschland das weltweite FuE-Tempo in der Pharmazeutischen Industrie nicht halten können.

Abb. 2.4.2: *Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit in Deutschland und in den wichtigsten Industrieländern 2005*



OECD-24: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, GRE, ESP, SWE, FIN, AUT, ISL, NOR, POL, HUN, CZE, CAN, USA, MEX, JPN, KOR, AUS.

Anteil der sektoralen FuE-Aufwendungen an den FuE-Aufwendungen insgesamt in %.

Quelle: ANBERD Database. – STI Database. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

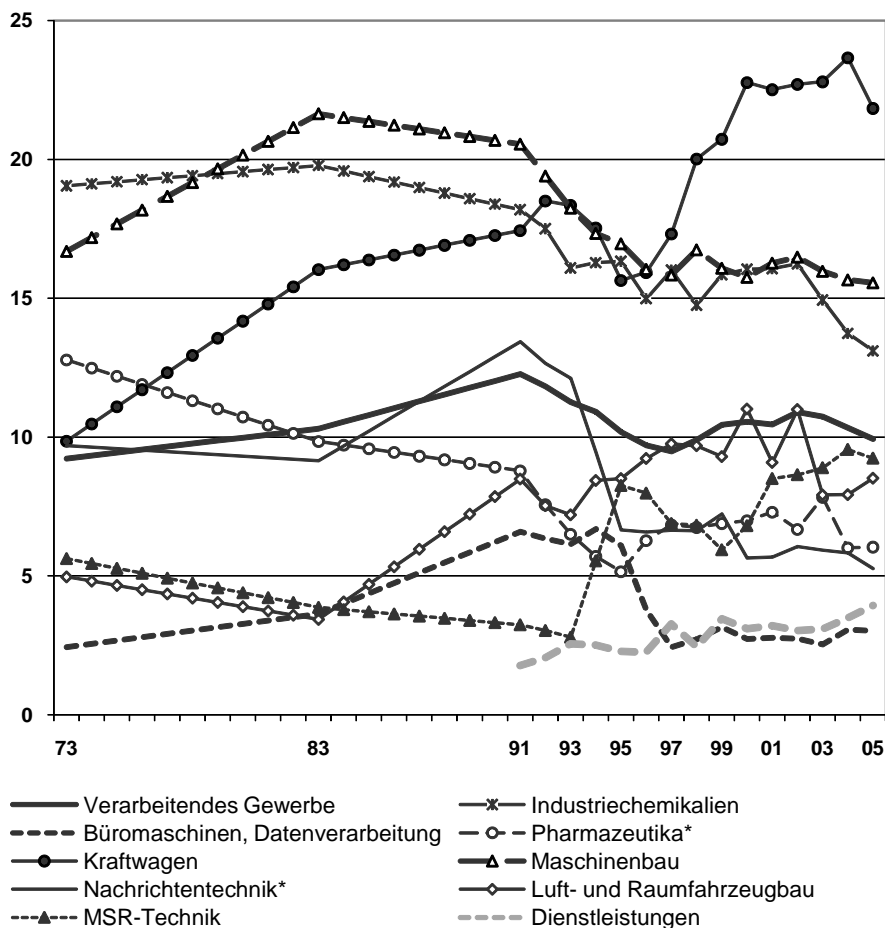
- Auch in allen übrigen Wirtschaftszweigen hängt der Zuwachs bei FuE zwischen 1995 und 2005 in Deutschland zurück. Stark von Elektronik geprägte Industrien konnten im Strudel der „New Economy“-Krise mit einem Anteil am weltweiten FuE-Zuwachs von 23 % ihre Position nicht ganz halten (1995 lag ihr Anteil noch bei 26 %); in Deutschland blieb der Marginalbeitrag zum FuE-Wachstum mit 8 % sogar noch weiter zurück. Die sonstigen Industrien (Luft- und Raumfahrzeugbau, Elektrotechnik und Chemie) stagnieren in ihrem FuE-Aufkommen oder sie haben diese Aufwendungen gar reduziert; die Innovationspotenziale werden dort offensichtlich langsamer ausgeweitet. In diesen Zweigen ist Deutschlands Wirtschaft gar noch stärker im Minus, d. h. die internen FuE-Aufwendungen lagen im Jahr 2003 unter dem im Jahr 1995 erreichten Niveau. In der Chemie hatte Deutschland lange Zeit hohe Spezialisierungsvorteile; diese sind klar geschrumpft. Immerhin sind sie noch vorhanden – anders als in der Elektrotechnik. Im Luft- und Raumfahrzeugbau gab es immer große Schwankungen in den weltweiten FuE-Volumina. Zuletzt wurden die Aktivitäten vor allem in den USA wieder angehoben, Deutschland liegt etwa auf dem OECD-Durchschnittsniveau. Der Maschinenbau hat im letzten Jahrzehnt seine Anteile an den weltweiten FuE-Kapazitäten etwa halten können; er stellt nach wie vor einen absoluten Schwerpunkt in der deutschen FuE-Struktur dar.

Das deutsche Spezialisierungsmuster - relativ schwache Präsenz bei Spitzentechnologien und bei Dienstleistungen, Spitze bei Industrien der hochwertigen Technik - zieht sich wie ein roter Faden

durch das „deutsche Innovationssystem“, ist also nicht nur bei FuE, sondern auch in der Wirtschaftsstruktur und im Außenhandel¹²⁷ oder bei Patenten¹²⁸ sichtbar. Insofern wäre zu überprüfen, ob die Produktions- und Marktbedingungen in Deutschland ausreichend Expansionsmöglichkeiten und damit genügend Anreize für FuE und Innovationen in den weltwirtschaftlich stark wachsenden Spitzentechnologie- und Dienstleistungsbereichen bieten. Nicht unwichtig ist in diesem Zusammenhang das marktseitige und gesellschaftliche Umfeld für neue Technologien, wie es sich in hochwertiger und anspruchsvoller Nachfrage, Akzeptanz, Regulierungen, Wettbewerbsintensität u. ä. widerspiegelt. Dies gilt nicht nur für Spitzentechnologien, sondern insbesondere für Innovationen im Dienstleistungssektor.

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

Abb. 2.4.3: Anteil Deutschlands* an den internen FuE-Aufwendungen der OECD** in ausgewählten Sektoren 1973 bis 2005 (in %)



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

*) vor 1991 früheres Bundesgebiet. - **) 17 größte Länder, ab 1995: 24 Länder.

24 größte OECD-Länder: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, GRE, ESP, SWE, FIN, AUT, ISL, NOR, POL, HUN, CZE, CAN, USA, MEX, JPN, KOR, AUS.

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

¹²⁷ Vgl. Döhrn, Engel, Stiebale (2008).

¹²⁸ Vgl. Frietsch, Köhler, Blind (2008).

- Der klare Bedeutungsgewinn an den FuE-Kapazitäten in der OECD bis Anfang der 90er Jahre ist am leichtesten an der Kurve der Verarbeitenden Industrie zu erkennen (von 9 auf 12 %). Danach sackte der Anteil bis 1997 wieder bis auf das Niveau in den 70er Jahren ab und stieg bis 2003 wieder auf 11 % leicht an. Seitdem ist er wieder auf knapp unter 10 % gesunken.
- Deutschlands Stärken liegen im Automobilbau, im Maschinenbau und in der Chemischen Industrie. Darunter hat sich jedoch lediglich der Automobilbau mit einer Steigerung des Anteils an den FuE-Kapazitäten im OECD-Raum von 10 auf 22 % von den für Deutschland allgemein zu beobachtenden Trends deutlich positiv absetzen können.
- Deutschlands frühere (Pharmazeutische Industrie) bzw. zwischenzeitliche (Nachrichtentechnik) Spezialisierungsvorteile sind verloren gegangen.
- Die Spezialisierungsbetrachtung bringt auch Wirtschaftszweige und -sektoren zu Tage, die persistent recht wenig vertreten sind: Bei FuE sind dies der Luft- und Raumfahrzeugbau mit leichter und schwankender Tendenz¹²⁹ nach oben, Dienstleistungen, Büromaschinen/EDV sowie – mit aktuellen Bedeutungsgewinnen – die MSR-Technik.

FuE-Intensitäten

Der Beitrag der einzelnen Sektoren der deutschen Wirtschaft zum Welt-FuE-Aufkommen ist natürlich stark durch die innere Struktur geprägt. Niedrige Anteile einzelner Wirtschaftszweige bedeuten nur dann Wettbewerbsnachteile, wenn sie im Vergleich zu ihren Konkurrenten weniger forschungsintensiv produzieren. In dieser Hinsicht stehen die Industrien z. T. jedoch recht gut da.

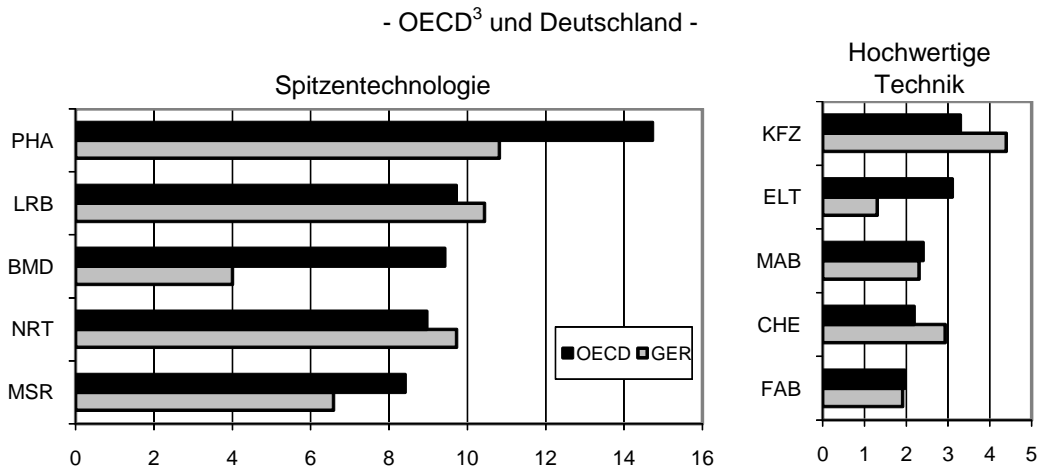
Die FuE-Intensität der Wirtschaft (FuE-Ausgabenanteil am Produktionswert) betrug im Jahr 2003 im Durchschnitt der 24 (wichtigsten) OECD-Länder 1 % (vgl. Abb. 2.4.4 und Abb. 2.4.5). Mit einer FuE-Intensität von 2,5 % produzierte das Verarbeitende Gewerbe im Schnitt der OECD sehr viel forschungsintensiver als der Dienstleistungssektor (0,4 %). Innerhalb der forschungsintensiven Industrie (5,0 %) war definitionsgemäß der Spitzentechnologiesektor mit 10,3 % weitaus forschungsintensiver als der Sektor Hochwertige Technik, dessen FuE-Ausgabenanteil am Produktionswert 2,7 % betrug. Die höchste FuE-Intensität wies mit Abstand die Pharmazeutische Industrie (14,7 %) auf. Der Luft- und Raumfahrzeugbau (9,7 %) Büromaschinen/EDV (9,4 %) und Nachrichtentechnik/Elektronik (9,0 %) folgen vor Instrumentenbau (8,4 %).

Deutschlands gesamtwirtschaftlicher FuE-Anteil von 1,0 % am Produktionswert der Wirtschaft war im internationalen Vergleich überdurchschnittlich hoch, liegt auf Augenhöhe mit den USA und Dänemark, jedoch niedriger als in Japan (1,4 %), Finnland (1,3 %) und Schweden (1,5 %). Trotz der enormen Ausweitungen der FuE-Ausgaben im Dienstleistungssektor in den meisten der hier betrachteten Ländern lagen die FuE-Aufwendungen gemessen am Produktionswert dieses Sektors überall weit unter dem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt: In Dänemark, Finnland, Schweden, Norwegen, Kanada und den USA erreichte dieser Sektor mit FuE-Intensitäten von 0,5 bis 0,7 % Spitzenwerte. In Deutschland betragen die FuE-Ausgaben am Produktionswert des Dienstleistungssektors lediglich 0,2 %. FuE ist im deutschen Dienstleistungssektor also nach wie vor ein wesent-

¹²⁹ Im Luft- und Raumfahrzeugbau sind die FuE-Aktivitäten stark durch – meist hochvolumige – Einzelprojekte bestimmt, die starken Schwankungen unterliegen (z. B. in den Militärhaushalten, in der bemannten Raumfahrt usw.). So muss abgewartet werden, ob das abrupt gestiegene 2005er US-FuE-Niveau, das für Deutschlands neuerliche Anteilsverluste „verantwortlich“ ist, gehalten werden kann. Eigentlich war der deutsche Luftfahrzeugbau seit Mitte der 90er Jahre auf dem Wege zu einer höheren FuE-Bedeutung.

lich weniger bedeutender Aktionsparameter als in der industriellen Produktion – trotz der vergleichsweise hohen Verbreitung von Innovationsaktivitäten¹³⁰.

Abb. 2.4.4: *FuE-Intensität¹ in forschungsintensiven Industriezweigen 2005²*



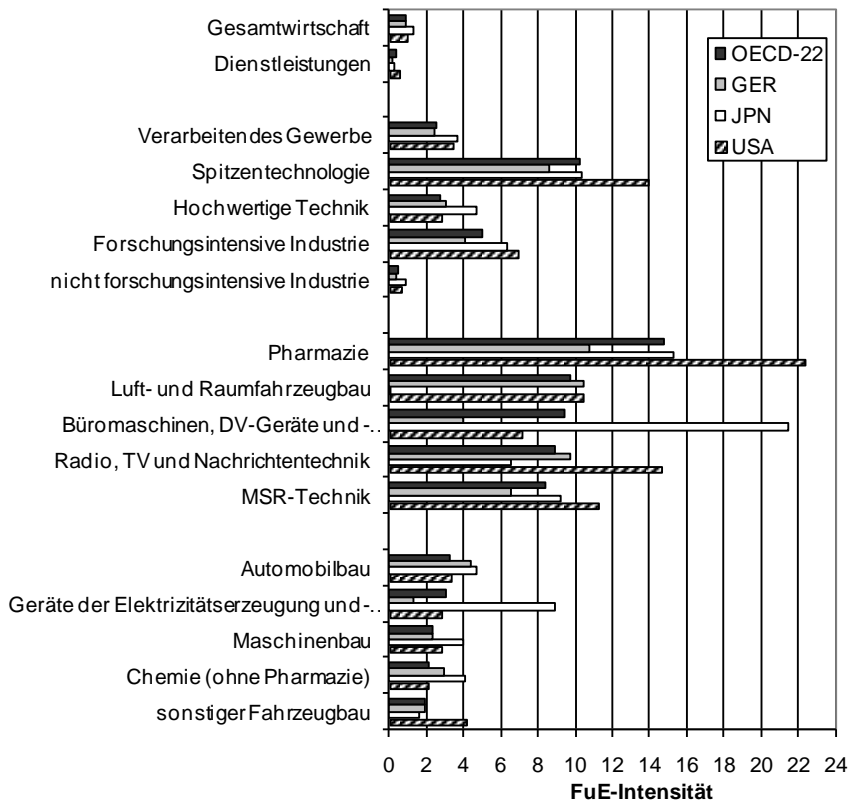
PHA = Pharmazeutische Erzeugnisse; LRB = Luft- und Raumfahrzeugbau; NRT = Nachrichtentechnische Geräte und Einrichtungen; BMD = Büromaschinen, Datenverarbeitung; MSR = Mess, Kontrol-, Navigations- und ähnliche Instrumente und Vorrichtungen;

FAB = sonstiger Fahrzeugbau; KFZ = Kraftwagen und Kraftwagenteile; ELT = Geräte der Elektrizitätserzeugung, - Verteilung u. ä.; CHE = Chemie ohne Pharma; MAB = Maschinenbau.

1) interne FuE-Ausgaben in % des Produktionswertes. - 2) oder letztverfügbares Jahr. - 3) GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, ESP, GRE, SWE, FIN, AUT, NOR, POL, CZE, HUN, CAN, USA, JPN, KOR, AUS.

Quelle: ANBERD Database. – STAN Database. – EU KLEMS Database. – STI Database. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.4.5: *FuE-Intensitäten in Deutschland, USA, Japan und in der OECD-22 nach Sektoren 2005**



*) oder aktuellstes Jahr.

Quelle: OECD, ANBERD Database. – STAN-Database. – EU KLEMS-Database. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Im Verarbeitenden Gewerbe war die Produktion in Japan mit 3,7 % am forschungsintensivsten, es folgen Schweden (3,5 %), USA (3,4 %), Finnland und Dänemark (jeweils 3 %). In Deutschland lag die FuE-Intensität im Verarbeitenden Gewerbe mit 2,5 % im Durchschnitt der OECD, den auch die Verarbeitenden Industrien in Großbritannien und Frankreich (2,6 %) erreichen. Innerhalb der forschungsintensiven Industrie wichen die Intensitäten in Deutschland zum Teil erheblich von denen des OECD-Durchschnitts und der anderen großen Volkswirtschaften USA und Japan ab (vgl. Abb. 2.4.5).

- Die USA und Japan lagen sowohl im Spitzentechniksektor als auch bei der Hochwertigen Technik mit ihrer FuE-Intensität über dem OECD-Durchschnitt, Deutschland lediglich bei der Hochwertigen Technik.
- Im Spitzentechniksektor spielte Japan im FuE-Konzert der drei großen Länder bei Computern die erste Geige, ansonsten lagen jeweils die USA vorn. Deutschland hatte immerhin im OECD-Maßstab überdurchschnittlich hohe FuE-Anteile an der Produktion im Luft- und Raumfahrzeugbau sowie bei Nachrichtentechnik/Elektronik, jedoch nicht bei Büromaschinen/EDV, Pharma und MSAR-Technik. Japan hat neben dem Computerbau FuE-Intensitätsvorteile bei Pharmazie und MSR-Technik.
- In der Hochwertigen Technik gab es innerhalb der Gruppe der G3 eine andere FuE-Intensitätshierarchie: Deutschland hat FuE-Intensitätsvorteile im Automobilbau, in der Chemieindustrie und im Maschinenbau, die USA im Schienenfahrzeugbau und im Maschinenbau, Japan in Elektrotechnik, Chemie, Automobil- und Maschinenbau.

Die deutsche Industrieforschung war lange Zeit - im Vergleich zu ihren internationalen Konkurrenten - in den meisten der Spitzentechnologiebereiche nicht sehr weit vorne zu finden. Über Jahrzehnte hinweg hat sie sehr stark auf die kompetente Anwendung und Umsetzung von (zu einem großen Teil importierten) Spitzenforschungsergebnissen in Bereichen gesetzt, in denen zwar auch noch viel und anspruchsvoll geforscht und entwickelt werden muss, jedoch nicht so aufwändig wie im Spitzentechnologiebereich. Der Erfolg gab ihr lange Zeit Recht: Die FuE-Spezialisierung auf eine breite Palette von Gütern der Hochwertigen Technik (vgl. Tab. 2.4.2) hat Deutschland eine führende Position im internationalen Technologiewettbewerb beschert, Einkommen und Beschäftigung sind insbesondere in diesen Bereichen der höheren und mittleren Technologie (Chemie, Elektro, Maschinen- und Fahrzeugbau) entstanden¹³¹ - also durch eine geschickte und kreative Kombination von angestammten Kompetenzen mit neuen Spitzentechnologien. Dieser Weg der 70er und 80er Jahre funktioniert jedoch nicht mehr so recht. Der (Produkt-)Strukturwandel vollzieht sich immer schneller, die Lebenszyklen von Produkten und Leistungen verkürzen sich. Will man wieder an der Weltspitze mitmischen, dann muss man sich immer stärker auch in der Spitzentechnologie engagieren, weil bei kürzeren Produktzyklen weniger Zeit zum Import von Technologien und zeitraubender Anpassung verbleibt - zumal bei gehobenen und mittleren Technologien aufholende Schwellenländer Anknüpfungspunkte für ihre strukturelle und technologische Entwicklung suchen. Deutschland scheint jedoch in Bezug auf grundlegende Innovationen in neu entstehenden Technologiefeldern wie der Biotechnologie oder den Informations- und Kommunikationstechnologien eher komparative

¹³¹ Vgl. Schumacher, Legler, Gehrke (2002).

Nachteile aufzuweisen, die zumindest teilweise auf institutionelle Ursachen zurückgeführt werden können.¹³²

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

Bezeichnung	- Anteile in % -					
	EPA-Patente					
	Deutschland		Welt		Deutschlands Anteil an allen Ländern	
	1991	2003	1991	2003	1991	2003
Chemie	13,4	8,9	11,9	8,9	21,5	20,0
Pharmazie	11,2	9,7	13,1	12,5	16,3	15,6
Maschinenbau	17,6	15,5	14,0	12,2	23,9	25,5
Informations- und Kommunikationstechnik	21,3	25,6	29,1	32,9	14,0	15,6
Elektro-/MSR-Technik	11,2	11,9	12,1	12,8	17,7	18,8
Kraftfahrzeuge	12,5	15,5	8,9	9,8	26,6	31,6
übrige Fahrzeuge	4,2	3,9	3,5	3,2	22,6	24,4
sonstige Technologiefelder	8,6	8,9	7,3	7,7	22,4	23,2
insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	19,1	20,0
Bezeichnung	Ausfuhren					
	Deutschland		OECD		Deutschlands Anteil an der OECD	
	1991	2003	1991	2003	1991	2003
	1991	2003	1991	2003	1991	2003
Chemische Erzeugnisse	12,9	13,1	10,8	13,5	18,2	13,9
Pharmazeutische Erzeugnisse	2,0	3,5	1,8	4,1	17,2	12,1
Maschinen und Anlagen	17,4	14,7	11,8	10,6	22,4	19,8
EDV/Elektronik/Telekommunikationsgeräte	6,0	7,8	10,2	12,0	8,9	9,3
Elektrotechnische Erzeugnisse, MSR-Technik	8,4	9,4	7,2	8,4	17,7	16,0
Kraftfahrzeuge	17,0	21,8	12,8	14,4	20,1	21,7
übrige Fahrzeuge	4,2	4,4	5,1	4,6	12,4	13,4
übrige Waren	32,2	25,3	40,4	32,3	12,1	11,2
insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	15,1	14,3

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

Ein Grund, warum sich eine Vernachlässigung von FuE im Bereich der Spitzentechnologien durch die Unternehmen in Deutschland langfristig nachteilig auswirken könnte, ist, dass sie als „general purpose“-Technologien auch erheblich auf FuE in anderen Bereichen ausstrahlen und meist eine hohe Breitenwirkung haben. Ein Beispiel hierfür ist die Biotechnologie, die als Schlüsseltechnologie nicht nur für die Entwicklung von neuen Arzneimitteln gilt. So kann als sicher gelten, dass die über einen längeren Zeitraum hinweg relativ geringen FuE-Aufwendungen der Pharmazeutischen Industrie in Deutschland auch auf einen gewissen Entwicklungsrückstand biotechnologischer Forschung in Deutschland, der Anfang der 90er Jahre noch zu beobachten war, zurückgeführt werden können.¹³³ Eine signifikant höhere FuE-Intensität der Wirtschaft insgesamt ist nur dann erreichbar, wenn Deutschland ein schnellerer sektoraler Strukturwandel in Richtung Spitzentechnologien auf der einen sowie in wissensintensive Dienstleistungen auf der anderen Seite gelingt. Deutschland hat jedoch sowohl in der Wirtschafts- als auch in Außenhandelsstruktur in den Sektoren ein großes Beharrungsvermögen und eine vergleichsweise hohe FuE-Intensität, in denen das weltwirtschaftliche Wachstumspotenzial nur schwach ausgeweitet wird, aus dem sich viele andere Länder meist zurückziehen.¹³⁴ Dies dürfte sich künftig vor allem deswegen gravierend auswirken, weil gerade für den Spitzentechnologiesektor die besten Wachstums- und Beschäftigungsaussichten vorhergesagt

¹³² Vgl. Soskice, Hall (2000).

¹³³ VFA (2007) sowie Gaisser, Nusser, Reiß (2005).

¹³⁴ Vgl. Legler, Gehrke u. a. (2006).

werden: Deutschland ist auf diesen Feldern sowohl quantitativ unterdurchschnittlich als auch wenig forschungsintensiv vertreten - das eine bedingt meist das andere.

Die strukturell bedingten geringeren Wachstumsmöglichkeiten der deutschen Wirtschaft insgesamt können allerdings dadurch kompensiert werden, dass die Innovationspotenziale intensiver ausgeschöpft werden. Eine überdurchschnittlich hohe FuE-Intensität in diesen Sektoren bietet insofern eine gute Basis. Zudem sind die technologischen Unsicherheiten und Risiken in diesen Sektoren kalkulierbarer als in den Zweigen, die besonders hohe FuE-Anforderungen je Produkteinheit erfordern.

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

3 Aufholende Schwellenländer im technologischen Wettbewerb

Es ist fraglich, ob die bislang als Referenzmaßstab für das FuE-Verhalten von Wirtschaft und Staat in Deutschland gewählten westlichen Industrieländer - für die im Wesentlichen detaillierte Daten zur Verfügung stehen - noch ein geeigneter Maßstab für das weltwirtschaftliche FuE-Geschehen sind. Dass die traditionellen Industrieländer längst kein Monopol mehr auf FuE haben, ist spätestens seit dem rasanten ökonomischen Aufstieg der ostasiatischen „kleinen Tigerstaaten“ - Taiwan, Südkorea, Singapur und Hongkong – in den 80er und 90er Jahren deutlich geworden. Was Japan in den 60er und 70er Jahren vollzog, setzt sich in anderen aufholenden Schwellenländern fort. Die weltwirtschaftliche Integration schreitet vor allem seit den 90er Jahren mit großen Schritten voran. Entwicklungs- und Schwellenländer exponieren sich in diesem Prozess nicht mehr allein als Rohstofflieferanten und Hersteller von Produkten, die aufgrund niedriger Arbeitskosten dort ihren Standort gefunden haben, sondern zunehmend auch als Anbieter technologieintensiver Produkte. Deshalb wird hier ein besonderes Augenmerk auf die Länder geworfen, die sonst eher im Schatten der Berichterstattung und der dort fokussierten Industriestaaten stehen. Das Teilnehmerfeld im internationalen Innovationswettbewerb ist breiter geworden.

Einen wesentlichen Beitrag zum technologischen Aufholprozess von Schwellenländern haben Unternehmen aus den westlichen Industrienationen selbst geleistet. Die Betriebsgründungen von hiesigen Unternehmen durch Direktinvestitionen oder Joint Ventures in Aufhol-Ländern sind längst nicht mehr allein Standortverlagerungen kostenintensiver Betriebsteile auf geringem Technologie-niveau („verlängerte Werkbänke“), sondern folgen vor allem Markterschließungsstrategien im Segment forschungsintensiver Gebrauchs- und Investitionsgüter, verbunden mit FuE-Aktivitäten vor Ort¹³⁵.

Mit der zunehmenden Zerlegung und globalen Verlegung von Wertschöpfungskomponenten im Produktionsprozess ist ein Technologietransfer in Gang gesetzt worden, der insbesondere in den Ländern auf fruchtbaren Boden gefallen ist, die gleichzeitig Anstrengungen in die Aktivierung und Entwicklung des endogenen Innovationspotenzials - vor allem in Bildung, Forschung und Entwicklung - unternommen haben. In den 80er Jahren hatte sich gezeigt, dass die Länder, die sich in die Globalisierung der industriellen Produktion integrieren konnten, die größten technologischen und gesamtwirtschaftlichen Fortschritte vollzogen haben. Erfolgreiche Vertreter dieser meist auf Exportdiversifizierung zielenden Strategien sind u. a. die „Tigerstaaten“. Andere Länder haben sich mit einer Strategie der Importsubstitution hingegen nicht nur gegenüber dem Weltmarkt abgeschottet, sondern auch gegenüber Spill-Over-Effekten über den Technologietransfer im Zuge der industriellen Globalisierung. Diese Strategie wurde lange Zeit in den lateinamerikanischen Entwicklungsländern sowie in den damals sozialistisch geprägten Ländern verfolgt. Auch Indien und China waren lange Zeit für ausländische Investoren kaum zugänglich, weltmarktorientierte Entwicklungsstrategien gab es nicht. Dies hat sich allenthalben massiv geändert.

Die Veränderungen in der internationalen Arbeitsteilung werden in den westlichen Industrienationen nach wie vor überwiegend unter dem Aspekt des Konkurrenzdrucks diskutiert. Dies findet seine Begründung in der Verlegung von Produktionsstandorten in Aufhol-Länder und der damit verbundenen Freisetzung von Arbeitskräften hierzulande. Aber grundsätzlich profitieren auch die hoch entwickelten Länder: Mit zunehmendem Entwicklungsstand der Aufhol-Länder, der in den fort-

¹³⁵ Vgl. Revilla Diez, Berger (2005).

schrittlichsten Staaten auch mit einer relativ ausgewogenen Einkommensverteilung verbunden ist, verändert sich deren Importnachfrage immer stärker auch in Richtung der Angebotspalette der Industrieländer mit ihren hochwertigen, differenzierten Gütern und Dienstleistungen. Für die westlichen Industrienationen ermöglicht dieser Strukturwandel daher auch, knappe Finanz- und Humankapitalressourcen in den Wirtschaftsbereichen einzusetzen, in denen sie deutliche Vorsprünge haben: in die Entwicklung neuer Zukunftstechnologien, um mit neuen Produkten die wachsenden Märkte zu erschließen.

3.1 Untersuchungsgegenstand

Die Auswahl der hier betrachteten Aufhol-Länder geht auf eine Voruntersuchung von 25 Nicht-OECD-Ländern zurück¹³⁶, die über mehrere Jahre hinweg fortgeschrieben wurde.¹³⁷ Hierbei wurden in der Vergangenheit insbesondere drei Ländergruppen fokussiert, die für Deutschland sowohl hinsichtlich der Wirtschaftsverflechtungen und der Konkurrenzsituation als auch als Absatzmärkte für FuE-intensive Waren von Bedeutung sind:

- Dieses sind zum einen Korea, Taiwan und Singapur, die - gemessen am Pro-Kopf-Einkommen wie auch an innovationsökonomischen Indikatoren – bereits zur Gruppe der forschungsintensiv produzierenden Volkswirtschaften aufgeschlossen haben (vgl. Abschnitt 2.1). Sie sind kaum noch zu aufholenden Schwellenländern zu zählen. Der Untersuchungszeitraum seit 1991 analysiert jedoch gerade die Periode, in der diese Länder ihren Aufholprozess vollzogen haben. Sie setzen damit quasi einen zusätzlichen Benchmark. An ihnen kann man die Dynamik des Aufholprozesses recht gut nachvollziehen.
- Zum anderen sind es die fünf größten der mittel- und osteuropäischen Aufhol-Länder Tschechien, Slowakei, Polen, Ungarn und Slowenien. Hierbei handelt es sich um die im Reformprozess am weitesten fortgeschrittenen Länder in der Gruppe der ehemaligen Staatshandelsländer in Europa, die seit 2004 auch EU-Mitgliedsstaaten sind. Gerade für die deutschen Ein- und Ausfuhren von FuE-intensiven Waren weisen die mittel- und osteuropäischen Reformländer (MOE) aufgrund ihrer räumlichen und kulturellen Nähe einen hohen Stellenwert auf.
- China und Indien legen allein auf Grund ihrer Größe in absoluten Zahlen ein erhebliches Gewicht in die Waagschale. Mit einer Bevölkerung von jeweils über einer Milliarde Menschen besitzen beide Humanressourcen und Marktpotenziale wie kein anderes Land auf der Welt. Durch den Beitritt Chinas zur Welthandelsorganisation WTO im Dezember 2001 hat das einst planwirtschaftliche Land den Sprung in die Marktwirtschaft vollzogen.

Dieser Kreis wird um die fünf jungen EU-Mitgliedsländer Estland, Lettland, Litauen, Bulgarien und Rumänien, um Russland und die Türkei sowie um Brasilien und Mexiko erweitert:

- Die drei baltischen EU-Mitgliedsstaaten Estland, Lettland und Litauen - die kleinsten unter den Aufhol-Ländern - haben sich seit Überwindung der Russlandkrise Ende des letzten Jahrzehnts wirtschaftlich überdurchschnittlich dynamisch entwickelt. Mit der EU-Osterweiterung 2004 sind sie Mitglied der EU geworden. Bulgarien und Rumänien sind 2007 als bisher letzte Länder der EU beigetreten.

¹³⁶ Vgl. Gehrke, Legler u. a. (1997).

¹³⁷ Vgl. BMBF (1998), BMBF (1999), Steincke (2000), Krawczyk, Frietsch, Schumacher (2002), Krawczyk, Frietsch, Schumacher u. a. (2007).

- Die Türkei ist mit rund 70 Mio. Einwohnern nach Deutschland das bevölkerungsreichste Land Europas, mit einem starken Wirtschaftswachstum, aber auch hohen Inflationsraten. Deutschland ist der bedeutendste Handelspartner der Türkei. Seit 2005 führt die Türkei Beitrittsverhandlungen mit der EU.
- Brasilien, Mexiko und Russland befinden sich von der Bevölkerungsgröße her unter den Top 11 der Welt. Deutschland ist bedeutender Handelspartner Brasiliens und Russlands, die - vor allem aufgrund ihrer Rohstoffvorkommen und der steigenden Rohstoffpreise - jüngst ein (nominales) Wirtschaftswachstum weit über dem OECD-Durchschnitt verzeichnen konnten. Mexiko ist zudem durch die Einbindung in die NAFTA zu einem bedeutenden Exporteur forschungsintensiver Güter avanciert.

Für diese Länder sind wichtige Eckdaten zu aktualisieren, die ihren Fortschritt im technologischen Aufholprozess beschreiben. Im Folgenden werden deshalb die FuE-Aktivitäten der Aufhol-Länder anhand international vergleichbarer Indikatoren erörtert. Diese ermöglichen es - zusammen mit Hintergrundmaterial zur Beurteilung der Humankapitalausstattung als Indikator für das „endogene“ Innovationspotenzial - Struktur, Stand und Entwicklung von FuE aufzuzeigen und einen Blick auf die Bedeutung der Länder für das weltweite Innovationspotenzial zu werfen. Soweit möglich wird in einem späteren Schritt auch versucht, die technologiepolitischen Wege, die die einzelnen Länder beschreiten, darzustellen. Solche Informationen liegen aber nicht für alle Aufhol-Länder im gleichen Umfang vor.

Die statistischen Daten für die Analyse wurden aus unterschiedlichen Quellen zusammengestellt und beruhen auf umfangreichen Recherchen. Zum einen wurde in länderspezifischen Quellen nach den benötigten Daten gesucht, zum anderen wurden Statistiken internationaler Organisationen ausgewertet. Die „supranationalen“ Datenquellen sind:

- Statistiken der OECD:
 - „Main Science und Technology Indicators“ zur Beschreibung der FuE-Aktivitäten in OECD-Mitgliedstaaten sowie neun Nicht-OECD-Ländern, darunter Russland, Slowenien, China, Singapur und Taiwan.
 - „Bildung auf einen Blick“ veröffentlicht Bildungsindikatoren der Mitgliedstaaten sowie von Teilnehmern des World Education Indicators Program (WEI) der OECD in Zusammenarbeit mit der Unesco, an dem Nicht-OECD-Länder wie China, Indien, Brasilien und Russland beteiligt sind.
- Eurostat Datenbank
- Statistische Ämter, Ministerien und spezifische nationale Einrichtungen in den Ländern.
- Ergänzend wurden die Studien des International Institute for Management Development (IMD) - „The World Competitiveness Yearbook“ - herangezogen, vor allem um Lücken zu füllen, aber auch um qualitative Einschätzungen zu quantitativen Daten zu erhalten.

Die Aufhol-Länder werden in dieser Untersuchung mit der gleichen Elle gemessen wie die Industrieländer. Dies mag aus entwicklungspolitischer Sicht nicht immer angemessen erscheinen, auf mittlere und lange Sicht werden sich die Aufhol-Länder mit zunehmender Integration in den internationalen Technologiewettbewerb jedoch ohnehin dieser Messlatte stellen müssen. Denn ob sie ihre Erlöse auf dem Weltmarkt steigern können, hängt vor allem davon ab, ob sie mit Produkten

konkurrieren können, die sich nach den Regeln der internationalen Arbeitsteilung bislang als Domäne der hoch entwickelten Volkswirtschaften etabliert haben.

3.2 Weltwirtschaftliche Einordnung der Aufhol-Länder

Die hier betrachteten 19 Aufhol-Länder repräsentieren im Jahr 2006 gut $\frac{3}{4}$ der Gesamtbevölkerung von OECD-Staaten¹³⁸ und den ausgewählten Aufhol-Ländern insgesamt (rund 62 % der Weltbevölkerung). Sie verfügen allerdings nur über knapp 36 % des in der OECD und in den Aufhol-Ländern erzielten Bruttoinlandsprodukts (BIP; insgesamt ca. 80 % des Weltbruttoinlandsproduktes). Das (nominale) BIP der Aufhol-Länder ist jedoch seit 1995 mit jahresdurchschnittlich 8,1 % fast doppelt so schnell gewachsen wie das der OECD-Länder (4,8 %) - 1995 lag der Anteil der Aufhol-Länder am Gesamt-BIP von OECD und Aufhol-Ländern erst bei 28 %.

Die Aufhol-Länder weisen in Niveau und Dynamik der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung sehr große Unterschiede auf (Abb. 3.2.1). So erreicht Singapur mit 140 % des deutschen Pro-Kopf-Einkommens (gemessen in KKP \$) das höchste Niveau, gefolgt von Taiwan mit 85 %, Slowenien mit 75 % und Korea, Tschechien und Estland mit 70 bis 60 %. Am Ende stehen Rumänien, Bulgarien und Brasilien mit um die 30 %, dahinter folgen China mit 15 % und Indien mit noch unter 10 %. Mit Ausnahme von Brasilien und Mexiko zeichnen sich alle ausgewählten Länder seit Ende der 90er Jahre durch ein kräftiges Wirtschaftswachstum aus. Besonders ausgeprägt war es in China und den baltischen Staaten, die ihr Pro-Kopf-Einkommen seit 2000 um über 50 % steigern konnten.

Für die qualitative Einschätzung der wirtschaftlichen Position der betrachteten Aufhol-Länder sowie ihrer weltwirtschaftlichen Verflechtung und Integration sind weitere Faktoren zu erwähnen:

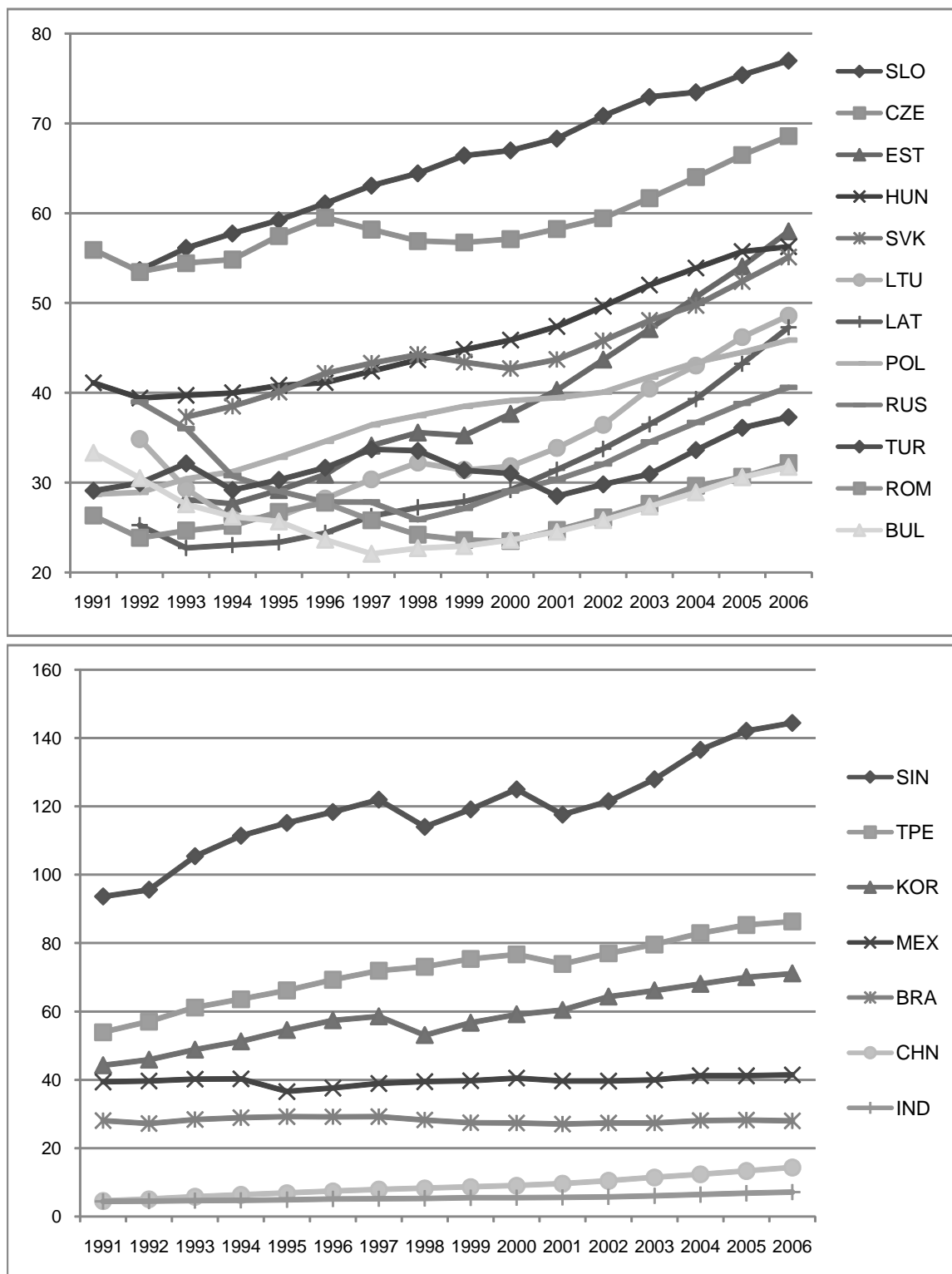
- sieben Aufhol-Länder sind Mitglied der OECD: Türkei (seit 1961), Mexiko (seit 1994), die Tschechische Republik (seit 1995), Polen, Ungarn, Korea (alle seit 1996) sowie die Slowakische Republik (seit 2000).
- Lediglich Russland ist kein Mitglied der WTO.

Mit Ausnahme von Indien, China, Russland, Türkei, Korea und Taiwan sind die Aufhol-Länder in regionale Freihandelszonen integriert:

- die mittel- und osteuropäischen Reformländer sind EU-Mitgliedstaaten (seit 2004 bzw. seit 2007),
- Mexiko bildet seit 1994 eine Freihandelszone mit den USA und Kanada (NAFTA),
- Brasilien gehört zusammen mit Argentinien, Paraguay, Uruguay und Venezuela dem MERCOSUR (MERCOSUL) an, dessen Freihandelsabkommen mittlerweile um die Andenstaaten erweitert wurde,
- Singapur ist Mitglied der ASEAN-Free Trade Area (u. a. mit Indonesien, Malaysia, Philippinen, Thailand).

¹³⁸ OECD-Staaten **ohne** die 7 Aufhol-Länder der OECD (TUR, MEX, KOR, POL, HUN, CZE, SVK).

Abb. 3.2.1: BIP pro Kopf in ausgewählten Aufhol-Ländern 1991 bis 2006
(Deutschland = 100)



Quellen: IMF, World Economic Database 2008. - Berechnungen des NIW.

3.3 Forschung und Entwicklung in den Aufhol-Ländern

FuE im Überblick

Auf die Aufhol-Länder entfallen im Jahr 2006 ein gutes Fünftel (22 %) der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE von OECD- und Aufhol-Ländern insgesamt (vgl. Abb. 3.3.1).¹³⁹ Seit Mitte der 90er Jahre verlagern sich die FuE-Wachstumszentren zunehmend in den asiatischen Raum, vor allem in die asiatischen Aufhol-Länder. China, Indien und die Tiger-Staaten haben ihren Anteil von 8 % auf 16 % zwischen 1996 und 2006 verdoppelt. Ein knappes Drittel (32 %) der zwischen 1996 und 2006 zusätzlich aufgebrauchten FuE-Aufwendungen von OECD und Aufhol-Ländern insgesamt entfällt auf die Aufhol-Länder. Davon ist allein die Hälfte China zuzurechnen, 7 % entfallen auf die Tiger-Staaten; Russland, Brasilien, Mexiko und die Türkei halten zusammen 6 % des Zuwachses; Indien trägt zu 1½ % und die MOE zu 1 % zum Wachstum bei. Auf der Seite der Industrienationen lagen die Wachstumsbeiträge der USA bei fast 32 %, Japans bei 12 % und Deutschlands bei 5 %. Die „Marginalbeiträge“ der großen FuE-Länder zum weltweiten Zuwachs des FuE-Aufkommens haben sich damit im letzten Jahrzehnt im Vergleich zu ihrem ehemaligen Gewicht deutlich verringert. Diese Entwicklung, d. h. die Verschiebung des FuE-Wachstums in aufholende Schwellenländer, hat sich im letzten Jahrfünft (2001 bis 2006) noch einmal beschleunigt.

Die betrachteten Aufhol-Länder zusammengenommen haben ihren Anteil an den Welt-FuE-Ressourcen von 13 % im Jahr 1996 auf 22 % im Jahr 2006 gesteigert. Bei den unternehmerischen Aufwendungen war das Wachstum gar noch größer (von 11 % auf 20½ %). Vom Beitrag der Aufhol-Länder zum Zuwachs bei unternehmerischen FuE-Aufwendungen von insgesamt 31 % hat China über die Hälfte (17 %) beigesteuert, der Beitrag der Tiger-Staaten betrug 7½ %, auf die anderen Aufhol-Länder entfielen 6 %, darunter auf Indien und die MOE jeweils weniger als 1 %.

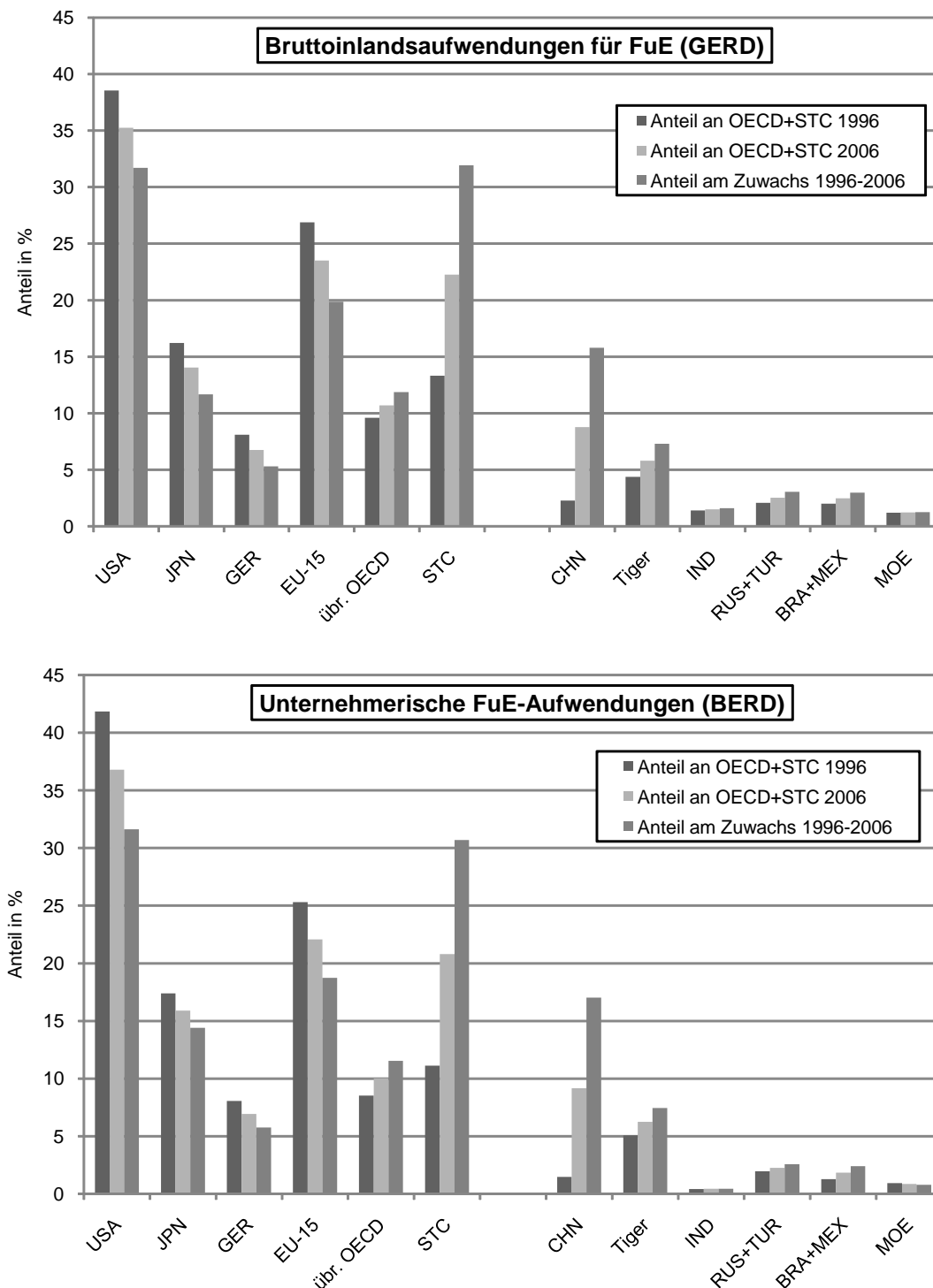
Während die gesamten FuE-Ausgaben der Aufhol-Länder im Jahr 1996 - gemessen in \$ KKP - noch weit unter den Ausgaben Japans lagen, so sind sie 2006 bereits 1½mal so hoch (vgl. Abb. 3.3.1). Quantitativ betrachtet ist vor allem China auf einem steilen FuE-Expansionspfad. Es hat die FuE-Ausgaben seit Mitte der 90er Jahre bis 2006 auf 87 Mrd. \$ mehr als versiebenfacht und sich damit in kurzer Frist vor Deutschland (67 Mrd. \$)¹⁴⁰ auf Rang 3 der forschungsreichen Länder (USA 349 Mrd. \$, Japan 139 Mrd. \$) geschoben. Korea liegt zwischen Frankreich und Großbritannien auf Rang 6 bei den absoluten Ausgaben, Russland, Brasilien und Taiwan folgen Kanada auf den Rängen 9 bis 11, auch Indien und die Türkei befinden sich noch unter den Top 20.

Dem (nominalen) FuE-Wachstum der Aufhol-Länder können die OECD-Länder nicht mehr folgen. Mit 12 % fiel der jahresdurchschnittliche Zuwachs der Aufhol-Länder zwischen 1996 und 2006 doppelt so hoch aus wie in der OECD (6 %). China gibt seit 1996 mit gut 22 % p. a. das Tempo bei der FuE-Expansion vor, dem folgen die baltischen Staaten, die 14 bis 18 % p. a. erzielen. Auch Singapur, Türkei, Ungarn, Mexiko und Taiwan haben FuE-Wachstumsraten von über 10 %. Bulgarien und Polen expandieren bei FuE mit 4 bis 5 % allerdings unter dem OECD-Durchschnitt, ebenso wie Deutschland und Japan. Die Slowakei (0,5 %) und Rumänien (1,5 %) liegen am Ende dieser Hierarchie.

¹³⁹ Bei den in diesem Abschnitt vorgenommenen Berechnungen gibt es insofern Unterschiede zu Abschnitt 2 als dort nur die **OECD**-Länder berücksichtigt wurden, hier jedoch die erweiterte Gruppe OECD- plus Aufhol-Länder.

¹⁴⁰ Beim FuE-Personaleinsatz lauten die Relationen zwischen China und Deutschland gut 1,5 Mio zu knapp 490 Tsd. Gegenüber früheren Angaben (Legler, Belitz, Grenzmann u. a., 2008) fallen die für internationale Vergleichszwecke in Kaufkraftparitäten ermittelten FuE-Ausgaben Chinas um 40 % niedriger aus. Dies hat mit einer Neubewertung der Kaufkraftparitäten zu tun; die in nationaler Währung erhobenen Daten sind **nicht** revidiert worden.

Abb. 3.3.1: Anteil ausgewählter OECD- und Aufhol-Länder und Regionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1996-2006

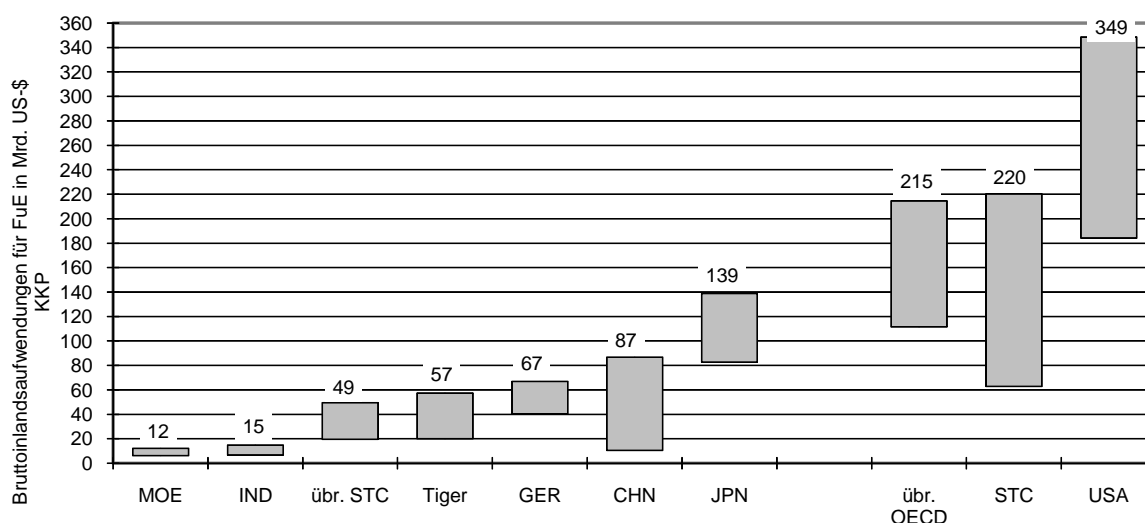


IND: 2005 statt 2006; EST (BERD): 1998 statt 1996.

MOE: POL, HUN, CZE, SVK, SLO, EST, LAT, LTU, BUL, ROM; Tiger-Staaten: KOR, TPE, SIN; übr. OECD: OECD ohne USA, JPN, GER, KOR, TUR, POL, HUN, CZE, SVK, MEX; STC: Aufhol-Länder insgesamt (Selected Threshold Countries)

Quelle: OECD, MSTI (2008/2). – Eurostat. – MOST India (2006). – MCT do Brasil (2008). – Berechnungen des NIW.

Abb. 3.3.2: Veränderung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD in US-\$ KKP) in ausgewählten OECD- und Aufhol-Ländern und Regionen 1996 bis 2006



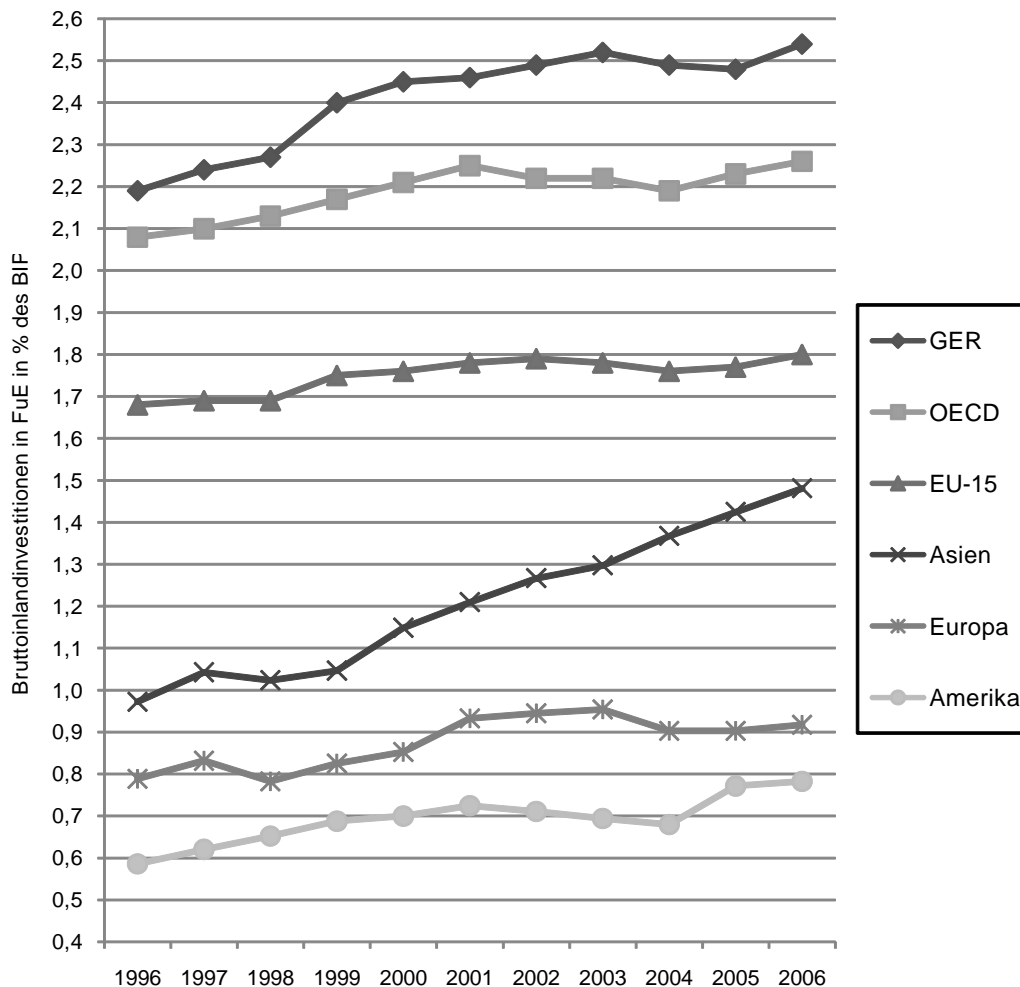
IND: 2005 statt 2006. - MOE: POL, HUN, CZE, SVK, SLO, EST, LAT, LTU, BUL, ROM; Tiger-Staaten: KOR, TPE, SIN; übr. STC: RUS, MEX, BRA, TUR; übr. OECD: OECD ohne USA, JPN, GER, KOR, TUR, POL, HUN, CZE, SVK, MEX; STC: Aufhol-Länder insgesamt (Selected Threshold Countries).

Quelle: OECD, MSTI (2008/2). – Eurostat. - MOST India (2006). - MCT do Brasil (2008). – Berechnungen des NIW.

Ein zentraler Leitindikator zur Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit ist die Intensität, mit der eine Volkswirtschaft FuE betreibt – berechnet als die FuE-Aufwendungen bezogen auf das BIP. Zwischen 1991 und 2006 hat sich das Bild bei den hier betrachteten Ländern z. T. drastisch geändert. Aktuell bildet der EU-15-Durchschnitt bei der FuE-Intensität (1,8 %) eine Demarkationslinie zwischen den forschungsintensiv produzierenden Volkswirtschaften und den aufholenden Schwellenländern (vgl. Abb. 3.3.3 sowie Abb. A.3.3.1 und Abb. A.3.3.2 für die Länder im Einzelnen). Die europäischen sowie die lateinamerikanischen Aufhol-Länder befinden sich im Aggregat auf einem Niveau unter 1 %. In den zehn Jahren zwischen 1996 und 2006 konnten die europäischen Aufhol-Länder ihre FuE-Intensität von 0,8 auf 0,9 lediglich um ein Zehntel Prozentpunkt erhöhen - wie auch die EU-15-Staaten. Von einem niedrigeren Niveau aus startend schafften die beiden lateinamerikanischen Aufhol-Länder in der gleichen Zeit einen Sprung um zwei Zehntel Prozentpunkte - ebenso die OECD-Staaten insgesamt - auf 0,8 im Jahr 2006. Allein die asiatischen Schwellenländer haben bezüglich der FuE-Intensität aufholen können: von unter 1 % (1996) auf fast 1,5 % im Jahr 2006. Dies ist vor allem auf die Tiger-Staaten aber auch auf China zurückzuführen.

Denn gemessen am EU- bzw. OECD-Durchschnitt haben Korea, Singapur und Taiwan den Status eines Aufhol-Landes schon seit längerem hinter sich gelassen (vgl. im Folgenden Abb. A 3.3.1 und Abb. A 3.3.2). Korea liegt mit Bruttoinlandsaufwendungen für FuE von 3,22 % am Inlandsprodukt noch vor den USA, lediglich Japan, Schweden, Finnland sowie Israel haben höhere FuE-Intensitäten. Taiwan folgt mit einer FuE-Intensität von 2,58 % gleich den USA und liegt noch vor Deutschland (2,54 %) und Singapur (2,31 %) - allesamt über dem Durchschnitt der OECD-Länder (2,26 %). Slowenien, Tschechien und China kommen mit FuE-Intensitäten zwischen 1,4 und 1,6 % dem EU-15-Durchschnitt noch am nächsten. Estland, Russland und Brasilien weisen noch FuE-Intensitäten von über 1 % auf, alle anderen zehn Aufhol-Länder liegen darunter. Mexiko, Slowakei und Bulgarien investieren im Verhältnis zu ihrem Inlandsprodukt am wenigsten in FuE (unter 0,5 %).

Abb. 3.3.3: Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten Aufhol-Ländern nach Kontinenten sowie in Deutschland, EU-15 und der OECD 1991 bis 2006



IND: GERD 2006 = 2005.

Europa: CZE, POL, HUN, SLO, SVK, EST, LAT, LTU, ROM, BUL, RUS, TUR; Asien: KOR, SIN, TPE, CHN, IND; Amerika: BRA, MEX.

Quelle: OECD, MSTI (2008/2). – Eurostat. – MOST India (2006). – MCT do Brasil (2008). – Berechnungen des NIW.

Die sich klar zwischen den Regionen abzeichnende Differenzierung der FuE-Dynamik hat sich vor allem seit Beginn des neuen Jahrhunderts eingestellt. Zwischen den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten auf der einen sowie den asiatischen und iberoamerikanischen Aufhol-Ländern auf der anderen Seite sind grundsätzlich unterschiedliche Tendenzen in der Entwicklung der FuE-Anstrengungen seit den 90er Jahren zu beobachten:

- Korea, Taiwan und Singapur haben ihre FuE-Anstrengungen über den gesamten Zeitraum betrachtet deutlich ausgeweitet. Der technologische Aufholprozess setzte in Korea und Taiwan schon in den 80er Jahren ein, die 90er Jahre starteten diese beiden Aufhol-Länder auf einem FuE-Niveau nicht weit vom Durchschnitt der EU-15 von 1,86 % (vgl. Abb. A 3.3.1).
- Koreas FuE-Intensität überstieg 1994 erstmalig die der Bundesrepublik Deutschland. 1998/99 gab es in Folge der tief greifenden Finanz- und Wirtschaftskrise in Asien einen kurzen Einbruch. Seitdem ist Koreas FuE-Intensität wieder auf einem steigenden Ast und überschritt 2006 erstma-

lig die 3 %-Hürde. Dies schafften bis dahin nur vier Länder: Israel, Japan, Schweden und Finnland.

- Taiwans FuE-Intensität stieg unbeeindruckt von der Asien-Krise und der weltkonjunkturellen Schwäche zu Beginn des neuen Jahrhunderts kontinuierlich an und übertraf im Jahr 2006 mit 2,58 % erstmals die FuE-Intensität Deutschlands.
- Die größte Bedeutungssteigerung von FuE in den 90er Jahren konnte Singapur verzeichnen. 1990 war die FuE-Intensität noch geringer als 1 %. Mit der Neuausrichtung der Industriepolitik Ende der 80er Jahre begann auch der stetige Anstieg der FuE-Intensität. Im Jahr 2001 konnte Singapur erstmals die 2 %-Marke überspringen und liegt 2006 mit 2,31 % sogar über dem Durchschnitt der OECD-Länder.

In allen mittel- und osteuropäischen Aufhol-Ländern war nach der gesellschaftspolitischen Wende Ende der 80er Jahre und in Folge der Marktveränderungen ein starker Rückgang der Anfang der 90er Jahre z. T. sehr hohen FuE-Intensität zu verzeichnen (vgl. Abb. A 3.3.2). Der freie Fall der FuE-Intensitäten - mit Ausnahme Sloweniens bis unter die 1 %-Marke - konnte Mitte der 90er Jahre bei den meisten Staaten gestoppt werden.

- Sloweniens FuE-Intensität schwankte zwischen 1,3 und 1,6, % und lag damit stets am oberen Rand aller betrachteten MOE-Länder. Tschechien konnte seine FuE-Intensität nach dem Tiefpunkt Mitte der 90er Jahre wieder kontinuierlich steigern und übertraf 2006: 1,5 %.
- Auch Ungarn weitete seine FuE-Intensität seit Mitte der 90er Jahre wieder aus, konnte die 1 %-Marke allenfalls erreichen, aber bisher nicht überspringen.
- Polen und die Slowakei hingegen haben den Abwärtstrend bislang nicht richtig aufhalten können, lediglich Polen stabilisiert sich seit 2004 bei mehr als 0,5 %. In der Slowakei sind bis 2004 sogar die absoluten FuE-Aufwendungen rückläufig gewesen. Dieser Trend konnte 2005 gestoppt werden, nicht aber der weitere Fall der FuE-Intensität unter 0,5 %.
- Die drei baltischen Staaten Estland, Lettland und Litauen gleichen sich im Verlauf an - seit Ende der 90er Jahre ist die FuE-Intensität überall gestiegen - unterscheiden sich jedoch im Niveau: Estland hat seitdem die größte Bedeutungssteigerung zu verzeichnen und kommt 2006 auf eine FuE-Intensität von über 1,1 %. Litauens Anstieg fällt moderater aus und führt auf 0,8 %, Lettland konnte vor allem zwischen 2004 und 2006 eine deutliche Intensivierung melden: von 0,4 auf 0,7 %.
- Rumänien und Bulgarien bilden die Schlusslichter unter den MOE. Bulgariens FuE-Intensität - hier gibt es erst Zahlen ab 1996 - stagniert und bewegt sich um 0,5 %, Rumänien fiel im Laufe der 90er Jahre bis auf 0,4 % ab und konnte seit dem die FuE-Intensität nur leicht steigern.

Auch in Russland zeichnet sich ein ähnlicher Verlauf der FuE-Intensität wie in den MOE-Staaten ab. Russlands FuE-Aufholprozess hat jedoch schon Anfang der 90er Jahre begonnen, allerdings im Jahr 2003 bei knapp 1,3 % ein vorläufiges Ende gefunden. In den folgenden Jahren fiel Russlands FuE-Intensität auf unter 1,1 % (vgl. Abb. A 3.3.2). Der türkische Aufholprozess hat früher begonnen, verläuft aber auf einem sehr viel niedrigeren Niveau. 2006 betragen die türkischen FuE-Aufwendungen etwa 0,6 % des Inlandsprodukts.

In den 90er Jahren bewegten sich die FuE-Intensitäten Chinas und Indiens in einem Intervall zwischen 0,6 und 0,9 %, wobei Indien immer über dem chinesischen Niveau lag. Seit 2000 zeigt sich

ein völlig anderes Bild: China setzt seit Mitte der 90er Jahre konsequent auf FuE-Intensivierung. 2002 übersprang die FuE-Intensität die 1 %-Marke; mit FuE-Aufwendungen von gut 1,4 % des Inlandsproduktes (2006) hat China Irland, Italien und Spanien hinter sich gelassen. Indiens FuE-Intensität sinkt tendenziell seit 2000 (2005: 0,8 %). FuE hält dort das Wachstumstempo der Wirtschaft nicht ganz mit (vgl. Abb. A 3.3.1).

Brasilien konnte seine FuE-Intensität zwischen 1994 und 2001 von knapp über 0,4 % auf über 1 % steigern, ist seitdem aber nicht mehr vorangekommen. Mexiko befindet sich unter den Schlusslichtern der ausgewählten Aufhol-Länder. Zwar sind auch dort die FuE-Aufwendungen zwischen 1993 und 2003 stärker gestiegen als das Inlandsprodukt, allerdings nicht in dem Ausmaß wie in anderen Aufhol-Ländern und von einem ganz anderen - viel niedrigeren - Niveau aus startend: von etwas mehr als 0,2 % auf nunmehr 0,46 % (vgl. Abb. A.3.3.1).

Rolle des Staates bei FuE

Für die Beurteilung der FuE-Aktivitäten eines Landes ist nicht nur das gesamte Niveau, sondern die die Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat bei Durchführung bzw. Finanzierung von FuE wichtig (vgl. Tab. A.3.3.1 bis Tab. A.3.3.4¹⁴¹). In der Regel gilt: In avancierten Volkswirtschaften liegt der Anteil des Staates sowohl an der Finanzierung als auch an der Durchführung tendenziell niedriger, im Durchschnitt der OECD-Länder beläuft er sich Mitte dieses Jahrzehnts auf etwa 30 %, in weniger avancierten und industrialisierten Ländern übernimmt häufig der Staat die Hälfte oder mehr (Abschnitt 2.2.).

Einige Aufhol-Länder weisen bereits ähnliche Strukturen auf wie hoch entwickelte Volkswirtschaften. In den Tigerstaaten stützt sich die FuE-Expansion sehr stark auf den Unternehmenssektor. Aber auch in China sowie in Slowenien, Tschechien, Lettland und Russland entfallen die Hälfte und mehr der FuE-Ausgaben auf die Unternehmensforschung.

In Korea wird FuE mittlerweile zu über drei Vierteln in der Wirtschaft durchgeführt und auch von der Wirtschaft finanziert. FuE in außeruniversitären Einrichtungen und Hochschulen ist nicht in gleicher Geschwindigkeit ausgeweitet worden wie in der Wirtschaft, der Staat hat also an FuE-Gewicht verloren. Die Finanzierungs- und Ausgabenstruktur Koreas ähnelt stark der japanischen. Die Forschung in den Unternehmen dominiert und der Anteil der Grundlagenforschung an den gesamten Forschungsausgaben ist mit 12 % eher gering. Zum Vergleich: In den USA liegt dieser Anteil bei 19 %. Auch der Hochschulanteil von 10 % ist im Vergleich zur OECD niedrig. Dennoch haben koreanische Wissenschaftler im letzten Jahrzehnt zum weltweiten Zuwachs an natur- und ingenieurwissenschaftlichen Publikationen überdurchschnittlich viel beigetragen.¹⁴²

In China verlagert sich der Schwerpunkt vom Sektor Wissenschaft/Forschung in die Wirtschaft. 1995 war der Staat mit einem Drittel an der Finanzierung der FuE-Aufwendungen beteiligt, schon fünf Jahre später betrug dieser Anteil nur noch ein Viertel. Während 1995 FuE noch überwiegend im öffentlichen Sektor durchgeführt wurde - zu 42 % in den staatlichen Forschungseinrichtungen und zu 12 % an Hochschulen - entfällt 2005 nur noch ein knappes Drittel auf diesen Bereich. FuE im Unternehmenssektor hat mittlerweile das Übergewicht. Dessen ungeachtet wird FuE auch im

¹⁴¹ Die Anhang-Tabellen zu Abschnitt 3 haben einen geringfügig älteren Revisionsstand. Dies fällt jedoch inhaltlich nicht ins Gewicht.

¹⁴² Die Zuwachsraten beliefen sich im Schnitt auf über 20 % p. a. bei einem Durchschnitt von insgesamt 2,2 %. Vgl. NSF (2008).

Sektor Wissenschaft/Forschung stark ausgeweitet. Dies spiegelt sich auch auf den internationalen Märkten für wissenschaftliche Publikationen wider: Chinas Beitrag zum Zuwachs zwischen 2000 und 2005 liegt bei 29 %¹⁴³.

Aber nicht in allen der zuvor genannten Länder tragen die Unternehmen auch den Löwenanteil des finanziellen Risikos: In Russland und Lettland ist der Staat zu über 50 % an der Finanzierung von FuE beteiligt - wie in den übrigen Aufhol-Ländern auch. Während sich der Staat in den Industrienationen bis Ende der 90er zunehmend aus der Finanzierung von FuE zurückgezogen hat, ist der öffentliche Anteil in vielen Aufhol-Ländern seit 1995 noch gestiegen bzw. nicht signifikant gesunken. Seit Beginn des neuen Jahrhunderts befinden sich die Aufhol-Länder dabei jedoch im Trend der Industrienationen, in denen der Staat wieder mehr (finanzielle) Verantwortung für FuE übernommen hat (vgl. Abschnitt 2.2).

Die in den meisten Aufhol-Ländern starke Position des Staates bei der Durchführung von FuE wird von außeruniversitären FuE-Einrichtungen dominiert. Ausnahmen bilden hier lediglich Singapur, Mexiko, Brasilien sowie die baltischen Staaten mit einem stärkeren Hochschulsektor; in Tschechien und Ungarn sind die Anteile von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen jeweils in etwa gleich. Zum Teil sind diese Strukturen noch Überbleibsel ehemals planwirtschaftlich orientierter Volkswirtschaften (Mittel- und Osteuropa), in denen Forschung zentralstaatlich organisiert und zu aller erst in den Dienst eigenständiger staatlicher Ziele gestellt wurde. In einigen Ländern - u. a. in Singapur und Indien - sind die hohen öffentlichen Anteile bei der Durchführung von FuE aber auch zentrales Element der technologischen Aufholstrategie. In Indien - wo der Anteil der Wirtschaft an der Durchführung von FuE erst bei 20 % liegt - sind dies Militär-, Agrar-, Raumfahrt-, Gesundheits-, Energieforschung.¹⁴⁴

In denjenigen Aufhol-Ländern, in denen der Staat sowohl die Finanzierung als auch die Durchführung zu einem überwiegenden Teil übernimmt (Polen, Slowakei, Bulgarien, Litauen, Türkei und Indien), gibt es bislang nur einen schwachen Resonanzboden in der Wirtschaft. Andererseits ist in den Ländern, in denen FuE mehrheitlich in Unternehmen durchgeführt wird, die staatliche Förderung unternehmerischer Forschung ein bedeutendes technologiepolitisches Instrument. Dies ist in den MOE (außer Polen, Litauen und Bulgarien) sowie in Brasilien und Singapur der Fall. In Russland ist der Anteil von Unternehmen in staatlichem Besitz bei FuE außerordentlich hoch.

Bedeutung unternehmerischer FuE und sektorale Schwerpunkte

In den entwickelten Industrienationen bildet die unternehmerische FuE das Rückgrat der nationalen Innovationssysteme. Aufhol-Länder mit einer mit der OECD vergleichbaren Bedeutung des Unternehmenssektors in FuE sind vor allem die Tigerstaaten und China, aber auch Russland, Tschechien und Slowenien.

In China bspw. liegt der Anteil der Wirtschaft an den gesamten chinesischen FuE-Kapazitäten über 71 %. Dort hat die Wirtschaft ihre FuE-Anstrengungen im letzten Jahrzehnt real mehr als verzehnfacht und sich damit in kurzer Frist mit FuE-Ausgaben von mittlerweile knapp 62 Mrd. \$ vor Deutschland (knapp 47 Mrd. \$) auf Rang 3 der forschungsreichen Länder katapultiert.¹⁴⁵ Trotz der

¹⁴³ Vgl. NSF (2008).

¹⁴⁴ Vgl. Krawczyk, Legler, Gehrke (2008).

¹⁴⁵ Beim FuE-Personaleinsatz beträgt die Relation zwischen China und Deutschland (2006) knapp 990 Tsd. zu gut 310

enormen Volumina ist die chinesische Wirtschaft in Forschung und Technologie zwar längst noch nicht auf Augenhöhe mit der Wirtschaft in der „westlichen Welt“. Die schnelle Steigerung der FuE-Intensität ist jedoch ein deutliches Zeichen dafür, dass Imitationen zurückgedrängt werden und Innovationen stärker in den Vordergrund rücken. Zudem investieren immer mehr chinesische Unternehmen in FuE-Kapazitäten im Ausland, werden also auch aus dieser Sicht zu einem „global player“. Vornehmlich betrifft dies Telekommunikation, Elektronik, Haushaltsgeräte und Automobilbau sind.¹⁴⁶ Unter den 1403 größten forschenden Unternehmen der Welt waren 2007 bereits zehn Unternehmen aus China/Hongkong.¹⁴⁷

Insbesondere die Tigerstaaten haben sich früh auf die Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien der IuK-Branche konzentriert und sich so unter die führenden Nationen gemischt. Ähnlich stützt sich die FuE-Expansion in China auf die forschungsintensiven Sektoren der Industrie, darunter auch IuK (vgl. Tab. A 4.3.1). Im IuK-Sektor ist einerseits ein hoher FuE-Aufwand erforderlich, um mit der Entwicklung des technischen Wissens Schritt zuhalten. Andererseits „veraltet“ das Wissen in der IuK-Technologie recht schnell, so dass ein aus einer langzeitigen technologischen Tradition akkumuliertes Wissen nicht unbedingt notwendig ist, um zu den führenden Ländern aufzuschließen.

Die hohe FuE-Intensität Koreas wird vor allem von den forschungsintensiven Sektoren Konsumelektronik, Automobilindustrie, Informations- und Telekommunikationstechnologie gespeist. Der gesamte IuK- und Elektronikbereich beansprucht über die Hälfte der industriellen FuE-Ressourcen. Auf den Fahrzeugbau entfallen 17 %, auf die Chemische Industrie und auf den Maschinenbau 5 bis 6 %.¹⁴⁸ In diesen dynamischen Branchen ist eine hohe FuE-Intensität erforderlich, um den Anschluss an die internationale Konkurrenz nicht zu verlieren. Als Nachteil gilt in Korea allerdings das Fehlen innovativer Klein- und Mittelunternehmen und das dadurch wenig ausdifferenzierte Forschungsspektrum. Der Anteil von Klein- und Mittelunternehmen mit FuE-Aktivitäten hat sich zwar von 1997 bis 2003 von 10 auf 24 % erhöht. Allerdings ist die Intensität, mit der dort FuE betrieben wird, wohl sehr niedrig, denn ein Drittel der FuE-Ressourcen im Wirtschaftssektor entfällt allein auf die fünf größten koreanischen Industriekonglomerate, die Global Player in der IuK- und Consumer-technologie sowie im Automobilbau.¹⁴⁹ Korea war 2007 mit 21 Unternehmen unter den 1403 weltgrößten forschenden Unternehmen vertreten.¹⁵⁰

Auch für Indien spielt in FuE die IuK-Technologie eine bedeutende Rolle. Nur kommt Indien nicht von der Elektronik-/Hardwareseite, sondern spielt sich über IT-Dienstleistungen und Softwareherstellung in den Vordergrund. Unter den weltweit größten forschenden Dienstleistungsunternehmen ist Indien siebenmal, Deutschland 14mal vertreten. Indiens weltweite Reputation in diesem Sektor ist entsprechend hoch.¹⁵¹ Das Land ist mittlerweile zu einem der wichtigsten Akteure im Handel mit wissensintensiven Dienstleistungen avanciert. Im Jahr 2006 lagen die Einnahmen mit 50 Mrd. \$ fast so hoch wie in Deutschland. Knapp 60 % davon entfielen allein auf Datenverarbeitungsdienste,

Tsd.

¹⁴⁶ Vgl. OECD (2008c).

¹⁴⁷ Auswertungen des EU Scoreboard 2008.

¹⁴⁸ Der Dienstleistungssektor bindet 7 % der gesamten FuE-Kapazitäten im Unternehmenssektor, die Hälfte davon IT-Dienstleistungen.

¹⁴⁹ Vgl. OECD (2005).

¹⁵⁰ Auswertungen des EU Scoreboard 2008.

¹⁵¹ Vgl. OECD (2005).

womit Indien die USA auf diesem Markt überholt hat¹⁵². Insbesondere amerikanische Unternehmen haben sich dort auch mit FuE-Einheiten niedergelassen, so z. B. Texas Instruments als Vorreiter seit 1986 in dem mittlerweile zum IT-Zentrum herangewachsenen Bangalore. Fast ein Drittel aller ausländischen Investitionsprojekte gehen in den IT-Sektor. Den industriellen FuE-Schwerpunkt bilden Pharmazie/Biotechnologie, die rund ein Viertel der FuE-Kapazitäten im Verarbeitenden Gewerbe beanspruchen, der Automobilbau sowie der Maschinenbau, die insgesamt 55 % der unternehmerischen FuE-Aufwendungen ausmachen. Dennoch spielt unternehmerische FuE in Indien bislang eine untergeordnete Rolle und ist vornehmlich in „technologischen Inseln“ - auch in Verbindung mit öffentlichen Forschungseinrichtungen - organisiert. Als ein wesentliches Hindernis im indischen Innovationssystem haben sich vor allem Defizite in der Infrastruktur - auch IuK-Infrastruktur - erwiesen.¹⁵³

In den MOE sind die technologischen Schwerpunkte hingegen weniger stark konzentriert und - nach mitteleuropäischer Tradition - eher breit gestreut: Fahrzeug-, Maschinenbau, Chemie, Pharmazie. Auch viele nicht-forschungsintensive Wirtschaftszweige beanspruchen in den MOE größere Anteile der unternehmerischen FuE (vgl. Tab. A 4.3.2 bis Tab. A 4.3.4).

- Vor allem in den baltischen Staaten haben Sektoren wie die Textil- und Nahrungsmittelindustrie, Metallverarbeitung oder Glas, Keramik, Steine und Erden größeren Anteil an den unternehmerischen FuE-Aufwendungen.
- Lediglich Estland und die Slowakei weisen unter den MOE einen Schwerpunkt im IuK-Sektor (Elektronik, Elektrotechnik, Nachrichtentechnik) auf.
- Slowenien, Bulgarien und Ungarn haben einen Schwerpunkt in der Pharmazie. In Ungarn entfallen sogar fast 60 % der FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes auf diesen Sektor.
- In Bulgarien, Rumänien, Polen, Slowakei und in der Türkei hat der Maschinenbau bei FuE eine vergleichbare Position wie in Deutschland. Dieses ist übrigens auch in Singapur, China und Indien der Fall.
- In Polen und Tschechien entfallen auf den Automobilbau die größten sektoralen FuE-Anteile. In Tschechien sind, wie in der Türkei auch, über 30 % der FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes dem Automobilbau zuzurechnen - dies ist vergleichbar mit der Bedeutung dieses Sektors in Deutschland.

Auch in Brasilien ist der Automobilbau der Sektor, der am meisten zu FuE im Verarbeitenden Gewerbe beiträgt. In etwa gleicher Größe beanspruchen dort Energieerzeugnisse FuE-Mittel. Dies ist vor allem auf die Erdöl-Branche zurückzuführen. In Mexiko ist keine besondere sektorale Spezialisierung auszumachen. Auch weniger forschungsintensive Industriezweige haben dabei größere Anteile an den FuE-Ressourcen im Verarbeitenden Gewerbe, allen voran die Nahrungsmittelindustrie. Dies ist ein Indiz dafür, dass im Rahmen der industriellen Arbeitsteilung innerhalb der NAFTA forschungsintensive Branchen in Mexiko vornehmlich montieren, nicht aber forschen und entwickeln.

Die Bedeutung des Dienstleistungssektors bei den unternehmerischen FuE-Aufwendungen in den Aufhol-Ländern ist sehr heterogen und kann nicht in einem spezifischen Schema erfasst werden. Sie

¹⁵² Vgl. Gehrke u.a. (2008).

¹⁵³ Vgl. Fraunhofer ISI, GIGA, STIP (2008).

ist vielmehr den unterschiedlichen „FuE-Traditionen“ sowie der besonderen Schwierigkeit bei der Erfassung solcher FuE-Aktivitäten geschuldet. So spielt der Dienstleistungssektor in den stark auf Innovationen in der Verarbeitenden Industrie ausgerichteten asiatischen Aufhol-Ländern - ähnlich wie in Deutschland – bei FuE mit Anteilen von unter 10 % nur eine untergeordnete Rolle. Ausnahme ist hier der Stadtstaat Singapur. Hingegen beträgt der Anteil des Dienstleistungssektors an den unternehmerischen FuE-Aufwendungen in den übrigen Aufhol-Ländern mindestens ein Fünftel. Dies mag zum einen eine andere Orientierung des Innovationssystems bedeuten. Es ist allerdings in Rechnung zu stellen, dass hierunter eine Reihe von öffentlich geförderten und/oder finanzierten FuE-Einrichtungen fallen, die quasi für die Industrie „Gemeinschaftsforschung“ betreiben – ähnlich den externen Industrieforschungseinrichtungen in den östlichen Bundesländern Deutschlands.

Dass FuE in der Wirtschaft der aufholenden Schwellenländer 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 2006 zu 9,4 % am Zuwachs des Triadepatentaufkommens beteiligt (Deutschland: -1 %).¹⁵⁴ Die Zielrichtungen sind dabei stark vom Technologiefeld abhängig: China bspw. betreibt in IuK/Elektronik/Nachrichtentechnik eine ausgesprochene Politik der Exportdiversifizierung¹⁵⁵, ist dort allerdings immer noch weitgehend im Niedrigpreissegment engagiert.¹⁵⁶ In der Chemischen Industrie hingegen steht eher Importsubstitution im Vordergrund.¹⁵⁷ Insgesamt überwiegt allerdings eine exportorientierte Entwicklungsstrategie.¹⁵⁸

Die Rolle des Auslands bei FuE

In den meisten Aufhol-Ländern ist der technologische Aufhol-Prozess insbesondere durch ausländische Direktinvestitionen in Gang gekommen, die dort FuE betreiben. Dies ist insofern bemerkenswert, als FuE traditioneller Weise erst nach exportbegleitenden Dienstleistungen und nach dem Aufbau von Produktionskapazitäten als Gegenstand von Auslandsinvestitionen in Erwägung gezogen wurde. Mittlerweile laufen die Prozesse schneller, teilweise gar synchron, ab - sowohl um die Märkte besser mit innovativen Produkten bedienen zu können als auch um vom Wissen und vom qualifizierten Personal der „Gastgeberländer“ profitieren zu können. Vielfach sind diese Aktivitäten in Aufhol-Ländern zwar noch Entwicklungs- und Anpassungsmaßnahmen an die regionalen Märkte. Hierdurch ist jedoch ein Technologie-Transfer in Gang gesetzt worden, der besonders in jenen Ländern auf fruchtbaren Boden gefallen ist, die gleichzeitig Anstrengungen zur Aktivierung und Entwicklung ihres endogenen Innovationspotenzials - vor allem Bildung, Forschung und Entwicklung - unternommen haben.

Mit Ausnahme von Korea, Taiwan, Türkei und Indien sind die Anteile des Auslands an den Bruttoinlandsaufwendungen für FuE in allen Aufhol-Ländern größer als in Deutschland.¹⁵⁹

¹⁵⁴ Berechnet aus MSTI 2008/2.

¹⁵⁵ China ist mittlerweile der Welt größter Exporteur auf diesem Feld. Vgl. OECD (2006).

¹⁵⁶ Vgl. Krawczyk, Frietsch, Schumacher u. a. (2007).

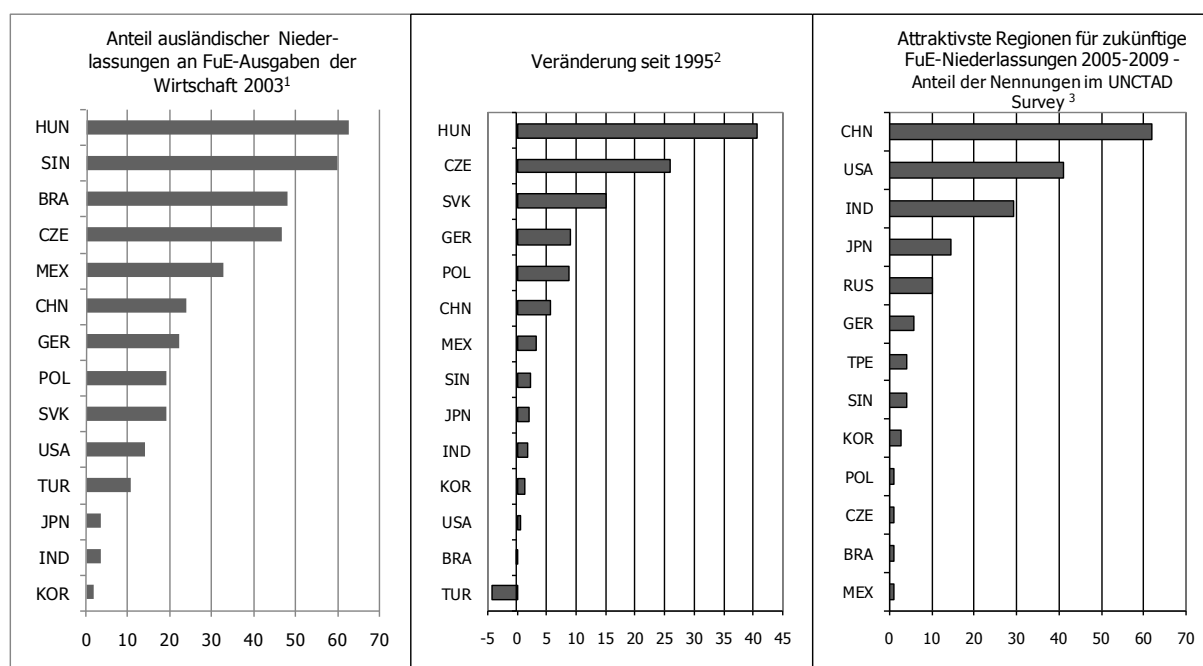
¹⁵⁷ Vgl. Rammer, Legler u. a. (2007).

¹⁵⁸ Dies führt neuerdings sogar dazu dass einzelne große Unternehmen aus Aufhol-Ländern in Industrieländern, aber auch in anderen Entwicklungsländern FuE-Investitionen vornehmen.

¹⁵⁹ Als Quelle dienten neben Abb. 3.3.4 auch Studien der OECD (2008d) sowie die MSTI-Datenbank.

- In Ungarn, Tschechien¹⁶⁰ und Singapur sind über die Hälfte der unternehmerischen FuE-Kapazitäten im Besitz ausländischer Firmen, in Brasilien sind es fast 50 %, in Mexiko, der Slowakei und Polen ein knappes Drittel. Vor allem in den MOE ist der Anteil der FuE-Aktivitäten von Unternehmen mit ausländischen Müttern seit Mitte der 90er Jahre besonders stark gewachsen, allen voran in Ungarn. Nicht zuletzt die Übernahme großer Staatsunternehmen hat die Dynamik beschleunigt. Ausländische Direktinvestitionen übernehmen dort eine zusätzliche Funktion beim Aufrechterhalten der FuE-Aktivitäten. Sie nutzen vor allem das Fachkräftepotenzial für FuE in gehobenen und mittleren Technologiesektoren. Die MOE zählen nach Abfragen der UNCTAD¹⁶¹ aber nicht mehr zu den zukünftig attraktivsten Standorten für FuE von ausländischen Unternehmen (vgl. Abb. 3.3.4).

Abb. 3.3.4: Trends bei FuE-Aktivitäten ausländischer Unternehmen in den Aufhol-Ländern sowie Deutschland, USA und Japan



1) Keine Werte für fehlende Aufhol-Länder; IND=1999, TUR=2000, JPN, GER, MEX=2001, KOR, USA=2002. 2) Keine Werte für fehlende Aufhol-Länder, TUR=seit 1997, CHN= seit 1998, BRA= seit 2000. 3) Keine Werte für fehlende Aufhol-Länder.

Quelle: UNCTAD World Investment Report 2005.

- Dies sind - neben Japan und den USA - vor allem China und Indien aber auch Russland. In China, dem größten Empfängerland von ausländischen Direktinvestitionen, gab es Anfang 2008 rund 1.200 FuE-Einrichtungen ausländischer Unternehmen in China, nach nur 700 im Jahr 2004. Dieses Wachstum ist zum einen auf das gestiegene Interesse der Unternehmen am chinesischen Markt zurückzuführen, der neben seiner Größenbedeutung auch zunehmend anspruchsvoller wird. Zum anderen spiegeln sich hier aber auch verstärkte Anstrengungen der chinesischen Regierung wieder, ausländische Direktinvestitionen in FuE-Einrichtungen zu fördern¹⁶².

¹⁶⁰ Vgl. auch OECD (2008d).

¹⁶¹ Vgl. UNCTAD (2006).

¹⁶² Vgl. UNCTAD (2008).

Die jüngste Umfrage der AHK in China hat ergeben, dass mehr als die Hälfte der in China produzierenden deutschen Unternehmen zukünftig FuE-Aktivitäten in ihre Unternehmenstätigkeiten integrieren wollen. Zum einen dienen diese Aktivitäten der Fokussierung auf den chinesischen Markt; zum anderen planen fast 30 % dieser Unternehmen, FuE-Niederlassungen in China in ihre globale Unternehmensstrategie einzubinden, also weltmarktorientierte FuE durchzuführen. Ein anderer Aspekt wird durch die Befragung ebenfalls deutlich: Auch in China ist es schwierig, qualifiziertes Personal zu rekrutieren. Fast drei Viertel der Unternehmen bezeichnen die Verfügbarkeit qualifizierten Personals als Hemmnis für die Unternehmensentwicklung, zwei Drittel sind mit dem Ergebnis der Rekrutierung unzufrieden.¹⁶³ Mit zunehmenden FuE-Aktivitäten sowohl der chinesischen als auch der ausländischen Unternehmen verschärft sich auch der Wettbewerb um qualifiziertes Personal in China.

Es gibt sicher kein Unternehmen von Weltgeltung, das nicht in China investiert hat. 2003 entfielen rund 24 % der FuE-Ressourcen im chinesischen Unternehmenssektor auf ausländische Unternehmen, etwa soviel wie bspw. in Deutschland oder in den Niederlanden. Die FuE-Intensität ausländischer Unternehmen ist dort durchgängig niedriger als in einheimischen Unternehmen. Sie beschränken sich auch heute noch überwiegend auf Produktanpassung und marktspezifische Weiterentwicklung. Dies zeigen auch Ergebnisse der technologischen Zahlungsbilanz: Nachweislich ist China Technologienehmer, was sich an einem deutlichen Ausgabenwachstum für Patente/Lizenzen zeigt. Im Softwarebereich ist China mittlerweile zum Nettoexporteur avanciert, wenn diese auch überwiegend auf Begleitsoftware zu aus China exportierten IuK-Geräte entfallen.¹⁶⁴

Tab. 3.3.1: *Ausländische Direktinvestitionsprojekte in Indien und China 2003 bis 2007 (kumuliert) nach Unternehmensaktivitäten*

	Indien			China		
	absolut	Anteil in %	Veränderung p.a. 2003-2007 in %	absolut	Anteil in %	Veränderung p.a. 2003-2007 in %
Investitionsprojekte insgesamt	3.406	100	11,1	6.338	100	-4,9
Produktion	774	22,7	19,2	2.797	44,1	-10,3
Forschung und Entwicklung	797	23,4	2,3	552	8,7	-2,6
Vertrieb und Marketing	973	28,6	25,0	1.736	27,4	0,0
Unternehmens- und Kundenservice	609	17,9	-0,5	951	15,0	-0,4
Verwaltung, Ausbildung	76	2,2	8,5	82	1,3	8,5
Infrastruktur	157	4,6	5,0	191	3,0	7,0
Sonstige	20	0,6	-43,8	29	0,5	3,4

Quelle: OCO Global (2008). – Zusammenstellung und Berechnung des NIW.

- In Indien diente gar fast ein Viertel der ausländischen Direktinvestitionen zwischen 2003 und 2007 allein dem Aufbau von FuE-Kapazitäten, etwas mehr als in den Aufbau von Produktionskapazitäten geflossen ist (vgl. Tab. 3.3.1). Mit rund 800 FuE-Projekten (23 % aller ausländischen Investitionsprojekte) war FuE hier sogar der meist genannte Hauptanlass. In China waren es hingegen nur 550, d. h. 9 % der Direktinvestitionsprojekte, die zum Hauptzweck FuE hatten. Während sich in China der Anteil der FuE-begründeten Investitionsprojekte seit 2003 kaum ver-

¹⁶³ German Chamber of Commerce in China (2007).

¹⁶⁴ Vgl. Gehrke u.a. (2008).

ändert hat, nimmt er in Indien ab, was insbesondere in einer überdurchschnittlichen Zunahme der Investitionsprojekte in Produktionskapazitäten begründet liegt. Seit 2006 sind diese zahlreicher als Investitionsprojekte in FuE-Stätten, absolut übersteigt die Zahl der FuE-Projekte in Indien aber immer noch die der in China durchgeführten FuE-Projekte.¹⁶⁵ Indien ist vor allem für die Softwareentwicklung und für die Pharmazie ein beliebter Standort ausländischer Unternehmen. Sie gründen dort vielfach - anders als bspw. in China - produktionsunabhängige FuE-Stätten, bis Ende 2004 waren es 100. Multinationale Unternehmen forschen und entwickeln in Indien - wie auch in anderen asiatischen Aufhol-Ländern - keineswegs nur zur Anpassung ihres Sortiments an die regionalen Marktbesonderheiten. FuE dort hat vielmehr auch Weltmarktrelevanz, insbesondere im IuK-Bereich. Im Handel mit wissensintensiven Dienstleistungen ist Indien mittlerweile zu einem der bedeutendsten Akteure aufgestiegen. Attraktiv sind für ausländische Investoren vor allem die wissenschaftliche Tradition sowie die verfügbaren Humanressourcen. Als besonders günstig gelten die Bedingungen für FuE in Chemie und Pharmazie (klinische Studien) sowie in Elektronik und Software. Insbesondere amerikanische Unternehmen haben sich auch mit FuE-Einheiten im IuK-Sektor niedergelassen.

- Korea ist bisher noch weitestgehend von ausländischen FuE-Aktivitäten „verschont“ geblieben (vgl. Abb. 3.3.4). Das Land war daher auch lange Zeit über das Adaptieren und Imitieren von Technologien nicht hinaus gekommen. Die finanziellen und personellen FuE-Ressourcen beschränkten sich fast ausschließlich auf die großen heimischen Industriekonglomerate, in die Breite (Mittelstand) strahlte dies jedoch noch nicht aus¹⁶⁶. Mit verstärkten Anstrengungen auch des Staates ist Korea dabei, das Imitationsparadigma zu überwinden und ein nach innen und außen offenes Innovationsparadigma einzuleiten.¹⁶⁷ Gemessen an den Triadepatenten kann ohnehin schon seit längerer Zeit nicht mehr die Rede davon sein, dass Adaption und Imitation im Vordergrund stehen: Denn 48 % aller zusätzlichen weltmarktrelevanten Patentanmeldungen seit 2000 kommen aus Korea.¹⁶⁸

Bei den Motiven für ein FuE-Engagement deutscher Unternehmen in aufholenden Schwellenländern muss man tendenziell unterscheiden¹⁶⁹ zwischen

- Klein- und Mittelunternehmen, die sich eher aus **Kostengründen** (Fachkräftepotenzial) - und dann auch vornehmlich in der Nachbarschaft, also in mittel/osteuropäischen Reformstaaten („near shoring“) - nach Kooperationspartnern umsehen und dorthin FuE-Aufträge vergeben (auch an wissenschaftliche Einrichtungen) und
- Großunternehmen, die die Nähe zum **Kunden** suchen und entsprechende Anpassungsentwicklungen parallel zu eigenen Produktionsstätten im Ausland vornehmen oder gar eigenständige **weltmarktrelevante FuE** betreiben und dies auch in entfernten Regionen Asiens tun.

Globalisierung ist somit kein Privileg von Großunternehmen mehr. Investitionen in FuE-Kapazitäten werden künftig parallel zur Verschiebung von Nachfrage und Produktion weiter schrittweise vermehrt in anderen Regionen als Nordamerika und Westeuropa getätigt werden.¹⁷⁰

¹⁶⁵ OCO Global (2008).

¹⁶⁶ Vgl. Fraunhofer ISI, GIGA, STIP (2008).

¹⁶⁷ Vgl. Schlossstein/Yun (2008).

¹⁶⁸ Vgl. MSTI (2008/2).

¹⁶⁹ Vgl. Lau, Zywiets (2005), Kinkel, Lay (2004).

3.4 Bildung im Überblick

Der in einigen Fällen sehr schnellen Ausweitung der FuE-Kapazitäten konnte der Einsatz von Naturwissenschaftlern/Ingenieuren, die im Innovationsprozess eine Schlüsselrolle einnehmen, nicht folgen. So hat es zwar in China eine reale Versiebenfachung der FuE-Ausgaben gegeben, die Zahl der mit FuE befassten Personen hat sich jedoch nicht einmal verdoppelt. In anderen Ländern sind die Relationen ähnlich (vgl. Tab. A.3.3.1 bis Tab. A.3.3.4). Dies lässt darauf schließen, dass ein Großteil der FuE-Aufwendungen in Ausrüstungs- und Infrastrukturinvestitionen geflossen ist. Andererseits muss man sich fragen, ob die Bildungssysteme in den Aufhol-Ländern dem FuE-Schwung folgen können. Die „Humankapitalintensität“ von FuE ist - mit Ausnahme einiger Tiger- und baltischer Staaten - dort noch deutlich niedriger als in den entwickelten Volkswirtschaften.

Allerdings sind im Gegensatz zu den FuE-Anstrengungen die Investitionen der Aufhol-Länder in Bildung und Qualifizierung - gemessen am Anteil der Bildungsausgaben am BIP (vgl. Tab. 3.4.1) – in vielen Fällen bereits mit denen der Industrienationen zu vergleichbar. Mit Korea und Taiwan, Mexiko, Slowenien und Polen haben gleich fünf Länder eine höhere Bildungsausgabenintensität als die OECD-Länder im Durchschnitt (5,8 %). Ungarn und Lettland können sich noch mit Deutschland messen, das 2005 rund 5 % des BIP in Bildung investierte. Allerdings ist in den Aufhol-Ländern bei knapp der Hälfte der Länder mit Angaben¹⁷¹ die Bildungsausgabenintensität zwischen 1995 und 2005 zurück gegangen. Die geringsten Ausgaben für Bildung im Verhältnis zum BIP tätigen Bulgarien (4,5 %) und Rumänien (3,5 %), Singapur, China (jeweils 4,2 %) sowie die Türkei (4,1 %).

Alle mittel- und osteuropäischen Länder haben einen hohen Anteil öffentlicher Finanzmittel an den Bildungsausgaben, der jeweils bei über 90 % liegt. Die Stagnation bzw. der Rückgang der Bildungsausgaben in den fünf großen MOE-Staaten ist vornehmlich auf den öffentlichen Sektor zurückzuführen, der sich bei der Finanzierung von Bildung zurückgenommen hat. Gleiches ist auch für die Türkei festzustellen.

Die asiatischen Aufhol-Länder haben die relativen Aufwendungen zwischen 1995 und 2005 z. T. stark forciert, lediglich in Taiwan hat sich die Bildungsausgabenintensität verringert. Korea und Taiwan befinden sich mittlerweile auf einem Niveau weit über dem Durchschnitt der OECD-Länder. Auch China und Indien haben ihre Anstrengungen in Bildung forcieren können, rangieren 2005 jedoch immer noch am unteren Ende der Berichtsländer. Mit Ausnahme Singapurs ist in allen asiatischen Aufhol-Ländern der Anteil privater Bildungsaufwendungen vergleichsweise groß. In Singapur werden die Bildungsausgaben fast vollständig durch den Staat getragen, in den anderen Ländern erreicht der Staat keine 80 % an den Bildungsausgaben, in Indien und Taiwan rund 70 %, in Korea sogar nur 60 %. So ist Taiwans Rückgang in den Bildungsanstrengungen auch vor allem auf einen relativen Rückgang des Staates zurückzuführen. Indiens erhöhte Anstrengungen liegen im steigenden Anteil der privaten Ausgaben begründet, wogegen in China vor allem der Staat seine Ausgaben für Bildung erweitert hat.

¹⁷⁰ Vgl. Rammer, Legler u. a. (2007).

¹⁷¹ Für Brasilien und Russland liegen keine Werte vor, für Slowenien und Singapur fehlen Vergleichswerte.

Tab. 3.4.1: Ausgaben für Bildung und Qualifikation der Erwerbsbevölkerung in ausgewählten Aufhol-Ländern

	Gesamtstaatliche Ausgaben für Bildung in % des BIP		Öffentliche Ausgaben für Bildung in % des BIP		Anteil der 25-64 jährigen Bevölkerung mit einem Tertiärabschluss 2006 ⁴	
	1995 ¹	2005 ²	1995 ¹	2005 ²	25-34 jährige	55-64 jährige
Polen	5,2	5,9	5,2	5,5	28	13
Slowakei	4,6	4,4	4,6	3,9	17	12
Slowenien	k.A.	6,2	5,0	5,8	25	17
Tschechien	5,1	4,6	4,8	4,3	15	11
Ungarn	5,3	5,6	5,2	5,5	21	15
Estland	5,8	4,9	5,8	4,9	33	29
Lettland	6,2	5,1	6,2	5,1	k.A.	k.A.
Litauen	6,0	5,0	5,1	5,0	35	k.A.
Rumänien	4,5	3,5	3,4	3,5	k.A.	k.A.
Bulgarien	3,4	4,5	3,4	4,5	22	k.A.
Türkei	2,4	4,1	2,3	3,4	13	8
Russland	k.A.	k.A.	2,9	3,8	55	44
Korea	6,2	7,2	3,9	4,4	53	11
Singapur	k.A.	4,2	2,8	4,1	51	k.A.
Taiwan	6,6	6,4	5,4	4,7	49	k.A.
China	3,1	4,2	2,4	3,3	21	8
Indien	3,5	4,8	3,3	3,4	10	3
Mexiko	5,6	6,5	4,6	5,5	19	8
Brasilien	k.A.	k.A.	3,9	4,5	8	4
nachrichtlich:						
Deutschland	5,4	5,1	4,6	4,5	22	23
OECD³	5,6	5,8	5,3	5,4	33	19

1) IND 1996; BUL, LAT, LTU 1998; KOR, TUR, RUS 2000; 2) TPE, SIN 2002; IND 2004; CHN 1999; 3) OECD-Durchschnitt;
4) IND, BRA 2004

Quelle: OECD, Bildung auf einen Blick; Eurostat; IMD; MOST India (2006).

Auch die beiden iberoamerikanischen Aufhol-Länder - für Brasilien können nur die öffentlichen Ausgaben betrachtet werden - haben seit 1995 einen steigenden Anteil der Bildungsausgaben am BIP zu verzeichnen. Mexiko gehört mit 6,5 % gar zu den führenden Staaten unter den Berichtsländern bei einem Anteil der öffentlich finanzierten Bildungsausgaben von 85 % - so hoch wie in Deutschland. Brasilien liegt mit 4,5 % der öffentlichen Ausgaben am BIP im Mittelfeld unter den Berichtsländern - zusammen mit Deutschland.

Trotz unterschiedlicher Tendenzen bei den finanziellen Anstrengungen ist in allen Aufhol-Ländern ein steigender Bildungsstand zu beobachten, jedoch auf sehr unterschiedlichem Niveau (vgl. Tab. 3.4.1).

- Gemessen am Anteil der Erwerbsbevölkerung mit einem Tertiärabschluss hat Korea eine außergewöhnlich hohe Dynamik zu verzeichnen. 2006 haben über 50 % der 25-34jährigen einen Tertiärabschluss, in der Gruppe der 55-64jährigen - also der vor 30 Jahren ausgebildeten Personen - beträgt dieser Anteil lediglich 11 %.

- Auch die anderen beiden Tigerstaaten sowie die baltischen Länder können auf einen überdurchschnittlichen Anteil der 25-34jährigen Bevölkerung mit Tertiärabschluss zurückgreifen, in Singapur und Taiwan beträgt er gar 50 %.
- In Russland haben sogar mehr als die Hälfte der 25-34jährigen einen Tertiärabschluss; dies ist die Spitzenposition unter den Aufhol-Ländern. In der Gruppe der 55-64jährigen sind es mit 44 % noch etwas weniger. Hier hat es also von einem hohen formalen Ausbildungsniveau kommend noch eine weitere Bildungsexpansion gegeben.
- Alle anderen Aufhol-Länder bleiben hingegen im Bildungsstand hinter dem Durchschnitt der OECD (33 % bzw. 19 %) und Deutschland (22 % bzw. 23 %) zurück, auch wenn der Anteil der 25-34jährigen mit Tertiärabschluss in diesen Ländern schon höher ist als bei den 55-64jährigen. Am unteren Ende stehen die Türkei, Indien und Brasilien mit etwa 10 % Akademisierung unter den 25-34jährigen. In absoluten Zahlen bedeutet jedoch allein der indische Anteil von 10 %, dass 2004 in Indien 17 Mio. Menschen zwischen 25 und 34 Jahren einen tertiären Bildungsabschluss besaßen. In China haben im Jahr 2006 mit 21 % der 25-34jährigen rund 43 Mio. Menschen einen tertiären Abschluss. Indien und China haben zusammen also rund 60 Mio. Menschen zwischen 25 und 34 Jahren mit einem akademischen Abschluss - das entspricht rund drei Viertel der deutschen Bevölkerung. Knapp 2,1 Mio. Menschen haben in China 2004 eine Hochschulausbildung abgeschlossen, 3,9 Millionen haben ein Studium aufgenommen. Rund 370 Tsd. Chinesen studieren im Ausland,¹⁷² 80 % von ihnen kehren nach Studienabschluss wieder in ihre Heimat zurück.

In den MOE und der Türkei - nur für diese Länder liegen vergleichbare Daten vor - korrespondieren die Akademisierungsraten der Bevölkerung weitestgehend mit dem Einsatz von Hochqualifizierten in der gewerblichen Wirtschaft¹⁷³. Der Bedarf an Akademikern ist stark gestiegen; dies dämpft die manchmal in den westlichen Industrieländern geäußerte Hoffnung, dass über „Humankapitalimport“ aus den MOE die eigene Fachkräfteverknappung etwas gedämpft werden kann. Im Einsatz dieser von der OECD als „Human Resources in Science and Technology“ bezeichneten Erwerbspersonen liegen Polen und Litauen im Jahr 2005 mit Anteilen von 12 bzw. 15 % an den Gesamtbeschäftigten in der gewerblichen Wirtschaft über dem Wert Deutschlands (11 %) sowie dem Durchschnitt der „alten“ EU (EU-15: 10 %). Dies ist in diesen beiden Ländern vor allem auf weit überdurchschnittliche Hochqualifiziertenraten bei wissensintensiven Dienstleistungen zurückzuführen. Rumänien und Slowenien haben noch einen durchschnittlichen Anteil von 10 %, alle anderen MOE bleiben dahinter zurück, u. a. auch Estland, das allerdings eine überdurchschnittliche Akademisierungsrate in der Erwerbsbevölkerung aufweist.

Die Beurteilung der jeweiligen Bildungssysteme aus Sicht der Wirtschaft ergibt z. T. ein anderes Bild als es sich aus den finanziellen Anstrengungen der Länder im Bildungsbereich sowie aus dem „formal“ erreichten Erstausbildungsstand der Bevölkerung abzeichnet. Nach dem Urteil internationaler Manager liegen Brasilien, Mexiko und Bulgarien in einem Ranking von 55 Ländern am unteren Ende, aber auch Korea und China, Russland und Türkei, Polen, Ungarn, Slowakei, Litauen und Rumänien sind in der unteren Hälfte angesiedelt¹⁷⁴. Aus Korea – das sich allerdings kontinuierlich verbessert - weiß man, dass dies aus einer Vielzahl nicht besetzter Stellen für Ingenieure und Na-

¹⁷² OECD, STI Scoreboard 2007.

¹⁷³ Berufsgruppe ISCO 2 nach ILO. Vgl. NIW/HIS/BIBB/ISI (2008).

¹⁷⁴ IMD (2008), Lettland ist nicht dabei.

turwissenschaftler resultiert, obwohl gleichzeitig eine große Zahl entsprechend ausgebildeter Personen verfügbar ist, die Arbeit sucht. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen haben große Probleme, ihren Fachkräftebedarf adäquat zu decken¹⁷⁵. Die sehr guten basalen Kompetenzen der nachwachsenden Generationen - so wie sie jungen Koreanern durch die PISA-Studien bescheinigt wurden - sind offensichtlich noch nicht gut genug auf den Bedarf der Wirtschaft abgestimmt.

Demgegenüber sind die Bildungssysteme in Estland, Taiwan, Indien und Tschechien sehr viel besser auf die Bedürfnisse der Wirtschaft zugeschnitten. Diese Länder rangieren gleich hinter Deutschland, das am Ende des oberen Drittels liegt. Singapur erhält gar die besten Noten unter allen Ländern und Regionen.

Bei der Beurteilung der Verfügbarkeit qualifizierter Ingenieure - ein Kriterium, das für Deutschland als zukünftiger Innovationsengpass erkennbar ist - sind von den Aufhol-Ländern im IMD-Ranking immerhin Singapur, Taiwan, Indien und die Türkei unter den ersten zehn Ländern vertreten. Im Mittleren Drittel befindet sich Deutschland in Gesellschaft von Ungarn, Litauen, Brasilien und Mexiko.

Diese Urteile sind weniger von objektiven Gegebenheiten geprägt als von subjektiver Einschätzung. Auch schwanken die Positionen einzelner Länder von Jahr zu Jahr im Ranking des IMD erheblich. Wenn diese Einschätzungen allerdings unternehmerische Investitionsentscheidungen beeinflussen können, sind sie durchaus ernst zu nehmen.

¹⁷⁵ Vgl. Ki-Wan Kim, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, auf dem OECD-Chinese MOST Workshop 19-20 October 2006, Chongqing, China.

4 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Ausblick

FuE nimmt in der gesamten Wirkungskette von Bildung und Qualifikation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Inventionen und Innovationen, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Produktivität, Wachstum und Beschäftigung eine zentrale Rolle ein.¹⁷⁶ Alle empirischen Studien zeigen im Großen und Ganzen einen positiven Einfluss auf gesamtwirtschaftliche Zielgrößen. Insofern stellt sich die Frage, ob das Niveau, bei dem sich Deutschland bei FuE eingependelt hat, mittelfristig zu befriedigenden Resultaten führen kann. Will man sich in Deutschland den Zielgrößen „hoher Beschäftigungsstand“ und „angemessenes Wirtschaftswachstum“ nähern, dann dürfte der FuE-Anteil von gut 2½ % am Inlandsprodukt (2007) kaum ausreichen. Auch die europäischen Regierungen haben auf die europäische FuE-Schwäche der letzten zwanzig Jahre reagiert und bereits im Jahr 2000 mit dem ehrgeizigen Ziel, bis zum Jahr 2010 im EU-15-Durchschnitt einen FuE-Anteil von 3 % am Inlandsprodukt zu erreichen, ein unmissverständliches Zeichen gesetzt. Um in Deutschland binnen kurzer Frist die FuE-Kapazitäten um über 20 % zu steigern, sind jedoch kräftige Anstrengungen erforderlich. Die deutsche Bundesregierung hat das 3 %-Ziel damals unmittelbar übernommen, 2005 noch einmal bekräftigt und 2006 eine „Hightech Strategie für Deutschland“¹⁷⁷ formuliert.

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst (Abschnitt 4.1.) und daraus Schlussfolgerungen zu den mittelfristigen Aussichten des FuE-Standorts Deutschland gezogen (Abschnitt 4.2). Die analysierten Daten reichen – wenn es gut geht – gerade bis 2007, sie beschreiben aus heutiger Sicht der letzten Jahre geradezu eine „Schönwetterperiode“. Denn seit dem Frühjahr 2008 wurden die Konjunkturprognosen kontinuierlich nach unten revidiert, ab dem Herbst 2008 macht sich gar die Erkenntnis breit, dass die Weltwirtschaft in eine tiefe Rezession schlittert, deren Intensität und Dauer bislang völlig unabsehbar sind. Insofern ist für die FuE-Entwicklung in Deutschland nicht nur die mittlere Sicht relevant, sondern es zählt auch die Frage, wie Wirtschaft und Staat auf die Rezession reagieren: In welcher Verfassung kommt das deutsche Innovationssystem aus der Krise?

4.1 Die wichtigsten Ergebnisse der Strukturanalyse

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

- Alles zusammen genommen kann man in den vergangenen zwei Jahrzehnten für den **Wirtschaftssektor** der meisten großen Länder von einem prozyklischen FuE-Verhalten ausgehen, wobei die FuE-Aktivitäten kurzfristig nach unten und oben recht elastisch, d. h. überdurchschnittlich stark reagierten. Die früher beobachtete Kontinuität ist vielfach verloren gegangen, FuE ist unsteter geworden.

Dieser Prozess wird einerseits durch die jeweils aktuelle Konjunktur (Finanzierungsmöglichkei-

¹⁷⁶ Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006) sowie den Beitrag des ZEW zum „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

¹⁷⁷ Vgl. BMBF (2006).

ten) und die Wachstumsperspektiven gesteuert. Andererseits wird er vom sektoralen Strukturwandel zu Gunsten von Spitzentechnologien (z. B. Bio- und Gentechnologie, Elektronik, Telekommunikation) mit ihren enorm hohen Anforderungen an unternehmerische FuE und zu Dienstleistungen überlagert. Drittens spielen die Impulse aus der staatlichen FuE-Nachfrage, die in manchen Ländern insbesondere im militärischen Bereich, in der Luft- und Raumfahrt und im Gesundheitssektor starken Schwankungen unterworfen war, eine große Rolle. In einigen Ländern - so in Deutschland - haben sich zusätzlich Engpässe bei der Bereitstellung von hochqualifizierten Erwerbspersonen mit Schlüsselkompetenzen für FuE-Aktivitäten (Naturwissenschaftler und Ingenieure) bemerkbar gemacht.

- Beim **Staat** gab es allenthalben zunächst ein recht einheitliches Muster: Langfristig hat sich der Staat aus Finanzierung und Durchführung von FuE mehr und mehr zurückgezogen. Im neuen Jahrhundert haben die staatlichen Instanzen jedoch sehr uneinheitlich agiert: Die Reaktion auf das meist zögerlichere FuE-Engagement der Wirtschaft reichte in dieser Phase von prozyklischem und antizyklischem Anpassungsverhalten bis hin zu kompensatorischen Eingriffen. Letzteres galt insbesondere für die USA, die mit einem Anteil von 35 % an den weltweiten relevanten FuE-Kapazitäten und als **der** Lieferant von Spitzentechnologien immer noch das Zugpferd für die Entwicklung des weltwirtschaftlichen Innovationspotenzials sind. Dort ist der starke Einbruch der FuE-Kapazitäten im Wirtschaftssektor Anfang des neuen Jahrtausends durch den massiven Ausbau öffentlicher FuE-Kapazitäten und die sprunghafte Ausweitung staatlicher FuE-Nachfrage im zivilen und militärischen Bereich ausgeglichen worden. Inwieweit dies letztlich nur ein „crowding out“ von FuE aus dem Wirtschaftssektor oder eine neue FuE-Eigendynamik in der Wirtschaft in Gang gesetzt hat, kann momentan nicht umfassend beurteilt werden. Es sieht jedoch danach aus als ob der US-Staat bei FuE seine Platzhalterrolle aufgeben konnte: Die FuE-Kapazitäten in Wissenschaft/Forschung expandieren nur noch schwach, während die Wirtschaft bereits wieder das Expansionstempo der übrigen westlichen Industrieländer erreicht hat und neuerdings wieder zu den Tempomachern gehört: Zwischen 2004 und 2007 sind die FuE-Ausgaben der Wirtschaft in den USA um 27, in Deutschland um 10 % gestiegen.

Deutschland produziert immer noch **überdurchschnittlich forschungsintensiv**. Nachdem es in den 80er Jahren mit an der Spitze der internationalen Dynamik lag, gab es jedoch Ende der 80er/Anfang der 90er Jahre bei FuE Einbrüche. Die Einschnitte waren so tief, dass sie trotz einer auch im internationalen Vergleich beachtlichen Dynamik in der zweiten Hälfte der 90er Jahre nicht mehr kompensiert werden konnten. Und gerade im neuen Jahrhundert ist FuE per Saldo in fast allen Weltregionen deutlich stärker als in Deutschland ausgeweitet worden. Viele andere Länder aus Nord-, Süd- und Mitteleuropa, vor allem jedoch aus Asien (China, Taiwan, Japan, Korea) legten beinahe ungebrochen eine vergleichsweise hohe FuE-Dynamik an den Tag. Insgesamt ist Deutschland bei einer FuE-Intensität von gut 2½ % von Rang 3 (Ende der 80er Jahre bei einer FuE-Intensität von 2,7 bis 2,8 %) auf Rang 11 (2006) abgerutscht. Es liegt damit immer noch leicht oberhalb des OECD-Durchschnitts. Während jedoch noch vor Jahren die USA und Japan als Maßstab galten, an dem man sich zu orientieren hatte, um im internationalen Technologiewettbewerb mithalten zu können, wird nun vielfach die Latte auf den deutlich niedrigeren europäischen Pegel gelegt, damit wenigstens diese Höhe noch genommen werden kann. Deutschland muss folglich die Anstrengungen erhöhen, um nicht noch weiter abzufallen und in das hintere Mittelfeld durchgereicht zu werden. Das von der Bundesregierung ausgerufene 3 %-Ziel hat insofern wichtige Aufmerksamkeitseffekte für FuE erzeugt; es erinnert Wirtschaft und Staat daran, dass die FuE-Lücke zu den wichtigsten Konkurrenzländern immer breiter klafft.

Im Schnitt der OECD-Länder wurden seit Ende der 90er Jahre die staatlichen **Forschungshaushalte** jährlich mit gut 7 % ausgeweitet. Der Beitrag des Staates zur FuE-Finanzierung insgesamt ist in dieser Periode damit erstmals seit Jahrzehnten wieder gestiegen, ebenso sein Beitrag zur Durchführung von FuE durch eigene Aktivitäten an Hochschulen und parauniversitären Einrichtungen. Die Förderung von FuE speziell in der Wirtschaft nimmt in den meisten Ländern zumindest nicht mehr ab. Allenthalben hat sich die Einstellung zu staatlichen FuE-Aktivitäten deutlich zum Positiven gewandelt. An der Spitze der FuE-Ausgabendynamik stehen mit den USA (vornehmlich in der Grundlagen- und militärischen Forschung sowie den Lebenswissenschaften), Japan, Korea sowie vielen nord- und mitteleuropäischen Ländern überaus bedeutende deutsche Konkurrenzregionen. Langfristig ist Deutschland gerade im öffentlich(finanziert)en FuE-Sektor klar zurück geblieben: Während das staatliche finanzielle FuE-Engagement in Deutschland bis Anfang der 90er Jahre im internationalen Vergleich als ausgesprochen hoch einzustufen war, muss es nunmehr als relativ schwach eingeschätzt werden. Nimmt man allerdings den militärischen Bereich heraus, dann kann man konstatieren, dass der Staat in Deutschland immer noch relativ viel für FuE ausgibt; allerdings weist der Trend dann noch steiler nach unten. Seit Ende der 90er Jahre ist insofern ein Erfolg zu vermelden, als der bis dato kontinuierliche Rückgang der öffentlichen FuE-Ausgaben gestoppt und in eine Expansion verzeichnet werden konnte; seit 2004 wird auch im internationalen Vergleich leicht aufgeholt. Anders als in Deutschland hat zudem die staatliche Förderung von FuE in der Wirtschaft in vielen Ländern bereits deutliche Spuren hinterlassen. Einerseits ist der staatliche Finanzierungsbeitrag zu privater FuE in Form von direkten Fördermaßnahmen in vielen Ländern wieder gestiegen. Andererseits wird dieses Instrument in den meisten OECD-Ländern - vor allem mit Blick auf kleine und mittelgroße Unternehmen - durch steuerliche Förderung ergänzt. Deutschland gehört nicht dazu.

Dass staatlichen FuE-Aktivitäten und der öffentlichen Förderung von FuE in der Wirtschaft eine immer größere Bedeutung beigemessen wird, hat - unter dem Gesichtspunkt der technologischen Leistungsfähigkeit - auch mit Verhaltensänderungen in der Wirtschaft zu tun: FuE- und Innovationsaktivitäten sind immer weniger an mittelfristig-strategischen Zielen und an einer vorsorglichen Ausweitung der technologischen Möglichkeiten orientiert, sondern immer mehr an der kurzfristigen Nachfrageentwicklung und den **Absatzaussichten** in naher Zukunft; prozyklische unternehmerische FuE-Politik hat mehr Gewicht bekommen. Es wird das geforscht und entwickelt, was der Kunde bezahlt, ein deutlicher Anstieg der FuE-Ausgaben über das konjunkturell erforderliche Maß hinaus ist insofern kaum zu erwarten.¹⁷⁸ Vor allem in der ersten Hälfte der 90er Jahre hat die deutsche Wirtschaft sehr sensibel auf konjunkturelle Einflüsse reagiert und als Reaktion auf die stark gedämpften Wachstumsmöglichkeiten ihre mittelfristig-strategische Forschung reduziert. Das FuE-Verhalten gegen Ende der 90 Jahre lässt insofern ein etwas differenziertes Bild zu, als viele (Groß-)Unternehmen den Abbau bei der langfristigen Forschung weitgehend gestoppt und damit auch wieder mehr Kontinuität und mittelfristig-strategische Perspektiven in ihre FuE-Aktivitäten gebracht haben. Offensichtlich ist in den letzten Jahren im Bewusstsein der Unternehmen wieder eine Verbesserung der Ausgangslage für FuE eingetreten. Insofern ist die Situation für FuE anders einzuschätzen als eingangs der Rezession der 90er Jahre. Auch in der aktuellen starken konjunkturellen Abkühlung und der Wachstumsflaute hat die FuE-Intensität nicht signifikant nachgegeben (Abschnitt 4.3): FuE ist für die Unternehmen wieder wichtiger geworden, allerdings wird insgesamt vorsichtig disponiert.

¹⁷⁸ Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

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

Die weltwirtschaftliche FuE-Szene hat im vergangenen Jahrzehnt durch die Integration der europäischen Peripherie - der südeuropäischen Länder und der mittel- und osteuropäischen Reformstaaten - sowie der asiatischen **Aufhol-Länder** einschließlich China und Indien ein anderes Gesicht bekommen. Dabei gibt es durchaus unterschiedliche Entwicklungspfade: Während die mittel-/osteuropäischen Reformstaaten bis Mitte der 90er Jahre FuE zumeist abgebaut hatten und erst danach wieder in den Neuaufbau investierten, weist die Entwicklung vor allem in Asien seit Jahrzehnten kontinuierlich nach oben. Dies bedeutet per Saldo einerseits eine deutliche Ausweitung des weltwirtschaftlichen Innovationspotenzials, andererseits haben sich jedoch - wenn man die Dynamik in den etablierten Ländern Korea und Japan mitzählt – die weltwirtschaftlichen FuE-Gewichte klar in Richtung Asien verlagert. Die asiatischen Staaten sind seit einiger Zeit die FuE-Tempomacher.

Die Industrieländer sehen sich somit auch bei FuE einer bemerkenswert dynamischen Konkurrenz aus aufstrebenden, bevölkerungsreichen und wachstumsstarken Schwellenländern gegenüber. Diesen Ländern gelingt es immer mehr, sich in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen zu etablieren. Etliche Länder (BRIC-Staaten) sind mit ihrem FuE-Volumen allein schon auf Grund ihrer Größe in die Weltspitze einzuordnen. Sie haben Bildung und Wissenschaft, Forschung und Technologie als bedeutendes Fundament und strategische Basis eines stabilen Wachstums- und Aufholprozesses erkannt und proklamiert. Denn mit fortschreitender Entwicklung nehmen die Kostenvorteile ab, der Imitationsspielraum verringert sich, die Aufhol-Länder müssen zunehmend in Innovationen investieren. Was Japan in den 60er und 70er Jahren und Korea in den 80er und 90er Jahren vollzog, setzt sich aktuell an anderer Stelle fort. Insbesondere Indien und China haben eine

enorme Sogkraft und Eigendynamik entwickelt. Drei Viertel der zwischen 2002 und 2004 in Entwicklungsländern errichteten neuen FuE-Standorte befinden sich nach einer UNCTAD-Studie¹⁷⁹ in Indien oder China. Eine rasch expandierende Binnennachfrage, ausreichend wissenschaftliches Personal und Kompetenzen sowie niedrige FuE-Kosten machen diese Regionen zunehmend für ausländische Unternehmen attraktiv.

Hinter den technologischen Anstrengungen der Aufhol-Länder steht vor allem die starke Orientierung der wirtschaftlichen Entwicklung am internationalen Wettbewerb. Neben einheimischen Unternehmen treiben nicht zuletzt multinationale Unternehmen aus Industrieländern die FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in den Aufhol-Ländern nach oben: Anpassungsentwicklungen, FuE-Outsourcing und neue strategische Allianzen, länderübergreifende Gründungen und Fusionen stärken die FuE-Kapazitäten dieser Länder. Die FuE-Auslandsinvestitionsmotive der traditionellen Industrieländer haben sich etwas verändert. Bei früheren Überlegungen zur Globalisierung von FuE standen vor allem lokale Markt- und Wachstumsaussichten im Vordergrund. Mittlerweile hat jedoch der Faktor Qualifikation der Erwerbspersonen größeres Gewicht erhalten. In Deutschland sind die für FuE benötigten hochwertigen Qualifikationen knapp geworden,¹⁸⁰ in vielen anderen Ländern stehen jedoch zunehmend ausreichend qualifizierte Arbeitskräfte zu wettbewerbsfähigen Preisen zur Verfügung: „Off shoring“ von FuE-Kapazitäten ist eine Reaktion, sie dient dem Ziel, die eigenen Kompetenzen durch die ausländischen zu erweitern.¹⁸¹

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

4.2 Zu den mittelfristigen Aussichten

Insgesamt hat sich der Druck für die deutsche Wirtschaft, **permanent zu innovieren**, erhöht. Der internationale Wettbewerb kann von der deutschen Wirtschaft weder mit aufstrebenden Schwellenländern noch mit den etablierten Industrieländern – auf die nach wie vor der weit überragende Teil von grenzüberschreitenden FuE-Aktivitäten entfällt – auf der Kosten-, sondern nur auf der Innovationsseite gewonnen werden. Dies bedarf einerseits höherer Eigenanstrengungen. Andererseits übt die Erweiterung der internationalen FuE-Arbeitsteilung Druck auf das Spezialisierungsprofil der hoch entwickelten Volkswirtschaften aus. Gefahr für den Bestand an FuE-Kapazitäten im Inland rührt aus den **Auslands-FuE-Aktivitäten** deutscher Unternehmen ebenso wenig¹⁸² wie aus den

¹⁷⁹ UNCTAD (2006).

¹⁸⁰ Gehrke, Heine (2006).

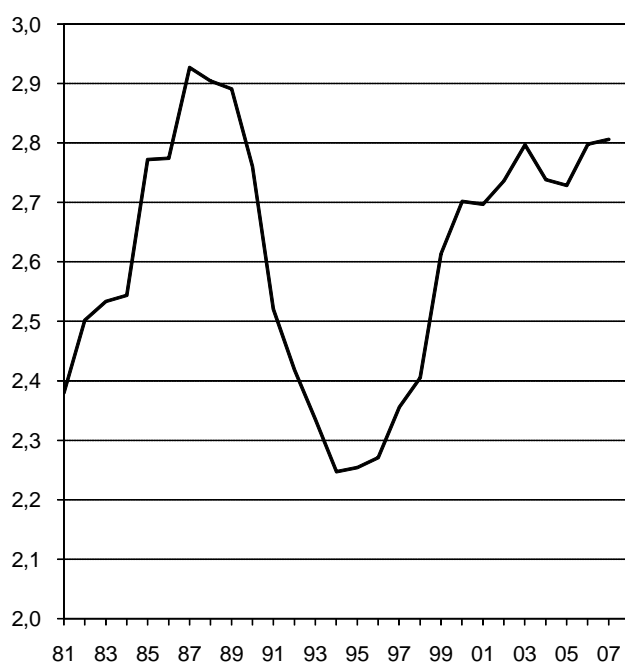
¹⁸¹ Vgl. Rose (2006).

¹⁸² Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

forcierten technologischen Anstrengungen von Schwellenländern. In Teilbereichen wird sich jedoch eine weitere strukturelle Anpassung auch bei FuE-Arbeitsplätzen nicht vermeiden lassen. Eine stärkere Spezialisierung auf die ersten Phasen der Wertschöpfungsketten, in denen hochwertige Dienstleistungen - nicht nur bei FuE - erforderlich sind, sowie eine Stärkung der mittelfristig-strategischen Forschung zur Flankierung und Vorbereitung des Weges in eine forschungsintensivere Wirtschaftsstruktur dürfte die erforderlichen Anpassungsprozesse erleichtern.

Dass in den vergangenen Jahren die deutsche Wirtschaft bei FuE Jahr für Jahr jeweils etwas mehr umgesetzt hat als ursprünglich geplant, ist nicht nur ein Zeichen dafür, dass die Konjunktur besser gelaufen ist als vorhergesehen, sondern auch ein Indiz dafür, dass die **Grundeinstellung** zu FuE positiv ist. Limitierender Faktor für einen FuE-Aufschwung in der Breite ist in den betrieblichen Kalkulationen vor allem das – auch vor der Rezession als moderat einzuschätzende - Wachstum des gesamtwirtschaftlichen Produktionspotenzials gewesen. Die Unsicherheit über Intensität und Dauer des Aufschwungs hat zu sehr vorsichtigem finanziellem Engagement verleitet. FuE ist nicht autonom, sondern eine Investition und damit abhängig von den Ertragserwartungen, die an FuE-Projekte geknüpft werden können. Dies erklärt auch, weshalb der FuE-Anteil an der Wertschöpfung im Unternehmenssektor seit Jahren um 2¾ % oszilliert (Abb. 4.2.1). FuE und Innovationen haben in Deutschland keine Eigendynamik.

Abb. 4.2.1: *Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1981-2007*



Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2008/2). - SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Bruttoinlandsprodukt 2007. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

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 konzerninterner Zweckmäßigkeit auf die Standorte verteilt. Die deutschen FuE-Standorte behaupten sich im internationalen (innerkonzernlichen) Wettbewerb bislang nicht schlecht, Deutsch-

land hat von der FuE-Globalisierung profitiert. Gerade in der Phase des FuE-Kapazitätsaufbaus ab dem letzten Drittel der 90er Jahre haben ausländische Unternehmen eine große Rolle gespielt.¹⁸³ Darüber hinaus hat Deutschland aktuell eine positive Phase des „inshoring“ hinter sich¹⁸⁴: 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 - 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 als Standortalternative immer stärker ins FuE-Bewusstsein der Unternehmen. Andererseits sind die noch höheren FuE-Kosten am größten FuE-Standort USA, der durchaus vergleichbare Personalknappheitsprobleme hat, und in Japan ein Vorteil für Deutschland. So hat es in einigen Sektoren (Pharmazie, Medizintechnik) - u. a. aus Kostengründen im Zusammenhang mit einer guten wissenschaftlichen Infrastruktur - 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, was sich allerdings noch nicht bei den technologischen Erfindungen bemerkbar gemacht hat.¹⁸⁵ Wissensintensive Dienstleistungen und Spitzentechnologiemärkte wie bspw. Arzneimittel, Informations- und Medientechnik, Biotechnologie¹⁸⁶ 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 nach den exportbegleitenden Service-Funktionen Vertrieb und Marketing meist genannter Hauptanlass für internationale Direktinvestitionen. FuE-Aktivitäten in Schwellenländern betreffen in den entwickelten Industrieländern jedoch eher den Zuwachs an FuE-Kapazitäten und nur ganz selten den Bestand. Die „home base“ ist immer noch entscheidend.

Eine Problematik ist für Deutschland vor allem die mittelfristige **Wachstumsunsicherheit** im Inland: Je schwächer die Wachstums- und damit die Ertragserwartungen ausfallen, desto eher wird auf FuE-Projekte verzichtet, werden Projekte storniert, abgebrochen oder hinausgezögert. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen sowie Dienstleistungsunternehmen, die häufig kleinräumig und

¹⁸³ Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

¹⁸⁴ Vgl. Kunze, Neuhaus (2005) sowie die Vielzahl der dort aufgeführten Beispiele.

¹⁸⁵ Vgl. Belitz, Schmidt-Ehmcke, Zloczynski (2008).

¹⁸⁶ Vgl. Belitz, Schmidt-Ehmcke, Zloczynski (2008).

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 2007/2008 zwar immer noch der Außenhandelsüberschuss als Wachstumstreiber überwog, dass jedoch zusätzlich von der Investitionsgüternachfrage starke Impulse ausgegangen sind, die gerade forschungsintensive Industrien zu technologischen Neuerungen angestachelt haben dürften.

Die betrieblichen FuE-Prozesse stellen - nicht nur mit der zunehmenden Spitzentechnologieorientierung - immer höhere Anforderungen an die Qualifikation des FuE-Personals, die „**Akademisierung**“ von FuE nimmt zu. Insofern sind der FuE-Expansion in Deutschland künftig deutliche Grenzen gesetzt - denn es fehlt immer mehr an Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, die über die Schlüsselqualifikationen für technische Innovationsprozesse verfügen. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass Klein- und Mittelunternehmen im FuE-Prozess immer weniger zum Zuge kommen, dass sich FuE-Personal angesichts der Knappheit in den höheren und mittleren Technologiebereichen schlechter rekrutieren lässt als für FuE in der Spitzentechnologie.¹⁸⁷ Entlastung gibt es dort, wo die Möglichkeiten der „Wissensteilung“ – also der **Kooperation** von Unternehmen untereinander sowie mit Einrichtungen der Wissenschaft und Forschung bei FuE – konsequent ausgeschöpft werden, bis hin zu Formen der „open innovation“. Externe Vertragsforschung hat de facto den Effekt einer Kompetenzerweiterung. Auch aus dieser Sicht ist die schwache Expansion der FuE-Kapazitäten im öffentlichen Sektor den Erfordernissen in Deutschland bislang nicht gerecht geworden. Denn einerseits sind hochwertige wissenschaftliche Kompetenzen neben den Markt- und Produktionsbedingungen ein wichtiger Attraktionsfaktor für FuE-Investitionen von internationalen Unternehmen. Das Motiv des Wissenserwerbs hat in den letzten Jahren für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten sogar an Bedeutung gewonnen.¹⁸⁸ Und zum anderen beruht gerade das Funktionieren des deutschen Innovations- und FuE-Systems auf intensiven FuE-Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung. Hochschulpakt, Exzellenzinitiative und High Tech-Strategie sollten mittelfristig eigentlich zu einer Ausweitung der FuE-Kooperationspotenziale führen. Bis einschließlich 2007 hat der öffentliche FuE-Sektor allerdings noch keinen zählbaren Beitrag zur Erreichung des 3 %-Zieles geleistet.

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 erfolgreicher Bildungspolitik ist zudem auf Grund der bildungspolitischen Versäumnisse der letzten 25 Jahre und langfristig aus demographischen Gründen eine Engpasssituation bei Fachkräften – und bei Unternehmensgründungen - als Restriktion einzukalkulieren. Über Defizite bei **Naturwissenschaftlern und Ingenieuren** wird 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 hinzugekommen Personalstellen in den Bereichen FuE und Innovation aus¹⁸⁹.

Eine besondere Herausforderung stellt die Krise auf den internationalen **Finanzmärkten** dar. Sie wird über ihre Auswirkungen auf die „Realwirtschaft“ die **Rezession** verstärken und damit die Be-

¹⁸⁷ Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

¹⁸⁸ Vgl. Vgl. Belitz, Schmidt-Ehmcke, Zloczynski (2008).

¹⁸⁹ Vgl. Rammer, Peters, Licht (2007).

triebsüberschüsse, die die Unternehmen typischer Weise für die Innovationsfinanzierung verwenden, noch weiter verknappen. Ertragsbedingte Engpässe dürften die wesentlichen Effekte ausmachen. Die Kreditklemme bei den Banken selbst dürfte eher die weniger forschungsintensive Industrie und dort vor allem Prozessinnovationen einschränken.¹⁹⁰ Dies dürfte vor allem die Gründung von technologieorientierten Unternehmen sowie Forschungsprojekte im Bereich der Spitzentechnologie beeinträchtigen. Dies zu verhindern ist eine wesentliche Aufgabe der öffentlichen Hand.

4.3 Aktuelle FuE-Entwicklung in der deutschen Wirtschaft

FuE hat in der deutschen Wirtschaft bis in die zweite Hälfte der 80er Jahre hinein eine „gute Konjunktur“ gehabt; danach gab es allerdings 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 Jahrzehnt allerdings in das Auf und Ab von Rezession, Stagnation und Aufschwung (Abb. 4.2.1). Trotz aller kritischen Bemerkungen: FuE ist heutzutage stärker als in der ersten Hälfte der 90er Jahre im Bewusstsein der Unternehmen verankert, denn im Gegensatz zu damals sind auch in rezessiven Phasen kaum FuE-Kapazitäten abgebaut worden.

Unternehmerische FuE in Deutschland orientiert sich zwar mittelfristig am Wachstumskurs der Wirtschaft, ist jedoch instabiler geworden. FuE bringt zudem keine eigene Dynamik mehr auf; es ist in der Wirtschaft zu einem unauffälligen Mitläufer 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 FuE-Erhebung erkennbar¹⁹¹ - nicht dazu genutzt worden, signifikant überproportional in den Aufbau neuen technischen Wissens zu investieren.¹⁹² In beinahe jeder Branche ist die Entwicklung des Umsatzes dem Zuwachs an FuE davongelaufen (Tab. 4.3.1).

- Das FuE-Personal ist bis 2007 gegenüber 2005 wieder um 3,5 % aufgestockt worden, mit über 315 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 fast 4 Mrd. € (+11 %) buchen konnte.
- Mit 55 % entfiel über die Hälfte des FuE-Personalzuwachses zwischen 2005 und 2007 auf Klein- und Mittelunternehmen, die damit seit 2003 einigermaßen kontinuierlich ihren Beitrag zum FuE-Aufkommen steigern konnten.
- Die externen FuE-Aufwendungen sind zwischen 2005 und 2006 mit 7 % ungewohnt schwach und damit deutlich langsamer als die internen FuE-Aufwendungen (11 %) ausgeweitet worden. Die FuE-Arbeitsteilung zwischen Wirtschaftsunternehmen sowie zwischen Wirtschaft und öffentlichen FuE-Einrichtungen im In- und Ausland hat sich nach diesen Zahlen also nicht weiter intensiviert.

¹⁹⁰ Vgl. Rammer (2008).

¹⁹¹ Vgl. auch Rammer (2008) in den Auswertungen des Mannheimer Innovationspanel.

¹⁹² Zu den aktuellen Daten vgl. WSV (2008).

Tab. 4.3.1: FuE-Intensität* in der deutschen Verarbeitenden Industrie 1995 bis 2007

	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Verarbeitendes Gewerbe	2,8	3,0	3,0	3,0	3,1	2,8	2,6
Ernährungsgewerbe, Tabakverarbeitung	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Textil-, Leder-, Bekleidungsgewerbe	0,6	0,7	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0
Holz-, Papier-, Druckgewerbe	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
Kokerei, Mineralölverarbeitung, Spalt- u. Brutstoffindustrie	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2	0,4
Chemische Industrie	4,6	4,5	4,6	4,3	4,1	3,3	3,0
Pharmazeutische Industrie	8,2	10,9	11,0	11,7	14,1	12,1	11,3
Gummi- u. Kunststoffverarbeitung	1,0	1,2	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3
Glasgewerbe, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	0,8	0,8	1,0	1,1	1,1	0,9	0,8
Metallerzeugung u. -bearbeitung, -verarbeitung	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5
Maschinenbau	2,7	2,6	2,7	2,6	2,6	2,6	2,4
H. v. Büromasch., DV-Geräten u. -Einr., Elek., FuO	6,1	5,3	5,2	5,1	5,0	4,6	4,4
H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	5,0	4,7	5,1	5,0	5,5	4,7	4,4
Sonstiger Fahrzeugbau	15,4	14,9	11,5	6,9	8,2	7,3	7,2
H. v. Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten usw.	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8
Recycling	0,6	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	k.A.

*) Interne FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors in % des Umsatzes der Unternehmen

Quelle: OECD, ANBERD-Datenbank. - WSV (2008). - StaBuA, FS 4, Reihe 4.1.1. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Per Saldo konzentriert sich die Ausweitung der internen FuE-Aufwendungen um knapp 4,4 Mrd. € auf den Automobilbau (1,94 Mrd. €, +17 %), der damit wieder einmal seine herausragende Stellung im deutschen Innovationssystem nicht nur unter Beweis gestellt, sondern auch weiter ausgebaut hat. Umwelt- und Klimaschutz (Verbesserung der konventionellen Verbrennungstechnologien, Elektromobilität, regenerative Kraftstoffe) haben dem Automobilbau jüngst wieder zusätzliche FuE-Anregungen gegeben.
- Aber auch Maschinenbau (560 Mio. €, 13½ %) IuK-, Elektro-, Medien- und MSR-Technik (540 Mio. €, 7 %), Unternehmensdienstleistungen (370 Mio. €, 11 %), Pharmazeutische Industrie (280 Mio. €, 8 %) und die Chemische Industrie (250 Mio. €, 8½ %) haben unter den forschungsintensiven Branchen ihre FuE-Ausgaben signifikant gesteigert.
- Interessant ist weiterhin, dass einige weniger forschungsintensiv produzierende Industriezweige bei FuE z. T. sehr hohe Zuwachsraten aufweisen: Mineralölverarbeitung (85 %), Recycling (43 %), Möbelindustrie usw. (31 %), Metallerzeugung und -verarbeitung (16 %) sowie Nahrungs- und Genussmittelindustrie (12 %).

Insgesamt gesehen ist auch die kurzfristige FuE-Dynamik nicht befriedigend. Dies wird noch einmal dadurch deutlich, dass die globale FuE-Dynamik in der Wirtschaft im Jahr 2007 nach wie vor auf hohem Niveau ist. Die 1.000 größten europäischen Unternehmen haben 2007 ihre **globalen** FuE-Ausgaben um 8,6 % aufgestockt, deutsche Unternehmen liegen daran gemessen mit 5,1 % erneut weit hinten.¹⁹³ In Unternehmen mit Hauptsitz außerhalb der EU war die FuE-Expansion gar

¹⁹³ Der WSV (2008) geht sogar davon aus, dass die globalen FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen zwischen 2005 und 2007 gerade mal einen Anstieg von knapp 1 % zu verzeichnen haben.

noch stärker (9,2 %). In den Vorjahren gab es zwischen deutschen und ausländischen Unternehmen ähnliche große Unterschiede in der Dynamik der FuE-Ausgaben.¹⁹⁴

Es gab Signale, dass gerade von 2006 auf 2007 mit einer deutlicheren Steigerung der FuE-Aktivitäten gerechnet werden konnte: Im September 2007 hatte das ZEW eine Kurzerhebung zum FuE-Verhalten der deutschen Wirtschaft vorgenommen¹⁹⁵. Es kam zum Ergebnis, dass FuE unter den unternehmerischen Wettbewerbsparametern kurzfristig erneut einen klaren Bedeutungsgewinn erzielt hatte: Die geplanten FuE-Gesamtaufwendungen sollten danach im Jahr 2007 gegenüber 2006 um gut 7 % höher ausfallen, mit einem Anstieg des FuE-Personals von 3,5 % gegenüber 2006 war zu rechnen. Dass es letztlich nicht gelungen ist, diese Pläne zu erfüllen, mag an der starken Beanspruchung durch das (Produktions-)Tagesgeschäft liegen.

Zudem hatte sich das **Umfeld** für Innovationen in Deutschland bis 2007 deutlich verbessert¹⁹⁶: Gewinn- und Kostensituation, Produktivitätsentwicklung, Investitionstätigkeit, sinkende Unternehmenssteuern sind auf der einen Seite zu nennen. Auf der anderen Seite reagieren die Unternehmen auf mittelfristig verlässliche Ansätze aus dem politischen Raum. So wird das Innovationsgeschehen seit dem Frühjahr 2007 durch die High Tech-Strategie der Bundesregierung flankiert.

- Die finanziellen Auswirkungen der High Tech-Strategie für die Unternehmen sind zwar noch nicht klar - insbesondere nicht hinsichtlich der **Zusätzlichkeit** des Impulses.¹⁹⁷ 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. Dies erhöht die Planungssicherheit für FuE. Die traditionell enge Verbindung von Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung in Deutschland ist zusätzlich ein großer Vorteil.
- Die High Tech-Strategie der Bundesregierung wird in der Tat wahrgenommen. Sie verbessert sowohl durch die Aussicht auf finanzielle Förderung als auch durch die Aufmerksamkeitseffekte die strategische Position von FuE in den Unternehmen. Ihr Zuschnitt passt am besten auf große und forschungsintensive Unternehmen, Breitenwirkung ist aus dem Programmpaket eher nicht zu erwarten. Das ZEW ging auch davon aus, dass die High Tech-Strategie bereits positiv auf den für 2007 gemeldeten Zuwachs der FuE-Aufwendungen gewirkt hat.¹⁹⁸

Im Frühjahr 2008 planten die Unternehmen für 2008 und 2009 noch weitere Zuwächse. Die ursprünglich geplante Ausweitung der FuE-Ausgaben um über 6 % im Jahr 2008 war höher als die für 2008 erwartete Wertschöpfungssteigerung im Unternehmenssektor. Dies klingt ermutigend und unterstreicht den Optimismus der Wirtschaft. Allerdings war zum damaligen Zeitpunkt keine Re-

¹⁹⁴ Allerdings ist hierbei in Rechnung zu stellen, dass es sich nicht um die Ausgaben an den jeweiligen FuE-Standorten handelt und dass die Veränderungen auch durch Übernahmen bzw. Verkäufe von forschenden Unternehmen verzerrt sein können.

¹⁹⁵ Vgl. Rammer, Peters, Licht (2007).

¹⁹⁶ Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

¹⁹⁷ Die schwache Ausweitung der FuE-Kapazitäten bei Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen noch bis ins Jahr 2007 hinein wirkt nicht gerade vertrauensbildend. An dieser Stelle tragen die Bundesländer viel Verantwortung.

¹⁹⁸ Vgl. Rammer, Peters, Licht (2007).

zession, sondern nur eine Abschwächung des Wachstums erwartet worden. Insofern standen in der zweiten Jahreshälfte 2008 selbst die geplanten FuE-Projekte des Jahres 2008 noch auf der Kippe; es kann sein, dass Innovationsvorhaben, die der Markt nicht vergütet, verschoben oder zeitlich gestreckt worden sind.

Die für 2009 von den Unternehmen im Frühjahr 2008 angegebenen Planzuwächse von über 5 % gegenüber 2008 können aus heutiger Sicht natürlich nicht mehr vertreten werden. Zu abrupt haben sich die Rahmenbedingungen der Unternehmen verändert (Absatzerwartungen, Erträge). FuE im Wirtschaftssektor steht vor der **Nagelprobe**:

- Da die **konjunkturelle Abhängigkeit** des FuE-Systems in Deutschland größer geworden ist (das mittelfristig-strategisch orientierte „F“ hat nachgelassen, marktnahe „E“ bestimmt den Takt), ist nach den bisherigen Erfahrungen mit einer deutlichen Anpassung der unternehmerischen FuE nach unten zu rechnen. Insbesondere Unternehmen mit geringem FuE-Aufkommen und nur gelegentlich forschende Unternehmen dürften ihre Aktivitäten einschränken. Angesichts der grundsätzlich positiven Einstellung der Wirtschaft zu FuE kann diesmal jedoch erwartet werden, dass Einbrüche wie Anfang der 90er Jahre (Abb. 4.2.1) vermieden werden. Eine Hauptaufgabe wird es sein, den Gleichschritt von FuE und Konjunktur in der sich abzeichnenden Krisensituation zu vermeiden.
- Eine Säule des deutschen Innovationssystems – der **Export** – dürfte nach den Prognosen besonders erschüttert werden. Deutsche Innovatoren haben sich - wie in kaum einem anderen Land - einen Großteil ihrer Anregungen aus dem Exportgeschäft geholt. Dieser Impuls dürfte deutlich schwächer ausfallen. Insofern ist eine stärkere Orientierung an den innovativen Bedürfnissen der Binnenwirtschaft erforderlich. FuE in neue Strukturen dürfte sich auszahlen. Die High Tech-Strategie, die zwischen den innovationsrelevanten Ressorts eine koordinierende Rolle einnimmt, kann hier über die finanzielle Förderung von gesellschaftspolitisch relevanten FuE-Projekten hinaus Hilfestellung durch Abbau innovationshemmender Rahmenbedingungen und Regulierungen leisten.
- Die zweite Säule ist der **Automobilbau**, für den zumindest kurzfristig die Prognosen sehr ungünstig sind. Die ziemlich eindeutige Fokussierung des deutschen Innovationssystems auf diese Technologielinien war nie völlig risikofrei. Denn der Kfz-Bau steht zum einen vielfach im Mittelpunkt der technologischen Anstrengungen von aufholenden Schwellenländern, die sich die enge Verflechtung und damit die Ausstrahleffekte der Automobilindustrie auf das gesamte Innovationssystem zu Nutze machen wollen. Zum anderen werden die künftigen Wachstums- und Beschäftigungspotenziale im Vergleich zum Dienstleistungssektor und zu anderen forschungsintensiven Industrien in Deutschland nicht sehr hoch eingeschätzt.¹⁹⁹ Der Automobilbau hat mit seiner FuE-Dynamik viele Schwächen in den wachstumsträchtigen Spitzentechnologie- und Dienstleistungsbereichen übertüncht. Der Aufbau von wettbewerbsfähigen Alternativen zum Automobilbau, die Diversifizierung des Innovationssystems, ist nicht schnell genug vorangekommen. Deutschland tritt strukturell auf der Stelle.

Die Frage ist jedoch, ob die notwendige Umorientierung so gelingen kann, dass man ausgangs der Rezession für einen strukturellen Wandel gewappnet ist. Die Erfahrungen der 90er Jahre sind nicht vertrauenerweckend: Damals war es nicht gelungen, die vorhandenen Kompetenzen für die stark

¹⁹⁹ Vgl. Prognos (2006).

wachsenden Felder der IuK-Technologie und der Biotechnologie zu nutzen. Auf Grund des hohen Beharrungsvermögens in den traditionellen Feldern kam der Strukturwandel nicht voran. Und auch diesmal kann nicht so ohne weiteres damit gerechnet werden, dass die in Automobil- und Maschinenbau, in Elektrotechnik und Chemieindustrie nicht mehr benötigten wissenschaftlich-technischen Kapazitäten, vor allem die Ingenieure und Fachkräfte, rasch in Software, Datenverarbeitungsdiensten, Telekommunikation, Finanzdienstleistungen sowie in Forschungs-, Beratungs- und Planungsdienstleistungen Verwendung finden können.

Literaturverzeichnis

- Abramson, H. N., J. Encarnacao, P. P. Reid, U. Schmoch (1997), Technology Transfer Systems in the United States and Germany, Washington, D. C.
- Arrow, K. (1962), Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, in: R. Nelson (ed.), The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors, Princeton, S. 609-702.
- Barro, R. J., X. Sala-i-Martin (1995), Economic Growth, New York.
- Beise, M. (2000), Lead Markets: A Theory of the International Diffusion of Innovations Exemplified by the Cellular Mobile Telephone Industry, PhD thesis, Technical University of Berlin.
- Beise, M., Chr. Rammer (2003), Local User-Producer Interaction in Innovation and Export Performance of Firms. ZEW Discussion Paper No. 03-51, Mannheim.
- Belitz, H. (2006), Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen aus deutscher Sicht, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 61-74.
- Belitz, H., J. Schmidt-Ehmcke, P. Zloczynski (2008), FuE deutscher Unternehmen im Ausland. DIW-Teilberichtsentswurf zur Studie zum deutschen Innovationssystem, Berlin.
- Blind, K., J. Edler, R. Frietsch, U. Schmoch (2003), Erfindungen kontra Patente. Beitrag des Fraunhofer ISI zur AG Innovationsindikatoren, Karlsruhe.
- Blind, K., R. Frietsch, Integration verschiedener Technologieindikatoren. Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 16-2006, ISI, Karlsruhe.
- BMBF (1998), Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Aktualisierung und Erweiterung 1997, Bonn.
- BMBF (1999), Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Zusammenfassender Endbericht 1998, Bonn.
- 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.
- Callon, M. (1994), Is Science a Public Good?, in: Science, Technology and Human Values, Vol. 19, S. 395-424.
- Cohen, W., D. Levintal (1990), Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, in: Administrative Science Quarterly, Vol. 35, S. 128-152.
- Dehio, J., D. Engel, R. Graskamp, M. Rothgang (2005), Beschäftigungswirkungen von Forschung und Innovation. Endbericht des RWI zu einem Forschungsvorhaben im Auftrag des BMWA (20/03), Essen.
- Döhrn, R., D. Engel, J. Stiebale (2008), Außenhandel und ausländische Direktinvestitionen deutscher Unternehmen. Studie des RWI zum deutschen Innovationssystem 3-2008, Essen.

- 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.
- European Commission (2003), Third European Report on Science & Technology Indicators, Luxemburg.
- European Commission (2008): Analysis of the 2007 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, Luxemburg.
- Eurostat (2008), Eurostat Datenbank.
- Fraunhofer ISI, GIGA, STIP (2008), New Challenges for Germany in the Innovation Competition. Karlsruhe, Bonn, Atlanta.
- Freeman, C. (1982), The Economics of Industrial Innovation, Cambridge.
- 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., F. Köhler, K. Blind (2008), Weltmarktpatente – Strukturen und deren Veränderung. Studie des Fraunhofer ISI und der TU Berlin zum deutschen Innovationssystem Nr. 7-2008, Karlsruhe, Berlin.
- Frietsch, R. (2007), Patente in Europa und der Triade – Strukturen und deren Veränderung. Studie des Fraunhofer ISI zum deutschen Innovationssystem Nr. 9-2007, Karlsruhe.
- Gaisser, S., M. Nusser, Th. Reiß (2005), Stärkung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland. Abschlussbericht des Fraunhofer ISI an die Hans-Böckler-Stiftung. Projekt 2003-502-1, Karlsruhe.
- Gehrke, B., Chr. Heine (2006), FuE in der Wirtschaft – Anforderungen an das Ausbildungssystem, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 119-130.
- Gehrke, B., H. Legler, V. Machate-Weiß, U. Schasse, M. Steincke, F. Wagner (1997), Materialien zur „Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1996“, im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Hannover.
- Gehrke, B., H. Legler, U. Schasse, A. Cordes (2008), Adäquate quantitative Erfassung wissensintensiver Dienstleistungen, Schwerpunktstudie zum deutschen Innovationssystem 2009, Hannover (forthcoming).
- German Chamber of Commerce in China (Hrsg., 2007), German Business Expansion in China: 2008 – 2010. Business Forum China, Special Issue, Beijing.
- Gerybadze, A. (1988), Raumfahrt und Verteidigung als Industriepolitik? Auswirkungen auf die amerikanische Wirtschaft und den internationalen Handel, Frankfurt, New York.

- Grenzmann, Chr. (2004a), Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft – Die FuE-Statistik des Wirtschaftssektors, in: Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft – Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik Heft 13, Essen, S. 7-18.
- Grenzmann, Chr. (2004b), Globale FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Spiegel der Statistik, in: Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft – Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik Heft 13, Essen, S. 65-78.
- Grömling, M, K. Lichtblau, I. Stolte (2000), Preussag Dienstleistungsreport 2000, Köln.
- Grupp, H. (1996), Spillover Effects and the Science Base of Innovation Reconsidered: An Empirical Macro-Economic Approach, in: Journal of Evolutionary Economics, Vol. 6, No. 2, S. 175-197.
- Grupp, H. (1997), Messung und Erklärung des Technischen Wandels. Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik, Berlin, Heidelberg, New York.
- Grupp, H. u. a. (1997), Patente im internationalen Vergleich – unveröffentlichter Beitrag des Fraunhofer ISI zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1997, Karlsruhe.
- Grupp, H., B. Breitschopf (2004), Bessere Einbindung von Frauen in das Innovationssystem, in: H. Grupp, H. Legler, G. Licht (Hrsg.), Technologie und Qualifikation für neue Märkte, Berlin, S. 131-140.
- Grupp, H., M. Friedrich-Nishio (2003), FuE für Rüstung und Sicherheit, in: Studie Nr. 1-2003 zum deutschen Innovationssystem des NIW, Hannover.
- IMD (versch. Jgge.), The World Competitiveness Yearbook, Lausanne.
- IMF (2008), World Economic Database 2008
- Kinkel, S., G. Lay (2004), Produktionsverlagerung unter der Lupe. Entwicklungstrends bei Auslandsverlagerung und Rückverlagerung deutscher Firmen, Karlsruhe.
- Klodt, H., R. Maurer, A. Schimmelpfennig (1997), Tertiarisierung der deutschen Wirtschaft, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Krawczyk, O., R. Frietsch, D. Schumacher (2002), Aufhol-Länder im weltweiten Technologiewettbewerb. In: Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2000/2001, Hannover, Berlin, Karlsruhe, Essen, Mannheim.
- Krawczyk, O., H. Legler, R. Frietsch, T. Schubert, D. Schumacher (2007), Die Bedeutung von Aufhol-Ländern im globalen Technologiewettbewerb. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 21-2007, Hannover, Berlin, Karlsruhe.
- Krawczyk, O., H. Legler, B. Gehrke (2008), Asiatische Aufhol-Länder im globalen Technologiewettbewerb. In: DIW Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung 2/2008, S. 79-94.
- Kunze, F., M. Neuhaus (2005), Inshoring-Ziel Deutschland. Aktuelle Themen 346 der deutschen bank research, Frankfurt.
- Lau, A., T. Zywiets (2005), Going International, Berlin.
- Legler, H., H. Belitz, Chr. Grenzmann, B. Gehrke (2008), Forschungslandschaft Deutschland. Materialien zur Wissenschaftsstatistik Heft 16, 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., B. Gehrke u. a. (2006), Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2006, Hrsg. BMBF, Berlin.
- Legler, H., C. Grenzmann, R. Marquardt (2005), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft im vergangenen Vierteljahrhundert. Studie des NIW und des WSV zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2006, Hannover, Essen.
- Legler, H., O. Krawczyk (2005), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 7-2005, NIW, Hannover.
- Legler, H., O. Krawczyk (2006), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Studie des NIW zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2007, Hannover.
- Legler, H., H. Grupp u. a. (1992), Innovationspotential und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb, Heidelberg.
- Legler, H., Chr. Rammer, R. Frietsch u. a. (2006), Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich. Studie des NIW, des ZEW und des Fraunhofer ISI zum deutschen Innovationssystem 20-2007, Hannover, Mannheim, Karlsruhe.
- Licht, G., H. Legler, U. Schmoch u. a. (2007), Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007, Hrsg. BMBF, Berlin.
- MCT Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil (2008), Indikatoren zu Wissenschaft und Technik (Indicadores nacionais de ciência e tecnologia).
- MOST Ministry of Science and Technology India (2006), Research and Development Statistics 2004-2005, New Dehli.
- MOST Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (2006), China Science and Technology Indicators 2004, Beijing.
- Narin, F. u. a. (1997), The Increasing linkage between U.S. technology and public science, in: Research Policy, Vol. 26, S. 317-330.
- NIW, HIS, BIBB, ISI (2008), Zusammenfassender Endbericht zu Bildungsindikatoren, Studien zum deutschen Innovationssystem 2009, forthcoming.
- NSF (versch. Jgge.), Science And Engineering Indicators, Washington D. C.
- OCO Global (2008), Foreign direct investments into China and India. A report prepared for the NIW, Belfast.
- OECD (1993), Frascati Manual 1993 – The Measurement of Scientific and Technological Activities, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, Paris.
- OECD (1999, 2001, 2003, 2005, 2007), Science, Technology and Industry Scoreboard, Paris.
- OECD (2000, 2002, 2004a), Science, Technology and Industry Outlook, Paris.
- OECD (2006), Information Technology Outlook, Paris.

- OECD (versch. Jgge.), Main Science and Technology Indicators, Paris.
- OECD (2008c), China. OECD Reviews of Innovation Policy, Paris.
- OECD (2008d), The Internalisation of Business R&D. Evidence, Impacts and Implications, Paris.
- Pavitt, K. (1984), Sectorial Pattern of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, in: Research Policy, Vol. 13, S. 343-373.
- Preissl, B. (2000), Service Innovation – What makes it different? Empirical evidence from Germany, in: S. Metcalfe, J. Miles: Innovation Systems and Services, Kluwer.
- Prognos AG (2006), Prognos Deutschland Report 2030, Basel.
- Rammer (2007a), 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 (2008), Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2007: Aktuelle Entwicklungen und die Rolle der Finanzierung. Entwurfsfassung einer Studie des ZEW zum deutschen Innovationssystem, 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., B. Weißenfeld (2008), Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland – Aktuelle Entwicklungen und ein internationaler Vergleich. Studie des ZEW zum deutschen Innovationssystem 4-2008, Mannheim.
- 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., 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.
- Rammer, Chr., Chr. Grenzmann, H. Penzkofer, A. Stephan (2004), FuE- und Innovationsverhalten von KMU und Großunternehmen unter dem Einfluss der Konjunktur. Studie zum deutschen Innovationssystem 22-2004, ZEW, ifo, WSV und DIW, Mannheim, München, Essen, Berlin.
- Rammer, Chr., B. Peters, G. Licht (2007), Schnellbericht zur Zusatzbefragung im Rahmen der Innovationserhebung 2007 an das BMBF, Mannheim.
- Rammer, Chr., G. Polt, J. Egel, G. Licht, A. Schibany (2004), Internationale Trends der Forschungs- und Innovationspolitik – Fällt Deutschland zurück? Schriftenreihe des ZEW, Bd. 73, Baden-Baden.
- Revermann, Chr. (2004), FuE-Erhebung und Kostenstrukturerhebung - Methodische Unterschiede und deren Auswirkungen, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), Forschung und Entwicklung

- in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik 13, S. 19-28, Essen.
- Revermann, Chr., E. M. Schmidt (1999), Erfassung und Messung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Dienstleistungssektor, Abschlussbericht, RWI und Wissenschaftsstatistik, Essen.
- Revilla Diez, J., M. Berger (2005), The role of multinational corporations in metropolitan innovation systems: empirical evidence from Europe and Southeast Asia. In: Environment and Planning A 2005, volume 37, pages 1813 – 1835.
- Rose, G. (2006), Internationalisierung von FuE bei Klein- und Mittelunternehmen, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 75-82.
- Schasse, U. (1998), Innovationsverhalten und Unternehmenserfolg. Empirische Analysen auf der Basis von Betriebsdaten aus dem Hannoveraner Firmenpanel. Vortrag auf dem Workshop 1998 des NIW „Neue Produkte, Neue Märkte, Neue Strategien“ am 8. Oktober 1998 in Hannover.
- Schlossstein, D. F., J.-H. J. Yun (2008), Das Nationale Innovationssystem Südkoreas im Paradigmenwechsel. In: DIW Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung 2/2008, S. 113-127.
- Schmoch, U. (2005), Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich 2004. Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2005, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- Schmoch, U. (2007), Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich. Studie des Fraunhofer ISI zum deutschen Innovationssystem Nr. 11-2007, Karlsruhe.
- Schmoch, U., G. Licht, M. Reinhard u. a. (Hrsg.) (2000), Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart.
- Schmoch, U., Chr. Rammer, H. Legler (Hrsg.) (2006), National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies, Dordrecht.
- Schumacher, D. (2007). Wirtschaftsstrukturen und Außenhandel mit forschungsintensiven Waren im internationalen Vergleich: Produktion, Beschäftigung und Außenhandel. Studie des DIW zum deutschen Innovationssystem 16-2007, Berlin.
- Schumacher, D., H. Legler, B. Gehrke (2002). Marktergebnisse bei forschungsintensiven Waren und wissensintensiven Dienstleistungen: Außenhandel, Produktion und Beschäftigung. Studie des DIW und des NIW zum deutschen Innovationssystem 18-2003, Berlin, Hannover.
- Sheehan, J., A. Wyckoff (2002), Targeting R&D, OECD-DSTI/STP/TIP (2002)16, Paris.
- Soskice, D., P. Hall (2000), Varieties of Capitalism, Wissenschaftszentrum Berlin, mimeo.
- Steincke, M. (2000), Aufhol-Länder im weltweiten Technologiewettbewerb - Materialien zum Indikatorenbericht zur Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, NIW-Forschungsbericht Nr. 28, Hannover.
- Stephan, P. (1996), The Economics of Science, in: Journal of Economic Literature, Vol. 34, S. 1199-1235.
- Straßberger, F. u. a. (1996), FuE-Aktivitäten, Außenhandel und Wirtschaftsstrukturen: Die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich, Beitrag des

- DIW zur „Erweiterten Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1995“ im Auftrag des BMBF, Berlin.
- UNCTAD (2006), World Investment Report 2006: FDI from Developing and Transition Economies: Implications for Development, New York/Geneva.
- UNCTAD (2008), World Investment Report 2008: Transnational Corporations and the Infrastructure Challenge, New York/Geneva.
- Verband Forschender Arzneimittelhersteller (2007), Die Arzneimittelindustrie in Deutschland, Berlin.
- Voßkamp, R., J. Schmidt-Ehmcke (2006), FuE in der Wirtschaft – Auswirkungen auf Produktivität und Wachstum, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 7-18.
- Wissenschaftsstatistik (versch. Jgge.), Datenreport Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft, Essen.
- Wissenschaftsstatistik (2008), facts, 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.

Anhang

Tab. A.2.2.1: Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1981 bis 2006

Land	1981	1985	1990	1991	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
GER ^a	41,8	37,5	33,8 ^c	35,9 ^d	37,9 ^c	38,1 ^c	35,9	34,8 ^c	32,1	31,4 ^c	31,4	31,6 ^c	31,2	30,5	28,4	27,8
FRA	53,4 ^d	52,9	48,3	48,8	41,9	41,5	38,8 ^d	37,3	36,9	38,7 ^d	36,9	38,3	39,0	38,7 ^d	38,6	38,4 ^b
GBR	48,1 ^{c, d}	43,5 ^d	35,5	35,0	32,8	31,5	30,7	30,7	29,2	30,2	28,9	28,9	31,8	32,9	32,7	31,9
ITA	47,2	51,7	51,5	49,6 ^d	53,0	50,8									50,7	48,3
BEL		31,6		31,3 ^c	23,1	23,0	22,2	23,8	23,5	22,9	22,0	23,2	23,6	24,4	24,7	
NED	47,2	44,2	48,3 ^d	48,6	42,2	41,5 ^d	39,1	37,9	35,8	34,2	35,8	37,1	36,2			
DEN	53,5	46,0	42,3	39,7	39,6	35,7 ^c	36,1		31,2		28,2		27,1		27,6	
IRL	56,5	46,1	30,1 ^c	27,9 ^c	22,6 ^c	24,2 ^c	24,3 ^c	23,1 ^c	21,9 ^c	23,5 ^c	25,6 ^c	27,5 ^c	29,8 ^c	31,2	32,0	30,1 ^b
GRE	78,6 ^d			57,7	54,1 ^d		54,5		48,9		46,6		46,4		46,8	
ESP	56,0	47,7	45,1	45,7	43,6 ^d	43,9 ^c	43,6	38,7 ^c	40,8	38,6	39,9	39,1	40,1	41,0	43,0	42,5
POR	61,9 ^{**}	63,5 ^{**}	61,8		65,3 ^d		68,2 ^d	69,1 ^c	69,7	64,8 ^c	61,0	60,5 ^c	60,1	57,5 ^c	55,2	
AUT	46,9	48,1	44,5 ^c	46,5 ^c	46,9 ^c	43,2 ^c	41,0 ^c	37,8	38,9 ^c	38,0 ^c	38,3 ^c	33,6	34,5 ^c	32,6	36,2 ^c	32,3 ^c
SWE	42,3 ^d	36,4		34,0	28,2 ^d		25,8 ^d		26,1		22,3		24,3		23,2 ^d	
FIN	43,4 ^d			40,9 ^d	35,1		30,9	30,1	29,2	26,2	25,5	26,1	25,7	26,3	25,7	25,1
SUI	24,9	21,1 ^{*** d}	23,2 ^{*** d}	28,4 [*]		26,9				23,2				22,7		
NOR	57,2	45,3		49,5	44,0 ^d		42,9		42,6		39,8		41,9		44,0	
ISL	85,6	64,3	65,8	69,7	57,3		50,9	55,9 ^c	41,2		34,0		40,1		40,5	
TUR			71,4	70,1	62,4	56,6	53,7	53,4	47,7	50,6	48,0	50,6	57,0	57,0	50,1	48,6
POL					60,2 ^d	57,8	61,7	59,0	58,5	66,6	64,8	61,9	62,7	61,7	57,7	57,5
HUN			28,9	40,0	53,1	50,0	54,8	56,2	53,2	49,5	53,6	58,6	58,0	51,8	49,4	44,8
CZE					32,3	34,8	30,8	36,8 ^d	42,6	44,5	43,6	42,1	41,8	41,9	40,9	39,0
SVK			32,8	31,7	37,8	39,5	34,5 ^d	45,3	47,9	42,6	41,3	44,1	50,8	57,1	57,0	55,6
CAN	50,6	48,1	45,9 ^c	45,7 ^c	35,9 ^c	33,7 ^c	32,0 ^c	30,3 ^c	31,2 ^c	29,4 ^c	29,3 ^c	31,7 ^c	31,6 ^c	31,3 ^c	32,4 ^c	32,7 ^{b, c}
USA	47,8	46,9	41,6	38,9	35,4	33,2	31,5	30,3 ^d	28,4	25,8	27,2	29,1	30,0 ^b	30,8	30,1 ^b	29,1
MEX					66,2	66,8	71,1	60,8	61,3	63,0	59,1	55,5	56,1	47,4 ^a	45,3	
JPN	24,9 ^c	19,1 ^c	16,1 ^c	16,4 ^c	20,9 ^c	18,7 ^d	18,2	19,3	19,6	19,6	19,0	18,4	18,0	18,1	16,8	16,2
KOR					19,0	20,3	22,9	25,9	24,9	23,9	25,0	25,4	23,9	23,1	23,0	23,1
AUS****	72,8		54,9		47,4	45,8		46,9		45,5		41,2 ^v				38,4
NZL			60,3	61,8	52,3		52,3		50,6		47,1 ^d		43,8		43,0	
OECD	44,0 ^c	41,4 ^c	36,7 ^c	35,6 ^c	33,9 ^c	32,3 ^c	31,2 ^c	30,7 ^c	29,6 ^c	28,3 ^c	28,7 ^c	29,6 ^c	30,1 ^c	30,2 ^c	29,3 ^c	28,5 ^c

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

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

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

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2008/2). - Zusammenstellung des NIW.

Tab. A.2.2.2: *Finanzierungsanteil der Wirtschaft (in %) an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1991 bis 2007*

	1991	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	- Anteile in % -											
	insgesamt											
GER	4,1 ^a	6,0	6,2	7,1	7,3	7,7	7,7	8,1	8,3	12,2	12,5 ^c	
GBR	9,7 ^a	6,6	9,1	11,1	10,0	8,2 ^a	6,9	6,2	6,1	6,1	5,9	
FRA	4,5	4,5	5,4 ^a	7,2	4,6 ^a	4,6	4,6	4,1	4,0	4,4	4,7 ^b	
ITA*	2,9 ^a	3,4	3,2							1,8	2,3 ^b	
NED	6,3	8,9	9,5	11,0	12,2 ^a	12,2	10,6	10,0				
SWE	5,1	4,4 ^a	4,5 ^a	3,9		5,0		4,8		4,4		
FIN	7,2 ^a	8,5	8,8 ^a	8,2	8,9	9,8	9,0	8,4	8,2	8,5	8,6	9,1
USA***	3,7	4,1	4,6	4,9	4,8	4,4	3,9	3,7	3,6	3,7	4,7 ^b	4,1 ^b
CAN	5,0	5,9	8,0	7,2	7,7	7,7	7,2	7,1	7,2	7,3	7,3 ^b	7,3 ^b
JPN	2,3	1,8	1,9	2,1	1,9	1,7	2,8	2,5	2,0	2,0	2,0	
KOR		18,4	11,9	8,7	12,4	10,9	8,6	9,1	9,1	9,3	8,8	
EU-15 insgesamt	5,3^{a,c}	5,6^{a,c}	6,1^c	7,1^c	6,3^c	6,6^c	6,2^c	6,0^c	6,2^c	7,2^c	7,2^{b,c}	
OECD insgesamt	4,4^{a,c}	4,9^{a,c}	5,1^c	5,5^c	5,1^c	5,1^c	4,9^c	4,7^c	4,8^c	5,1^c	5,2^{b,c}	
	Hochschulen											
GER	7,0 ^a	8,2	9,7	11,3	11,6	12,2	11,8	12,6	13,2	14,1	14,2 ^c	
GBR	7,8	6,3	7,1	7,3	7,1	6,0	5,6	5,2	4,9	4,6	4,8	
FRA	4,2	3,3	3,1 ^a	3,4	2,7 ^a	3,1	2,9	2,7	1,8	1,6	1,7 ^b	
ITA*	4,0	4,7	3,8							1,4 ^a	1,2	
NED	1,2	4,0	4,3	5,1	7,0 ^a	7,1	6,7	6,8				
SWE	5,2	4,6 ^a	4,8 ^a	3,9		5,5		5,3		5,1	5,1 ^b	
FIN	3,6	5,7	5,2 ^a	4,7	5,6	6,7	6,2	5,8	5,8	6,5	6,6	7,0
SUI**	1,8	6,2	7,1		5,1		6,0		8,7			
USA	6,8	6,8	7,3	7,4	7,1	6,5	5,8	5,3	5,1	5,2	5,4 ^b	5,7 ^b
CAN	7,0	8,1	9,8	9,1	9,6	9,4	8,6	8,3	8,3	8,4	8,4 ^b	8,4 ^b
JPN	2,4	2,4	2,4	2,3	2,5	2,3	2,8	2,9	2,8	2,8	2,9	
KOR		22,4	14,9	10,8	15,9	14,3	13,9	13,6	15,9	15,2	13,7	
EU-15 insgesamt	5,8^{a,c}	5,9^{a,c}	6,2^c	6,5^c	6,6^c	6,8^c	6,6^c	6,6^c	6,5^c	6,6^c	6,7^c	
OECD insgesamt	5,5^{a,c}	5,8^{a,c}	6,0^c	6,1^c	6,6^c	6,4^c	6,2^c	6,0^c	6,1^c	6,2^c	6,2^c	
	außeruniversitäre Einrichtungen											
GER	0,8 ^a	3,41	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	9,9	10,5	
GBR	12,0 ^a	6,9	11,9	17,2	15,1	12,5 ^a	10,3	8,7	9,0	9,9	9,0	
FRA	4,8	5,4	7,6 ^a	10,8	6,7 ^a	6,3	6,7	5,7	6,4	7,4	8,1 ^b	
ITA	1,9 ^a	1,8	1,5	1,1	1,7	3,5	3,4	1,2	2,9	2,4	4,1	
NED	14,8	16,7	17,7	20,4	22,9 ^a	21,6	18,7	16,1 ^a				
SWE	4,8	3,0	2,9	3,8		1,6		1,7		1,5 ^a		
FIN	11,2 ^a	11,9	14,1	14,2	14,5	15,2	14,2	13,6	13,1	12,4	12,7	13,7
SUI	0,3 ^c											
USA***	1,7	2,1	2,5	2,8	3,0	2,7	2,4	2,3	2,3	2,4	2,6 ^b	2,7 ^b
CAN	1,7	1,8	4,2	2,9	3,1	3,1	3,0	2,8	2,8	3,1	2,8 ^b	2,8 ^b
JPN	2,2	0,7	0,9	1,8	1,0	0,7	2,8	1,8	0,9	0,7	0,7	
KOR		16,5	9,9	6,9	9,5	8,1	4,6	5,5	3,4	4,3	4,5	
EU-15 insgesamt	5,1^c	5,1^c	6,1^c	7,9^c	5,9^c	6,3^c	5,7^c	5,1^c	5,5^c	8,2^c	8,3^c	
OECD insgesamt	2,7^{a,c}	3,2^{a,c}	3,4^c	3,9^c	3,1^c	3,1^c	3,1^c	2,7^c	2,8^c	3,6^c	3,7^c	
	FuE-Mittel der Wirtschaft für öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft											
GER	1,8 ^a	3,0	3,0	3,1	3,1 ^c	3,3	3,4	3,5	3,6	5,4	5,4 ^c	
GBR	4,5	3,4	4,7	5,3	5,0	4,0 ^a	3,5	3,4	3,5	3,6	3,5	
FRA	2,8	2,8	3,1 ^a	4,0	2,7 ^a	2,6	2,6	2,3	2,2	2,6	2,6 ^b	
ITA*	2,3 ^a	3,0	2,8							1,7	2,2 ^b	
NED	6,1	8,0	7,7	8,3	8,5	8,6	7,9	7,4				
SWE	2,4	1,5	1,5	1,3		1,4		1,6		1,5		
FIN	5,3	4,9	4,5	3,7	3,6	3,9	3,8	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
USA***	1,5	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6 ^b	1,6 ^b
CAN	4,9	4,2	5,3	5,0	5,0	4,7	5,3	5,3	5,5	5,8	5,9 ^b	6,1 ^b
JPN	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7	0,5	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	
KOR		6,3	4,3	3,2	4,1	3,3	2,7	2,7	2,6	2,6	2,4	
EU insgesamt	3,0^{a,c}	3,3^c	3,5^c	3,8^c	3,5^c	3,5^c	3,4^c	3,3^c	3,4^c	4,0^c	4,0^{b,c}	
OECD insgesamt	1,9^{a,c}	2,2^{a,c}	2,1^c	2,2^c	2,1^c	2,1^c	2,2^c	2,1^c	2,1^c	2,2^c	2,2^{b,c}	

*) 1996 statt 1997. - **) 1992 statt 1991, 1996 statt 1995 und 1998 statt 1997. - ***) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck. a) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen. - b) vorläufig. - c) Schätzungen.

Quelle: OECD, MSTI (2008/2). - Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Tab. A.2.2.3: Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2007

- Anteile in % -

	GER	USA	JPN	GBR	FRA	OECD
Erforschung u. Nutzung d. irdischen Umwelt	1,8	0,4	1,8	2,7	0,7	1,3
Infrastrukturmaßnahmen, Raumgesamtplanung	1,8	1,1	4,1	0,8	0,7	1,7
Umweltschutz	3,3	0,4	0,8	1,8	2,2	1,5
Schutz u. Förderung der menschl. Gesundheit	4,3	21,6	3,9	14,1	4,8	13,9
Erz., Vert. u. rationelle Nutzung der Energie	3,0	1,1	15,2	0,2	3,6	3,4
Landwirtsch. Produktivität u. Technologie	1,7	1,8	3,4	3,1	1,2	2,9
Industrielle Produktivität u. Technologie	12,7	0,4	7,3	1,1	5,9	6,2
Gesellschaftliche Strukturen u. Beziehungen	3,7	1,2	0,7	5,3	0,4	2,1
Weltraumforschung und -nutzung	4,8	7,9	6,8	2,2	7,1	6,2
Allg. Hochschulforschungsmittel	40,1	n.a.	34,2	21,6	21,7	15,9
Nicht zielorientierte Forschung	16,6	5,7	16,7	18,6	26,6	10,8
sonstige	0,6	0,0	n.a.	0,4	2,6	1,2
Verteidigung	6,4	58,3	5,1	28,3	22,4	33,0
insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

*) oder aktuelles Jahr.

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

Tab. A.2.2.4: Durchführung von FuE* in den G5-Ländern sowie in der OECD
1991 bis 2006

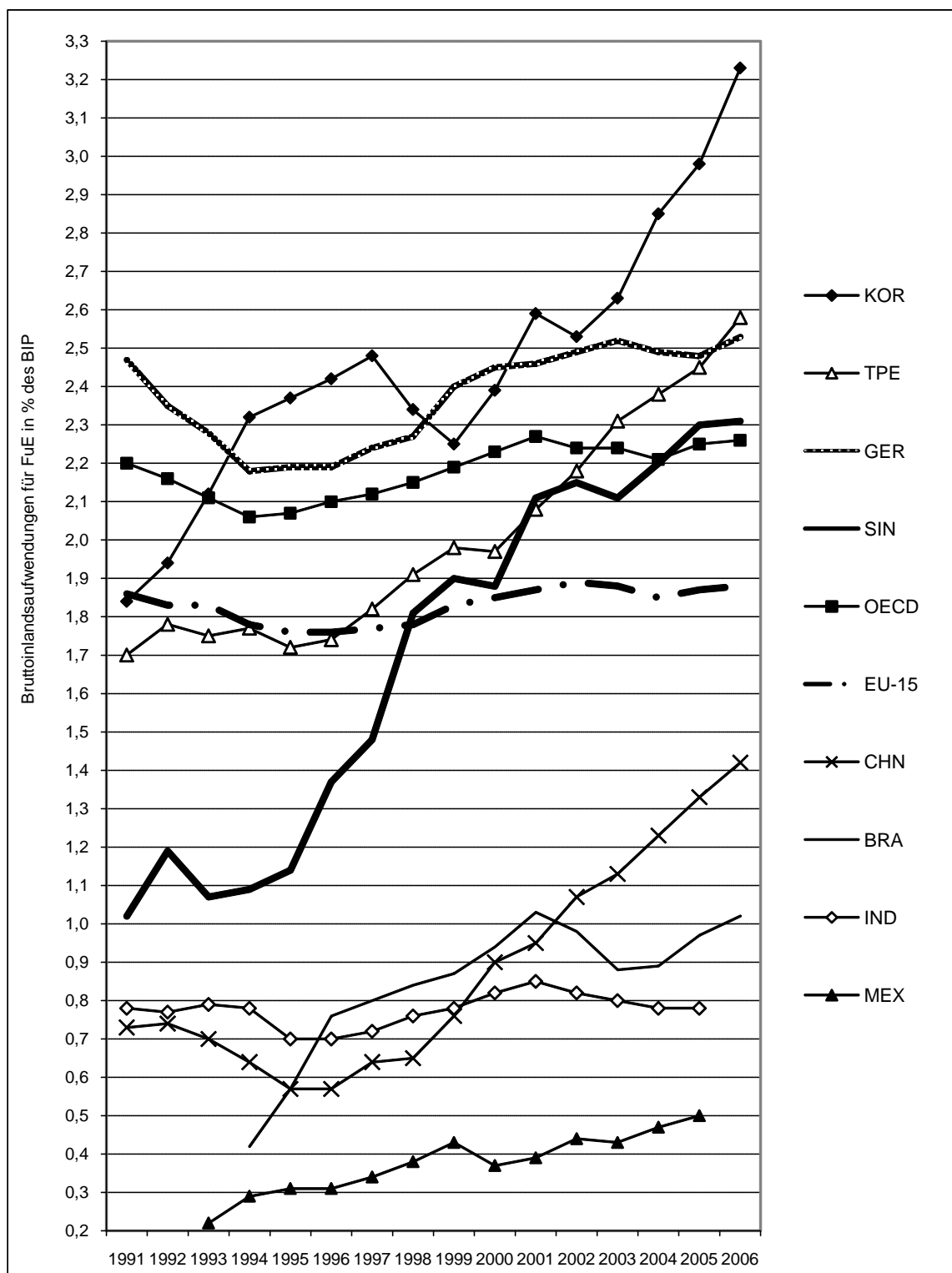
	1981	1985	1991	1995	2000	2003	2005	2006	2007
	- Anteile der Sektoren in % -								
GER									
Wirtschaft	69,0	72,2	69,4 ^a	66,3 ^c	70,3	69,7	69,3	69,9	70,0 ^c
Hochschulen	17,1	14,6	16,2 ^a	18,2 ^c	16,1	16,9	16,5	16,3	16,3 ^c
Staat	13,4	12,8	14,4 ^a	15,5 ^c	13,6	13,4	14,1	13,9	13,7 ^c
Org. o. Erwerbszweck									
GBR									
Wirtschaft	63,0	64,4 ^a	67,1	65,0	65,6	63,7	61,4	61,7	
Hochschulen	13,6	14,7 ^a	16,7	19,2	20,6	24,1	25,7	26,1	
Staat	20,6	18,3 ^a	14,5 ^a	14,6	12,6	10,4	10,6	10,0	
Org. o. Erwerbszweck	2,8	2,6	1,8	1,3	1,2	1,8	2,3	2,2	
FRA									
Wirtschaft	58,9	58,7	61,5	61,0	62,5 ^a	62,6	62,1	63,1 ^b	63,2 ^b
Hochschulen	16,4	15,0	15,1	16,7	18,8 ^a	19,4	18,8	19,2 ^b	19,2 ^b
Staat	23,6	25,3	22,7	21,0	17,3 ^a	16,7	17,8	16,5 ^b	16,5 ^b
Org. o. Erwerbszweck	1,1	1,0	0,8	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2 ^b	1,1 ^b
USA									
Wirtschaft	69,3	71,5	72,5	71,8	75,2	69,3	69,8	71,0	71,9 ^b
Hochschulen	9,7	9,0	14,5	15,2	13,7	14,0	14,0	13,5	13,3 ^b
Staat	18,5	17,2	9,8	9,4	7,0	12,3	11,9	11,3	10,7 ^b
Org. o. Erwerbszweck	2,5	2,4	3,3	3,6	4,1	4,4	4,3	4,2	4,2 ^b
JPN									
Wirtschaft	60,7	66,8	75,4	70,3	71,0	75,0	76,5	77,2	
Hochschulen	24,2	20,1	12,1	14,5	14,5	13,7	13,4	12,7	
Staat	11,1	9,1	8,1	10,4	9,9	9,3	8,3	8,3	
Org. o. Erwerbszweck	4,1	3,9	4,4	4,8	4,6	2,1	1,9	1,9	
EU-15									
Wirtschaft	62,4 ^c	64,2 ^c	63,5 ^{a,c}	62,2 ^c	64,6 ^c	63,8 ^c	63,4 ^c	63,9 ^c	
Hochschulen	17,6 ^c	17,0 ^c	18,8 ^{a,c}	20,8 ^c	20,9 ^c	22,3 ^c	22,4 ^c	22,3 ^c	
Staat	18,7 ^c	17,7 ^c	16,8 ^{a,c}	16,2 ^c	13,6 ^c	12,8 ^c	13,2 ^c	12,7 ^c	
Org. o. Erwerbszweck	1,4 ^c	1,1 ^c	0,9 ^c	0,9 ^c	0,9 ^c	1,0 ^c	1,1 ^c	1,2 ^c	
OECD insgesamt									
Wirtschaft	65,4 ^c	68,4 ^c	68,8 ^{a,c}	67,2 ^{a,c}	69,5 ^c	67,5 ^c	68,1 ^c	69,1 ^c	
Hochschulen	14,5 ^c	13,0 ^c	16,3 ^{a,c}	17,5 ^{a,c}	16,0 ^c	17,7 ^c	17,6 ^c	17,2 ^c	
Staat	17,9 ^c	16,4 ^c	12,4 ^{a,c}	12,5 ^{a,c}	11,8 ^c	12,2 ^c	11,8 ^c	11,4 ^c	
Org. o. Erwerbszweck	2,3 ^c	2,2 ^c	2,6 ^c	2,7 ^c	2,7 ^c	2,7 ^c	2,6 ^c	2,3 ^c	

*) Anteil GERD durchgeführt von ...

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

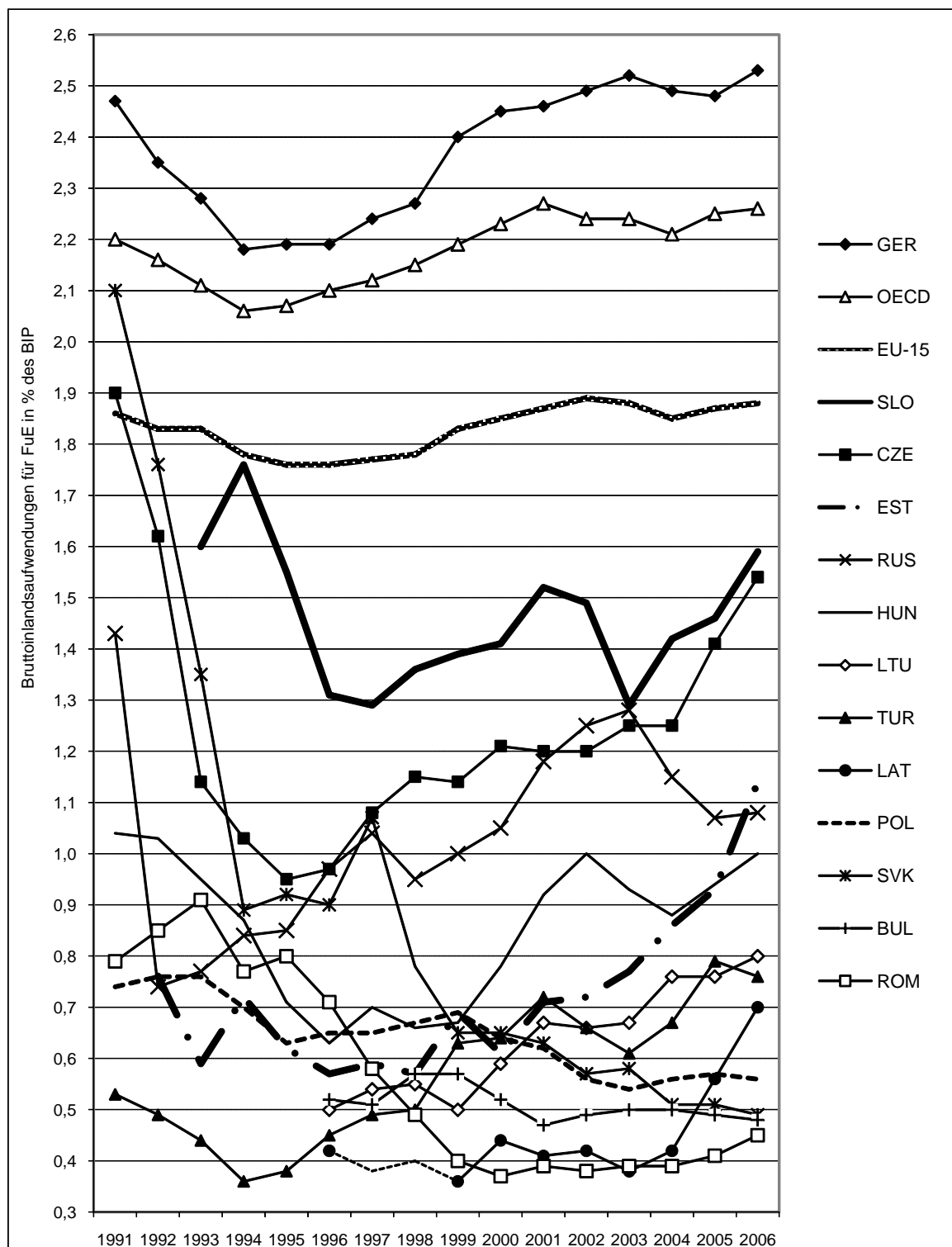
Quelle: OECD: Main Science and Technology Indicators (2008/2). – SV-Wissenschaftsstatistik. - Zusammenstellung des NIW.

Abb. A 3.3.1: Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten asiatischen und lateinamerikanischen Aufhol-Ländern sowie in Deutschland, EU-15 und der OECD 1991 bis 2006



Quelle: OECD, MSTI 2008/1. - MOST India (2006). - MCT do Brasil (2008).

Abb. A 3.3.2: Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten europäischen Aufhol-Ländern sowie in Deutschland, EU-15 und der OECD 1991 bis 2006



Quelle: OECD, MSTI 2008/1. - Eurostat.

Tab. A.3.3.1: Indikatoren zu FuE für ausgewählte asiatische Aufhol-Länder

	Deutschland		Korea		Singapur		Taiwan		China		Indien	
	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1998	2006	1996	2006	1996	2005
FuE-Intensität												
FuE-Ausgaben insgesamt												
in % des BIP	2,19	2,53	2,42	3,23	1,37	2,31	1,91	2,58	0,57	1,42	0,70	0,78
FuE-Ausg. der Industrieuntern.												
in % des BIP	1,45	1,77	1,78	2,49	0,87	1,52	1,23	1,53	0,25	1,01	0,15	0,15
FuE-Finanzierung												
Anteil ...		(2005)							(2000)		(1997)	(2000)
des Staates	38,1	28,4	20,3	23,3	38,6	36,4	32,7	31,4	33,4	24,7	73,6	74,7
der Unternehmen	59,6	67,6	77,8	75,5	57,5	58,3	66,0	67,2	57,6	69,1	23,0	23,0
sonstiger nationaler Quellen	0,3	0,3	1,9	1,2	1,1	0,9	1,3	1,4	-	-	3,4	2,4
des Auslands	2,0	3,8	0,1	0,3	2,8	4,4	0,1	0,0	2,7	1,6		
... an der Finanz. von FuE in %												
Durchführung von FuE¹												
Anteil der ...											(2000)	
vom Staat	15,3	13,8	16,2	11,6	9,3	10,4	23,8	19,9	42,8	19,7	77,2	75,3
in Unternehmen	66,1	69,9	73,2	77,3	63,2	65,7	64,2	67,5	43,3	71,1	18,5	19,8
in Hochschulen	18,6	16,3	9,4	10,0	27,5	23,9	11,3	12,2	11,8	9,2	4,3	4,9
... verwendeten FuE-Ausg. in %												
FuE-Personal											(1998)	
Total in % der Erwerbspersonen	1,15	1,18	0,64	0,99	0,55	1,16	1,10	1,53	0,12	0,20	0,09	0,08
Wissenschaftler/Ingenieure											0,04	0,03
in % der Erwerbspersonen	0,58	0,68	0,47	0,83	0,45	0,97	0,56	0,91	0,08	0,16		
Akademisierungsgang des												
FuE-Personals	45,7	54,8	74,4	90,6	80,6	84,6	41,7	52,8	59,4	78,7		
in Unternehmen												
(Wiss./Ing. in % des FuE-Pers.)												
FuE Schwerpunkte												
Anteil des Sektors an den	2005		2006		2005		2005		2003		2003	
FuE -Ausgaben der Wirtschaft	(in % an VG)		(in % an VG)		(in % an VG)		(in % an VG)		(in % an VG)		(in % an VG)	
insgesamt in %												
	AUT 33,3		ELE 53,3		ELE 59,8		ELE 51,3		MAS 20,7		PHA 24,6	
	MAS 12,0		AUT 16,8		MAS 18,4		COM 22,5		ELO 23,1		AUT 17,0	
	PHA 9,8		CHE 6,1		GKS 4,5		CHE 3,7		AUT 13,5		MAS 13,2	
	CHE 8,6		MAS 5,5		PHA 3,3		AUT 3,5		ELE 10,5		ELO 7,9	
	INS 7,6		ELO 2,5		INS 2,8		MAS 3,3		MET 9,1		CHE 7,1	
	2006		2006		2006		2006		2003			
	(in % an BERD)		(in % an BERD)		(in % an BERD)		(in % an BERD)		(in % an BERD)			
	DL 9,4		DL 7,1		DL 32,7		DL 7,5		DL 6,6			
	PG 90,6		PG 92,9		PG 67,3		PG 92,5		PG 93,4			

VG = Verarbeitendes Gewerbe, PG = Produzierendes Gewerbe, DL = Dienstleistungsgewerbe
AUT = Automobilbau, SFB = sonstiger Fahrzeugbau; MAS = Maschinenbau; PHA = Pharma, CHE = Chemie; INS =
Instrumentenbau; ELE = Elektrotechnik; ELO = Elektronik; COM = Büromaschinen; AER = Luftfahrzeugbau; BIO =
Biotechnologie; MIL = Militärische Ausrüstung; TXT = Textilindustrie; NAH = Nahrungsmittelindustrie, ENE = Ener-
gieerzeugnisse; FZB = Fahrzeugbau insg.; MET = Metallenerzeugnisse; HOL = Holzgewerbe (ohne Möbelbau); GKS =
Glas, Keramik, Steine und Erden

1) Summe entspricht nicht immer 100%, da in einigen Ländern Finanzierungsanteile von privaten Organisationen ohne
Erwerbszweck gesondert ausgewiesen sind.

Quelle: OECD, MSTI 2008/1. - MOST India (2005). - MOST China (2005). - Berechnungen des NIW.

Tab. A.3.3.2: *Indikatoren zu FuE für ausgewählte mittel- und osteuropäische Aufhol-Länder*

	Deutschland		Polen		Slowakei		Slowenien		Tschechien		Ungarn	
	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006
FuE-Intensität												
FuE-Ausgaben insgesamt in % des BIP	2,19	2,53	0,65	0,56	0,90	0,49	1,31	1,59	0,97	1,54	0,63	1,00
FuE-Ausg. der Industrieuntern. in % des BIP	1,45	1,77	0,27	0,18	0,50	0,21	0,66	0,96	0,58	1,02	0,27	0,48
FuE-Finanzierung												
Anteil ...		(2005)										
des Staates	38,1	28,4	57,8	57,5	39,5	55,6	43,4	34,4	34,8	39,0	50,0	44,8
der Unternehmen	59,6	67,6	38,9	33,1	57,4	35,0	49,1	59,3	59,7	56,9	38,9	43,3
sonstiger nationaler Quellen	0,3	0,3	1,9	2,5	0,1	0,4	4,8	0,5	3,7	1,1	0,5	0,6
des Auslands	2,0	3,8	1,4	7,0	3,0	9,1	2,7	5,8	1,9	3,1	4,62	11,3
... an der Finanz. von FuE in %												
Durchführung von FuE¹												
Anteil der ...												
vom Staat	15,3	13,8	31,1	37,0	39,1	32,8	26,6	24,5	31,1	17,6	28,3	25,4
in Unternehmen	66,1	69,9	40,9	31,5	55,8	43,1	50,7	60,2	59,9	66,2	43,2	48,3
in Hochschulen	18,6	16,3	27,8	31,0	5,1	24,1	21,6	15,1	8,9	15,9	24,8	24,4
... verwendeten FuE-Ausg. in %												
FuE-Personal												
Total in % der Erwerbspersonen	1,15	1,18	0,49	0,43	0,66	0,57	0,95	0,96	0,45	0,92	0,49	0,61
Wissenschaftler/Ingenieure												
in % der Erwerbspersonen	0,58	0,68	0,31	0,35	0,40	0,44	0,48	0,57	0,25	0,51	0,26	0,41
Akademisierungsgrad des												
FuE-Personals	45,7	54,8	44,0	66,0	42,7	60,5	36,9	47,1	43,5	46,8	43,0	67,3
in Unternehmen												
(Wiss./Ing. in % des FuE-Pers.)												
FuE Schwerpunkte												
Anteil des Sektors an den	2005 (in % an	2006 (in % an	2005 (in % an	2006 (in % an	2005 (in % an	2006 (in % an	2005 (in % an	2006 (in % an	2005 (in % an	2006 (in % an	2005 (in % an	2006 (in % an
FuE -Ausgaben der Wirtschaft	VG)	VG)	VG)	VG)	VG)	VG)	VG)	VG)	VG)	VG)	VG)	VG)
insgesamt in %	AUT 33,3	AUT 19,3	ELE 29,8	PHA 42,2	AUT 33,4	PHA 58,008						
	MAS 12,0	MAS 16,9	MAS 25,6	ELE 12,8	PHA 18,7	ELE 9,3						
	PHA 9,8	PHA 15,3	ELO 13,2	MAS 8,6	MAS 10,9	AUT 7,8213						
	CHE 8,6	ELO 9,4	SFB 11,4	ELO 8,5	ELE 6,2	ELO 5,8						
	INS 7,6	SFB 8,2	MET 11,1	MET 6,3	SFB 5,5	MAS 4,734						
	2006 (in % an	2004 (in % an	2006 (in % an	2006 (in % an	2006 (in % an	2006 (in % an						
	BERD)	BERD)	BERD)	BERD)	BERD)	BERD)						
	DL 9,4	DL 24,7	DL 51,7	DL 12,9	DL 31,6	DL 21,4						
	PG 90,6	PG 75,3	PG 48,3	PG 87,1	PG 68,4	PG 78,6						

VG = Verarbeitendes Gewerbe, PG = Produzierendes Gewerbe, DL = Dienstleistungsgewerbe

AUT = Automobilbau, SFB = sonstiger Fahrzeugbau; MAS = Maschinenbau; PHA = Pharma, CHE = Chemie; INS = Instrumentenbau; ELE = Elektrotechnik; ELO = Elektronik; COM = Büromaschinen; AER = Luftfahrzeugbau; BIO = Biotechnologie; MIL = Militärische Ausrüstung; TXT = Textilindustrie; NAH = Nahrungsmittelindustrie, ENE = Energieerzeugnisse; FZB = Fahrzeugbau insg.; MET = Metallerzeugnisse; HOL = Holzgewerbe (ohne Möbelbau); GKS = Glas, Keramik, Steine und Erden

1) Summe entspricht nicht immer 100%, da in einigen Ländern Finanzierungsanteile von privaten Organisationen ohne Erwerbszweck gesondert ausgewiesen sind.

Quelle: OECD, MSTI 2008/1. - Science&Technology Statistics Database. - Eurostat. - Berechnungen des NIW.

Tab. A.3.3.3: Indikatoren zu FuE für ausgewählte mittel- und osteuropäische Aufhol-Länder

	Deutschland		Estland		Lettland		Litauen		Bulgarien		Rumänien	
	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2006
FuE-Intensität												
FuE-Ausgaben insgesamt in % des BIP	2,19	2,53	0,57	1,14	0,42	0,70	0,50	0,80	0,52	0,48	0,71	0,45
FuE-Ausg. der Industrieuntern. in % des BIP	1,45	1,77	0,11	0,51	0,11	0,35	0,02	0,22	0,31	0,12	0,52	0,22
FuE-Finanzierung												
Anteil ...		(2005)		(1998)				(2000)		(2005)		
des Staates	38,1	28,4	63,3	44,6	56,1	58,2	61,7	53,6	35,1	63,9	54,9	64,1
der Unternehmen	59,6	67,6	23,2	38,1	17,6	32,7	31,6	26,2	60,4	27,8	41,6	30,4
sonstiger nationaler Quellen	0,3	0,3	7,3	1,0	2,3	1,6	0,0	5,9	4,2	0,7	0,9	1,4
des Auslands	2,0	3,8	6,2	16,3	24,0	7,5	6,7	14,3	0,3	7,6	2,66	4,08
... an der Finanz. von FuE in %												
Durchführung von FuE¹												
Anteil der ...				(1998)								
vom Staat	15,3	13,8	24,6	13,2	42,9	15,7	64,0	22,5	32,7	64,6	23,2	32,4
in Unternehmen	66,1	69,9	19,3	44,7	26,2	50,0	4,0	27,5	59,6	25,0	73,5	48,5
in Hochschulen	18,6	16,3	56,1	40,4	28,6	34,3	32,0	50,0	7,7	10,4	3,3	17,7
... verwendeten FuE-Ausg. in %												
FuE-Personal				(1998)		(1998)		(1998)		(2000)		
Total in % der Erwerbspersonen	1,15	1,18	0,98	1,27	0,53	0,92	0,91	1,02	0,50	0,56	0,51	0,31
Wissenschaftler/Ingenieure												
in % der Erwerbspersonen	0,58	0,68	0,67	0,93	0,33	0,62	0,62	0,74	0,31	0,36	0,26	0,21
Akademisierungsgrad des												
FuE-Personals	45,7	54,8	58,3	63,9	40,0	45,0	33,3	60,0	57,1	57,1	47,8	56,0
in Unternehmen												
(Wiss./Ing. in % des FuE-Pers.)												
FuE Schwerpunkte												
Anteil des Sektors an den	2005 (in % an		2005 (in % an		2005 (in % an		2005 (in % an		2005 (in % an		2005 (in % an	
FuE -Ausgaben der Wirtschaft	VG)		VG)		VG)		VG)		VG)		VG)	
insgesamt in %	AUT 33,3		ELE 25,1		TXT 34,9		INS 11,1		PHA 34,4		MAS 18,918	
	MAS 12,0		NAH 15,2		HOL 17,2		MET 10,6		MAS 16,8		AUT 13,5	
	PHA 9,8		CHE 11,8		MET 12,3		NAH 10,6		CHE 12,4		ELO 12,3	
	CHE 8,6		ELO 10,5		ELE 4,9		TXT 8,5		ELE 4,7		ENE 11,9	
	INS 7,6		INS 5,9		GKS 2,9		GKS 7,8		ELO 3,1		PHA 7,5	
	2006 (in % an		2005 (in % an		2005 (in % an		2005 (in % an		2005 (in % an		2006 (in % an	
	BERD)		BERD)		BERD)		BERD)		BERD)		BERD)	
	DL 9,4		DL 54,1		DL 46,4		DL 42,4		DL 70,0		DL 20,5	
	PG 90,6		PG 45,9		PG 53,6		PG 57,6		PG 30,0		PG 79,5	

VG = Verarbeitendes Gewerbe, PG = Produzierendes Gewerbe, DL = Dienstleistungsgewerbe
 AUT = Automobilbau, SFB = sonstiger Fahrzeugbau; MAS = Maschinenbau; PHA = Pharma, CHE = Chemie; INS =
 Instrumentenbau; ELE = Elektrotechnik; ELO = Elektronik; COM = Büromaschinen; AER = Luftfahrzeugbau; BIO =
 Biotechnologie; MIL = Militärische Ausrüstung; TXT = Textilindustrie; NAH = Nahrungsmittelindustrie, ENE = Ener-
 gieerzeugnisse; FZB = Fahrzeugbau insg.; MET = Metallerzeugnisse; HOL = Holzgewerbe (ohne Möbelbau); GKS =
 Glas, Keramik, Steine und Erden

1) Summe entspricht nicht immer 100%, da in einigen Ländern Finanzierungsanteile von privaten Organisationen ohne
 Erwerbszweck gesondert ausgewiesen sind.

Quelle: OECD, MSTI 2008/1. - Science&Technology Statistics Database. - Eurostat. - Berechnungen des NIW.

Tab. A.3.3.4: *Indikatoren zu FuE für ausgewählte eurasische und lateinamerikanische Aufhol-Länder*

	Deutschland		Russland		Türkei		Mexiko		Brasilien	
	1996	2006	1996	2006	1996	2006	1996	2005	1996	2006
FuE-Intensität										
FuE-Ausgaben insgesamt in % des BIP	2,19	2,53	0,97	1,08	0,45	0,76	0,31	0,47	0,76	1,02
FuE-Ausg. der Industrieuntern. in % des BIP	1,45	1,77	0,67	0,72	0,12	0,28	0,07	0,25	0,19	0,51
FuE-Finanzierung										
Anteil ...		(2005)							(2000)	(2004)
des Staates	38,1	28,4	62,1	61,1	56,6	48,6	66,8	45,3	58,7	57,9
der Unternehmen	59,6	67,6	31,5	28,8	36,8	46,1	19,4	46,5	40,0	39,9
sonstiger nationaler Quellen	0,3	0,3	0,8	0,7	6,6	4,8	10,3	7,4	1,3	2,2
des Auslands	2,0	3,8	5,6	9,4	0,0	0,5	3,5	0,8		
... an der Finanz. von FuE in %										
Durchführung von FuE¹										
Anteil der ...									(2000)	
vom Staat	15,3	13,8	25,9	27,0	11,9	11,7	36,4	22,1	36,2	35,7
in Unternehmen	66,1	69,9	69,2	66,7	26,0	37,0	22,4	49,5	41,3	49,9
in Hochschulen	18,6	16,3	4,8	6,1	62,2	51,3	37,9	27,4	22,5	14,4
... verwendeten FuE-Ausg. in %										
FuE-Personal									(2000)	
Total in % der Erwerbspersonen	1,15	1,18	1,52	1,24	0,10	0,22	0,10	0,21	0,14	0,22
Wissenschaftler/Ingenieure										
in % der Erwerbspersonen	0,58	0,68	0,77	0,63	0,08	0,17	0,06	0,12	0,08	0,12
Akademisierungsgrad des FuE-Personals	45,7	54,8	46,4	46,0	57,2	62,4	46,8	50,7	48,5	63,7
in Unternehmen										
(Wiss./Ing. in % des FuE-Pers.)										
FuE Schwerpunkte	2005 (in % an VG)		2005 (in % an PG)		2006 (in % an VG)		2005 (in % an VG)		2005 (in % an VG)	
Anteil des Sektors an den	AUT 33,3		ELE 7,2		AUT 37,2		NAH 15,1		AUT 23,8	
FuE -Ausgaben der Wirtschaft	MAS 12,0		INS 2,6		ELE 14,3		AUT 12,6		ENE 23,6	
insgesamt in %	PHA 9,8		COM 0,2		MAS 13,5		GUM 11,5		CHE 13,0	
	CHE 8,6		PHA 0,1		NAH 5,1		CHE 11,3		SFB 10,5	
	INS 7,6				GKS 3,6		PHA 10,1		ELO 7,5	
	2006		2005		2006		2005		2005	
(in % an BERD)	(in % an BERD)		(in % an BERD)		(in % an BERD)		(in % an BERD)		(in % an BERD)	
	DL 9,4		DL 78,6		DL 25,8		DL 32,6		DL 30,4	
	PG 90,6		PG 28,5		PG 75,1		PG 67,4		PG 68,9	

VG = Verarbeitendes Gewerbe, PG = Produzierendes Gewerbe, DL = Dienstleistungsgewerbe
 AUT = Automobilbau, SFB = sonstiger Fahrzeugbau; MAS = Maschinenbau; PHA = Pharma, CHE = Chemie; INS = Instrumentenbau; ELE = Elektrotechnik; ELO = Elektronik; COM = Büromaschinen; AER = Luftfahrzeugbau; BIO = Biotechnologie; MIL = Militärische Ausrüstung; TXT = Textilindustrie; NAH = Nahrungsmittelindustrie; ENE = Energieerzeugnisse; FZB = Fahrzeugbau insg.; MET = Metallerzeugnisse; HOL = Holzgewerbe (ohne Möbelbau); GKS = Glas, Keramik, Steine und Erden

1) Summe entspricht nicht immer 100%, da in einigen Ländern Finanzierungsanteile von privaten Organisationen ohne Erwerbszweck gesondert ausgewiesen sind.

Quelle: OECD, MSTI 2008/1. - Science&Technology Statistics Database. - Eurostat. - Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil. - Berechnungen des NIW.

Tab. A.5.1.1: *FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung der Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Verarbeitenden Gewerbe 2005*

	Anteil forschender Unternehmen in %					Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten in %				
	insg.	Beschäftigtengrößenklasse				insg.	Beschäftigtengrößenklasse			
		<100	100 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr		<100	100 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr
Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	18	12	29	42	75	4,2	1,0	1,9	2,5	8,2
Bergbau, Steine/Erden	4	1	15	14	43	0,2	0,0	0,4	0,0	0,2
Ernährungsgewerbe, Tabak	4	2	6	22	47	0,4	0,1	0,1	0,5	1,2
Textil, Bekleidung, Leder	16	*	*	*	*	0,8	*	*	*	*
Holz, Papier, Druck, Energie	4	*	*	*	*	0,3	*	*	*	*
Pharmazeutische Industrie	60	59	47	100		14,8	6,5	3,9	11,5	20,4
Chemische Industrie	43	37	44	58	91	9,1	3,3	3,4	6,1	13,3
Gummiverarbeitung	24	8	40	74	67	3,8	0,3	2,7	5,3	4,6
Kunststoffverarbeitung	14	9	26	35	86	1,4	0,5	1,2	1,5	4,2
Glas, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	14	7	25	43	92	1,0	0,3	0,5	1,0	2,7
Metallerzeugung	20	5	33	28	67	1,1	0,2	0,7	0,5	1,7
Metallverarbeitung	11	6	23	47	78	0,8	0,3	0,7	1,7	2,4
Kraftmaschinenbau	38	22	59	65	56	2,9	1,5	2,9	3,3	3,1
Maschinen für sonstige unspezifische Verwendung	25	17	42	53	66	2,6	1,3	2,3	2,9	3,9
Werkzeugmaschinenbau	34	22	49	100		4,0	2,1	3,2	7,0	6,2
Spezialmaschinenbau	31	21	55	86		5,2	1,5	4,1	5,1	11,6
übriger Maschinenbau	35	24	45	69	79	4,9	1,8	2,1	5,3	6,2
Büromaschinen, EDV	45	45	39	75	80	11,9	5,7	5,3	16,9	16,7
Elektrotechnik	25	17	36	43	56	2,5	1,5	2,6	2,5	2,7
Elektronische Bauelemente	75	73		77		15,9	8,8	7,2	6,9	25,8
Nachrichtentechnik	62	59	57	100	100	43,4	8,8	10,4	17,6	75,6
Rundfunk-, TV- und Phonotechnik	32	33	24	29	67	7,1	4,0	1,7	8,1	11,6
Medizintechnik	20	14	52	57		5,8	1,7	4,4	11,4	
MSR-Technik	75	79		68		14,2	8,3	10,0	11,6	33,0
Übrige Instrumente, Optik, Uhren	67	69	59	78		13,0	7,7	8,2	18,7	
Automobilindustrie	19	6	24	22	88	10,2	0,3	2,1	1,4	12,0
Luft- und Raumfahrzeugbau	45	23	26	100		14,9	*	13,2	*	16,4
Übriger Fahrzeugbau	22	10	36	33	91	3,7	*	2,2	*	5,6
Möbel, MUSS-Waren, Recycling	11	7	21	27	50	1,0	0,3	1,0	1,1	2,7

*) keine Angabe aus Gründen der Vertraulichkeit.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.3 (Kostenstrukturerhebung 2005). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.