

Schasse, Ulrich et al.

Research Report

FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich

Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 2-2011

Provided in Cooperation with:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Suggested Citation: Schasse, Ulrich et al. (2011) : FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 2-2011, Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/156550>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



Niedersächsisches Institut
für Wirtschaftsforschung

Stifterverband
für die Deutsche Wissenschaft

FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich

Ulrich Schasse, Olaf Krawczyk, Birgit Gehrke (NIW),
Gero Stenke, Andreas Kladroba (Wistat)
unter Mitarbeit von Mark Leidmann (NIW)

Studien zum deutschen Innovationssystem

2-2011

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (NIW)

Hannover

Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft
(Wistat), Essen

Februar 2011

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

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 2-2011

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. Ulrich Schasse
Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung (NIW)
Königstraße 53
30175 Hannover
Tel.: +49-511-1233-16-39
Fax: +49-511-1233-16-55
Email: schasse@niw.de

Inhaltsverzeichnis

	Inhaltsverzeichnis	I
	Abbildungsverzeichnis	III
	Tabellenverzeichnis	V
	Verzeichnis der Tabellen im Anhang	VI
	Abkürzungsverzeichnis	VII
1	Übersicht, Untersuchungsansatz und Datenlage	1
1.1	FuE in der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit	2
	FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften	2
	Die Themen im Einzelnen	7
1.2	FuE-Aktivitäten in Wirtschaft und Staat – Abgrenzung nach internationalen Konventionen	8
1.3	Datensituation	11
2	FuE-Trends in den Industrieländern	13
2.1	Globale Trends bei den gesamtgesellschaftlichen FuE-Aktivitäten	14
2.1.1	Stagnation und Wiederbelebung in den 90er Jahren	14
2.1.2	2000 bis 2008: Das Bild vor der Finanz- und Wirtschaftskrise	16
2.1.3	2009 – FuE vor dem Hintergrund der Finanz- und Wirtschaftskrise	19
2.2	Staat und Forschung	21
2.2.1	Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE	23
2.2.2	Staatliche Eingriffsziele bei FuE	25
2.2.3	Unterstützung industrieller Technologie durch den Staat	27
2.2.4	Durchführung von FuE im öffentlichen Sektor	29
	Richtung der FuE-Aktivitäten	30
	Dynamik der Aktivitäten	32
	Umfang der „Arbeitsteilung“ mit der Wirtschaft	36
	Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen Einrichtungen	37
2.3	FuE in der Wirtschaft	39
2.3.1	Längerfristige Betrachtung	39
	Die 90er Jahre	39
	Von 2000 bis 2008	42
2.3.2	Kurzfristige Betrachtung der aktuellen Entwicklung 2009	43

Inhaltsverzeichnis

2.3.3	FuE-Position der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich	44
2.3.4	Einflussfaktoren: Wirtschaftsstruktur, Konjunktur, staatliches Handeln und Akademisierung	46
	Wirtschaftsstruktur	46
	Konjunktur und Wachstumserwartungen	47
	Staatliche Impulse	48
	Akademisierung von FuE	49
2.4	FuE-Sektoralstruktur im internationalen Vergleich	53
	Schwerpunkte der FuE-Aktivitäten	54
	FuE-Intensitäten	60
3	Aufholende Schwellenländer im technologischen Wettbewerb	64
3.1	Untersuchungsgegenstand	65
3.2	Weltwirtschaftliche Einordnung der Aufhol-Länder	67
3.3	Forschung und Entwicklung in den Aufhol-Ländern	68
	FuE im Überblick	68
	Rolle des Staates bei FuE	73
	Bedeutung unternehmerischer FuE und sektorale Schwerpunkte	75
	Die Rolle des Auslands bei FuE	77
4	Zusammenfassung und aktuelle Entwicklung in Deutschland	82
4.1	Wichtige Ergebnisse der Strukturanalyse	82
4.2	Aktuelle FuE-Entwicklung in der deutschen Wirtschaft	86
	Literaturverzeichnis	92
	Anhang	98

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1.1:	Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2008	3
Abb. 1.1.2:	Verteilung der Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2009 (in %)	6
Abb. 2.1.1:	FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 2010	15
Abb. 2.1.2:	Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2009	16
Abb. 2.1.3:	Anteil der Regionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten in der OECD 2000 bis 2008 (in %)	19
Abb. 2.2.1:	FuE-Intensität in den OECD-Ländern 2008	22
Abb. 2.2.2:	Haushaltsansätze des Staates in FuE (insgesamt) in ausgewählten Regionen der Welt 1991 bis 2009	24
Abb. 2.2.3:	Staatliche FuE-Ausgabenansätze in Deutschland 1981 bis 2009	25
Abb. 2.2.4:	Steuerliche Begünstigung von FuE in den OECD-Ländern 2008	29
Abb. 2.2.5:	Durchführung und Finanzierung von FuE in den OECD-Ländern nach Sektoren 1991 bis 2008	33
Abb. 2.2.6:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2009	34
Abb. 2.2.7:	FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen im Jahr 2008	38
Abb. 2.3.1:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2009	40
Abb. 2.3.2:	FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1994 bis 2009	41
Abb. 2.3.3:	FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2008 im Vergleich	45
Abb. 2.4.1:	Internationaler Vergleich der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2007	55
Abb. 2.4.2:	Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit in Deutschland und in den wichtigsten Industrieländern 2007	57
Abb. 2.4.3:	Anteil Deutschlands an den internen FuE-Aufwendungen der OECD in ausgewählten Sektoren 1991 bis 2007 (in %)	59
Abb. 2.4.4:	FuE-Intensität in forschungsintensiven Industriezweigen 2007	61
Abb. 3.2.1:	BIP pro Kopf in ausgewählten Aufhol-Ländern 1991 bis 2009 (Deutschland = 100)	67

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.3.1:	Anteil ausgewählter OECD- und Aufhol-Länder und Regionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1995 bis 2008	69
Abb. 3.3.2:	Veränderung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD in US-\$ KKP) in ausgewählten OECD- und Aufhol-Ländern und Regionen 1995 bis 2008	70
Abb. 3.3.3:	Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten Aufhol-Ländern sowie in Deutschland, EU-15 und der OECD 1991 bis 2008/2009	72
Abb. 3.3.4:	Anteil der Aufhol-Länder sowie Deutschlands, der USA und Japans als Zielland ausländischer Direktinvestitionsprojekte (ADI) insgesamt sowie für Forschung, Entwicklung, Design und Erprobung (FuE-Projekte) 2003 bis 2009 (kumuliert)	79
Abb. 3.3.5:	Bedeutung von FuE sowie Design, Entwicklung und Erprobung als Motiv ausländischer Direktinvestitionsprojekte in Aufhol-Ländern sowie Deutschland, USA und Japan 2003 bis 2009 (kumuliert)	80
Abb. 4.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1987 bis 2011	87
Abb. 4.2.2:	FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2007 und 2009	89

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1.1:	Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994 bis 2009 (in %)	18
Tab. 2.2.1:	Struktur der staatlichen zivilen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2008	26
Tab. 2.2.2:	Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 1995 bis 2009	28
Tab. 2.2.3:	Art der FuE-Aktivitäten in ausgewählten OECD-Ländern nach durchführenden Sektoren 2007	32
Tab. 2.2.4:	Wissenschaftliches Lehr- und Forschungspersonal (haupt- und nebenberuflich) an deutschen Hochschulen 1995 bis 2009 nach Fachbereichen	35
Tab. 2.2.5:	Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen in OECD-Ländern 2008 (in %)	37
Tab. 2.3.1:	Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal im internationalen Vergleich 1991 und 2008	50
Tab. 2.3.2:	Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2008	52
Tab. 2.4.1:	Struktur der FuE-Ausgaben 2007 in der OECD-26	56

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A.2.2.1:	Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1995 bis 2009	98
Tab. A.2.2.1a:	Intensität der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1995 bis 2009	99
Tab. A.2.2.2:	Finanzierungsanteil der Wirtschaft (in %) an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1991 bis 2009	100
Tab. A.2.2.3:	Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben 1995 bis 2009	101
Tab. A.2.2.4:	Durchführung von FuE in ausgewählten Ländern, der EU-15 sowie in der OECD insgesamt 1991 bis 2009	102
Tab. A. 2.4.1:	Deutschlands industrielle FuE-Struktur im internationalen Vergleich 1991 bis 2007	103
Tab. A.3.3.1:	Indikatoren zu FuE für ausgewählte mittel- und osteuropäische Aufhol-Länder	104
Tab. A.3.3.2:	Indikatoren zu FuE für ausgewählte mittel- und osteuropäische sowie amerikanische Aufhol-Länder	105
Tab. A.3.3.3:	Indikatoren zu FuE für ausgewählte asiatische Aufhol-Länder	106

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
\$	US-Dollar
Abb.	Abbildung
ADI	Ausländische Direktinvestitionen
AHK	Außenhandelskammer
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
bspw.	beispielsweise
BUL	Bulgarien
c.p.	ceteris paribus
CAN	Kanada
CHN	China
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CZE	Tschechische Republik
DEN	Dänemark
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DV	Datenverarbeitung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EPAPAT	Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes (frühere Bezeichnung)
ESA	European Space Agency
ESP	Spanien
EST	Estland
EU	Europäische Union
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft
FDI	Foreign Direct Investment
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
HUN	Ungarn
IMD	International Institute for Management Development
IMF	International Money Fund
IND	Indien
IRL	Republik Irland

Abkürzungsverzeichnis

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
LUX	Luxemburg
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
Mrd.	Milliarde
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MSTI	Main Science & Technology Indicators
NAFTA	Nordamerikanische Freihandelszone (USA, CAN, MEX)
NED	Niederlande
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
NOR	Norwegen
NORD	Gruppe nordeuropäischer Länder
NZL	Neuseeland
o. ä.	oder ähnliche(s)
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
p. a.	pro Jahr
POL	Polen
POR	Portugal
R&D	Research and Development
ROM	Rumänien
RSA	Republik Südafrika
RUS	Russland
S&T	Science & Technology
s. o.	siehe oben
SAF	Südafrika
SCI	Science Citation Index
SIN	Singapur
SLO	Slowenien
STAN	Structural Analysis Database
STI	Science & Technology Indicators
SUED	Gruppe südeuropäischer Länder
SUI	Schweiz
SV	Stifterverband
SVK	Slowakische Republik
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle

TPE	Taiwan
Tsd.	Tausend
TUR	Türkei
u. a.	unter anderem, und andere
US	United States
US-\$	US-Dollar
USA	United States of America
usw.	und so weiter
VC	Venture Capital
vgl.	vergleiche
WGL	Wissensgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz
WIPO	World Intellectual Property Organization
Wistat	Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft
WTO	World Trade Organisation
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

1 Übersicht, Untersuchungsansatz und Datenlage

Das NIW, das DIW und die Wistat haben es im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation übernommen, das Thema „Entstehung von Wissen: FuE in Wirtschaft und Staat“ (Los 2 der Ausschreibung 211229-2008DE „Indikatorensystem zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands“) zu bearbeiten. Die Studie knüpft direkt an bisher von diesem Konsortium erstellten Studien zu diesem Themenkomplex an.¹

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

- einerseits eine mittel- bis langfristige Sichtweise zu eröffnen, die es ermöglicht, aus dem Beobachtbaren Schlussfolgerungen für absehbare künftige Entwicklungslinien zu ziehen,
- andererseits aber auch **kurzfristige Flexibilität**, d. h. den empirischen Bezug auf aktuelle Entwicklungen herzustellen und damit die Möglichkeit zu bieten, für aktuelle innovationspolitische Diskussionen Beurteilungsmaßstäbe liefern zu können, sowie
- eine **integrative Sichtweise** aufzuzeigen, die es grundsätzlich auch erlaubt, bspw. auf die Konsequenzen der Entwicklung von FuE in Wirtschaft und Staat für Bildungs- und Qualifikationsanforderungen, 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. hinzuweisen.

Das Indikatorensystem baut weitgehend auf bereits vorhandenen Daten sowie regelmäßig erstellten Statistiken und Analysen auf und ist 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 kann.

Kontinuität ist vor allem deshalb von Belang, weil man FuE-Kapazitäten nicht von heute auf morgen auf- oder abbaut. Sie sind vielfach das Ergebnis sehr langfristiger gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Entscheidungen über den Weg der Volkswirtschaft in der „Wissenswirtschaft“ und über die Bedeutung, die FuE in Wirtschaft und Staat dabei spielen soll. Insofern ist auch eine längerfristig orientierte Darstellung geboten.

Dagegen können die Wirkungen der Finanz- und Wirtschaftskrise auf den weltweiten FuE-Einsatz gegenwärtig nur partiell analysiert werden, da die dafür notwendigen Indikatoren nur teilweise bis zum Krisenjahr 2009 verfügbar sind, häufig sogar schon in den Vorjahren enden. Die entsprechend kurzfristige Sichtweise erlaubt dabei noch keine Aussagen über mittelfristige Folgen. Hinweise ergeben sich hinsichtlich der unterschiedlichen Betroffenheit einzelner Länder; noch nicht zu klären ist hingegen die Frage der Folgen des wirtschaftlichen Einbruchs für das zukünftige FuE-Verhalten.

¹ So werden hauptsächlich die für die Studien von Legler und Krawczyk (2009), Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008) sowie von Krawczyk, Frietsch, Schumacher u. a. (2007) erstellten Analysen zu FuE im internationalen Vergleich aktualisiert und z. T. erweitert.

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

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 beieinanderliegen³ 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 Länder 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. Dieses Ziel wurde in 2010 unverändert in die neue Wirtschaftsstrategie der EU „Europa 2020“ übernommen. Damit soll 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 bis vor Beginn des Abschwungs 2008/2009 in Europa (weiterhin unter 2 % des Inlandsproduktes) und in Deutschland (2,5 % bis 2007) erreichten Marken zu niedrig sind, um wesentliche Voraussetzungen für ein angemessenes Wachstum bei hohem Beschäftigungsstand schaffen zu können. Die Bundesregierung hat daher das 3-%-Ziel der EU auch als nationales Ziel für Deutschland übernommen und in ihrer Hightech-Strategie 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 wichtigen Industrieländern Volkswirtschaften an der Spitze der Wachstumshierarchie, in denen die FuE-Aufwendungen am kräftigsten expandiert sind. FuE

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, vgl. Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

³ Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

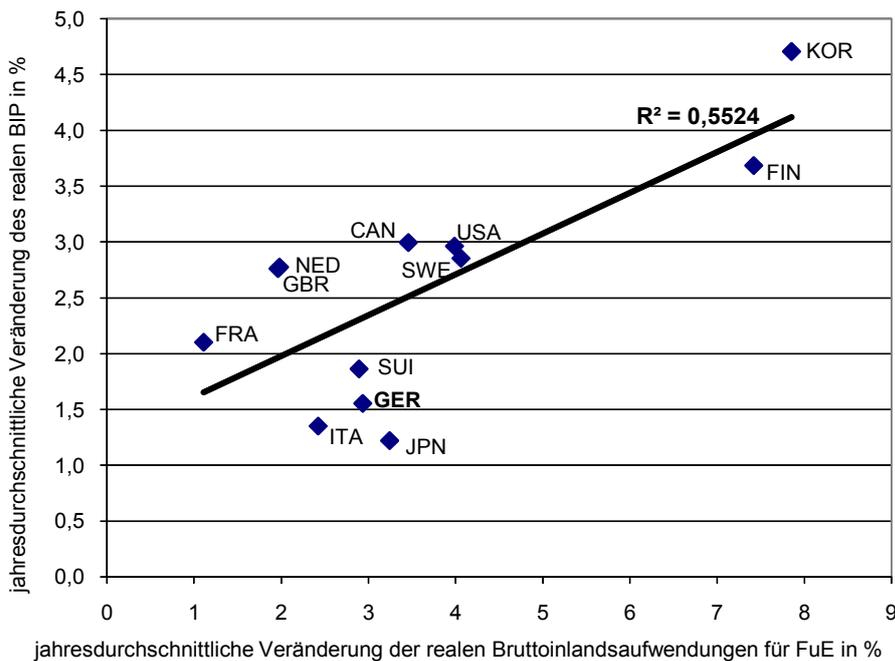
⁴ Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

⁵ BMBF (2006), BMBF (2010).

kann also Teilerklärungen 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 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. Zu positiven, jedoch zwischen den Ländern nach dem jeweiligen Entwicklungsstand abnehmenden „Ertragsraten“ – bezogen auf Wachstum und Beschäftigung – kommen auch Simulationen der Europäischen Kommission.⁸
- Ökonometrische Studien belegen positive Erträge von FuE, sowohl hinsichtlich der FuE-Investitionen im eigenen Unternehmen oder Wirtschaftszweig („private returns“) als auch von FuE-Investitionen in anderen, durch Lieferverflechtungen verbundenen Unternehmen oder Sektoren („spillover returns“).⁹

Abb. 1.1.1: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2008



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

⁶ Vgl. Dehio u. a. (2005).

⁷ Vgl. Dehio u. a. (2005).

⁸ Vgl. Brécard u. a. (2004).

⁹ Hall u. a. (2009) geben einen Überblick zu den ökonometrischen Studien, die sich mit der Schätzung der ökonomischen Erträge von FuE auf der Ebene von Unternehmen, Sektoren und Ländern befassen.

- 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 aufgrund ihrer Art als forschungsinintensiv eingestufte Industrien in direkter Verbindung mit den Investitionen der Sektoren in FuE:¹⁰ Im Durchschnitt aller Wirtschaftszweige beläuft sich die „Ertragsrate“ auf 30 %.
- Andere Untersuchungen kommen auf eine Produktionssteigerung der Unternehmen von 41 % bezogen auf den eingesetzten FuE-€. Die „sozialen Erträge“ im Unternehmenssektor durch die Ausweitung des „externen Wissensstocks“ werden sogar noch höher eingeschätzt als die direkten Erträge (Ausweitung des „internen Wissensstocks“). So ergeben sich bei einer Erhöhung der FuE-Aufwendungen eines Unternehmens um 1 € bei allen anderen Unternehmen Zusatzserträge in Höhe von 0,52 bis 0,65 €.¹¹
- Tendenziell positive Effekte auf die Produktivitätsentwicklung hat auch die in Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen durchgeführte FuE.¹²

FuE und technologische Leistungsfähigkeit sind demnach zentrale Faktoren für Wachstum und Wohlstand. Deutschlands über lange Zeit ungünstige Position in der Wachstumshierarchie der westlichen Industrieländer mag also durchaus auch mit den vergleichsweise geringeren Investitionen in technisches Wissen zusammenhängen. Die ermittelten Zusammenhänge legen allerdings auch 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 für Wachstum und Wohlstand, jedoch nicht hinreichend.¹³

FuE ist in sich immer noch in hohem Maße „national“ definierenden „Innovationssystemen“¹⁴ gewissermaßen Dreh- und Angelpunkt. Technologisches Wissen wird von verschiedenen Akteursgruppen geschaffen, zum einen von den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen (Hochschulsektor¹⁵ und Staat¹⁶) und zum anderen von forschenden Unternehmen¹⁷. 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. Ande-

¹⁰ Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

¹¹ Peters u. a. (2009).

¹² Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

¹³ Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

¹⁴ Vgl. Schmoch, Rammer, Legler (2006).

¹⁵ 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.

¹⁶ 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. Helmholtz-Zentren, Max-Planck- und Fraunhofer-Institute).

¹⁷ Neben privaten und staatlichen Unternehmen werden in der Statistik auch Gemeinschaftsforschungseinrichtungen u. ä. erfasst, die überwiegend von der Wirtschaft finanziert werden.

rerseits 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 -aufwendungen¹⁸ 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.¹⁹

Der Anteil der Innovatoren ohne eigene FuE ist von 1998 bis 2003 erkennbar gesunken.²⁰ Danach hat ihr Anteil weitgehend stagniert. Nur 23 % der innovationsaktiven Unternehmen aus der forschungsintensiven Industrie kamen 2006 ohne eigene FuE aus; 1998 waren es noch 32 % (Abb. 1.1.2). Diese Entwicklung war flächendeckend, auch in der sonstigen Industrie und bei wissensintensiven Dienstleistungen stieg der Anteil der FuE betreibenden unter den innovierenden Unternehmen bis 2002/2003 und stagnierte danach.

Allerdings zeigt sich in jüngerer Zeit wieder eine leicht steigende Tendenz bei der Zahl der Unternehmen, die Innovationsaktivitäten haben ohne gleichzeitig FuE zu betreiben. Im Jahr 2009 traf dies für 28 % der forschungsintensiven Industrieunternehmen zu. Auch bei den wissensintensiven Dienstleistungen stieg ihr Anteil 2009 wieder an. Offenbar zehren insbesondere Unternehmen aus forschungsintensiven Industrien, die nur gelegentlich FuE betreiben, von dem in den Vorjahren angehäuften Wissensstock, denn ihr Anteil an den innovationsaktiven Unternehmen ist in den letzten Jahren von 32 % auf 22 % gesunken.

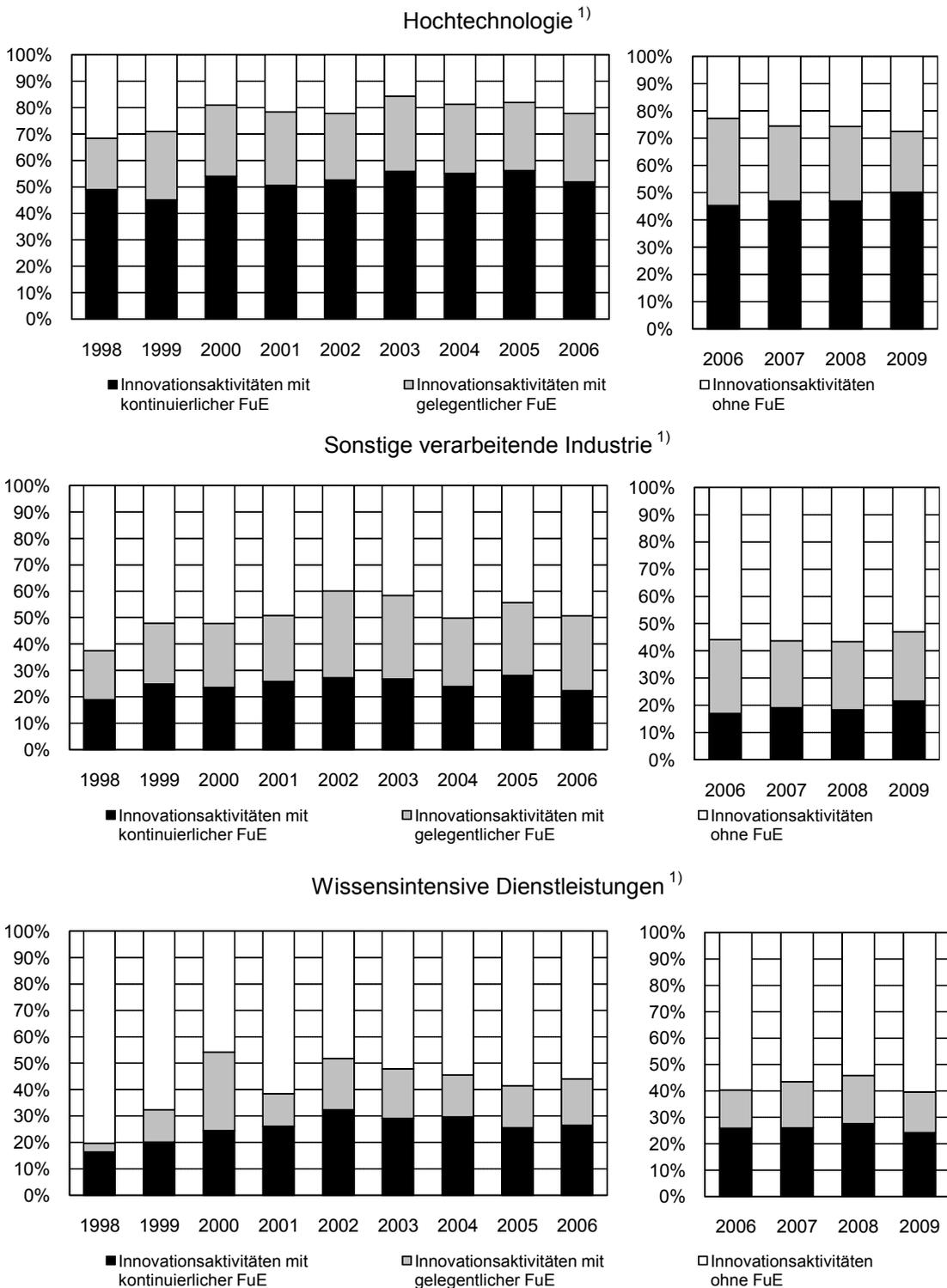
Generell ist zu beachten, dass zusätzliche FuE in der Praxis keineswegs 1:1 in Wachstum umgesetzt wird. FuE bringt zum einen nicht in jedem Fall **direkt** Ergebnisse hervor; zum anderen variieren die Umsetzungsbedingungen von FuE in Erfindungen, in Produkt- oder gar Marktneuheiten oder andere Effekte 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.

¹⁸ Zur Abgrenzung des Begriffs „Innovation“ von „FuE“ vgl. Rammer, Peters (2010).

¹⁹ Allerdings ist einzuräumen, dass FuE teilweise auch mit dem Ziel „Re-Engineering“ betrieben werden kann und sich in diesem Falle auf Imitationen beschränkt.

²⁰ Rammer (2007).

Abb. 1.1.2: Verteilung der Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2009 (in %)



1) Seit der Innovationserhebung 2009 hat das ZEW mehrere Umstellungen im Mannheimer Innovationspanel vorgenommen, die sowohl die Grundgesamtheit als auch die Branchenabgrenzung betreffen. Die Änderungen wurden rückwirkend bis zum Berichtsjahr 2006 umgesetzt. Die Vergleichbarkeit mit den Vorjahreswerten ist eingeschränkt. Vgl. Rammer und Peters (2010), S. 14 ff.

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

- 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.²¹
- Forschungsanstrengungen der Unternehmen und Investitionen in Bildung und Wissen führen zudem zu „Spillover-Effekten“:²² 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.²³ 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 von der Expertenkommission vergebenen Auftrag in vier Arbeitspaketen bearbeitet, die in zwei Studien zum deutschen Innovationssystem veröffentlicht werden. In dieser Studie werden die folgenden Themenfelder behandelt:

- FuE in Wirtschaft und Staat im Vergleich der OECD-Länder (NIW): Im Mittelpunkt stehen die globalen Trends der gesamtwirtschaftlichen FuE-Aktivitäten und deren differenzierte Betrachtung nach den durchführenden Sektoren Wirtschaft und Staat (Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen). Die „weltwirtschaftliche Sicht“ beleuchtet in einem kombinierten Zeitreihen-/Querschnittsvergleich Deutschlands Position bei industrieller FuE; diese Sichtweise steht in

²¹ Vgl. Cohen, Levintal (1990) sowie Schmoch, Licht, Reinhard (2000), Peters, Kladroba u. a. (2009), Hall u. a. (2009).

²² Vgl. Barro, Sala-i-Martin (1995) sowie Peters, Kladroba u. a. (2009).

²³ Vgl. Blind, Frietsch (2006).

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.

- Aufhol-Länder im internationalen Innovationsprozess (NIW): In der letzten Dekade ist den aufholenden Schwellenländern eine immer größer werdende Rolle auf den internationalen Technologiemärkten zugekommen. Hier gilt es u. a. das FuE-Aufkommen, die FuE-Dynamik und deren sektorale Schwerpunkte aktuell in den Blick zu nehmen und die sich daraus für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands ergebenden Konsequenzen aufzuzeigen (Abschnitt 3).
- Forschung und Entwicklung in Deutschland (NIW und Wistat): Vor dem Hintergrund der aktuellsten Eckdaten zu den FuE-Aufwendungen und zum FuE-Personal der deutschen Wirtschaft werden die kurzfristige Dynamik und die Verteilung des FuE-Einsatzes nach Wirtschaftszweigen untersucht. Im Mittelpunkt stehen dabei das Verhalten der Wirtschaft im Abschwung 2008/2009 und die FuE-Planungen für 2010 und ggf. auch 2011 (Abschnitt 4).
- Die Internationalisierung von FuE in multinationalen Unternehmen wird vom DIW untersucht. Die Ergebnisse werden in einer gesonderten Studie zum deutschen Innovationssystem veröffentlicht.²⁴

1.2 FuE-Aktivitäten in Wirtschaft und Staat – Abgrenzung nach internationalen Konventionen²⁵

FuE ist nach international gebräuchlichen Definitionen (dem „Frascati Manual“²⁶) charakterisiert als „systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens“. Nach der Anwendungsnähe von FuE wird unterschieden zwischen Grundlagenforschung („Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse“ mit mittel- bis langfristigem Ziel), zielgerichteter angewandter Forschung zur Gewinnung neuer technischer und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sowie experimenteller Entwicklung („Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse“ für neue oder wesentlich verbesserte Produkte, Prozesse, Systeme, Dienstleistungen usw.).²⁷ Des Weiteren unterscheiden die Richtlinien zur Erfassung von FuE zwischen „naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Forschung und Entwicklung“ und „geistes- und sozialwissenschaftlicher Forschung“.

Konstituierendes Element der Abgrenzung von FuE zu anderen Elementen des Innovationsprozesses ist die Entstehung und Verwendung neuen Wissens. Als „statistische Messlatten“ werden in den Frascati-Richtlinien der finanzielle Einsatz in Form von Aufwendungen für FuE-Anlagen, -Sachmittel, -Personal und -Aufträge usw. sowie der personelle Einsatz in Form von FuE-

²⁴ Vgl. Belitz (2011).

²⁵ Dieser Abschnitt ist gegenüber Legler, Schasse (2010) nur redaktionell überarbeitet worden.

²⁶ Vgl. OECD (1993) und OECD (2002).

²⁷ Vgl. für Deutschland die Erhebungsbögen der Wistat (z. B. zur Erhebung 2009). 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.

Beschäftigten zugrunde gelegt.²⁸ 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.²⁹

- Zur Gestaltung des Innovationsprozesses bedarf es mehrerer Komponenten. Nicht alle Aktivitäten, die zu den innovationsrelevanten Fertigkeiten und Kompetenzen im Unternehmen beitragen, werden durch FuE erfasst. FuE hat einen wichtigen Anteil und macht in der Industrie den „harten Kern“ und den größten Posten, insgesamt jedoch nur einen Teil der gesamten Innovationsaktivitäten von Unternehmen aus. Im langfristigen Mittel wird in Deutschlands Industrie etwa die Hälfte der gesamten **Innovationsaufwendungen** für FuE eingesetzt.³⁰ 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.
- 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 war bei den ersten Erhebungen in den 60er Jahren sehr stark an den Innovationsaktivitäten der **Industrie** orientiert. Trotz aller Bemühungen auf nationaler und internationaler Ebene, die „Industrielastickeit“ 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

²⁸ Zur Praxis der deutschen FuE-Statistik vgl. im Einzelnen Grenzmann (2004a, 2004b) und Revermann (2004).

²⁹ Vgl. z. B. European Commission (1997).

³⁰ Vgl. Rammer, Blind u. a. (2007).

³¹ Vgl. Revermann, Schmidt (1999), vgl. auch Gehrke, Legler u. a. (2009).

³² Vgl. Freeman, Soete (2007).

- 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 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. 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.

³³ Vgl. Freeman, Soete (2007).

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

1.3 Datensituation

Für den im Folgenden erstellten internationalen Vergleich gesamtwirtschaftlicher Strukturdaten bei FuE wird vor allem 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 auch von Eurostat angebotenen FuE-Daten weisen in den meisten Fällen einen der OECD vergleichbaren Aktualitätsgrad auf, liefern aber für kleine europäische Länder, die nicht Mitglied oder Berichtsland bei der OECD sind, zusätzliche Informationen. Dies betrifft die baltischen Länder, Zypern, Malta, Bulgarien und Kroatien. Die weitgehende numerische Identität derjenigen FuE-Indikatoren, die in beiden Datenbanken ausgewiesen werden, erlaubt es am rezenten Rand z. T. aktuellere Daten von Eurostat auch für OECD-Länder zu nutzen.

Die OECD bemüht sich, ihre Kompilationen um Daten über wichtige Nichtmitgliedsländer zu erweitern. Dies gelingt bei einigen Ländern wie China oder Singapur, z. T. aber auch nur für einige Eckdaten, wie z. B. bei Russland. Hierauf lassen sich aber keine einigermaßen aktuellen Strukturanalysen aufbauen, weil weiterhin wichtige Länder, insbesondere aus dem Kreis der aufstrebenden Schwellenländer fehlen, z. B. Indien oder Brasilien. Deshalb ist man gerade bei der Analyse des FuE-Verhaltens der Schwellenländer (Abschnitt 3) auf eigenständige Untersuchungen auf der Basis nationalstaatlicher statistischer Quellen angewiesen.

Die internationalen Daten werden an geeigneter Stelle durch Angaben aus der deutschen FuE-Statistik ergänzt.³⁶ Dies betrifft natürlich vor allem die Einschätzung der aktuellen Lage und der Erwartungen für das nächste Jahr. Basis hierfür sind die ersten Ergebnisse der von Wistat 2010 durchgeführten Totalerhebung der FuE-Aktivitäten in der deutschen Wirtschaft für das Jahr 2009 und die Erwartungen für 2010 und 2011.

Der aktuelle Berichtsstand beruht auf nationalen und internationalen Daten bis zum Jahr 2009. Aktueller Datenstand der OECD-Daten für den Bereich FuE-International sind die „Main Science and Technology Indicators“ in der Fassung vom 18.1.2011 (MSTI 2010-2), die „Research and Development Expenditure in Industry“ (ANBERD) vom 13.10.2010 sowie die „Structural Analysis Statistics“ (STAN) mit Stand vom 4.11.2010. Trotz partieller Ergänzung durch Daten aus der Eurostat-Datenbank (Stand 1/2011) ist es nicht immer möglich, bei allen Indikatoren den allgemeinen Berichtsstand 2009 einzuhalten:

³⁵ Zu nennen sind dabei vor allem die zweimal jährlich aktualisierten „MSTI“-Daten sowie die „Research & Development Statistics“ Database. 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. Angaben zur Summe aller OECD-Länder beziehen sich auf den Stand der Mitgliedsländer am 1.1.2010, also ohne die erst im Laufe des Jahres 2010 aufgenommenen Mitglieder Chile, Israel, Estland und Slowenien.

³⁶ Vgl. die ausführliche Beschreibung zur deutschen FuE-Statistik in Legler, Schasse (2010), S. 10 ff.

Übersicht, Untersuchungsansatz und Datenlage

- Für die USA, Japan und Korea sind keine Angaben zu den FuE-Aufwendungen im Jahr 2009 verfügbar. Da diese Länder zusammen fast zwei Drittel aller FuE-Aufwendungen der OECD-Länder auf sich vereinigen (2008: USA 43 %, JPN: 17 %, KOR: 5 %) kann der entsprechende Referenzwert für die OECD insgesamt nicht geschätzt werden.
- ANBERD-Daten zur sektoralen Verteilung der FuE-Aufwendungen in den OECD-Ländern enden im Jahr 2007, z. T. (USA, Japan) auch schon 2006.
- STAN-Daten zur sektoralen Wirtschaftsstruktur enden in der Regel im Jahr 2008, können aber z. T. durch aktuellere Angaben von Eurostat ergänzt werden.

Nationale Quellen wurden außer für Deutschland (Wistat) für die Aufhol-Länder Indien, Brasilien und China (soweit nicht in der MSTI-Datenbank enthalten) genutzt. Soweit weitere Quellen zur Schätzung einzelner Werte verwendet wurden, sind diese an gegebener Stelle aufgeführt.

2 FuE-Trends in den Industrieländern

Mit der fortschreitenden Globalisierung der Wirtschaft hat sich auch die Verteilung der FuE-Kapazitäten weltweit verschoben. In den vergangenen drei Jahrzehnten ist FuE in der Weltwirtschaft unsteuerter geworden. In allen großen Volkswirtschaften haben sich die FuE-Verhaltensweisen und -Strukturen deutlich verändert. Wachstums- und innovationspolitische Erkenntnisse und Absichten laufen zwar allenthalben auf eine Steigerung und Förderung von FuE-Aktivitäten hinaus. Diese stehen jedoch nicht unbedingt im Einklang mit den Strategien und Erwartungen der Unternehmen sowie mit den finanziellen Möglichkeiten von Wirtschaft und Staat. Zusätzliche Unsicherheit birgt die Analyse, weil Wirtschaft und Staat ihre FuE-Pläne im Gefolge der Finanz- und Wirtschaftskrise in den verschiedenen Ländern unterschiedlich revidiert haben. Die in vielen Ländern unerwartet rasche wirtschaftliche Wiederbelebung mag wiederum zusätzliche Anpassungen zur Folge gehabt haben, die sich in den aktuell vorliegenden Plandaten noch nicht abbilden lassen.

Angesichts dieser kurzfristigen Diagnoseunsicherheit sollte vermieden werden, dass von schwankender Basis aus voreilig extrapoliert wird. Wichtige „aktuelle“ Daten enden für den internationalen Vergleich mit Eckdaten für die Berichtsjahre 2008 und 2009 und Abschätzungen über die FuE-Pläne für 2010 und 2011 sind allenfalls für Deutschland verfügbar. Auch an dieser Stelle muss noch einmal festgehalten werden, dass die unterschiedliche Datenqualität und -aktualität auch der Grund dafür sind, dass als Darstellungsform eher eine lose Kompilation von empirischen Befunden als ein in sich geschlossenes Indikator- und Berichtssystem gewählt werden muss.

Angesichts der mittel- und langfristigen Ausrichtung und Wirkungen von FuE-Prozessen ist es zweckmäßig, nicht nur die aktuelle Entwicklung zu betrachten, sondern auch einen Blick zurückzuwerfen. Die Herausforderung besteht vor allem darin, aus der Analyse der mittel- und langfristigen Tendenzen Hinweise auf die richtige Einordnung der sich in den letzten Jahren abzeichnenden Anpassungen im FuE-Verhalten – sowohl als Reaktion auf forschungs- und technologiepolitische Initiativen als auch auf die Finanz- und Wirtschaftskrise – zu finden.

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). Während sich diese Auswertung auf die gesamtgesellschaftlichen Ressourcen für FuE insgesamt bezieht (also Wirtschaft, Staat und Hochschulen berücksichtigt), wird im darauf folgenden Abschnitt auf die Arbeitsteilung bei FuE zwischen Wirtschaft und Staat eingegangen (Abschnitt 2.2). Danach wird das FuE-Verhalten der Wirtschaft im Überblick dargestellt (Abschnitt 2.3). Weil einerseits die Wirtschaft den größten Teil des FuE-Aufkommens bestreitet, andererseits der Staat 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 Innovationswettbewerb einsetzen (Abschnitt 2.4).

2.1 Globale Trends bei den gesamtgesellschaftlichen FuE-Aktivitäten

Im Folgenden wird zunächst auf die gesamtgesellschaftlichen FuE-Aktivitäten – also in der 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.

2.1.1 Stagnation und Wiederbelebung in den 90er Jahren

Anfang der 90er Jahre ist die deutliche FuE-Intensivierung des vorangegangenen Jahrzehnts in Deutschland, aber auch in anderen großen Volkswirtschaften zum Stillstand gekommen (Abb. 2.1.1 und Abb. 2.1.2).³⁷ Der Bedeutungsrückgang von FuE konnte erst Mitte der 90er Jahre gestoppt werden. Bis dahin wurden die FuE-Anstrengungen allerdings nirgends so zügig zurückgeschraubt wie in Deutschland und 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 in den westlichen Industrieländern im Vergleich zum Inlandsprodukt entwickelt und damit auf veränderte Eckdaten reagiert haben.

In den USA und Japan war der reale Rückgang bei FuE bis Mitte der 90er Jahre nicht ganz so scharf ausgefallen wie in Deutschland. Die USA waren in der folgenden FuE-Aufschwungphase die treibende Kraft unter den westlichen Industrieländern: 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 22 %; beide Regionen blieben im FuE-Wachstum damit deutlich unter den Anteilen, die sie noch Anfang der 90er Jahre eingenommen hatten (17½ bzw. 31½ %).

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). Aber gerade auch Korea ist diesem Kreis zuzurechnen.

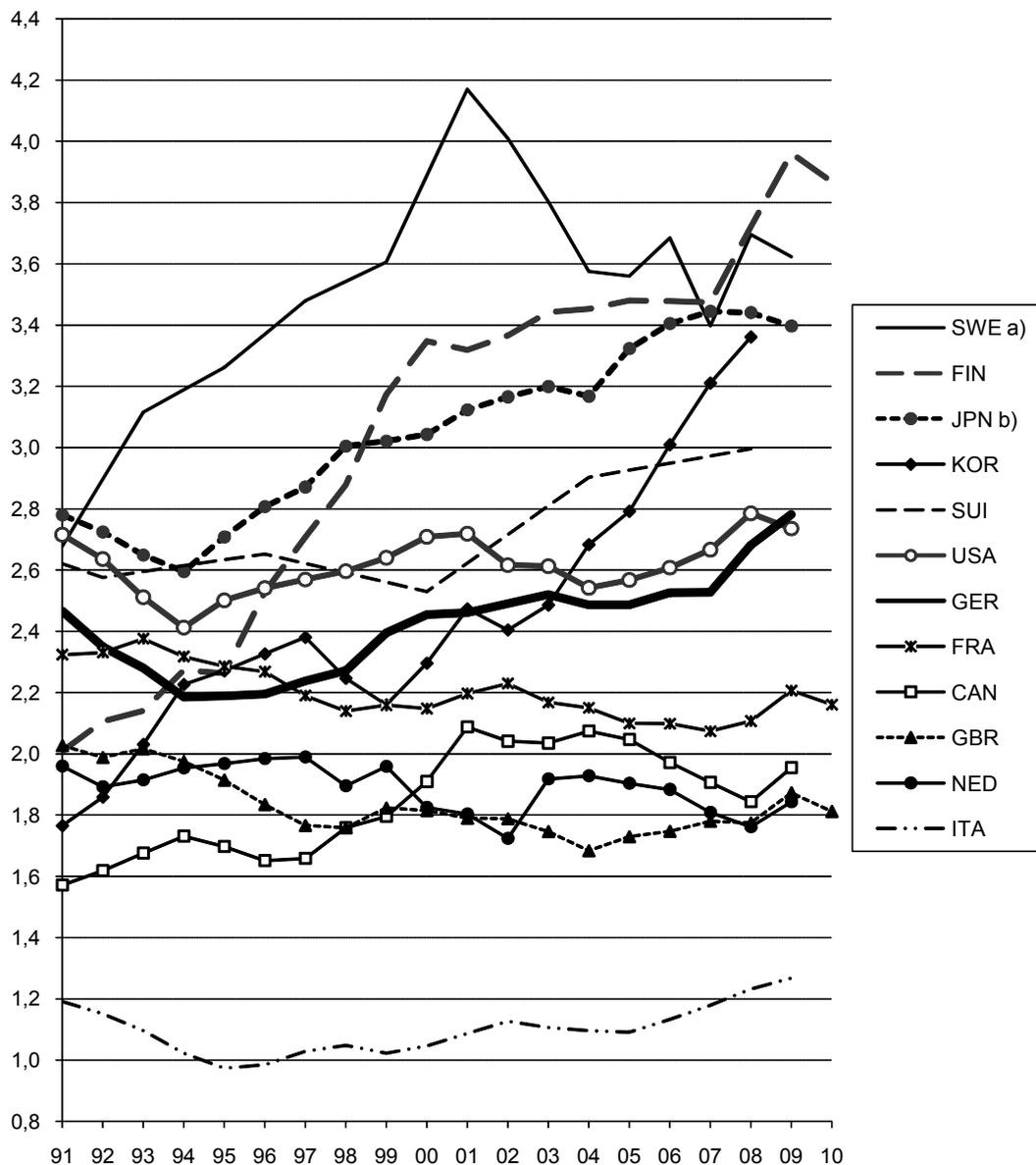
Bei kontinentaler Betrachtung war in den 90er Jahren eine weitere Verschiebung der FuE-Achsen nach Übersee, d. h. nach Nordamerika, Japan als etablierte Technologienationen, aber auch nach Korea und in die aufholenden Schwellenländer China und Indien³⁹ zu beobachten. Dieser Prozess hat sich bis heute fortgesetzt: Die FuE-Intensität vieler entwickelter asiatischer Länder erreicht (Taiwan, Singapur) oder übersteigt (Korea, Japan) mittlerweile das Niveau Deutschlands (Abb. 2.1.1).

³⁷ Vgl. Legler, Grupp u. a. (1992), Legler, Krawczyk (2005).

³⁸ Vgl. European Commission (1997).

³⁹ Zu einer Übersicht über die FuE-Dynamik der Gruppe der Schwellenländer vgl. Abschnitt 3.

Abb. 2.1.1: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern 1981 bis 2010*



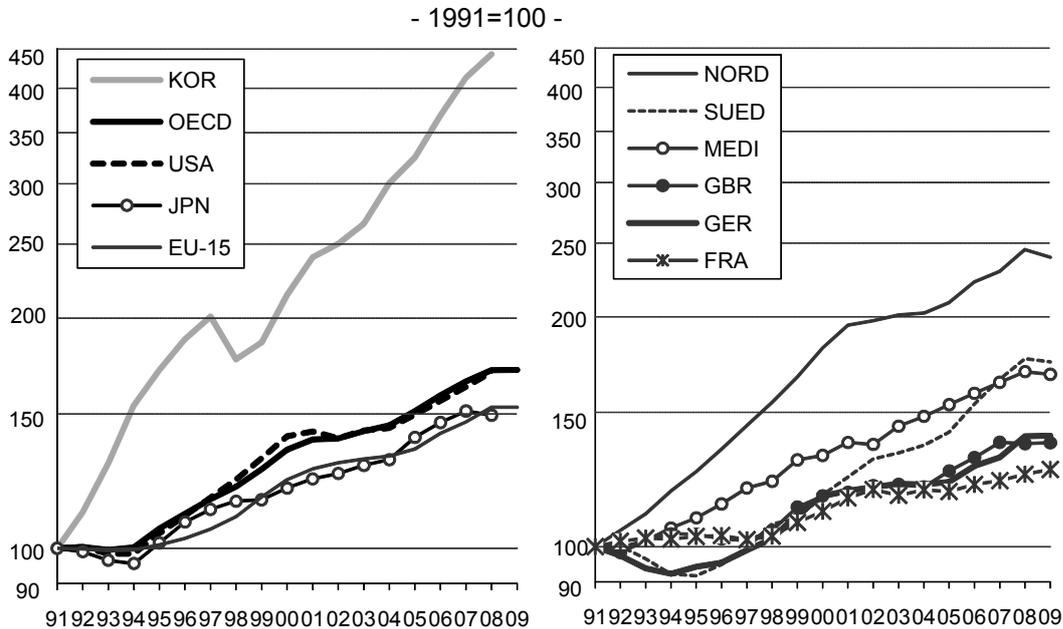
*) Daten zum Teil geschätzt. – a) Strukturbruch in der Erhebungsmethode 1993/1995. – b) FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 leicht überschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). Eurostat-Datenbank. SV Wissenschaftsstatistik. – 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 wieder auf FuE-Expansion geschaltet. Die weltwirtschaftliche FuE-Dynamik wurde damit zwar nicht erreicht. Immerhin gelang es Deutschland, sich etwas von den meisten größeren europäischen Volkswirtschaften abzuheben, denn in Frankreich, Großbritannien, Italien und auch in den Niederlanden wurden die FuE-Anstrengungen in dieser Zeit kaum mehr intensiviert. War es in der ersten Hälfte der 90er Jahre gerade Deutschland mit seiner starken Binnenorientierung (deutsche Vereinigung) 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.

Abb. 2.1.2: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2009



Halblogarithmisch. – NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUL. – Daten teilweise geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/1). Eurostat-Datenbank. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

2.1.2 2000 bis 2008: Das Bild vor der Finanz- und Wirtschaftskrise

In den meisten industrialisierten Ländern war das erste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts von weiter zunehmenden FuE-Ausgaben und – für viele von ihnen, nicht für alle – auch von einer zunehmenden FuE-Intensität geprägt. Tendenziell fiel der Zuwachs dabei in der ersten Hälfte des Jahrzehnts geringer aus als in der dann folgenden Zeit bis zum Jahr 2008.

Gemessen an der FuE-Intensität (FuE-Ausgaben bezogen auf das Inlandsprodukt) lagen Finnland und Schweden (jeweils 3,7 %) im Jahr 2008 im weltweiten Vergleich an der Spitze, gefolgt von Japan (3,4 %) und Korea (3,4 %), der Schweiz (3,0 %) und Dänemark (2,9 %), den USA (2,8 %), Österreich (2,8 %) und Deutschland (2,7 %), das noch klar über dem OECD-Durchschnitt (2,3 %) liegt. Unterhalb davon folgen Australien (2,2 %), Frankreich (2,1 %), Belgien (2,0 %) sowie Kanada, die Niederlande und Großbritannien (jeweils 1,8 %).⁴⁰

Insgesamt wurden im Jahr 2008 im OECD-Raum für FuE Mittel in Höhe von gut 964 Mrd. \$ aufgewendet. Davon wurden in den USA 41,3 %, in Japan 15,4 % und in Deutschland 8,5 %, in den Ländern der EU insgesamt 30,5 % (EU-15: 28,9 %) getätigt. Die Rangfolge unter den OECD-

⁴⁰ Einige kleinere Volkswirtschaften sind in Abb. 2.1.1 nicht enthalten. Erwähnenswert wären noch Island (2,6 %) sowie aus dem Nicht-OECD-Raum Israel (4,7 %), Taiwan (2,8 %) und Singapur (2,6 %).

Ländern wird fortgesetzt durch Korea (4,6 %), Frankreich (4,8 %), Großbritannien (4,2 %), Kanada (2,5 %), Italien (2,5 %), Spanien (2,1 %), Australien (1,9 %), Schweden (1,4 %), die Niederlande (1,3 %) sowie die Schweiz (1,1 %).

Die USA sind angesichts ihres Gewichts der FuE-Schrittmacher in den westlichen Industrieländern. Zusammen mit Japan und Deutschland beherbergen sie fast zwei Drittel der FuE-Kapazitäten des OECD-Raumes. Auch wenn kleinere Länder bemerkenswerte FuE-Steigerungen und -Intensivierungen vorweisen können, wie bspw. die nordischen Länder oder einige südeuropäische Länder (Abb. 2.1.2), hat dies nicht zu entscheidenden Gewichtsverlagerungen in der FuE-Landschaft der westlichen Industrieländer führen können. Dafür ist ihr quantitatives Volumen gegenüber den übrigen Ländern weiterhin zu gering. Von 2000 bis 2008 ist der Anteil der „großen Drei“ an allen FuE-Aufwendungen im OECD-Raum nur von 68 % auf 65 % gesunken.

Die EU-15-Länder als Ganzes betrachtet weisen bei FuE unverändert nur ein niedriges Tempo auf und setzten 2008 insgesamt 2 % ihres Inlandsproduktes für FuE ein (EU-27: 1,8 %). Sie sind seit Anfang der 90er (1,9 %) nur wenig vorangekommen und liegen damit weiterhin klar hinter den USA und Japan. Die „Lücke“ zu den USA beträgt 0,8 Prozentpunkte des Inlandsproduktes und ist damit genau so groß wie am Anfang des Jahrzehnts. Gegenüber Japan liegt sie bei fast 1½ Prozentpunkten. Dieser Rückstand ist seit 2005 etwa kleiner geworden.

Seit Beginn des Jahrzehnts sind im Grunde zwei Teilperioden zu unterscheiden: Bis 2004 hat es im FuE-Verhalten der westlichen Industrieländer sehr unterschiedliche Reaktionen auf das schwach ausgeprägte Wirtschaftswachstum gegeben (vgl. Tab. 2.1.1). Insgesamt ist in diesem Zeitraum eine sehr verhaltene Ausweitung von FuE-Kapazitäten zu beobachten, die vor allem auf die USA und Mitteleuropa zurückzuführen war. 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.⁴¹ 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 Europa, wo Deutschland, Großbritannien und Frankreich in diesem Zeitraum deutlich unter dem Durchschnitt aller OECD-Länder geblieben sind, haben die nordischen Länder, aber auch südeuropäische Länder (auf niedrigem Niveau) überdurchschnittliche Zuwächse erreicht – die allerdings auch hier z. T. sehr deutlich unter den Zuwächsen der 90er Jahre gelegen haben. Die an Deutschland grenzenden kleineren mitteleuropäischen Staaten haben ebenso wie Japan bei FuE stärker zulegen können als Deutschland, Großbritannien und Frankreich. Allein Korea hat in seine FuE-Anstrengungen in der ersten Hälfte des Jahrzehnts in fast unverändert hohem Maße (+8,8 % p. a.) weiter ausgeweitet.

⁴¹ Vgl. Legler, Krawczyk (2006) sowie Abschnitt 2.3.1.

Tab. 2.1.1: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 1994 bis 2009 (in %)

Sektor \ Region	OECD	USA	JPN	KOR	EU-15	GER	GBR	FRA	NORD	SUED	MEDI
Wirtschaft											
1994-2000 ¹	6,0	7,4	3,9	5,2	4,3	4,9	2,0	1,6	8,9	4,0	5,0
2000-2008	3,1	2,1	4,1	9,7	2,6	2,2	1,4	1,5	3,6	6,2	2,8
2000-2004	1,1	-1,2	3,7	9,7	1,4	0,7	-0,3	1,9	2,0	3,8	2,3
2004-2008	5,1	5,5	4,5	9,7	3,8	3,7	3,0	1,0	5,2	8,6	3,3
2008-2009					-2,5	-3,6	0,3	0,6	-6,1	-5,0	-2,5
Öffentlicher Sektor*											
1994-2000	3,4	2,7	4,0	4,8	2,4	2,0	1,8	1,1	4,4	4,2	1,4
2000-2008	3,0	3,4	-1,0	8,8	3,1	2,8	3,0	1,3	4,2	4,4	3,9
2000-2004	3,4	5,4	-1,8	5,9	2,6	1,3	2,4	1,2	4,3	3,8	4,3
2004-2008	2,5	1,4	-0,2	11,7	3,7	4,3	3,6	1,4	4,0	4,9	3,6
2008-2009					3,0	3,8	0,3	4,3	6,5	3,2	0,4
Insgesamt											
1994-2000	5,1	6,1	3,9	6,1	3,6	4,0	1,9	1,4	7,5	4,1	3,7
2000-2008	3,1	2,4	2,8	9,5	2,8	2,4	1,9	1,4	3,8	5,3	3,2
2000-2004	1,8	0,6	2,2	8,8	1,8	0,9	0,7	1,6	2,7	3,8	3,0
2004-2008	4,3	4,3	3,4	10,2	3,8	3,9	3,2	1,2	4,9	6,8	3,4
2008-2009 ²	< 0	-4	-6		-0,5	-1,3	0,3	2,0	-2,3	-1,1	-1,5

*) Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen. – 1) Korea 1995 statt 1994. – 2) USA und Japan 2009 geschätzt. – andere Daten teilweise von der OECD geschätzt. – NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.

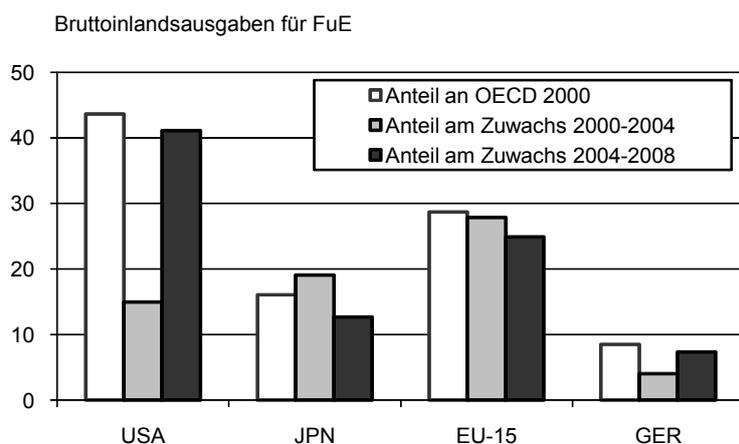
Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). Eurostat-Datenbank.- SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Danach, also in der Periode von 2004 bis 2008, ist es zu einem erneuten FuE-Aufschwung gekommen, der, befördert durch die positive Entwicklung der weltweiten Konjunktur, mit wenigen Ausnahmen (Frankreich) an einer erheblichen Ausweitung der FuE-Ausgaben in dieser Zeit abzulesen ist (Tab. 2.1.1). Diese erreichte im OECD-Schnitt mit 4,3 % p. a. jedoch nicht ganz den Schwung der zweiten Hälfte der 90er Jahre. Zudem hat sich die Rangfolge der Dynamik deutlich verändert: Hinter Korea (10,2 %) folgen Südeuropa (6,8 %), Nordeuropa (4,9 %) und die USA (4,3 %). Auch Deutschland (3,9 %) und Japan (3,4 %) sowie Großbritannien (3,2 %) erreichten wieder Zuwachsraten, die in der Höhe z. T. an jene der 90er Jahre heranreichten.

Das Comeback der USA hat in dieser Periode wieder maßgeblich dazu beigetragen, die weltweiten FuE-Kapazitäten zu steigern. Über die gesamte Periode von 2004 bis 2008 gerechnet beläuft sich der Beitrag der USA zum FuE-Wachstum in der OECD auf über 40 % (Abb. 2.1.3), zuvor waren es nur 15 % des Gesamtzuwachses. Anders als Japan und die EU-15-Länder insgesamt konnte auch Deutschland seinen Marginalbeitrag in diesem Zeitraum steigern: 7 % des OECD-Zuwachses 2004 bis 2008 stammte aus Deutschland, in der Vorperiode waren es lediglich 4 %.

Dass die EU-15-Länder (3,8 % p. a.) beim FuE-Zuwachs jedoch trotz einer Vielzahl von führenden „kleinen“ Regionen immer noch merklich hinter den USA rangierten, lag an den geringeren Zuwächsen der großen Länder Frankreich, Deutschland und Großbritannien.

Abb. 2.1.3: Anteil der Regionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten in der OECD
2000 bis 2008 (in %)



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

2.1.3 2009 – FuE vor dem Hintergrund der Finanz- und Wirtschaftskrise

In den meisten Ländern, für die zum gegenwärtigen Zeitpunkt Angaben zu den Bruttoinlandsaufwendungen für FuE verfügbar sind oder geschätzt werden konnten,⁴² ist die FuE-Intensität in 2009 gegenüber dem Vorjahr gestiegen (Abb. 2.1.1). Lediglich in den USA, in Japan und in Schweden ist davon auszugehen, dass die FuE-Intensität geringfügig gesunken ist, während sie in den meisten anderen Ländern um rund 0,1 Prozentpunkte zugelegt hat. Deutschland kommt danach auf einen Anteil der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am BIP von knapp 2,8 % und würde damit erstmals mit den USA gleichziehen. Finnland (knapp 4 %) löst Schweden (3,6 %) an der Spitze der größeren OECD-Länder ab.

Dabei ist der Anstieg der FuE-Intensitäten in den meisten Ländern darauf zurückzuführen, dass im Krisenjahr die wirtschaftliche Leistung, gemessen am BIP, stärker **gesunken** ist als die gesamten FuE-Aufwendungen.⁴³ Dies trifft mit Ausnahme der USA, Japans und Schwedens, in denen die FuE-Intensität nachgelassen hat, weil die FuE-Aufwendungen stärker gesunken sind als das BIP, für fast alle größeren OECD-Länder zu. Lediglich in Frankreich trugen sowohl wachsende FuE-Aufwendungen als auch ein sinkendes BIP zur „FuE-Intensivierung“ bei.

Im Krisenjahr 2009 sind die FuE-Aufwendungen OECD-weit gesunken (Tab. 2.1.1.), wobei der Rückgang in Japan und in den USA stärker ausgefallen sein dürfte als in der EU-15. Deutschland liegt mit einem Minus von 1,3 % leicht unter dem EU-Durchschnitt. Wenn sich die negativen Erwartungen für die USA und Japan bewahrheiten, ist davon auszugehen, dass die gesamten FuE-Aufwendungen in Deutschland weniger stark gesunken sind als im OECD-Durchschnitt, der zu über 50 % von diesen beiden Ländern bestimmt wird.

⁴² Schätzungen für die USA und Japan nach R&DMagazine (2010), EU Commission (2010) und zusätzlichen nationalen Angaben für Japan, vgl. Statistics Bureau of Japan (2011).

⁴³ In realer Rechnung (in Preisen von 2000) haben die FuE-Aufwendungen unter den größeren OECD-Ländern in Kanada, Frankreich, Irland, Portugal und in der Türkei um mehr als 1 % zugelegt (OECD, MSTI 2010-2).

Schon an dieser Stelle sind zwei Zusammenhänge zu erkennen, die die kurzfristigen Anpassungen des FuE-Verhaltens im abrupten Abschwung 2008/2009 näher beleuchten. Zum einen bestätigt sich ganz generell die kurzfristig positive Korrelation der Entwicklung der FuE-Aufwendungen mit der konjunkturellen Entwicklung. Der Rückgang der FuE-Aufwendungen hat allein in der Wirtschaft stattgefunden (-2,5 % in der EU-15), ist allerdings weitaus schwächer ausgefallen als beim BIP (2009, real -4,3 % in der EU-15; -4,2 % in der EU-27) oder bei der Produktion (vgl. Abschnitt 2.3). FuE-Investitionen sind in der Regel längerfristig angelegt, weshalb auch zu erwarten war, dass sich kurzfristige konjunkturelle Ausschläge nur teilweise auch in den FuE-Aufwendungen wiederfinden, weil die Unternehmen erst mit einem gewissen zeitlichen Verzug reagieren können. Dies gilt insbesondere für die jüngste Krise, als die weltweite Nachfrage 2008/2009 so heftig auf die Finanzkrise reagiert hat.

Zum anderen sind die FuE-Aufwendungen in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Krisenjahr merklich gestiegen und haben so einen Teil der Verluste des Wirtschaftssektors kompensiert (vgl. Abschnitt 2.2). Inwieweit sich hierin schon kurzfristiges Krisenhandeln der Regierungen spiegelt, kann an dieser Stelle noch nicht beantwortet werden. Zumindest findet sich hier eine weitere Erklärung für den vergleichsweise geringen Rückgang der FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor. Die meisten Regierungen und Notenbanken in den westlichen Industrieländern haben durch die Stützung der Finanzmärkte, Konjunkturprogramme mit besonderen Schwerpunkten auf Innovationen und FuE, steuerliche Maßnahmen (insbesondere zur Begünstigung von FuE in der Wirtschaft) und durch Arbeitsmarktprogramme, die besonders auf die Weiterbildung von qualifiziertem Personal abzielten, dazu beigetragen, dass Unternehmen FuE-Kapazitäten nicht oder nur in geringem Maße abgebaut haben.

Staatliche Maßnahmen zur Sicherung des Bankensektors waren auch aus FuE-Sicht wichtig, weil es sich bei dieser Krise in erster Linie um eine Finanzkrise gehandelt hat, die allein durch die Erwartung möglicher Liquiditätsprobleme aufseiten der Unternehmen zu Maßnahmen zur finanziellen Sicherung des täglichen Geschäfts geführt hat.⁴⁴ Da FuE, insbesondere von KMU, in hohem Maße aus Eigenkapitalmitteln finanziert wird, bestand hier das besondere Risiko, dass für FuE-Aufgaben eingeplante Liquidität zur Sicherung des täglichen Geschäfts verwendet werden musste. Dies würde besondere Einschnitte im FuE-Bereich zur Folge haben, die so zumindest zum Teil verhindert oder zumindest verringert worden sind.

Aus deutscher Sicht hat sich das FuE-Verhalten in längerfristiger Sicht deutlich verändert: Ende der 80er, Anfang der 90er Jahre gab es eine drastische Reaktion des FuE-Systems auf den Wirtschaftsabschwung, die durch die Anforderungen aus der deutschen Vereinigung noch verschärft wurde: FuE war stark zurückgedrängt worden. In der konjunkturell verhaltenen Phase 2001 bis 2005 ist FuE zumindest noch im Wachstum mitgelaufen, danach gar wieder etwas gesteigert worden. Im Jahr 2009 hingegen fiel die Rücknahme von FuE ausschließlich in der Wirtschaft an und folgte dem konjunkturellen Einbruch auch nur zum Teil, zusätzlich wirkte der Staat kompensierend.

⁴⁴ Vgl. WIPO (2010) in Zusammenhang mit der Verknappung von Venture Capital in der Krise sowie Aghion u. a. (2008), die darauf hingewiesen haben, dass mit zunehmenden Kreditbeschränkungen die FuE-Investitionen in zunehmendem Maße prozyklisch erfolgen.

2.2 Staat und Forschung

Die Rolle des Staates für FuE gilt es aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten: Der Staat finanziert einen erheblichen Teil von FuE, die in Hochschulen, anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen, aber auch in der Wirtschaft durchgeführt wird. Der internationale Vergleich der Entwicklung (Abschnitt 2.2.1) und der Struktur (Abschnitt 2.2.2) des Finanzierungsbeitrags des Staates steht deshalb am Anfang der folgenden Darstellung, wobei insbesondere der Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE, die in der Wirtschaft durchgeführt wird, Berücksichtigung findet (Abschnitt 2.2.3). Die andere Perspektive stellt FuE-Aktivitäten in den Mittelpunkt, die in Hochschulen, außeruniversitären FuE-Einrichtungen und in privaten Organisationen ohne Erwerbszweck durchgeführt werden (Abschnitt 2.2.4), wobei auch hier – ähnlich wie bei der Frage der Finanzierung von FuE in Unternehmen durch den Staat – der Bedeutung der Wirtschaft als Finanzier öffentlicher FuE nachzugehen ist.

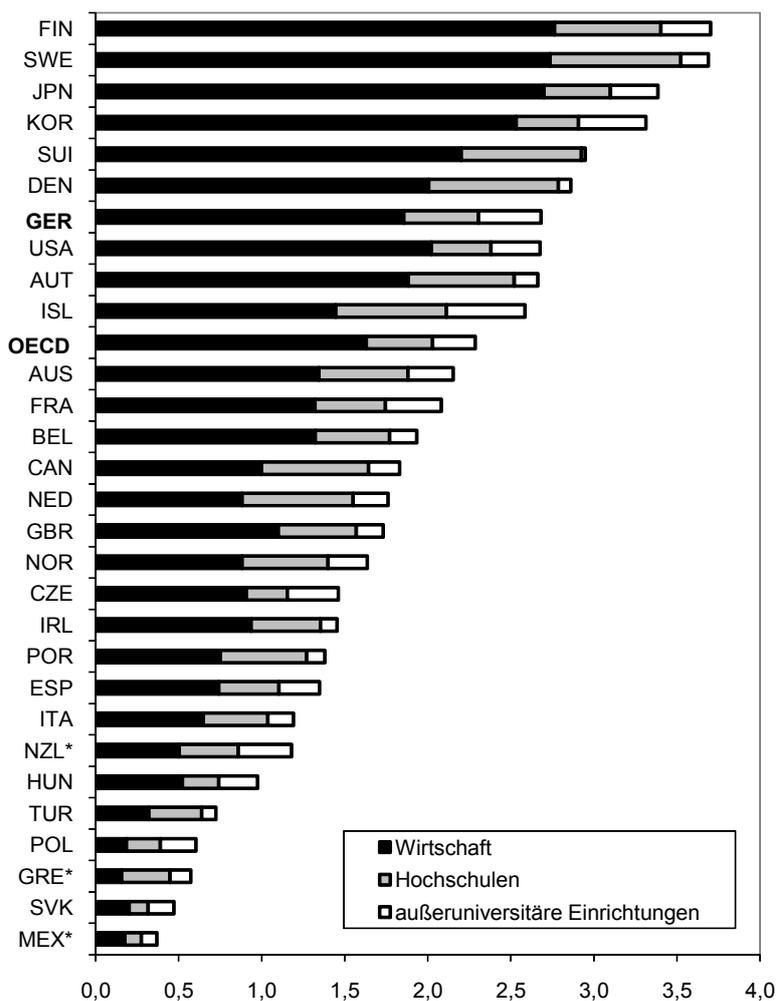
Vor dem Hintergrund des verschärften Innovationswettbewerbs – sowohl mit den hoch entwickelten Volkswirtschaften als auch mit den aufstrebenden Schwellenländern – ist in vielen Volkswirtschaften die Rolle des Staates bei FuE wieder neu justiert worden. Quantitativ dominiert in der FuE-Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat zwar in fast allen Ländern der Unternehmenssektor (vgl. Abb. 2.2.1).⁴⁵ 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.

Die bekannte ökonomische Argumentation für staatliche Forschungsaktivitäten bzw. für die Förderung von FuE in der Wirtschaft begründet Unterinvestitionen in FuE vor allem mit Marktversagen.⁴⁶ Investitionen in FuE erfolgen nicht, weil die Finanzmärkte das notwendige Kapital nicht zur Verfügung stellen, weil der ökonomische Erfolg von Forschungsarbeiten in vielen Fällen unsicher ist und dabei nur langfristig zu realisieren und z. T. mit hohem finanziellen Aufwand und technologischem Risiko verbunden ist. 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 zugute, weil sich für viele wissenschaftliche Neuerungen entweder kein gewerblicher Rechtsschutz sichern lässt oder weil sich der Schutz als unzureichend erweist. Gesamtwirtschaftlich würden diese Investitionen in FuE aber durchaus zu Wohlfahrtsgewinnen führen. Es gibt also Forschungspotenzial, das sich zwar in Vorteile für die Gesellschaft umsetzen lässt, aus betriebswirtschaftlicher Sicht jedoch nicht gewinnbringend erscheint. Daraus folgt, dass auf diesen Feldern entweder die Unternehmen im vorwettbewerblichen gemeinschaftlichen Bereich forschen sollten oder dass der Staat mit eigenen FuE-Kapazitäten zur Erweiterung der technologischen Optionen einspringt und die wissenschaftlichen Grundlagen legen bzw. zur Minderung der Risiken die Unternehmensforschung finanziell fördern sollte.

⁴⁵ In Hochschulen, außeruniversitären FuE-Einrichtungen und in privaten Organisationen ohne Erwerbszweck wurden 2008 z. B. in Deutschland 30,1 % der gesamten FuE-Bruttoinlandsausgaben verwendet, darunter 16,2 % in den Hochschulen und 13,8 % in „wissenschaftlichen Einrichtungen“, wie außeruniversitäre FuE-Einrichtungen in der Sprache der Statistiker heißen. Die Anteile am FuE-Personal beliefen sich auf 20,7 bzw. 15,5 %. Vgl. OECD (MSTI 2010/2 sowie Angaben des Statistischen Bundesamtes).

⁴⁶ Vgl. zusammenfassend z. B. Nooteboom, Stam (2008).

Abb. 2.2.1: *FuE-Intensität¹⁾ in den OECD-Ländern 2008*



1) FuE-Ausgaben der durchführenden Sektoren in % des Bruttoinlandsprodukts. – *) 2007.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Eurostat-Datenbank. – Berechnungen des NIW.

Ein internationaler Vergleich der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Wissenschafts- und Forschungssysteme und darunter der Rolle des Staates ist deshalb 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. Hinzu kommt, dass sich die Aktivitäten von Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung zunehmend vernetzen, was die im Folgenden beibehaltene analytische Trennung der FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat in diesem Licht betrachtet daher etwas idealtypisch erscheinen lässt. 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.

2.2.1 Finanzierungsbeitrag des Staates zu FuE

Nach starken Rückgängen in den 80er Jahren hat sich der Anteil der FuE-Aufwendungen, die im OECD-Durchschnitt vom Staat finanziert werden, seit Mitte der 90er Jahre auf Werte um 30 % eingependelt, mit leicht sinkender Tendenz von 2005 bis 2008.⁴⁷ Bezogen auf das Inlandsprodukt ist der staatliche FuE-Finanzierungsbeitrag von 1990 (0,83 %) bis 2000 (0,62 %) deutlich gesunken, und hält sich zuletzt relativ stabil bei 0,65 %. Generell liegt der Anteil des Staates an der FuE-Finanzierung in avancierten Volkswirtschaften (z. B. die USA, Japan, Deutschland) tendenziell niedriger als in weniger avancierten und industrialisierten Volkswirtschaften (z. B. in Ost- oder Südeuropa), wo dieser Anteil teilweise sogar die Hälfte und mehr beträgt. Deutschland liegt mit einem Anteil staatlich finanzierter FuE-Aufwendungen von 28 % etwa im OECD-Durchschnitt. Bezogen auf das BIP wendet Deutschland mit 0,76 % mehr öffentliche Mittel für FuE auf als die meisten anderen OECD-Länder. Deutschland hat damit in 2008 wieder das bis etwa 2004 gehaltene Niveau erreicht, das in den Vorjahren (2005 bis 2007) merklich abgesenkt worden war (vgl. Tab. A.2.2.1 und A.2.2.1a).

Der Staat hatte in den OECD-Ländern insbesondere zwischen 1998 und 2004 seine FuE-Budgetansätze in den öffentlichen Haushalten besonders deutlich erhöht (vgl. Abb. 2.2.2), 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 wurde in dieser Phase aus den OECD-Ländern ein (nominaler) Anstieg von 8 % pro Jahr gemeldet. Auch in Deutschland, wo praktisch die gesamten 90er Jahre hindurch Stillstand geherrscht hatte (0,5 % p. a. nominal) konnte ab 1998 bis 2004 eine Ausweitung der staatlichen FuE-Budgets um gut 2½ % jährlich realisiert werden. 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.

Von 2004 auf 2008 gab es in Deutschland eine deutliche Steigerung um durchschnittlich 5 %, während in der OECD insgesamt die Dynamik mit 3,6 % nicht einmal halb so groß war wie in der Periode 1998 bis 2004. Der Tempoverlust war maßgeblich durch die USA geprägt (Abb. 2.2.2), in denen in der expansiven Periode noch weit über die Hälfte (53,5 %) des staatlichen FuE-Ausgabenzuwachses der OECD-Länder angefallen war (9 % jährlich). Danach haben die USA mit nur 3 % p. a. maßgeblichen Anteil an der abgeflachten Steigerung staatlicher FuE-Mittel in der OECD.

Als nicht ganz konsequent muss das Verhalten der EU(15)-Staaten angesehen werden: Einem recht steilen Anstieg der staatlichen FuE-Ausgaben zwischen 1998 und 2002 (6,4 % p. a.) folgte eine klare Tempodrosselung auf 3 % jährlich. Diese kann weder durch die Konjunktur – auch im Aufschwung gab es keine FuE-Steigerung – erklärt werden noch allein durch das Staatsverhalten in einzelnen Ländern (z. B. Frankreich). Inkonsequent ist das Verhalten insofern als die Tempoeinschränkung kurz nach der Verkündung des 3 %-Zieles einsetzte – das Gegenteil hätte man erwarten können. Danach folgte die Entwicklung in den EU-Staaten bis 2008 wieder weitgehend dem OECD-Trend.

⁴⁷ Aussagen für 2009 sind aufgrund noch fehlender Angaben der USA, Japans und Koreas nicht möglich.

Abb. 2.2.2: Haushaltsansätze des Staates in FuE (insgesamt) in ausgewählten Regionen der Welt 1991 bis 2009

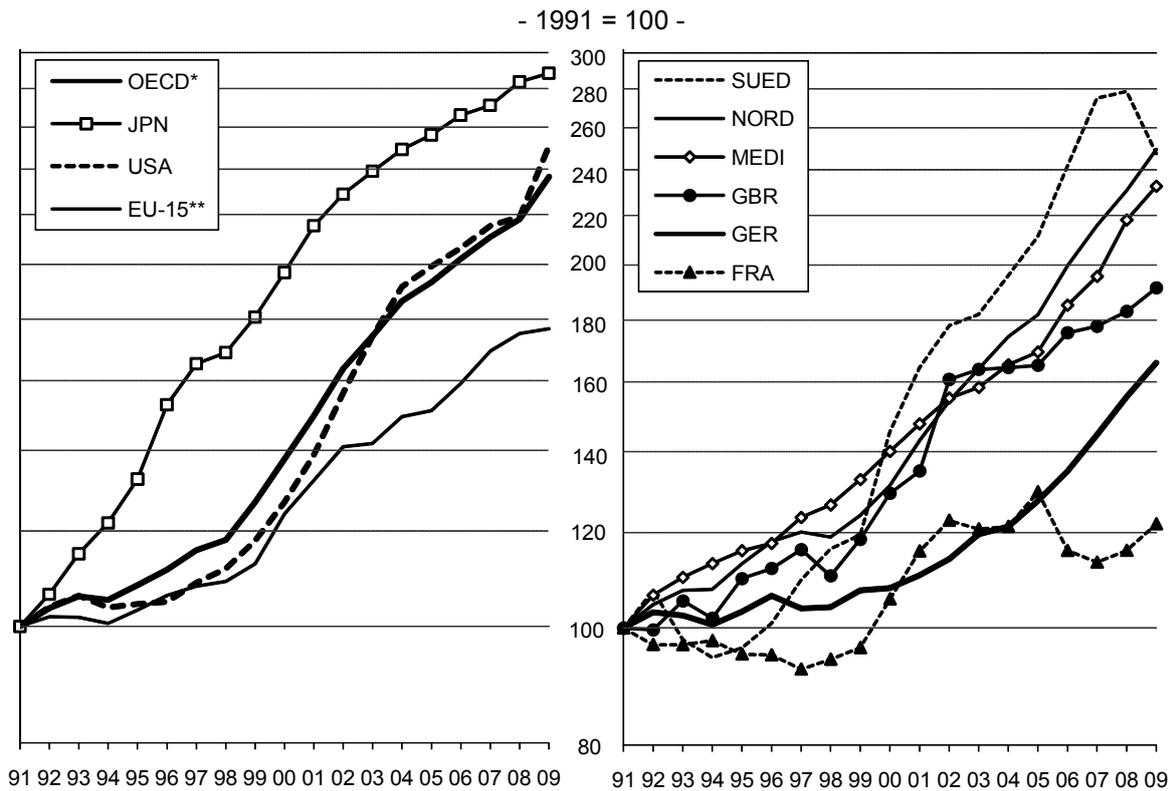
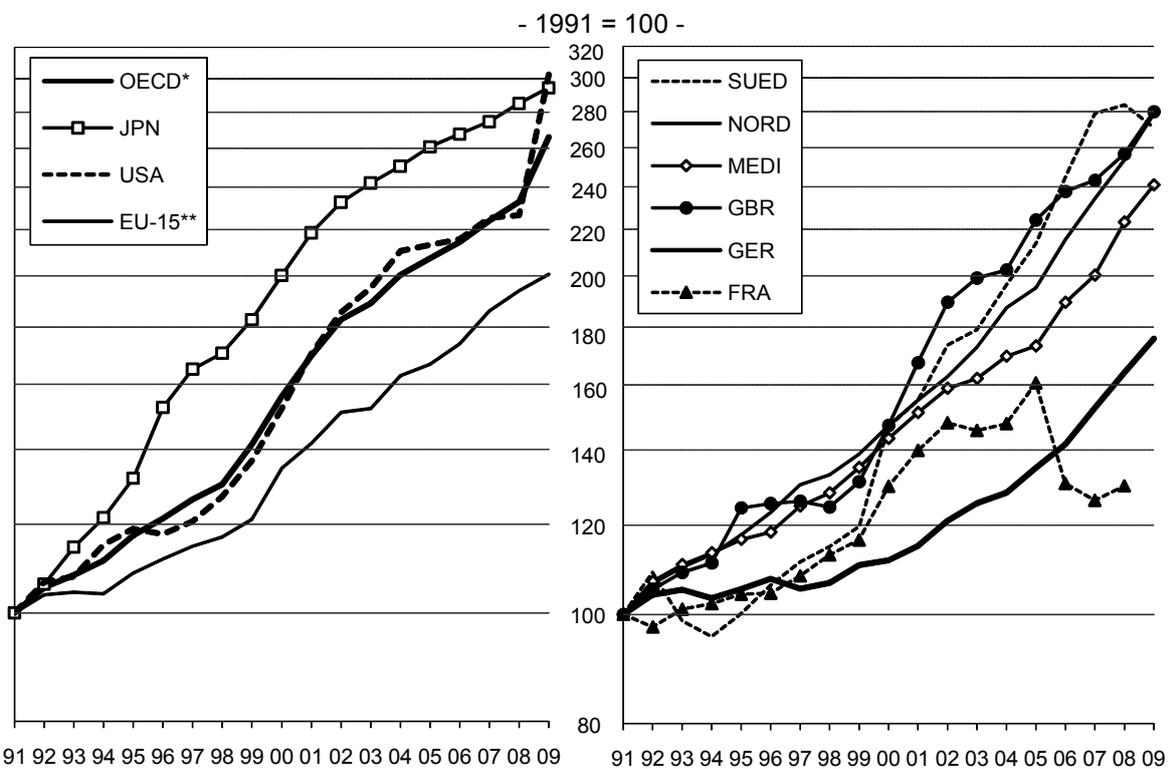


Abb. 2.2.2a: Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1991 bis 2009

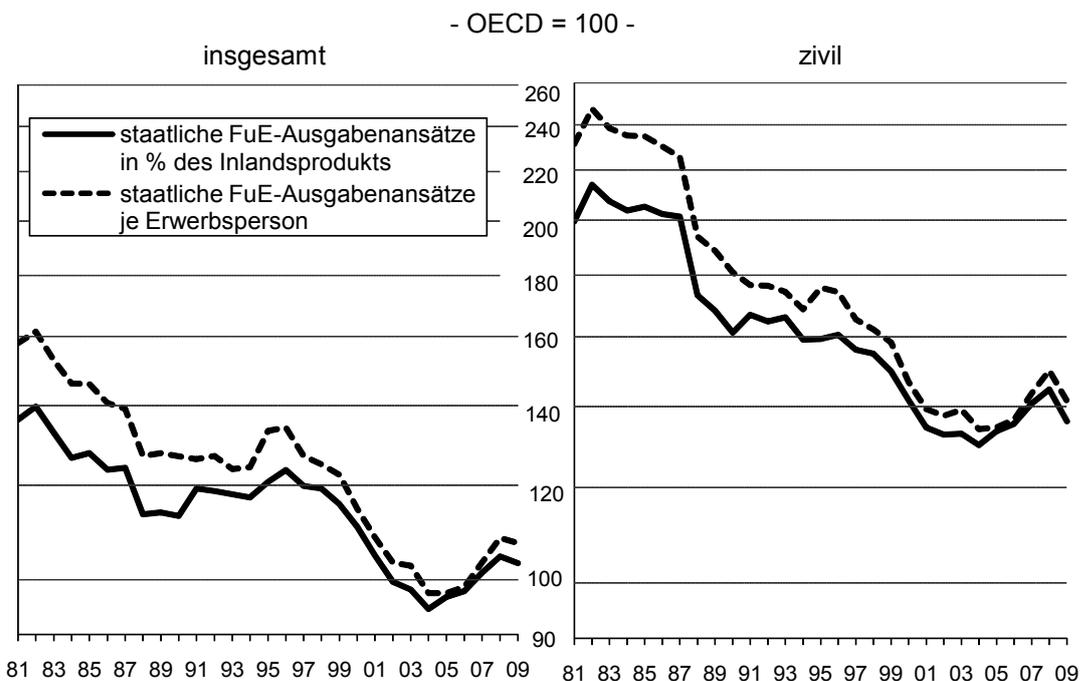


Halblogarithmischer Maßstab. – NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI. – Daten zum Teil geschätzt. – *) ab 2008 geschätzt. – **) 2009 geschätzt. – Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Eurostat-Datenbank. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Nach den Haushaltsansätzen der OECD-Länder sind die staatlichen Aufwendungen für FuE im Krisenjahr 2009 merklich ausgeweitet worden. Getragen von der massiven Ausweitung in den USA (+14,5 %) konnte die OECD als Ganzes einen Zuwachs von rund 8 ½ % erreichen. Deutschlands Ansätze stiegen leicht unterdurchschnittlich, aber immer noch nominal um fast 7 %. Nur die süd-europäischen Länder haben diese Entwicklung nicht mitgemacht, Griechenland und Italien stagnierten, Spanien hat seinen Budgetansatz um mehr als ein Fünftel zurückgefahren.

Insgesamt ist das staatliche FuE-Engagement in Deutschland im Vergleich zu den übrigen OECD-Ländern nunmehr wieder als leicht überdurchschnittlich zu charakterisieren: Deutschland ist lange Zeit stark zurückgefallen (vgl. Abb. 2.2.3), erst ab 2004 gab es einen Umschwung. Der leichte Rückfall gegenüber dem OECD-Durchschnitt im Jahr 2009 ist primär auf die extreme Budgetausweitung in den USA zurückzuführen, denn die USA machen hier rund ein Drittel des Gesamtbudgets in der OECD aus. Etwas anders ist die Einschätzung, wenn man den militärischen Teil der staatlichen FuE-Ausgaben unberücksichtigt lässt, der sich eher aus geopolitischen Konstellationen ergibt als aus den Grundregeln der internationalen Arbeitsteilung bei FuE. Im zivilen Bereich sind die staatlichen FuE-Anstrengungen in Deutschland immer noch als recht hoch anzusehen.

Abb. 2.2.3: Staatliche FuE-Ausgabenansätze in Deutschland¹⁾ 1981 bis 2009²⁾



Halblogarithmischer Maßstab. – 1) Bis einschl. 1990 Westdeutschland. – 2) OECD 2008 und 2009 geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

2.2.2 Staatliche Eingriffsziele bei FuE

Die staatlichen Ziele der FuE-Förderung unterscheiden sich zwischen den Industrieländern z. T. sehr stark (Tab. 2.2.1). Traditionelle öffentliche Güter wie Gesundheit, Verteidigung sowie Energie und Umweltschutz (zur Entwicklung vgl. 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“ erfül-

FuE-Trends in den Industrieländern

len als auch schnell wachsende Industrien auf- und ausbauen zu können („Schlüsseltechnologien“ wie z. B. IuK- und Biotechnologie).

Tab. 2.2.1: Struktur der staatlichen zivilen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2008

- Anteile in % -

	GER	USA	JPN	GBR	FRA	OECD
Erforschung u. Nutzung d. irdischen Umwelt	2,0	1,6	1,9	3,4	1,2	2,0
Verkehr, Telekommunikation, andere Infrastrukturmaßnahmen	1,8	2,3	4,3	1,7	1,3	3,0
Umweltschutz	3,2	1,2	1,0	2,8	3,7	2,4
Schutz u. Förderung der menschl. Gesundheit	4,6	51,1	4,3	22,8	9,7	21,1
Erz., Vert. u. rationelle Nutzung der Energie	3,9	4,0	14,5	1,0	8,1	5,7
Landwirtsch. Produktivität u. Technologie	3,0	3,8	3,9	3,5	2,5	4,5
Industrielle Produktivität u. Technologie	12,6	0,8	7,7	0,6	11,7	9,1
Gesellschaftliche Strukturen u. Beziehungen	1,9	1,2	0,3	2,2	3,5	1,9
Weltraumforschung und -nutzung	5,2	18,9	7,4	2,8	12,2	9,0
Allg. Hochschulforschungsmittel	41,5	n.a.	35,8	31,0	37,9	23,2
Nicht zielorientierte Forschung	18,6	14,2	18,1	24,5	6,2	16,3
sonstige	2,2	0,8	0,6	3,7	n.a.	1,4
FuE-Ausgaben für zivile Zwecke	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Anteil der FuE-Ausgaben für zivile Zwecke an insgesamt	94,0	43,4	94,8	78,2	72,3	68,7

*) oder aktuelles Jahr. Abweichungen zu Tab. A.2.2.3 ergeben sich durch unterschiedliche Aktualisierungsstände.

Quelle: OECD Science, Technology and R&D Statistics. – Berechnungen des NIW.

Bei den Eingriffszielen wird vor allem das FuE-Engagement des Staates in seiner Ausrichtung auf zivile bzw. militärische Projekte diskutiert. So richtet sich das FuE-Engagement des Staates in Deutschland und in Japan zu rund 95 % auf zivile Bereiche, wohingegen OECD-weit wegen des hohen Gewichts der USA und des dort herrschenden Übergewichts der staatlichen FuE für militärische Zwecke nur gut zwei Drittel auf zivile Zwecke entfallen. In Großbritannien macht der zivile Bereich nur rund 80 % aus, in Frankreich 72 %. Insbesondere in den USA bestimmen die FuE-Ausgaben für militärische Zwecke immer noch mehr als die Hälfte des FuE-Engagements des Staates und setzen damit herausragende Impulse für die technologische Entwicklung: Die dafür bestimmten FuE-Ausgaben lagen 2000 bspw. um ein Fünftel, in den Jahren 2008 und 2009 mit weit über 80 Mrd. \$ sogar um 50 % höher als die gesamten internen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft (rund 56 Mrd. \$).

Statistisch ergeben sich bei der Aufteilung der zivilen staatlichen FuE-Mittel nach gesellschaftlichen Aufgabenfeldern in manchen Ländern Probleme. Denn vielfach werden wie in Deutschland die allgemeinen, staatlich finanzierten Hochschulforschungsmittel anders als in den USA nicht nach Verwendungszweck („Forschungsziel“), sondern nach Wissenschaftsdisziplinen aufgeschlüsselt. Dies machte 2008 in Deutschland immerhin 41 % der staatlichen FuE-Ausgaben aus, in Japan, Großbritannien und Frankreich 31 bis 38 % (vgl. Tab. 2.2.1). Insofern sind die folgenden Daten nur bedingt miteinander vergleichbar.

- Gesundheit und Umwelt beanspruchen in den Industrieländern rund ein Viertel der für zivile Zwecke eingesetzten staatlichen FuE-Ausgaben (Tab. A.2.2.3). Differenziert man weiter, so ist festzustellen, dass der Schutz und die Förderung der menschlichen Gesundheit seit Jahren in der US-amerikanischen Förderprogrammatisik höchste Priorität genießt. In Deutschland ist der Ge-

sundheitsbereich relativ schwach mit öffentlichen FuE-Mitteln ausgestattet. Mit einem Anteil von 4,6 % an den öffentlichen FuE-Ausgaben für zivile Zwecke rangiert Deutschland in der Gesundheitsforschung weit hinten (Tab. 2.2.1).⁴⁸

- In vielen Ländern, so auch in Deutschland, spielt die Förderung industrieller Technologien eine größere Rolle (9,1 % der OECD-Ausgaben für zivile Zwecke; Deutschland: 12,6 %). Die USA halten sich auf diesem Gebiet betont zurück, sie setzen eher auf die Anschubfunktion der Förderung von Rüstung und Raumfahrt. Deshalb muss man zivile und militärische Forschung zusammen betrachten, um ihr Zusammenspiel im gesamten Innovationssystem zu berücksichtigen.
- Die USA und Frankreich setzen in der staatlichen Technologieförderung zudem stärker auf die Unterstützung der Raumfahrt. In den USA ist dieser Teil im Laufe des letzten Jahrzehnts jedoch zugunsten der Life Sciences drastisch gekürzt worden, auch in Frankreich sind starke Rückgänge zu verzeichnen (Tab A.2.2.3).
- Für FuE im Energiebereich wird mit 5,7 % der zivilen FuE-Ausgaben mehr als das Doppelte ausgegeben als für den Umweltschutz (2,4 %). Hier hat Japan eine klare Vormachtstellung (14,5 %).
- Schwer zu beurteilen ist der Block nicht zielorientierte FuE, der in den meisten Fällen als Grundlagenforschung anzusehen ist. Auf ihn entfallen OECD-weit rund 16 % der zivilen öffentlichen Mittel.

Im amerikanischen „Innovationssystem“ kommen die Schwerpunkte Rüstung, Gesundheit und Raumfahrt besonders den Industrien der Spitzentechnologie zugute.⁴⁹ Die Spuren des staatlichen Engagements lassen sich dort bis weit in den kommerziellen Sektor hinein verfolgen (Maschinenbau, IuK- und Nachrichtentechnik, Medizintechnik, Pharmazie, Biotechnologie und Medizin). Das US-Innovationssystem gilt – wie in Großbritannien und Frankreich – als „missionsorientiert“, während es in Zentraleuropa und Japan eher als „diffusionsorientiert“ eingestuft wird.

2.2.3 Unterstützung industrieller Technologie durch den Staat

Ein Indikator für den Grad der Verflechtungen zwischen Staat und Wirtschaft bei FuE ist der Beitrag staatlicher FuE-Förderung zu den FuE-Aufwendungen 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 aufgrund möglicher Trittbrettfahreffekte – eher zu zögerlichem FuE-Verhalten, zu „Unterinvestitionen“ in FuE. Diesem können staatliche FuE-Finanzierungshilfen entgegenwirken. Die Intensität, mit der industrielle FuE unterstützt wird, variiert stark zwischen den Volkswirtschaften (vgl. Tab. 2.2.2).

⁴⁸ In Deutschland werden 0,036 % des Inlandsproduktes in der Gesundheitsforschung ausgegeben, in den USA 0,222 %. Vgl. OECD (2009); nimmt man die FuE-Ausgaben in Medizinwissenschaften und andere gesundheitsverwandte Positionen aus den allgemeinen Hochschulmitteln dazu, dann kommt man auf 0,12 bzw. 0,25 %.

⁴⁹ Vgl. Abramson u. a. (1997) oder Gerybadze (1988).

FuE-Trends in den Industrieländern

Tab. 2.2.2: Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft der OECD-Länder 1995 bis 2009

	1995	1997	1999	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
GER	10,2	9,2	7,0	6,7	6,1	5,9	4,5 ^a	4,5	4,5	4,5	
GBR	10,5	9,6	10,2	7,8 ^a	9,6	10,2	8,3	7,6	6,8	6,6	6,6 ^c
FRA	12,7	10,4 ^a	10,0	8,4 ^a	11,1	11,4 ^a	10,1	11,3 ^a	9,8	11,4	
ITA	16,7	13,1	13,0	14,9	14,1	13,8	11,0	8,1	6,6	5,9	
NED	6,6	5,4	5,1	5,2	3,3		3,4		2,3		
SWE	9,5 ^a	7,6 ^a	7,8	5,8	5,9		4,5 ^a		4,7		5,9 ^c
FIN	5,6	4,1	4,2	3,4	3,3	3,7	3,8	3,7	3,5	2,5	2,5
SUI	2,4		2,3			1,5				1,7	
USA	16,3	14,0	11,3	8,4	8,9	9,7	9,7 ^c	9,8	9,9	8,9 ^c	
CAN	6,2	4,9	3,5	3,6	2,6	2,2	2,6	2,3	2,2	2,2 ^c	2,2
JPN	1,6	1,3	1,8	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0	1,1	0,9	
KOR	3,6	4,8	5,8	8,1	5,3	4,7	4,6	4,7	6,2 ^a	5,9	
EU-15	10,6 ^b	9,1 ^b	8,3 ^b	7,5 ^b	8,0 ^b	8,1 ^b	7,0 ^b	7,0 ^b	6,7 ^b	6,9 ^b	
OECD	11,0 ^{a, b}	9,6 ^b	8,4 ^b	6,8 ^b	6,9 ^b	7,1 ^b	6,8 ^b	6,8 ^b	6,8 ^b	6,5 ^b	

a) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen. – b) vorläufig. – c) Schätzungen.
SUI: 2000 statt 1999.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Zusammenstellung des NIW.

Der staatlich finanzierte Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft belief sich 2008 in Ländern wie Italien, Frankreich, Großbritannien und den USA auf Werte zwischen 6 und 11 % (vgl. Tab. 2.2.2). In Deutschland liegt dieser Anteil seit 2005 hingegen mit konstant 4,5 % deutlich darunter.⁵⁰

Im OECD-Mittel liegt der Förderanteil seit Anfang des Jahrhunderts mit leichten Schwankungen knapp unterhalb von 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 gemacht, vornehmlich durch die Förderung von Militär- und Gesundheitsforschung. Absolut gerechnet gab die US-amerikanische Regierung im Jahr 2008 mit 25,8 Mrd. \$ das Doppelte für die FuE-Finanzierung in der Wirtschaft aus wie die Regierungen in den EU-27-Ländern zusammengenommen (13 Mrd. \$, ohne Berücksichtigung der EU-Mittel selbst).

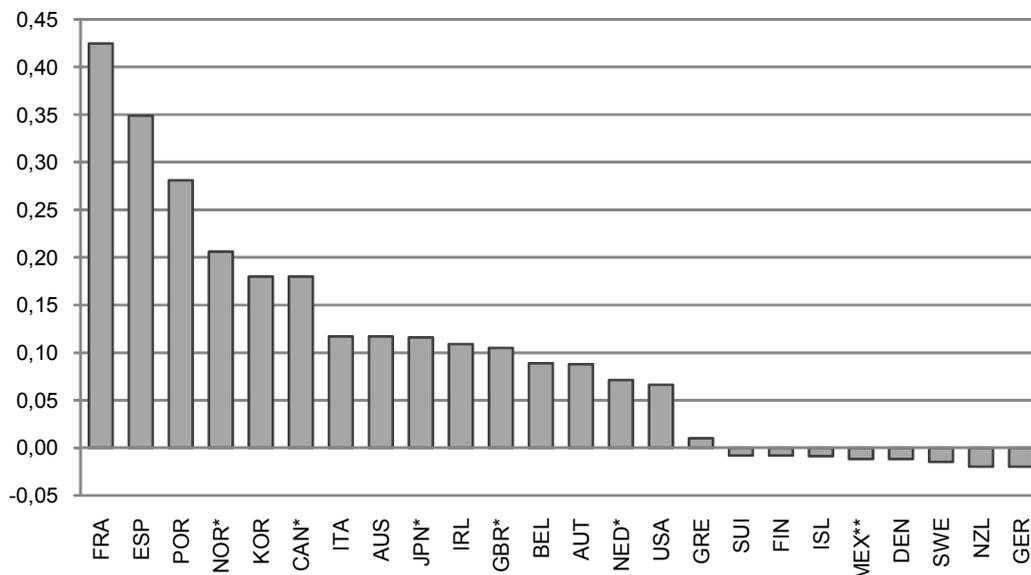
Tendenziell sinkt die staatliche FuE-Förderquote der Wirtschaft in den OECD-Ländern seit den 90er Jahren. Besonders stark sind die Hilfestellungen in den USA eingeschränkt worden, wo der militärische Bereich besonders viele FuE-Ressourcen beanspruchte, aber auch in Deutschland, Italien und Großbritannien hat sich die Quote deutlich verringert. In einigen dieser Länder hat der staatliche Finanzierungsbeitrag zu FuE in der Wirtschaft im letzten Jahrzehnt zumindest zeitweise wieder etwas zugenommen (Frankreich, USA, kurzzeitig auch Großbritannien): Hier wollte der Staat den eher rückläufigen privaten FuE-Aktivitäten damit mehr Schwung verleihen (siehe auch Abschnitt 2.2.1). In Deutschland ist ein ähnlicher Effekt bis 2008 nicht zu beobachten gewesen.

⁵⁰ Allerdings ist seit 2005 eine Änderung der statistischen Darstellung zu kalkulieren, die für sich genommen eine Absenkung der Förderquote um rund einen Prozentpunkt ausmachen könnte.

Die staatliche FuE-Förderung bedient sich zunehmend indirekter ertragsteuerlicher Hilfen und der Stärkung der Verflechtung und Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft. Deshalb ist zu berücksichtigen, dass die Impulse der staatlichen FuE-Fördermittel dort in dem Maße faktisch unterschätzt werden, wo die Förderung von FuE-Projekten durch steuerliche Hilfen oder Ausweitung des Wissens- und Technologietransfers ergänzt oder ersetzt wird. Diese Hilfen sind einer Finanzierungsrechnung allerdings nur schwer zugänglich.⁵¹

Bei der steuerlichen Begünstigung von FuE gibt es große Unterschiede: Nach einem Schätzmodell der OECD⁵² liegt Deutschland ganz hinten (vgl. Abb. 2.2.4). Der Abstand zu den übrigen Volkswirtschaften ist so groß – und zudem weist das Vorzeichen auch noch in die falsche Richtung –, dass man schon von steuerlicher Diskriminierung des FuE-Einsatzes in Deutschland sprechen müsste. Allerdings hat es im Vergleich zu Mitte der 90er Jahre eine leichte Verbesserung gegeben. Letzteres gilt im Übrigen für die Mehrzahl der betrachteten OECD-Länder.

Abb. 2.2.4: Steuerliche Begünstigung von FuE in den OECD-Ländern 2008



Lesehilfe: FuE-Ausgaben von einem Euro bedeuten in Frankreich eine Steuererleichterung von 43 Cent.

*) Höhere Begünstigung für KMU in diesen Ländern.

Quelle: OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010. – Zusammenstellung des NIW.

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 Ausbil-

⁵¹ 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) sowie EFI (2008); Spengel (2009); OECD (2010a); Elschner u. a. (2010).

⁵² 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 (2009; 2010a).

derung 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). 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.⁵³

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 Institute 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 Sachmittelausstattung in Forschung und Lehre zugute und stellen den Test auf Anwendungsrelevanz der eigenen Forschung dar.

- 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 Mittelun-

⁵³ Vgl. Belitz (2011).

ternehmen suchen bei FuE (relativ) stärker Kooperationen mit Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung als Großunternehmen.⁵⁴

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 aufseiten der Unternehmen eigene Investitionen in FuE erfordert.⁵⁵

Die extrem wichtige Rolle der öffentlichen Forschung und der Forschungsförderung wird häufig am Beispiel von IuK-Technologien herausgestellt,⁵⁶ 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.

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-Raum⁵⁷ 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 fast zwei Dritteln⁵⁸ der Grundlagenforschung, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen zu 31 %, die Wirtschaft zu fast 5 % (vgl. Tab. 2.2.3). 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: Gut ein Drittel der FuE-Ausgaben fällt dort auf diese Kategorie, an Hochschulen sind es 23 %. Die Wirtschaft bewegt sich in den westlichen Industrieländern⁵⁹ bei FuE-Aktivitäten zu einem Viertel auf diesem Feld. Allerdings ist im Wirtschaftssektor die Bandbreite außerordentlich hoch: Fast die Hälfte wird bspw. in Deutschland und Italien gemeldet, 43 % für Frankreich und ein Fünftel in den USA und Japan.
- In die experimentelle Entwicklung, d. h. in neue Produkte und Verfahren, werden insgesamt 57 % der FuE-Mittel gesteckt. Hochschulen sind dabei mit 7 % vertreten, in wissenschaftlichen Einrichtungen betrifft dies fast ein Drittel der FuE-Tätigkeit, in der Wirtschaft 70 %. Die bei der

⁵⁴ Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008), auch Rammer, Spielkamp (2006).

⁵⁵ Vgl. Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007).

⁵⁶ Vgl. Sheehan, Wyckoff (2002).

⁵⁷ Von 16 Ländern, die fast drei Viertel der FuE-Ausgaben in der OECD tätigen, lässt sich FuE in den Statistiken durchgängig nach der Art der Forschung und der durchführenden Sektoren auswerten. Für Deutschland und Großbritannien gilt dies leider nicht, allerdings sind hier Teilinformationen für den Wirtschaftssektor verfügbar.

⁵⁸ 2004 wurde hier ein Wert von 75 % ausgewiesen, vgl. Legler, Krawczyk (2007). Im aktuell verfügbaren Jahr 2007 werden 63 % der Grundlagenforschung zugezählt während 9 % nicht zugerechnet werden können.

⁵⁹ 21 Länder mit insgesamt über 90 % Anteilen am FuE-Aufkommen.

FuE-Trends in den Industrieländern

angewandten Forschung beschriebene Streuung zwischen wichtigen Ländern findet sich hier spiegelbildlich wider: In Deutschland und Italien entfallen von den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft etwas weniger als die Hälfte auf experimentelle Entwicklung, in den USA und Japan rund drei Viertel.

Tab. 2.2.3: Art der FuE-Aktivitäten in ausgewählten OECD-Ländern nach durchführenden Sektoren 2007*

- Anteile in %** -

Durchführung	Land/Region	Grundlagenforschung	Angewandte Forschung	Experimentelle Entwicklung
insgesamt	OECD16	17,0	24,4	56,7
Hochschulen	OECD16	62,7	23,4	6,9
wiss. Einrichtungen	OECD16	31,3	34,5	31,5
Wirtschaft	OECD16	4,8	22,5	71,8
Wirtschaft	OECD21	5,0	25,6	68,7
	GER	5,0	48,5	46,5
	USA	3,3	20,3	74,9
	JPN	6,4	20,1	73,3
	GBR	7,3	36,0	56,7
	FRA	6,0	42,7	51,3
	ITA*	7,2	47,3	45,5

*) 2006. - **) geringfügige unerklärliche Differenzen („Not elsewhere classified type of R&D“).

OECD16: FRA, ITA, DEN, POR, ESP, IRL, AUT, POL, CZE, HUN, SVK, SLO, USA, JPN, KOR, NZL.

OECD21: OECD16 plus GER, GBR, BEL, NOR, TUR.

Quelle: OECD Science, Technology and R&D Statistics. – Eurostat-Datenbank. – 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 – haben sich diesem Trend zumindest bis zum Jahr 2007 nicht angeschlossen.

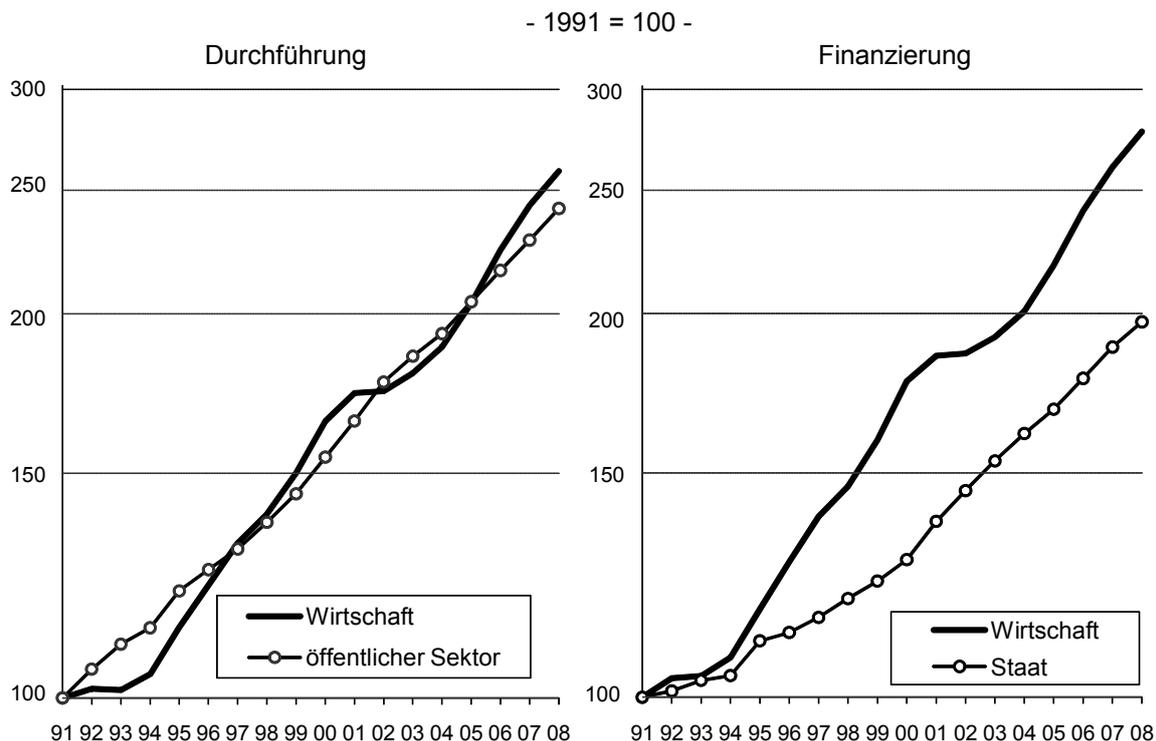
Dynamik der Aktivitäten

Die Kurve der für die Durchführung von FuE in öffentlichen Einrichtungen aufgewendeten Mittel zeigt für die OECD-Länder in den vergangenen 20 Jahren eine sehr ähnliche Dynamik (Abb. 2.2.5) wie die Kurve für die Aktivitäten der Wirtschaft. Allerdings ist der Verlauf im öffentlichen Sektor 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 für eine Periode von vier, fünf Jahren 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 Durchführungsanteil im Laufe der 90er Jahre stark nachgelassen. Erst danach hat der Staat im Schnitt der OECD-Länder wieder steigende FuE-Finanzierungsanteile übernommen und so gewisse Wachstumsschwächen in

der Wirtschaft kompensiert. Zwischen 2005 und 2008 hat der Finanzierungsanteil der Wirtschaft aber wieder deutlich angezogen.

Die zeitweise steigenden staatlichen FuE-Ausgabenanteile sind nur zu einem Teil darauf zurückzuführen, dass der Staat der Wirtschaft mehr FuE-Finanzierungshilfen gewährt hat. Hauptsächlich hing dies mit einer Ausweitung der FuE-Kapazitäten in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen zusammen. Auch in Deutschland haben die Mittel, die innerhalb der gesamten staatlichen FuE-Budgets an die Wirtschaft fließen, von 18 % (1991) auf knapp 11 % (2007) nachgegeben.⁶⁰

Abb. 2.2.5: Durchführung und Finanzierung von FuE in den OECD-Ländern nach Sektoren 1991 bis 2008



Halblogarithmische Darstellung.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Berechnungen des NIW.

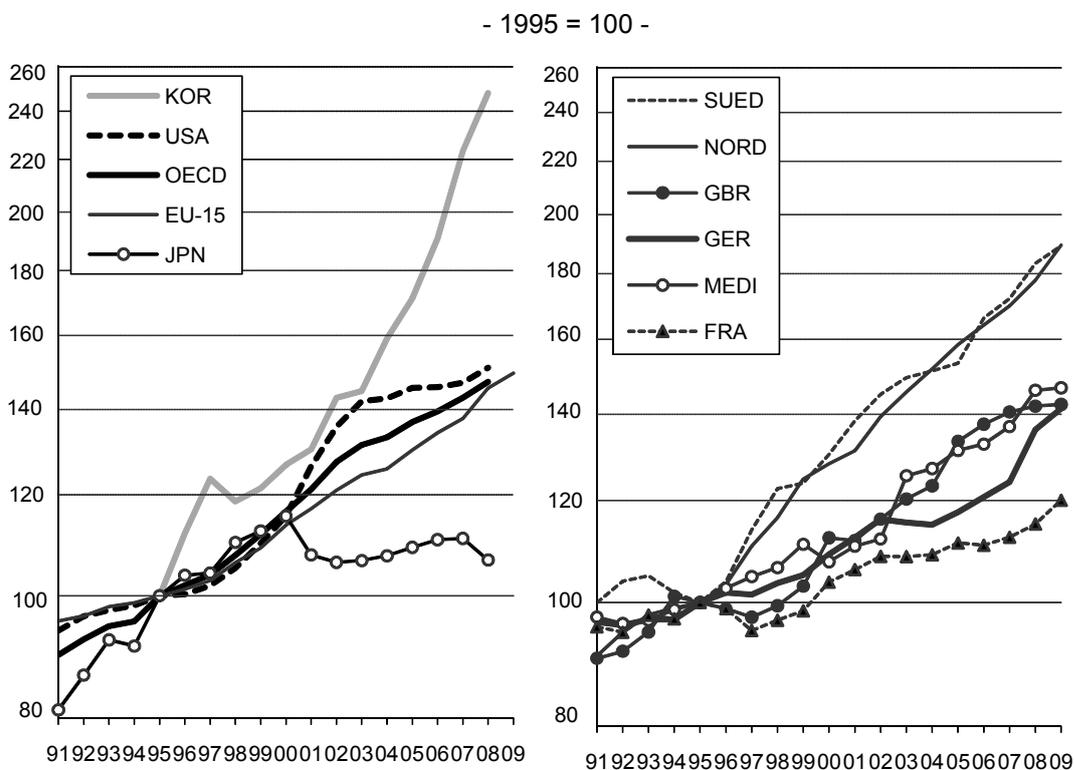
- OECD-weit hatte die Wirtschaft in der zweiten Hälfte der 90er Jahre ihre FuE-Kapazitäten im Jahresdurchschnitt mit 6 % ausgeweitet (Tab. 2.1.1). Dieses Tempo hat der Staat (3,4 %) mit seinen Einrichtungen in Wissenschaft und Forschung nicht mithalten können.
- Nach dem Jahr 2000 stellt sich die Situation anders dar. Weltweit hat der öffentliche Sektor die Ausweitung seiner Aktivitäten zwar auch etwas gebremst (3,0 % p. a. bis 2008), dabei aber mit der Wirtschaft (3,1 %) jedoch fast Schritt gehalten. Insbesondere in den USA (bis 2004 über 5 %) hat der Staat damit im Endeffekt kompensatorisch die Lücke geschlossen, die durch die FuE-Stagnation in der Wirtschaft (2000 bis 2004 -1,2 % p. a.) entstanden ist. Innerhalb Europas ist allerdings in Frankreich und vor allem in Südeuropa die Ausweitung der realen FuE-

⁶⁰ Vgl. Rammer, Binz (2006) und BMBF (2010).

Ausgaben in der Wirtschaft etwas schneller vorangekommen als in öffentlichen Einrichtungen. Das Gleiche gilt auch für Japan⁶¹ und Korea. In Deutschland, Großbritannien und Nordeuropa haben hingegen staatliche FuE-Einrichtungen vor allem zu Beginn des Jahrzehnts schneller zulegen können als die Wirtschaft.

In Deutschland haben die FuE-Aufwendungen im Sektor Wissenschaft/Forschung zu Beginn des letzten Jahrzehnts stagniert, während sie in den meisten anderen OECD-Ländern weiter gestiegen sind (Abb. 2.2.6). Dies hat sich nach 2004 geändert: Der FuE-Kapazitätsaufbau ist danach schneller erfolgt als im OECD-Raum, der stark durch die Entwicklungen in den USA, Japan und Frankreich nach unten gedrückt worden ist. Deutschland hat bei FuE im öffentlichen Sektor im Vergleich zu den großen Konkurrenten bis 2009 aufgeholt.

Abb. 2.2.6: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen* in konstanten Preisen nach Weltregionen 1991 bis 2009



Halblogarithmische Darstellung.

*) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). Eurostat-Datenbank. Angaben des Statistischen Bundesamtes. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Nimmt man die längerfristige Entwicklung seit 2000 zum Maßstab, dann sind in Deutschland die FuE-Ausgaben im öffentlichen Sektor real zwar auch gestiegen (+2,8 % p. a. bis 2008, vgl. Tab. 2.1.1), allerdings deutlich schwächer als in den nordischen Ländern (+4,2 %), Südeuropa

⁶¹ Japan ist ein Sonderfall: Hier hat es Privatisierungen gegeben, die sich in der Statistik zu Lasten des öffentlichen und zugunsten des privaten Sektors auswirken. Insofern sind auch die hohen Kapazitätsausweitungen in Wissenschaft und Forschung vor 2001 nicht mit der aktuellen Situation vergleichbar.

(+4,4 %) und den USA (+3,4 %). Zudem haben die öffentlichen FuE-Kapazitäten in Deutschland erst 2005 wieder das Volumen von 2002 übertroffen, seitdem aber deutlich angezogen, so dass der reale Zuwachs nach 2004 nur noch von den nordeuropäischen Ländern übertroffen worden ist. Der Ausbau der FuE-Kapazitäten ist auch 2009 mit fast unverminderter Dynamik fortgeführt worden. Der „Hochschulpakt“ mit der Schaffung von 180.000 zusätzlichen Studienplätzen⁶² in der ersten Programmphase 2007 bis 2010 sowie die „Hightech-Strategie“ haben hier Wirkung gezeigt.

Dies betrifft nicht nur die zusammen genommene Forschung in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen, sondern auch die Ausbildung von Erwerbspersonen mit natur- und ingenieurwissenschaftlichen Qualifikationen⁶³ sowie die Hilfen zur Finanzierung von FuE- und Innovationsprojekten in der Wirtschaft (Abschnitt 2.2.3). Die seit Mitte des letzten Jahrzehnts wieder angezogene Dynamik bei den Ausgaben in Wissenschaft und Forschung hat sich u. a. in der deutlich beschleunigten Ausweitung der Lehr- und Forschungskapazitäten an den Hochschulen ausgewirkt (Tab. 2.2.4). Dies gilt insbesondere für die Ingenieurwissenschaften, bei denen das Lehr- und Forschungspersonal 2005 zahlenmäßig sogar niedriger ausgefallen ist als 1995.

Tab. 2.2.4: *Wissenschaftliches Lehr- und Forschungspersonal (haupt- und nebenberuflich) an deutschen Hochschulen 1995 bis 2009 nach Fachbereichen*

Fachbereich	Jahresdurchschnittliche Veränderung in %		
	1995-2000	2000-2005	2005-2009 ¹
Mathematik, Naturwissenschaften	-1,1	2,3	4,9
Mathematik, Naturwissenschaften allgemein	-0,8	2,9	3,3
Informatik	2,6	8,4	7,3
Physik, Astronomie	-1,5	0,7	4,7
Chemie	-4,0	0,4	5,0
Pharmazie	0,8	0,8	1,9
Biologie	-0,5	2,3	4,1
Geowissenschaften	-0,8	-0,1	5,2
Ingenieurwissenschaften²	-0,2	0,1	5,2
Ingenieurwissenschaften allgemein, Bergbau, Hüttenwesen	2,7	4,0	4,0
Maschinenbau/Verfahrenstechnik	-0,8	-1,1	8,1
Elektrotechnik	-1,6	1,6	4,2
Verkehrstechnik, Nautik	-1,5	9,9	4,8
Architektur, Raumplanung, Bauingenieur-/ Vermessungswesen	1,2	-1,4	1,9
Agrar-, Forst- u. Ernährungswissenschaften	-0,5	-1,3	3,7
Humanmedizin³	1,7	1,9	3,7
Veterinärmedizin	0,4	2,0	2,8
technische Bereiche insgesamt	0,1	1,4	4,5
sonstige Bereiche	1,4	2,4	5,8
Lehr- und Forschungsbereiche insgesamt	0,6	1,8	5,1

1) 2009: Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde das Personal der Dualen Hochschule Baden-Württemberg nicht einbezogen, da diese in den Vorjahren noch den Status einer Berufsakademie hatte und nicht in der Hochschulstatistik berücksichtigt worden ist.

2) Wirtschaftsingenieurwissenschaften mit ingenieurwissenschaftlichem Schwerpunkt sind dem Lehr- und Forschungsbereich „Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften“ zugeordnet.

3) Gesundheitswissenschaften sind durchgängig den sonstigen Bereichen zugeordnet.

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

⁶² Vgl. BMBF (2011).

⁶³ Vgl. Leszczensky u. a. (2010) sowie Tab. 2.2.5.

Umfang der „Arbeitsteilung“ mit der Wirtschaft

Im Hinblick auf die 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, denn 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 70 % (2008). Universitäten liegen innerhalb des Sektors Wissenschaft/Forschung mit 17 % vor den außeruniversitären FuE-Einrichtungen und privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (13½ %). Dabei streuen die Anteile des öffentlichen Sektors ziemlich stark zwischen den hoch entwickelten Volkswirtschaften, von über 38 % in Frankreich und Großbritannien und 22 % in Japan. In den USA ist der Anteil 2008 wieder auf 27½ % gesunken (2005: 30 %, 2000: 25 %). Generell gilt: In Europa ist der „öffentliche FuE-Sektor“ mit einem Anteil von 37 % an den gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten immer noch wesentlich kräftiger entwickelt als bspw. in den USA und Japan.

Im Gegensatz zur längerfristigen Entwicklung von FuE-Engagement oder FuE-Finanzierung ist die Arbeitsteilung bei der Durchführung von FuE-Aktivitäten in den meisten Ländern in diesem Jahrzehnt annähernd gleich geblieben, marginale Verschiebungen zugunsten der Wirtschaft hat es zuvor in den 90er Jahren gegeben (Abb. 2.2.5). D. h. langfristig wurde aus der Sicht des staatlichen FuE-Engagements vor allem die staatliche Forschungsförderung in den Unternehmen zurückgefahren.

Aus deutscher Sicht hielt die Wirtschaft bei der Durchführung von FuE seit dem Jahr 2000 relativ konstant etwa 70 % der FuE-Kapazitäten, was im Grunde dem OECD-Durchschnitt entspricht (Tab. A.2.2.4). Im Jahr 2009 hat sich der weitere Zuwachs im öffentlichen Sektor bei gleichzeitigem Rückgang der eingesetzten FuE-Mittel in der Wirtschaft in merklichen Anteilsverschiebungen niedergeschlagen. Nur noch knapp 68 % der FuE-Aufwendungen entfallen auf die Wirtschaft während Hochschulen mit fast 18 % und außeruniversitäre Einrichtungen⁶⁴ mit 15 % deutlich höhere Anteile der deutschen FuE-Kapazitäten stellen.

In beinahe jedem hoch entwickelten Industrieland gibt es gewichtige außeruniversitäre FuE-Einrichtungen. In den USA verfügen sie sogar über größere FuE-Kapazitäten als die Hochschulen. In Deutschland kommt den außeruniversitären Einrichtungen eine fast so große Bedeutung zu wie der Hochschul-FuE. In Frankreich hatten sie (CNRS) lange Zeit ein größeres FuE-Gewicht als Hochschulen; erst seit Ende der 90er Jahre haben sich die FuE-Gewichte hier zugunsten der Hochschulen verschoben.

In der OECD insgesamt hat es innerhalb des öffentlichen FuE-Sektors eine Strukturverschiebung zugunsten der Hochschulforschung gegeben. 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. Nennenswerte Veränderungen sind zudem zum einen für Großbritannien und Frankreich zu beobachten, wo es längerfristig eine deutliche Verschiebung zulasten der außeruniversitären FuE-Einrichtungen und zugunsten der Hochschulen gab. In Deutschland haben sich die Gewichte zwischen Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen so gut wie kaum verschoben.

⁶⁴ In Tab. A.2.2.4 entspricht dies der Summe der Kategorien „Staat“ und „Organisationen ohne Erwerbszweck“.

Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen Einrichtungen

FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen wird nur zum Teil vom Staat finanziert. FuE-Kooperationen und gemeinsame Forschungsvorhaben zwischen der Wirtschaft und öffentlichen FuE-Einrichtungen, an denen sich die Wirtschaft finanziell beteiligt, werden immer wichtiger. 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 (2008, Tab. 2.2.5 und Abb. 2.2.7, Tab. A.2.2.2) die Wirtschaft im Schnitt 6,5 % der Hochschulforschung (Deutschland: 15 %) und 3,7 % der FuE in außeruniversitären FuE-Einrichtungen (Deutschland: 9,3 %). Insgesamt lag der Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zur Forschung im öffentlichen Sektor in den OECD-Ländern bei 5,4 %, was immer noch eine deutliche Steigerung gegenüber 2004 (4,8 %) bedeutet. Besonders intensiv sind die FuE-Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und öffentlich geförderten Einrichtungen in Deutschland, den Niederlanden, Korea und Finnland – meist durch die intensive Ausrichtung außeruniversitärer Einrichtungen auf die Erfordernisse der Wirtschaft. 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 als FuE-Standort für multinationale Unternehmen mit Standortalternativen auswirken kann.

Tab. 2.2.5: *Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen in OECD-Ländern 2008 (in %)*

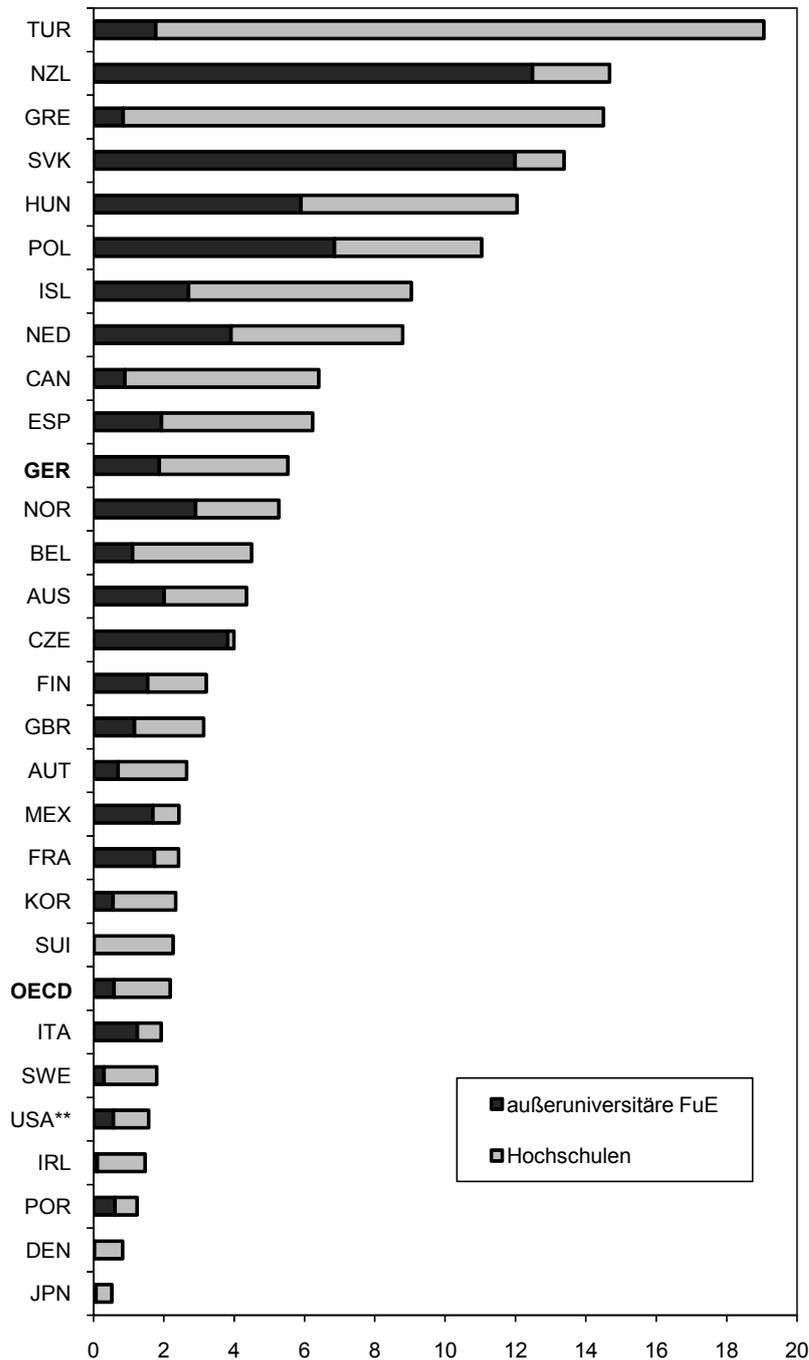
	Hochschulen	wissenschaftliche Einrichtungen	insgesamt	FuE-Mittel der Wirtschaft für Wissenschaft/Forschung in % der eigenen internen FuE-Ausgaben
GER	15,1	9,3	12,4	5,5 ^b
GBR	4,6	7,9	5,5	3,1
FRA	2,2	6,8	4,2	2,4 ^b
ITA	1,1	5,3	2,3	1,9 ^b
NED*	7,5	17,1	10,0	8,8 ^b
SWE*	4,9	4,4	4,8	1,8
FIN	7,2	14,2	9,4	3,2
SUI	6,9	k.A.	k.A.	k.A.
USA	5,7	2,8 ^c	4,2 ^{b,c}	1,6 ^{b,c}
CAN	8,5 ^b	4,8 ^b	7,7 ^b	6,4 ^b
JPN	3,0 ^a	0,7	2,0	0,5
KOR	12,0	3,5	7,6	2,3 ^a
EU-15 insg.	7,2^c	8,0^c	7,5^c	4,1^c
OECD insg.	6,5^c	3,7^c	5,4^c	2,2^c

*) 2007 statt 2008.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Abb. 2.2.7: FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen im Jahr 2008*



*) BEL, DEN, NED, ESP, SWE, AUT, NOR, MEX, NZL 2007, GRE 2005.

**) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck; geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Aus Sicht der Wirtschaft ist die Bedeutung der von ihr finanzierten öffentlichen Forschung – bezogen auf die FuE-Ressourcen, die in den Unternehmen selbst eingesetzt werden – im Trend relativ stabil geblieben (2,2 %). 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 wenig verändert. In einigen 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 im Jahr 2005 sind es sogar relativ stabil 5½ %. Das Wissenschaftssystem hat für FuE in der deutschen Wirtschaft an Relevanz gewonnen. Auch deshalb ist es wichtig, dass die positive Entwicklung der FuE-Anstrengungen in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen, die seit 2004 erkennbar sind, nicht abreißt.

2.3 FuE in der Wirtschaft

Vor dem Hintergrund der über die Jahre vergleichsweise stabilen Entwicklung der FuE-Kapazitäten an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen (Abb. 2.2.5) und der Tatsache, dass der Staat nur etwa ein Drittel der gesamten FuE-Kapazitäten bereitstellt, muss der Großteil der langfristigen FuE-Entwicklungsdifferenzen zwischen den Volkswirtschaften (Abschnitt 2.1) auf das FuE-Verhalten der Wirtschaft zurückzuführen sein. Diese investiert etwas unsteter in FuE, in Wachstumsphasen jedoch zumeist expansiver als der Staat. Der folgende Abschnitt liefert einen Überblick über die Entwicklung der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft seit Beginn der 90er Jahre mit besonderem Fokus auf Deutschland.

2.3.1 Längerfristige Betrachtung

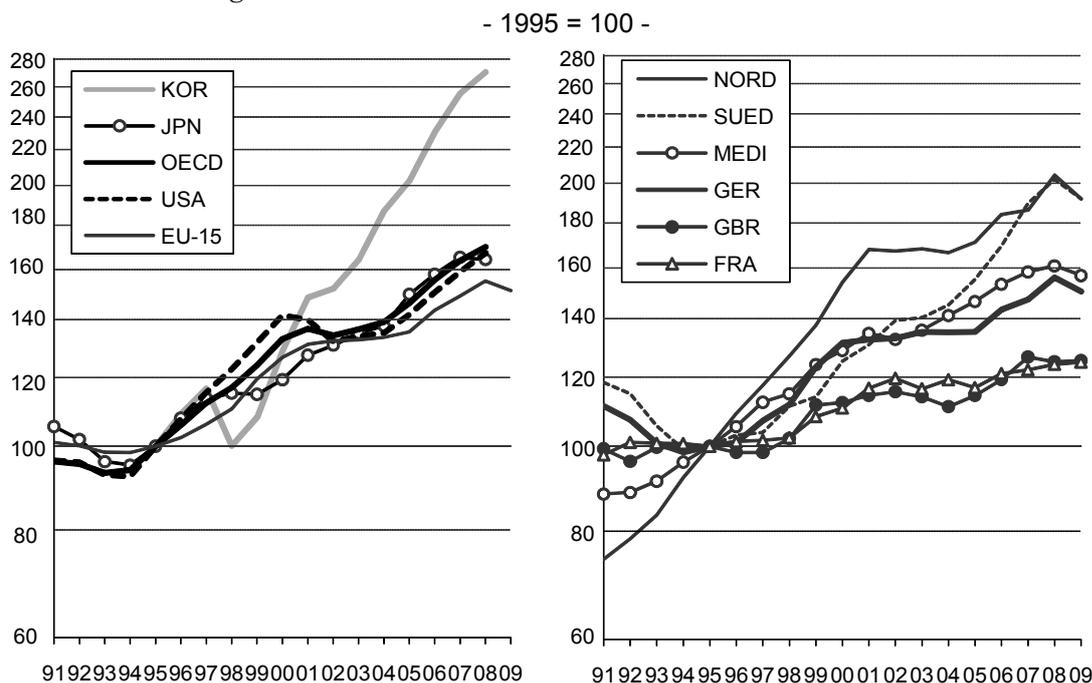
Vom Beginn der 90er Jahre bis zum Jahr 2008 sind die weltweiten FuE-Kapazitäten um über 70 % gestiegen (vgl. Abschnitt 2.1.1) und haben dabei erhebliche räumliche Umschichtungen erfahren, die maßgeblich durch das FuE-Verhalten der Wirtschaft determiniert worden sind. Diese Veränderungen lassen sich am besten durch einen getrennten Blick in die beiden Dekaden veranschaulichen.

Die 90er Jahre

Anfang der 90er Jahre wurde in vielen Ländern FuE in der Wirtschaft zurückgefahren – Deutschland war hier keine Ausnahme, vollzog es doch den Rückbau mit am schnellsten. Im FuE-Aufschwung der zweiten Hälfte der 90er Jahre hat sich die schon in den 80er Jahren begonnene 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 worden waren (Abb. 2.3.1⁶⁵).

⁶⁵ Zur langfristigen Entwicklung in den 80er und 90er Jahren 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 2009



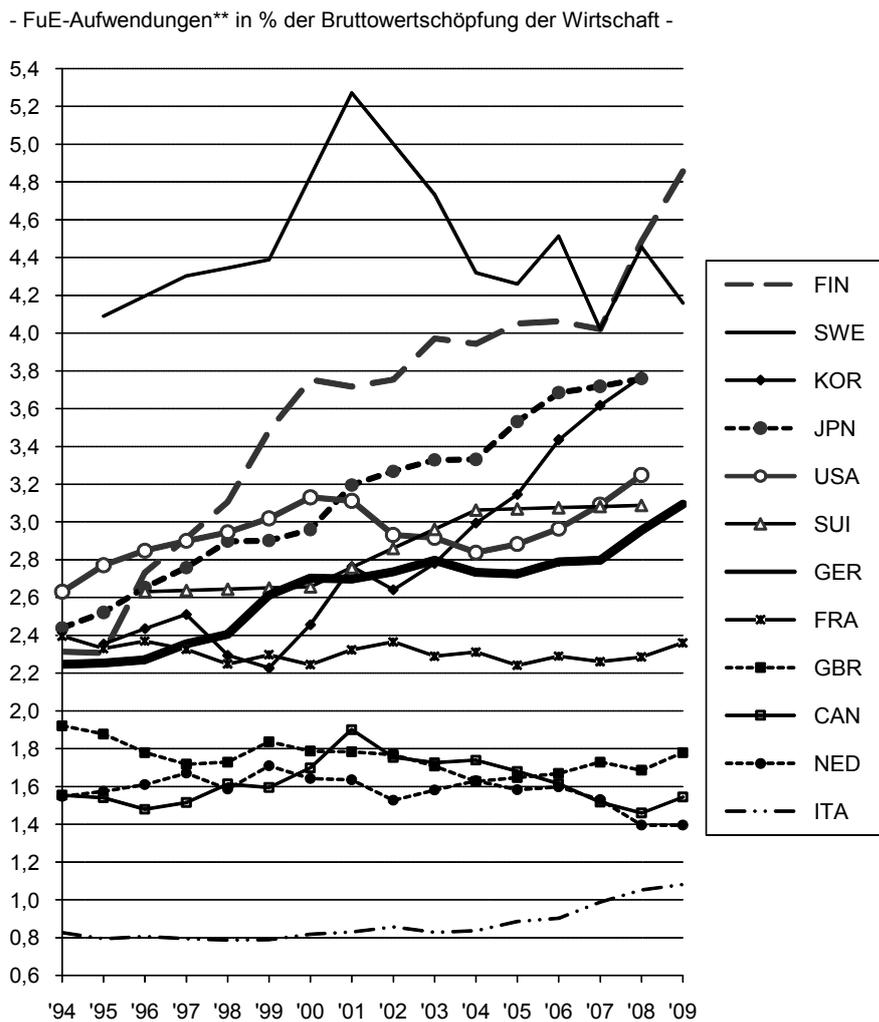
Halblogarithmischer Maßstab. – Daten teilweise geschätzt. –
 NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.
 Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). SV Wissenschaftsstatistik. – Eurostat-Datenbank. –
 Berechnungen des NIW.

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.⁶⁶

In der OECD insgesamt waren die realen FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors von 1994 bis 2000 jahresdurchschnittlich um 6 % 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 sehr gut mithalten können. Außerdem hat vor allem Korea trotz der Schwierigkeiten in der „Asienkrise“ mit entsprechenden Wachstumsverlusten bei FuE in der Wirtschaft sehr schnell aufholen können (durchschnittliche reale Zuwachsrate über 5 %). Andere große Länder wie Großbritannien, Frankreich (2 bzw. 1,6 %) und Italien sind hingegen zurückgeblieben. Für Europa insgesamt hat sich die Lücke zu den größten Forschungsländern USA und Japan 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.

⁶⁶ Die FuE-Intensität im Unternehmenssektor wird als Anteil der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen an der Wertschöpfung oder der Produktion in der gewerblichen Wirtschaft (ohne Staat, Sozial- und Gesundheitswesen usw.) gemessen. Nur so kann innerhalb der Wirtschaft weiter nach Wirtschaftssektoren differenziert werden (Abschnitte 2.4 und 4.2). Die so gemessene FuE-Intensität innerhalb der Wirtschaft sollte nicht mit der für das 3 %-Ziel relevanten gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität verwechselt werden, die als Anteil der gesamten Bruttoinlandsaufwendungen eines Landes für FuE (GERD) am jeweiligen BIP gemessen wird.

Abb. 2.3.2: FuE-Intensität in der Wirtschaft in ausgewählten OECD-Ländern 1994 bis 2009*



*) Daten zum Teil geschätzt.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Angaben des Statistischen Bundesamtes.
Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Während die Unternehmen aus größeren europäischen Volkswirtschaften (Großbritannien, Frankreich und Italien) Schwierigkeiten hatten, das Tempo des FuE-Aufschwungs mitzugehen, setzte sich innerhalb Europas in der FuE-Dynamik die Tempoverlagerung zugunsten der Wirtschaft im übrigen Südeuropa sowie der Unternehmen im nordischen Raum und zu Deutschlands Nachbarländern in Mitteleuropa fort. Weltwirtschaftlich betrachtet mag der Bedeutungszuwachs der nordischen Länder zwar als gering erscheinen – das FuE-Aufkommen ihrer 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 aus den nordischen Ländern haben sich in dieser Zeit im Zuge der FuE-Intensivierung auf den entsprechenden Märkten aber 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 gezeigt hat.⁶⁷ Sie mussten allerdings im Sog der „New Economy“-Krise auch

⁶⁷ Vgl. Schumacher (2007).

Rückschläge verkraften – sowohl bei FuE als auch auf den Weltmärkten, vor allem im Zusammenhang mit ihrer z. T. einseitigen technologischen Fixierung auf IuK-Technologien (vgl. auch Abschnitt 2.3.3).

Von 2000 bis 2008

In der Wirtschaft wurden OECD-weit im Jahr 2008 insgesamt 671 Mrd. \$ für FuE ausgegeben, das sind nominal 6,3 % und real 3,7 % mehr als im Vorjahr. Dies entspricht einem Anteil an der Bruttowertschöpfung im Unternehmenssektor von 2,5 %, der damit seit 2004 (2,3 %) kontinuierlich zugelegt hat.

Die FuE-Intensität der Wirtschaft (vgl. Abb. 2.3.2) war 2008 in Schweden und Finnland mit 4,5 % fast doppelt so hoch wie im OECD-Durchschnitt; es folgen Korea und Japan (jeweils 3,8 %). In Dänemark (3,5 %), den USA (3,2 %), der Schweiz (3,1 %), Deutschland (3,0 %) und Österreich (2,8 %) produziert die Wirtschaft ebenfalls noch überdurchschnittlich FuE-intensiv. Frankreich (2,3 %), Belgien (2,1 %) und Großbritannien (1,7 %) kommen an diese Marke hingegen nicht heran. Außerhalb des bis 2009 geltenden OECD-Raums sind vor allem Israel (6,1 %), Taiwan (2,7 %) und Singapur (2,3 %) als herausragend FuE-intensive Produzenten einzustufen.

Deutschlands Wirtschaft steht also bei FuE im Vergleich zur Konkurrenz aus den westlichen Industrieländern nicht schlecht da. Sie hat ihre Position im OECD-Länder-Ranking jedoch trotz einer seit 2004 (2,7 %) merklich zunehmenden FuE-Intensität bis 2008 noch nicht verbessern können.

Die industriellen FuE-Kapazitäten sind in der OECD zwischen 2000 und 2008 um 3,1 % p. a. ausgeweitet worden, was fast eine Halbierung des Zuwachses gegenüber der zweiten Hälfte der 90er Jahre bedeutet (vgl. auch Tab. 2.1.1). Der Grund hierfür ist in der Entwicklung in den ersten Jahren des neuen Jahrtausends zu finden: In dieser Zeit hat die Wirtschaft in den westlichen Industrieländern auf die gedämpfte Ausweitung des Produktionspotenzials und auf die allgemeine Unsicherheit im gesamten politischen Umfeld mit einer schwachen Entwicklung der FuE-Aktivitäten reagiert. Die Dynamik war bis 2002 völlig verloren gegangen, weil die US-Wirtschaft erneut in ein Tief geraten ist. In bislang nicht gekanntem Ausmaß waren dort zwischen 2000 und 2002 die realen FuE-Ausgaben zurückgenommen worden. Die US-Wirtschaft zeichnet maßgeblich für die in der OECD insgesamt beobachtete FuE-Stagnation „verantwortlich“, die bis 2003 andauerte. Erst 2005 konnte wieder das Aktivitätsniveau von 2000 erreicht werden. Weltwirtschaftlich war dieses Moratorium für das Innovationsgeschehen von großer Bedeutung – nicht allein wegen des hohen Gewichts der USA bei industrieller FuE, sondern auch wegen der enormen FuE-Verflechtung mit anderen Ländern: Die USA sind mit weitem Abstand der größte FuE-Standort für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten von multinationalen Unternehmen,⁶⁸ auch weniger forschungsintensive Sektoren profitieren vom dortigen Know-how. Nicht zuletzt hat der über den Warenverkehr mit den USA verbundene Technologietransfer in die übrige Welt gelitten.

Die Unternehmen einiger Ökonomien (insbesondere Korea, aber auch Japan sowie die südeuropäischen Länder) haben sich auch Anfang des Jahrhunderts kaum oder nur wenig durch die schlechteren Rahmenbedingungen für FuE beirren lassen, ihre Aktivitäten auf dem (Expansions-)Kurs der zweiten Hälfte der 90er Jahre belassen oder sogar beschleunigt ausgeweitet (vgl. Tab. 2.1.1). Für die Unternehmen aus anderen Ländern wiederum wurden – wie auch für die EU insgesamt – Zu-

⁶⁸ Vgl. Belitz (2011).

wachsraten gemeldet, die erheblich niedriger ausgefielen als in den Jahren zuvor (Deutschland, Mittel- und Nordeuropa, Großbritannien).

Bis 2008 gab es in der OECD FuE-Wachstumsraten von 5 % p. a., weil die USA wieder deutlich zugelegt haben und so von 2004 bis 2008 eine durchschnittliche Wachstumsrate von 5,5 % erreichen konnten (Tab. 2.1.1.). Aber auch Korea (9,7 %) und Südeuropa (8,6 %) haben in dieser Periode ihre FuE-Kapazitäten kräftig weiter ausgeweitet.

Die deutsche Wirtschaft hat bei der FuE-Kapazitätsausweitung in den ersten acht Jahren des Jahrzehnts nicht ganz den EU-Durchschnitt mitgehalten. Ihr Dynamikvorsprung in Europa ist vor allem in der ersten Phase der Periode verloren gegangen, insgesamt hat Deutschland aber trotzdem noch weitaus besser als Frankreich und auch besser als Großbritannien abgeschnitten. Praktisch alle kleineren europäischen Volkswirtschaften haben die Herausforderungen aufgegriffen und erhebliche Anstrengungen unternommen, der von der Europäischen Kommission in 2000 vorgegebenen FuE-Zielvorgabe (3 % im Jahr 2010) so gut es geht zu folgen. Insgesamt ist die EU-15 jedoch nicht vorgekommen: Mit einem Anteil von 2,0 % an der Wertschöpfung im Unternehmenssektor (EU-27: 1,8 %) im Jahr 2008 hat FuE seit 2000 nur wenig an Bedeutung gewonnen. Gegenüber den USA wurde damit mittelfristig zwar kein Boden verloren, gegenüber Japan und den übrigen asiatischen Ländern hat sich jedoch eine klare Verschlechterung der FuE-Position eingestellt.

2.3.2 Kurzfristige Betrachtung der aktuellen Entwicklung 2009

Die Finanz- und Wirtschaftskrise hat schon in 2008 erste Schatten auf die positive Entwicklung der FuE-Kapazitäten in den Vorjahren geworfen: Der Gesamtzuwachs in der OECD 2007/2008 (3,7 %) lag unter dem Schnitt der letzten Jahre, einige Länder wie Japan (-0,6 %), Großbritannien (-1,2 %) und die Niederlande (-6,4 %) haben sogar Kapazitäten abgebaut. Auf der anderen Seite haben Deutschland (+6,0 %), die nordischen Länder (Finnland, Schweden und Dänemark jeweils +10 % und mehr) und andere sich hiervon nicht beeindrucken lassen und 2008 weit überproportional zusätzliche FuE-Mittel eingesetzt.

Im Jahr 2009, als die Finanz- und Wirtschaftskrise ihre Wirkungen voll entfaltet hat, haben die Unternehmen hierauf mit z. T. erheblichen Anpassungen ihrer FuE-Kapazitäten reagiert. Im Durchschnitt der EU-15-Länder sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft real, d. h. bereinigt um Preis- und Wechselkurseffekte, um 2,5 % gesunken (Tab. 2.1.1 und Abb. 2.3.1). Überdurchschnittlich ist der Rückgang in den nordischen Ländern (-6,1 %, Schweden sogar -12 %), aber auch in Südeuropa (-5,0 %, Spanien mit -7 % und Italien mit -4,5 %) und in Deutschland (-3,6 %). Dagegen sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in Frankreich und Großbritannien stabil etwa auf Vorjahresniveau geblieben. Fehlende Daten für die USA, Japan und Korea verhindern, eine Schätzung der Gesamtentwicklung in den OECD-Ländern. Prognosen für die USA⁶⁹ und Japan⁷⁰ lassen aber erwarten, dass der Rückgang in diesen Ländern noch stärker ausgefallen ist als in der EU, was aufgrund des hohen Gewichts der USA und Japans in der OECD (57 % der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in 2008) impliziert, dass auch der Abbau der FuE-Kapazitäten im OECD-Durchschnitt stärker ausgefallen ist als in der EU-15.

⁶⁹ European Commission (2010); WIPO (2010).

⁷⁰ Statistics Bureau of Japan (2011).

Weil die in der Wirtschaft erzielte Wertschöpfung aber noch stärker gesunken ist, als die FuE-Aufwendungen, ist in den meisten Ländern die daran gemessene FuE-Intensität der Wirtschaft im Jahr 2009 gestiegen (Abb. 2.3.2) – nicht anders als dies schon beim Verhältnis aller Bruttoinlandsaufwendungen im Verhältnis zum BIP zu beobachten war (Abschnitt. 2.1.3). Ein Rückgang ist auch hier bisher nur für Schweden festzustellen. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird es aber im Jahr 2010 einen gegenläufigen Effekt geben. Nach Schätzungen der WIPO übersteigt die Wachstumsrate der Wertschöpfung diejenige der FuE-Ausgaben schon wieder seit dem 4. Quartal 2009.⁷¹ Für dieses Jahr ist deshalb zu erwarten, dass das weltweite Wirtschaftswachstum über dem Wachstum der FuE-Ausgaben liegen dürfte, was sich dann in einer wieder sinkenden FuE-Intensität manifestiert.

2.3.3 FuE-Position der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich

Deutschlands Wirtschaft produziert überdurchschnittlich forschungsintensiv (vgl. Abb. 2.3.3). 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 nach Ende der Talfahrt zu Beginn der 90er Jahre von 1996 bis 2003 leicht verbessert. Waren es bis 2000 kräftig gesteigerte eigene Anstrengungen, so „profitierte“ die deutsche Wirtschaft bis 2003 trotz gebremster eigener FuE-Dynamik vom Einbruch in anderen Ländern, namentlich den USA. In dem Moment, in dem die Konkurrenten ihr FuE-Tempo wieder stärker anzogen, fiel die deutsche Wirtschaft trotz wachsender eigener Anstrengungen wieder relativ zurück – wohlgermerkt: immer noch auf einem überdurchschnittlich hohen Niveau.

Zur Historie: Deutschlands Wirtschaft war Ende der 80er Jahre deutlich besser positioniert: Damals lagen die realen industriellen FuE-Ausgaben bezogen auf die Erwerbspersonen um 40 %, der FuE-Anteil an der Wertschöpfung um 25 bis 30 % oberhalb des Durchschnitts der westlichen Industrieländer. Aus dieser Perspektive 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 nicht in die Darstellung der Abb. 2.3.3 einpassen. Jedoch ist klar: Deutschlands Vorsprung vor dem durchschnittlichen „Rest der Welt“ fällt bei Einbeziehung der Schwellenländer einerseits noch klarer aus; andererseits schmilzt er jedoch auch schneller.⁷²

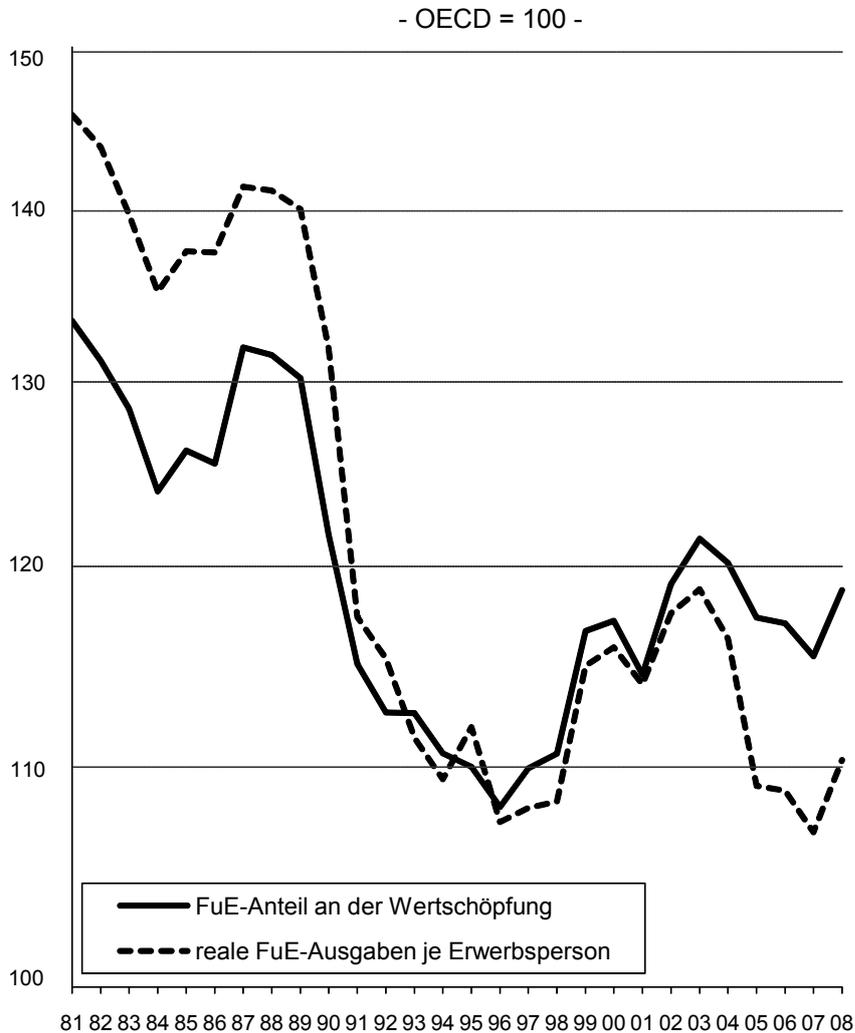
Langfristig hat sich auch das quantitative FuE-Gewicht der deutschen Wirtschaft in globaler Sicht stark reduziert: Anfang der 90er Jahre belief sich ihr Anteil an den FuE-Aufwendungen im OECD-Raum noch auf über 10 %. Mittlerweile hat sich der OECD-Raum erweitert. Bereits aus diesem Grund muss man mit 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. 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 2007 auf einen Anteil von 8,2 % reduziert. Ob die für 2008 zu beobachtenden überdurchschnittlichen Zuwächse (Deutschlands Anteil an der OECD ist wieder auf 8,4 % gestiegen) auch mittelfristig Bestand haben, ist angesichts der Turbulenzen in Zusammenhang mit der

⁷¹ Vgl. WIPO (2010), S. 17 ff.

⁷² Vgl. Abschnitt 3

Finanz- und Wirtschaftskrise noch nicht zu prognostizieren. Dies hängt maßgeblich von der Entwicklung in den USA und in Japan ab, von der angenommen werden kann, dass sie schlechter (Japan), auf alle Fälle aber nicht besser als in der deutschen Wirtschaft (USA) verlaufen ist.

Abb. 2.3.3: FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft 1981 bis 2008 im Vergleich*



Halblogarithmischer Maßstab.

*) Bis einschl. 1990 Westdeutschland.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Trotz aller kritischen Bemerkungen: In einer reinen Binnenbetrachtung hat die deutsche Wirtschaft FuE seit Mitte des letzten Jahrzehnts wieder mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Dies entlässt den Staat aber keinesfalls aus seiner Funktion, öffentliche Investitionen in Grundlagenwissen und -forschung zu intensivieren und gleichzeitig zusätzliche Schnittstellen zu den Unternehmen herzustellen. Denn im internationalen Vergleich hat die deutsche Wirtschaft bei der FuE-Intensivierung lange Zeit nicht ausreichend mitgehalten. Der Aufbau und die Ausweitung der öffentlich geförderter Forschung in strategischen Feldern auf hohem Niveau werden immer wichtiger. In dieser Hinsicht gibt es in Deutschland eine positive Trendwende mit einer zuletzt höheren Dynamik als in den meisten konkurrierenden Volkswirtschaften (Abschnitt 2.2).

2.3.4 Einflussfaktoren: Wirtschaftsstruktur, Konjunktur, staatliches Handeln und Akademisierung

Unterschiede in der Intensität und der Dynamik mit der in verschiedenen Volkswirtschaften FuE betrieben wird, können durch eine Reihe von länderspezifischen Faktoren erklärt werden. An erster Stelle stehen dabei unterschiedliche Wirtschaftsstrukturen.

Wirtschaftsstruktur

Ein Großteil der FuE-Intensitätsunterschiede und -Entwicklungspfade kann auf die Wirtschaftsstruktur zurückgeführt werden. Je größer die jeweilige Bedeutung forschungsintensiver Wirtschaftszweige⁷³ wie Elektronik/Elektro-, IuK- und Medientechnik, Pharmazeutische Industrie oder Automobilbau, desto höher dürfte c. p. auch die FuE-Intensität der Volkswirtschaft ausfallen.⁷⁴ Außerdem spielt 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,⁷⁵ zum anderen aber zunehmend selbst FuE betreiben.⁷⁶

Sektoraler Strukturwandel und FuE-Intensivierung gehen insoweit Hand in Hand: Die Geschwindigkeit, mit der sich forschungsintensive Industrien in den großen Volkswirtschaften haben durchsetzen können, hatte in den 90er Jahren zunächst merklich nachgelassen.⁷⁷ Somit war in manchen Ländern eine wichtige Triebfeder für die FuE-Intensivierung praktisch ausgefallen. Rein rechnerisch betrachtet drückt im Übrigen auch der sektorale Strukturwandel zugunsten der Dienstleistungswirtschaft die FuE-Intensität des Unternehmenssektors nach unten. Dem müsste man jedoch entgegenstellen, dass FuE in den Dienstleistungssektoren allenthalben deutlich schneller als in der Verarbeitenden Industrie und weit über das „strukturwandelneutrale“ Maß hinaus zugenommen hat. Insbesondere Datenverarbeitungsdienste, Softwarefirmen und spezialisierte FuE-Dienstleistungsunternehmen haben zu diesem Wachstum beigetragen. Hinzu kommen dann aber auch noch Effekte, die in der Industrie durch die hohen Anforderungen anfallen, die wissensintensive Dienstleistungen an die technologische Leistungsfähigkeit der Industrie stellen.⁷⁸ Deshalb ist bei einer hohen Dynamik hochwertiger Dienstleistungen mit einer schnelleren FuE-Intensivierung zu rechnen. Dies könnte den o. a. rechnerischen Strukturwandelexeffekt mehr als ausgleichen.

Gerade das Beispiel der nordischen Länder zeigt den Einfluss der Bereitschaft zum sektoralen Strukturwandel bei FuE. Sie sind vielfach Heimatländer erfolgreich expandierender Unternehmen, die sich im technologischen Aufholprozess vornehmlich jeweils auf ausgewählte Spitzentechnologien (Nachrichtentechnik, IuK, Pharmazie/Biotechnologie) mit entsprechend hohem FuE-Bedarf

⁷³ Vgl. zur Abgrenzung Abschnitt 2.4 sowie Gehrke, Frietsch, Rammer (2010).

⁷⁴ Moncada-Paterno-Castello u. a. (2010) haben gezeigt, dass die geringere durchschnittliche FuE-Intensität von EU-Unternehmen im Vergleich zu US-amerikanischen und japanischen Unternehmen zu großen Teilen auf sektorale Spezialisierungsunterschiede zurückzuführen ist.

⁷⁵ Wissensintensive Dienstleistungen stehen in besonders intensivem Kontakt mit Technologielieferanten aus der Industrie, z. B. Kommunikation, Mobilität, Gesundheit, innere und äußere Sicherheit, Umwelt usw.

⁷⁶ Cordes, Gehrke (2011); Belitz u. a. (2011); Gehrke, Legler (2010).

⁷⁷ Vgl. Schumacher, Legler, Gehrke (2002).

⁷⁸ Vgl. z. B. Klodt, Maurer Schimmelpfennig (1997) sowie Grömling, Lichtblau, Stolte (2000), Gehrke, Legler u. a. (2009).

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) gravierende Konsequenzen haben können.⁷⁹

Auf der anderen Seite haben die auf weitaus breiterer industrieller Basis FuE-aktiven größeren europäischen Volkswirtschaften ihre Ressourcen nicht so schnell für neue Spitzentechnologien mobilisieren können wie dies kleineren Ländern gelungen ist, die sich notgedrungen auf wenige Kompetenzbereiche konzentrieren müssen. Deutschland mit seinen Stärken in der Hochwertigen Technik (Automobilbau) hat deshalb in der Summe relativ weniger von den Wachstumspotenzialen der Spitzentechnologiebranchen profitieren können und damit auch eine insgesamt geringere FuE-Dynamik erfahren (vgl. Abschnitt 2.4).

In den vergangenen Jahren haben sich weltweit zusätzlich vor allem FuE-Aktivitäten in den Vordergrund geschoben, die über einen sektoralen Ansatz nicht so gut zu fassen sind, weil sich der interdisziplinäre FuE-Bedarf vielfach über mehrere Industriezweige erstreckt. Gemeint sind Umweltschutztechnologien, mit dem Klimaschutz/erneuerbare Energieträger⁸⁰ klar an der Spitze (Wind, Solar, Geothermie, Meeres- und Wasserkraft, Biomasse). Deutschlands FuE-, Innovations- und Marktchancen sind auf diesen Feldern wesentlich höher einzuschätzen als in der traditionellen Spitzentechnologie.

Konjunktur und Wachstumserwartungen

Neben dem strukturellen Trend der Verlagerung zugunsten von Spitzentechnologien und Dienstleistungen wurde seit den 90er Jahren die konjunkturelle Abhängigkeit der FuE-Anstrengungen in der Wirtschaft deutlicher sichtbar.⁸¹ 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. 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 im Aufschwung 2003 bis 2008 verlaufen. Die in den meisten OECD-Ländern in diesem Zeitraum beobachtete weitgehende Parallelität in der Entwicklung von FuE und Wertschöpfung in der Wirtschaft – Ausnahmen sind Japan und Korea (Abb. 2.3.2) – 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. über-

⁷⁹ So zu sehen am Beispiel von Schweden im Jahr 2002 nach dem Ende der „new economy hype“.

⁸⁰ Vgl. European Commission (2009) und OECD (2009), für Deutschland u. a. Legler und Schasse (2009).

⁸¹ Zum Zusammenhang zwischen FuE und der konjunkturellen Situation in den 90er Jahren vgl. Rammer, Grenzmann u. a. (2004).

durchschnittlich stark, reagieren. Die Unternehmen suchen den schnellen Erfolg. Sie achten stärker darauf, dass ihre FuE-Anstrengungen konkrete Resultate bringen. Grundlegende FuE mit strategischer Orientierung ist zugunsten von angewandter, projektorientierter FuE geopfert worden. Aktivitäten zur Umsetzung von vorhandenem Wissen hatten zeitweise größeres Gewicht bekommen als die Schaffung neuen Wissens.

Die OECD⁸² kommt in einer Langfristanalyse für die Mehrzahl der Mitgliedsländer zu dem Ergebnis, dass die FuE-Aufwendungen über einen Konjunkturzyklus sehr viel stärker variieren als das Inlandsprodukt. Unter den forschungsreichen und -intensiven Ländern betrifft dies allerdings nur Schweden (sonst auch Spanien, Polen und die Slowakei). In Frankreich, Korea und Finnland liegt die Elastizität von FuE in Bezug auf das Inlandsprodukt bei 1,3 bis 1,5. In Dänemark, Japan und den USA reagiert FuE etwa 1:1 auf Inlandsproduktveränderungen. In Deutschland und Großbritannien zeigt sich in langfristiger Sicht eine etwas größere Unabhängigkeit der FuE-Entwicklung von der Konjunktur.

Inwieweit man aus diesen Vergangenheitserfahrungen Rückschlüsse auf das Verhalten im Jahr 2009 ziehen kann, ist vor dem Hintergrund der Besonderheiten der Finanz- und Wirtschaftskrise zumindest fraglich. Würden die Unternehmen wie in einer „normalen Rezession“ reagieren, könnte man schließen, dass Deutschlands FuE-System von der Krise nicht so sehr betroffen sein sollte wie viele andere Länder. Andererseits reagiert die von der Wirtschaft finanzierte FuE in Deutschland überdurchschnittlich elastisch auf konjunkturelle Schwankungen: Wie in Schweden, Großbritannien, Japan und den USA liegt die Elastizität bei der FuE-Finanzierung der Wirtschaft bei 1,3 bis 1,5. Deshalb spräche einiges dafür, dass in der Krise auch in der deutschen Wirtschaft mit einem überdurchschnittlichen Abzug von FuE-Finanzierungsmitteln zu rechnen wäre. Diese Berechnungen unterstreichen zwar die in langer Frist zunehmende zyklische Abhängigkeit von FuE, sie sollten jedoch nicht so weitreichend interpretiert werden wie von der OECD:⁸³ FuE gehöre zu den ersten Posten, die in einer Rezession gekürzt werden.

Staatliche Impulse

Die „Hebelwirkung“ öffentlicher Nachfrage und Unterstützungen ist zunehmend schwächer ausgefallen. Dies hatte zum einen strukturelle, zum anderen aber auch haushaltspolitische – und damit im weitesten Sinne auch konjunkturelle – Gründe. Seit Ende der 90er Jahre sieht sich der Staat vielfach wieder stärker in der konjunktur-, wachstums- und strukturpolitischen Verantwortung und hat sich auf seine fundamentale Rolle in Bildung und Wissenschaft, in Forschung und Technologieentwicklung besonnen. Meist hat er bei FuE 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. 2.2.6). Zu Anfang des Jahrzehnts waren in den USA exzessiv ausgeweitete Gesundheits- und Militärforschungsmittel die treibende Kraft. Insofern hat der Staat dort kompensatorisch eingegriffen. In Europa hat die Wirtschaft zur selben Zeit parallel zu einem verstetigten staatlichen FuE-Engagement bei schwacher gesamtwirtschaftlicher Expansion FuE nur wenig vorangetrieben – Deutschland lag in dieser Beziehung sogar noch weiter zurück.

⁸² OECD (2009), OECD (2010a).

⁸³ OECD (2009).

Man sollte aber auch nicht übersehen: Dass die Unternehmen auf die Rücknahme von staatlichen Impulsen mit ausgeprägter selektiver Wirkung 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 zurückgezogen hat, hat die amerikanische Wirtschaft 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, denn der starke Zuwachs der öffentlichen FuE-Aufwendungen Anfang des Jahrzehnts ging dort parallel mit einem Rückgang der FuE-Kapazitäten der Wirtschaft (Abb. 2.1.1).

Staatliche FuE-Finanzierungshilfen sind in der aktuellen Situation umso wichtiger geworden als im Gefolge der Krise die „cash flows“ der Unternehmen und damit die Investitionsmittel stark gesunken sind. Zudem – und dies ist insbesondere für technologieorientierte Unternehmensgründungen sowie für FuE-Projekte der Spitzenforschung relevant – hat der VC-Markt schwere Rückschläge erlitten.⁸⁴

Akademisierung von FuE

Gründlich ausgebildetes und hoch qualifiziertes Personal („Humankapital“) ist eine Grundvoraussetzung für FuE, für die Umsetzung von wissenschaftlichen Forschungsergebnissen in betriebliche FuE-Prozesse, in technische und organisatorische Innovationen und letztlich in Wertschöpfung und Beschäftigung. In der „Wissenswirtschaft“ ist insbesondere eine akademische Ausbildung zum wichtigsten Inputfaktor für FuE-Prozesse geworden. Der Schwerpunkt liegt in der technischen FuE naturgemäß auf dem Einsatz von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren.⁸⁵

Im internationalen Vergleich lässt sich keine flächendeckende Auswertung durchführen, jedoch sind die Trends einigermaßen klar (vgl. Tab. 2.3.2):

- Die Akademikerquote beim FuE-Personal ist seit Anfang der 90er Jahre bis heute deutlich gestiegen. Deutschland hält sich mit 58 % ungefähr im Durchschnitt der EU-15-Länder (rund 60 %). Die verfügbaren Zahlen für die überseeischen Volkswirtschaften deuten jedoch darauf hin, dass der Wissenschaftleranteil in FuE in Deutschland und Europa eher unterdurchschnittlich hoch ist: 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 befindet (mittel- und osteuropäische Länder) oder stark wächst wie z. B. in der Türkei.
- Die Ausweitung der FuE-Kapazitäten ist sehr eng an die Verfügbarkeit von wissenschaftlichem Personal gebunden. So ist die Zahl der forschenden Personen in Europa (EU-15, vollzeit gerechnet) seit 1995 um knapp 600.000 gestiegen, 83 % davon waren wissenschaftliches Personal. In Deutschland überstieg der Zuwachs beim wissenschaftlichen Personal (+ 70.000) sogar den Ge-

⁸⁴ So nahmen die VC-Investitionen in den USA Anfang 2008 stark ab und lagen schon im ersten Quartal 2009 um rund 60 % unter dem Vorjahresniveau. OECD (2009). Aktuelle Daten von Eurostat bestätigen, dass die VC-Investitionen in den europäischen Ländern und in den USA im Jahr 2009 weitaus stärker zurückgegangen als das BIP.

⁸⁵ 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).

FuE-Trends in den Industrieländern

samtzuwachs (+ 63.000). Hier war in Zeiten des Abbaus der FuE-Personalkapazitäten vor allem technisches, insbesondere jedoch Hilfspersonal – nicht zuletzt aufgrund der Substitution durch IuK-Technologien – von der „Humankapitalintensivierung“ betroffen, denn der Stamm der akademisch ausgebildeten Arbeitskräfte mit Schlüsselqualifikationen wurde gleichzeitig erweitert oder zumindest „gehört“.

Tab. 2.3.1: Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal im internationalen Vergleich 1991 und 2008*

- Anteile in % -

Land	1991	2008
GER	46,8	57,9
FRA	43,4	59,6
GBR	49,0	73,6
ITA	52,4	33,6
BEL	45,2	62,0
LUX		48,1
NED ²	43,3	54,3
DEN	46,8	60,9
IRL	64,5	71,4
GRE ³	56,3	58,4
ESP	56,1	60,7
POR	67,4	84,4
SWE	49,5	62,2
FIN	47,4	72,1
AUT ²	52,4	59,5
EU-15	47,6	60,3
CZE		58,6
POL		82,9
SVK		80,8
SLO		60,7
HUN	49,2	67,5
SUI ¹	37,0	40,5
ISL	57,4	74,0
NOR	66,5	72,3
TUR	79,8	78,5
RUS		51,9
ROM	52,5	63,8
CAN ³	57,8	62,5
MEX ³	52,4	54,0
ARG ³		72,7
JPN	65,7	74,4
KOR		80,2
CHN		81,0
TPE		59,6
SIN		83,9
AUS	65,6	67,0
NZL ³		74,1
RSA ³	54,5	61,6

1) 1992 statt 1991. – 2) 1993 statt 1991. – 3) 2007 statt 2008.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Berechnungen des NIW.

- Die Unterschiede bzgl. der Akademisierung von FuE zwischen den Volkswirtschaften dürften vor allem auf drei Komponenten zurückzuführen 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 Perspektive passt die im internationalen Querschnitt vergleichsweise durchschnittliche FuE-Akademikerquote in Deutschland ebenso ins Bild wie die hohen Akademikeranteile in den nordischen Ländern und in einer Reihe asiatischer Länder. Dort hat die Spitzentechnologie größeres Gewicht als in Deutschland, wo die FuE-Aktivitäten eher in Sektoren der Hochwertigen Technik mit tendenziell etwas niedrigeren Wissenschaftleranteilen angesiedelt sind (vgl. Abschnitt 2.4), was übrigens auch für viele andere mitteleuropäische Länder gilt.

Der steigende Bedarf an akademischem Wissen im FuE-Prozess ist vor dem Hintergrund des zu erwartenden Strukturwandels zu mehr FuE im Dienstleistungssektor und bei Spitzentechnologien kaum gebrochen. Dies ist in Deutschland angesichts der weiter bestehenden Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung als kritisch und als erheblicher Engpassfaktor anzusehen.⁸⁶ Fachkräfte- und Akademikermangel können hier zu einem entscheidenden Innovationshemmnis werden.

Es gilt deshalb, alle Ansätze zur Mobilisierung der für FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen notwendigen Humankapitalpotenziale zu verfolgen. Hierzu zählt auch die stärkere Gewinnung von hoch qualifizierten Frauen für FuE-Tätigkeiten – nicht nur unter gleichstellungspolitischen Gesichtspunkten. 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 brachliegende Potenziale geschlossen, die es zu mobilisieren gilt, um die Negativwirkungen des unabweisbaren Fachkräftemangels⁸⁷ zu dämpfen.

Die international vergleichenden Datenangebote der OECD lassen leider nur einen eher unvollständigen Vergleich der Wissenschaftlerinnen/Ingenieurinnen im FuE-Prozess zu. Die Frauenanteile am wissenschaftlich ausgebildeten FuE-Personal sind in den meisten Ländern recht konstant und zeigen nur eine geringfügige 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 verstärkt 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. 2.3.3). In Deutschland ist sie mit gut 23 % sogar als sehr niedrig zu bezeichnen. Signifikant wird diese Größenordnung nur in Asien (Japan und Korea mit 13 bzw. 16 %) unterboten. Vor allem

⁸⁶ Vgl. zur Situation in der für die technologische Leistungsfähigkeit relevanten „Tertiärausbildung“ im internationalen Vergleich Egelin, Heine (Hrsg., 2007).

⁸⁷ Vgl. Leszczensky u. a. (2010).

FuE-Trends in den Industrieländern

in den nordischen Ländern sowie in einigen mittel- und osteuropäischen Reformstaaten, aber auch in südeuropäischen Ländern werden 30 bis 40 % erreicht. Hier gibt es ein Gefälle zu Mitteleuropa, denn neben Deutschland weisen auch die Niederlande, Luxemburg, Österreich, Frankreich und Tschechien eine Frauenbesetzung in den Forschungsstäben auf, die unter 30 % liegt. 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.⁸⁸

Tab. 2.3.2: *Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2008**

- Anteile in % -

Land	insgesamt	außeruniversitäre		
		Wirtschaft	FuE-Einrichtungen	Hochschulen
GER	23,2	12,2	30,5	32,7
FRA	27,8	20,8	33,8	34,5
GBR	36,8	19,1	34,6	42,8
ITA	33,2	20,1	44,2	36,7
BEL	31,1	21,7	30,9	37,8
LUX	24,1	19,6	36,6	26,1
NED	23,0	13,2	30,1	34,7
DEN	30,2	24,6	35,7	37,4
IRL	32,3	23,4	40,8	38,7
GRE	36,4	28,0	40,8	38,0
ESP	37,5	28,8	48,0	39,0
POR	43,0	29,6	60,6	46,3
SWE	34,5	24,3	40,4	44,1
FIN	30,7	16,3	42,9	46,6
AUT	26,4	14,2	39,3	36,5
SUI	30,2	18,7	32,6	33,9
NOR	33,9	21,1	41,0	43,1
ISL	37,8	27,3	44,7	44,3
TUR	36,5	23,5	29,7	40,3
CZE	28,5	15,4	37,2	34,8
POL	39,5	26,6	39,4	41,7
SVK	42,3	24,0	45,4	44,4
SLO	35,1	24,0	44,3	38,9
HUN	33,0	22,3	38,2	36,8
ROM	44,8	38,9	50,9	44,7
RUS	41,8	39,9	45,1	41,2
CAN				
USA				
MEX	31,6	25,0	29,8	35,1
ARG	51,5	29,3	48,6	56,2
JPN	13,0	7,1	14,1	23,3
KOR	15,6	11,2	16,0	25,0
ISR		21,5		
CHN				
TPE	20,1	14,0	23,8	27,8
SIN	28,0	25,4	32,4	30,9
AUS				
NZL	39,3	16,3	24,8	45,6
RSA	40,3	29,4	39,4	42,4

*) Oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Berechnungen des NIW.

⁸⁸ Grupp, Breitschopf (2004) stellen einen „trichterförmigen“ Verlauf der Beteiligungsindizes von Männern und Frauen fest, der sich mit zunehmender „Professionalisierung“ immer mehr zugunsten der männlichen Beteiligung öffnet.

Dabei ist der Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern in der Wirtschaft durchgängig niedriger als in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Hier weist Deutschland mit 12 % sogar den europaweit geringsten Frauenanteil auf. Aber auch in den öffentlichen (geförderten) Instituten, wo der Frauenanteil in der Regel deutlich höher ist, ist Deutschland kaum besser platziert, so dass man die Unterschiede zu anderen Volkswirtschaften nicht allein in der Wirtschaft 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.⁸⁹

2.4 FuE-Sektoralstruktur im internationalen Vergleich

Sektoraler Strukturwandel und FuE-Intensivierung gehen Hand in Hand (vgl. Abschnitt 2.3.4). International gesehen gilt es deshalb 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.

In der Industrie 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 Industrien⁹⁰ 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 Technik⁹¹ 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.

⁸⁹ Vgl. Gehrke, Heine (2006).

⁹⁰ Zur Abgrenzung von forschungsintensiven Industrien in der hier zugrunde liegenden Wirtschaftszweigsystematik vgl. Legler, Frietsch (2006).

⁹¹ 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.

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.

Auf eine schon mehrfach (Abschnitt 1.2 und 2.3.4) erwähnte Besonderheit muss an dieser Stelle noch einmal dezidiert hingewiesen werden, denn sie beeinflusst die internationale Vergleichbarkeit von FuE-Strukturdaten ungemein: Hochwertige Dienstleistungen entpuppen sich immer stärker als „mothers of invention“. FuE ist jedoch für Dienstleistungsunternehmen oft schwer zu identifizieren, weil sich das statistische Messkonzept bei FuE sehr stark an den Innovationsaktivitäten der Industrie orientiert. Im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten deutlich weniger stark von FuE-Aufwendungen ab als in der Industrie.⁹² In Deutschland gibt es – wie bspw. in Japan, Korea und Frankreich – im Dienstleistungssektor im Vergleich zu anderen Ländern immer noch beträchtliche „FuE-Lücken“. Hier dürften Erfassungsprobleme sowie Zuordnungen von Dienstleistungstätigkeiten zu Wirtschaftssektoren eine große Rolle spielen.⁹³ So werden bspw. in den südeuropäischen Ländern Portugal, Spanien und Griechenland, aber auch in Norwegen und Australien über 40 % der FuE-Aktivitäten im Dienstleistungssektor durchgeführt. Auch in den USA und Kanada sind es noch über 30 %. 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.⁹⁴

Schwerpunkte der FuE-Aktivitäten

In den OECD-Ländern wurden insgesamt im Jahr 2007 75 % der gesamten internen FuE-Ausgaben in der Verarbeitenden Industrie aufgewendet, zwei Drittel allein vom forschungsintensiven Industriesektor. Auf den Dienstleistungsbereich entfallen 23 %. Die sonstige produzierende Wirtschaft, worunter die nicht forschungsintensiven Industrien, die Energie- und Wasserversorgung, das Baugewerbe sowie die Landwirtschaft subsummiert sind, tätigte 2 % der FuE-Ausgaben (Tab. A.2.4.1).

Deutschland weicht stark von der Struktur des Durchschnitts ab. Mit gut 81 % erreichen forschungsintensive Industrien den höchsten Anteil der FuE-Aufwendungen unter den darstellbaren Ländern. Auf FuE im Dienstleistungsbereich entfällt mit lediglich 11 % hingegen ein eher niedriger Anteil, ähnliche in Korea, Japan und Frankreich, wo dieser Sektor auf rund 8 bis 10 % der FuE-

⁹² Vgl. z. B. Preissl (2000).

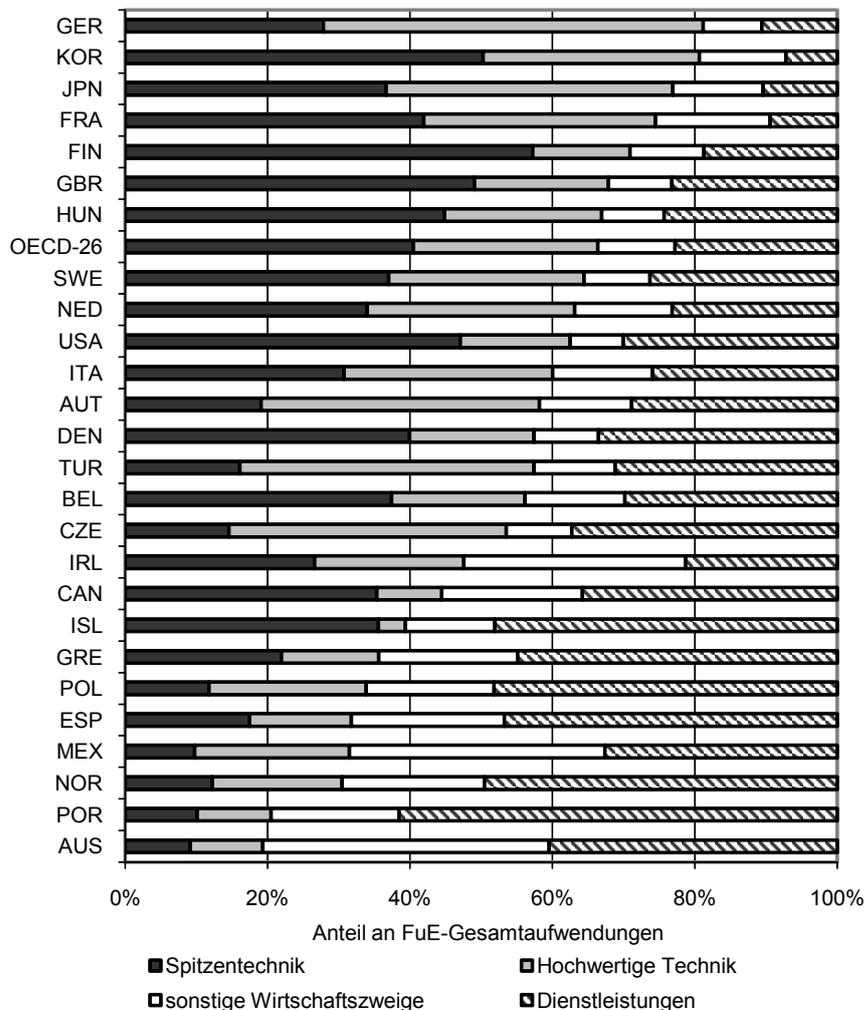
⁹³ Vgl. OECD (2000).

⁹⁴ Auffällig ist, dass eine Reihe von Ländern, in denen die FuE-Kapazitäten stark im (Wieder-)Aufbau begriffen sind, hohe FuE-Anteile des Dienstleistungssektors aufweist, so auch in Polen und Tschechien.

Aufwendungen kommt (vgl. Abb. 2.4.1). Den Schwerpunkt bildet in Deutschland seit Jahren der Sektor Hochwertige Technik, der 53 % der FuE-Aufwendungen auf sich vereint. Ein ähnlich hohes Gewicht dieses Sektors ist in keinem anderen OECD-Land (Durchschnitt: 26 %) auch nur annähernd zu finden. In vielen anderen Ländern werden zudem im Spitzentechnologiesektor deutlich mehr FuE-Mittel verwendet als im Sektor Hochwertige Technik. In Deutschland liegt dessen Anteil bei 28 %, im OECD-Durchschnitt sind es – nicht zuletzt wegen des hohen Gewichts der USA (47 %) – insgesamt 40 %.

In den USA sticht zudem der 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 Spitzentechnologieproduktion sind besonders intensiv. Ein gewisser Teil ist aber auch auf unterschiedliche Erfassungs- und Zuordnungssystematiken in der FuE-Statistik zurückzuführen.

Abb. 2.4.1: Internationaler Vergleich der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2007



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

FuE-Trends in den Industrieländern

Dabei wird die sektorale Verteilung der FuE-Aufwendungen im OECD-Raum ganz maßgeblich von wenigen Ländern, insbesondere den USA, bestimmt (Tab. 2.4.1): So wird die Hälfte der Aufwendungen für die Durchführung von FuE in Spitzentechnologiesektoren in den USA investiert. Im Dienstleistungsbereich sind es sogar 57 %. Absolut dominieren die USA auch alle einzelnen Spitzentechnologiebranchen. Relative Stärken⁹⁵ weisen hier nur noch Japan in den Sektoren Büromaschinen/EDV und Nachrichtentechnik sowie Korea in der Nachrichtentechnik auf. Deutschland ist in diesem Bereich nur in der MSR-Technik stark, Frankreich und Großbritannien im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik, Großbritannien zusätzlich auch noch in der Pharmaforschung.

Tab. 2.4.1: Struktur der FuE-Ausgaben 2007 in der OECD-26

Sektor	Vertikalstruktur ¹ in %	Anteile von ... an der OECD-26					
	OECD	USA	JPN	KOR	GER	FRA ²	GBR ²
Spitzentechnik	40,1	50,6	17,0	6,3	5,9	4,7	4,7
Pharmazeutika	12,4	55,5	13,7	1,0	5,2	5,1	8,8
Büromaschinen/EDV	2,4	47,3	36,3	3,1	5,5	0,8	0,2
Nachrichtentechnik	13,8	36,8	24,7	16,1	4,3	3,8	1,6
MSR-Technik	6,6	63,2	12,5	1,2	9,2	4,6	2,0
Luft- und Raumfahrzeuge	4,9	61,4	0,1	0,8	7,5	9,5	10,4
Hochwertige Technik	25,6	26,0	29,1	6,0	17,6	5,8	2,9
Industriechemikalien	4,4	30,1	25,5	6,2	14,2	5,5	4,1
Maschinenbau	6,0	27,0	26,6	5,8	15,7	3,9	3,8
Elektrotechnik	3,0	14,7	48,6	3,3	8,8	6,3	4,0
Automobilbau	11,4	22,9	28,7	7,1	23,2	7,1	1,8
übrige Fahrzeuge	0,9	77,3	3,0	1,2	3,8	2,8	0,7
Übrige Industriezweige	9,7	37,6	23,4	4,5	6,5	6,2	3,4
Dienstleistungen	22,6	57,4	8,6	1,6	4,0	2,1	4,4
übrige Wirtschaft	2,0	18,9	15,1	8,5	3,0	10,3	2,8
Insgesamt	100,0	43,9	18,8	5,1	8,4	4,7	4,0

1) Anteil der sektoralen internen FuE-Aufwendungen an den Aufwendungen der Wirtschaft in %. – 2) 2006 statt 2007. OECD-26: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, GRE, ESP, POR, SWE, FIN, AUT, ISL, NOR, TUR, POL, HUN, CZE, CAN, USA, MEX, JPN, KOR, AUS.

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

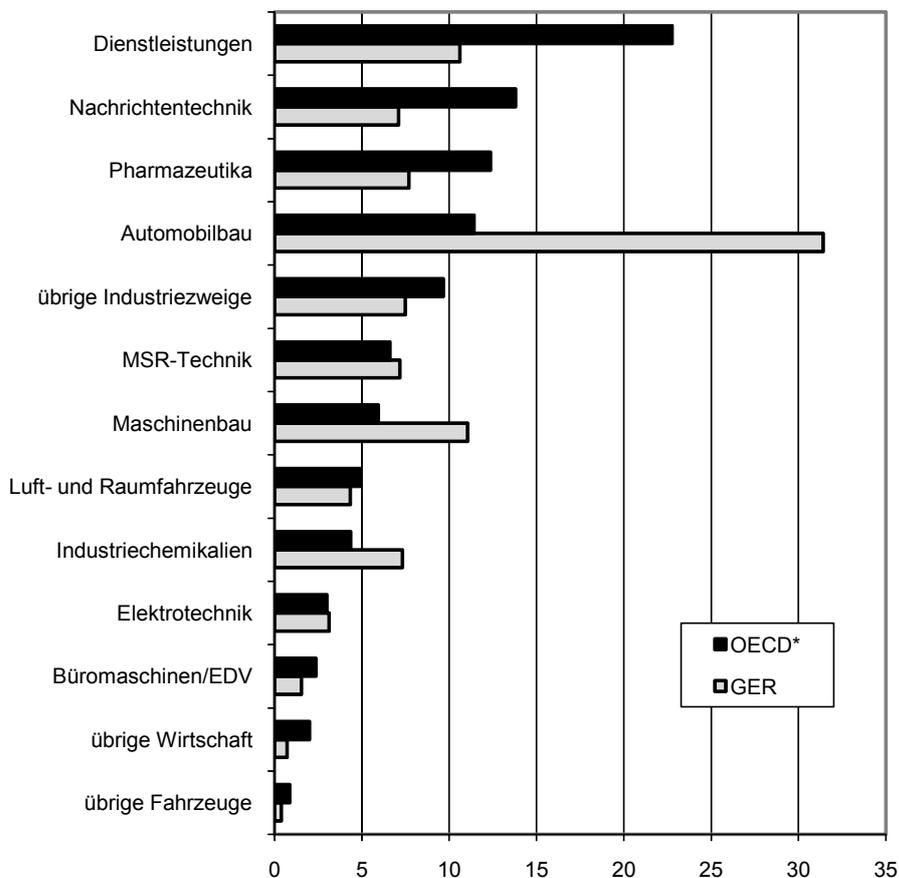
Eine sehr viel ausgeglichene internationale Verteilung der FuE-Kapazitäten ergibt sich in den Sektoren der Hochwertigen Technik, wo Japan mit einem Anteil von 29 % die Spitzenposition vor den USA hält. Insbesondere im Automobilbau wurden 2007 in Japan und in Deutschland jeweils mehr FuE-Mittel aufgewendet als in den USA. Deutschland und Japan weisen mit Ausnahme des „übrigen Fahrzeugbaus“ (vor allem Schienenfahrzeuge) in allen Sektoren relative Stärken auf. Die USA dominieren weiterhin den sehr kleinen Bereich des übrigen Fahrzeugbaus. Unter den anderen Ländern sind nennenswerte Stärken allenfalls noch in der Automobilindustrie Koreas und Frankreichs festzustellen.

⁹⁵ Gemessen im Vergleich des jeweiligen Anteils des Sektors eines Landes mit dem durchschnittlichen Anteil des jeweiligen Landes an den FuE-Aufwendungen der OECD insgesamt. Japan weist bei Büromaschinen/EDV einen Anteil von 36,3 % an allen FuE-Ausgaben dieses Sektors in der OECD auf, aber nur einen Anteil von 18,8 % an allen FuE-Ausgaben in der OECD (vgl. Tab. 2.4.1).

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

- der Automobilbau als Deutschlands herausragender 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.

Abb. 2.4.2: *Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit¹⁾ in Deutschland und in den wichtigsten Industrieländern 2007²⁾*



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

2) OECD geschätzt.

*) OECD-26: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, GRE, ESP, POR, SWE, FIN, AUT, ISL, NOR, TUR, POL, HUN, CZE, CAN, USA, MEX, JPN, KOR, AUS.

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

Dies gilt nicht nur für den aktuellen Querschnitt, sondern meist auch für das FuE-Wachstum seit Mitte der 90er Jahre (Tab. A.2.4.1):

- So ist der FuE-Kapazitätswachstum im deutschen Automobilbau herausragend hoch: Über die Hälfte des Zuwachses an FuE-Kapazitäten in Deutschland ist seit 1995 im Automobilbau entstanden; 23 % der OECD-Automobil-FuE-Kapazitäten haben 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 gab es eine vergleichsweise hohe FuE-Dynamik bei der MSR-Technik und in der Pharmazeutischen Industrie. Während jedoch die Pharmaindustrie zu den Zweigen gehört, die einen zunehmenden Anteil an den FuE-Ressourcen der Weltwirtschaft in Anspruch genommen haben, stagnierte die Instrumentenbau-FuE eher. Zudem hat Deutschland das weltweite FuE-Tempo in der Pharmazeutischen Industrie im letzten Jahrzehnt nicht halten können.

- Auch in allen übrigen Wirtschaftszweigen hängt der Zuwachs bei FuE zwischen 1995 und 2007 in Deutschland zurück. In den stark von Elektronik geprägten Industrien ist der Anteil an den FuE-Aufwendungen im OECD-Raum weiter zurückgegangen.
- Die sonstigen Industrien stagnieren (Luft- und Raumfahrzeugbau und Chemie) in ihrem FuE-Aufkommen oder sie haben diese Aufwendungen gar reduziert (Elektrotechnik); die Innovationspotenziale werden dort offensichtlich langsamer ausgeweitet. In der Chemie hat Deutschland noch immer hohe Spezialisierungsvorteile; auch wenn diese gegenüber den 90er Jahren geschrumpft sind. Immerhin sind sie noch vorhanden – anders als in der Elektrotechnik. Im Luft- und Raumfahrzeugbau gab es immer große Schwankungen in den weltweiten FuE-Volumina, 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 Außenhandel⁹⁶ oder bei Patenten⁹⁷ 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 stärker wachsenden Spitzentechnologie- und Dienstleistungsbereichen bieten.⁹⁸ 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 20 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:

- Die Bedeutung der FuE-Kapazitäten der deutschen Industrie in der OECD ist am leichtesten an der Kurve der Verarbeitenden Industrie abzulesen. Bis 1997 sank der Anteil von 14 % auf 10 % ab und hat dieses Niveau seitdem in etwa gehalten.

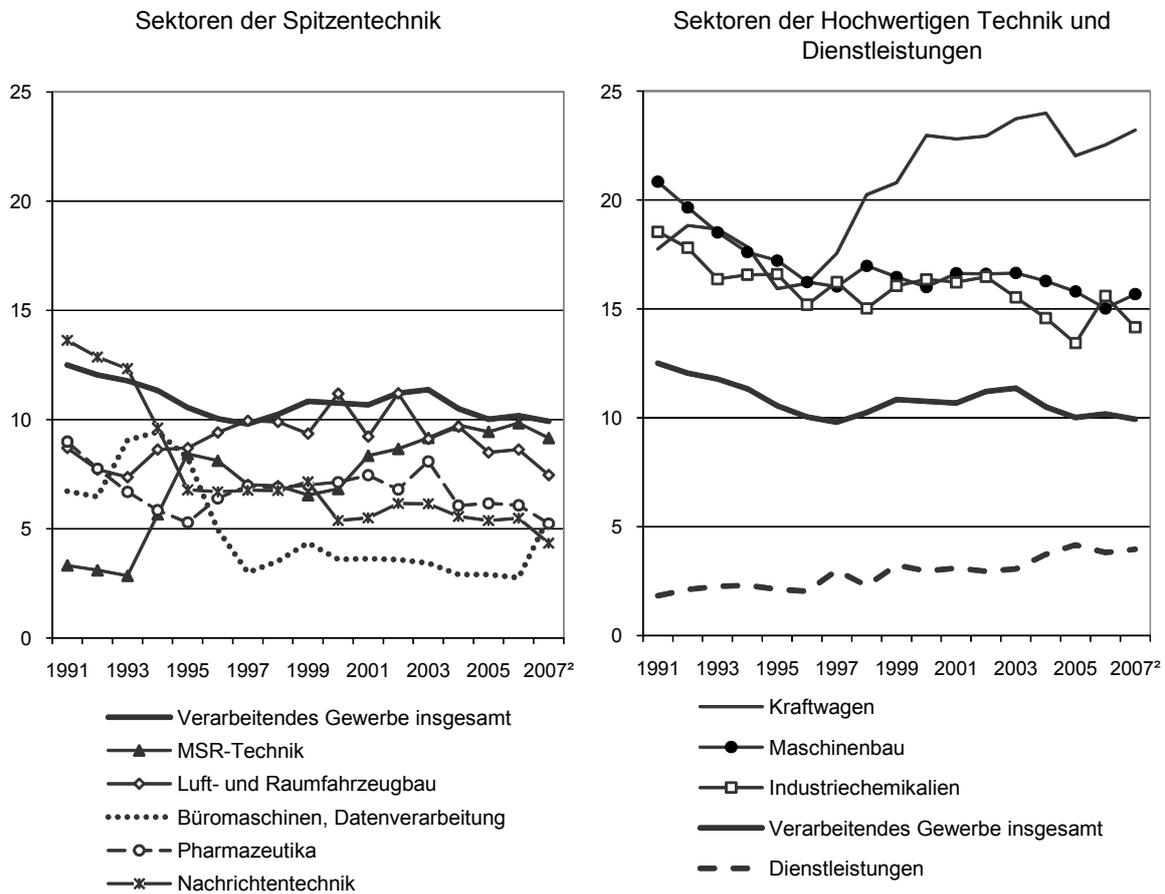
⁹⁶ Vgl. Döhrn, Engel, Stiebale (2008); Gehrke, Legler, Schasse (2009); Belitz u. a. (2011); Cordes, Gehrke (2011).

⁹⁷ Vgl. Frietsch, Köhler, Blind (2008); Frietsch u. a. (2010).

⁹⁸ Innerhalb des Spitzentechnologiesegments hat sich das Wachstum in den IuK-orientierten Zweigen (DV, Nachrichtentechnik) mittlerweile in Nicht-OECD-Länder in Asien (v. a. China und Indien) verlagert. Dies wird auch in der regionalen Verteilung der Weltmarktpatente in diesem Technologiefeld deutlich, vgl. Frietsch u. a. (2010). In den OECD-Ländern findet dagegen kein weiterer Ausbau der FuE-Kapazitäten statt.

- 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 16 auf 23 % von den für Deutschland allgemein zu beobachtenden Trends deutlich positiv absetzen können.
- Bei Pharmazeutika (seit den 80er Jahren) und Nachrichtentechnik (seit Mitte der 90er Jahre) hat Deutschland schon seit langem keine Spezialisierungsvorteile mehr.
- In den kleineren Sektoren sind unterschiedliche Entwicklungen eingetreten: Bei FuE im Luft- und Raumfahrzeugbau ist es bisher nicht gelungen Spezialisierungsvorteile zu erzielen.⁹⁹ Verbesserungen hat es bei der MSR-Technik gegeben. Dienstleistungen haben zuletzt leicht zugelegt, allerdings auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau.

Abb. 2.4.3: Anteil Deutschlands an den internen FuE-Aufwendungen der OECD¹⁾ in ausgewählten Sektoren 1991 bis 2007 (in %)



1) 26 größte OECD-Länder: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, GRE, ESP, POR, SWE, FIN, AUT, ISL, NOR, TUR, POL, HUN, CZE, CAN, USA, MEX, JPN, KOR, AUS.

2) OECD geschätzt.

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

⁹⁹ 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 worden ist. Eigentlich war der deutsche Luftfahrzeugbau seit Mitte der 90er Jahre auf dem Wege zu einer höheren FuE-Bedeutung.

FuE-Intensitäten

Der Beitrag der einzelnen Sektoren der deutschen Wirtschaft zum erfassten weltweiten 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 deutschen Industrien z. T. jedoch recht gut da.

Die FuE-Intensität der Wirtschaft (FuE-Ausgabenanteil am Produktionswert) betrug im Jahr 2006¹⁰⁰ im Durchschnitt der 24 (wichtigsten) OECD-Länder 0,8 %. Mit einer FuE-Intensität von 2,4 % produzierte das Verarbeitende Gewerbe (vgl. Abb. 2.4.4) im Schnitt der OECD sehr viel forschungsintensiver als der Dienstleistungssektor insgesamt (0,3 %). Innerhalb der forschungsintensiven Industrie war definitionsgemäß der Spitzentechnologiesektor mit 10,3 % weitaus forschungsintensiver als der Sektor Hochwertige Technik, dessen FuE-Ausgabenanteil am Produktionswert 2,6 % betrug. Die höchste FuE-Intensität wies mit Abstand die Pharmazeutische Industrie (14,3 %) auf. Es folgen der Instrumentenbau (10,4 %), Büromaschinen/EDV (9,9 %), Luft- und Raumfahrzeugbau (9,6 %) und Nachrichtentechnik/Elektronik (8,3 %) mit ebenfalls hohen FuE-Intensitäten.

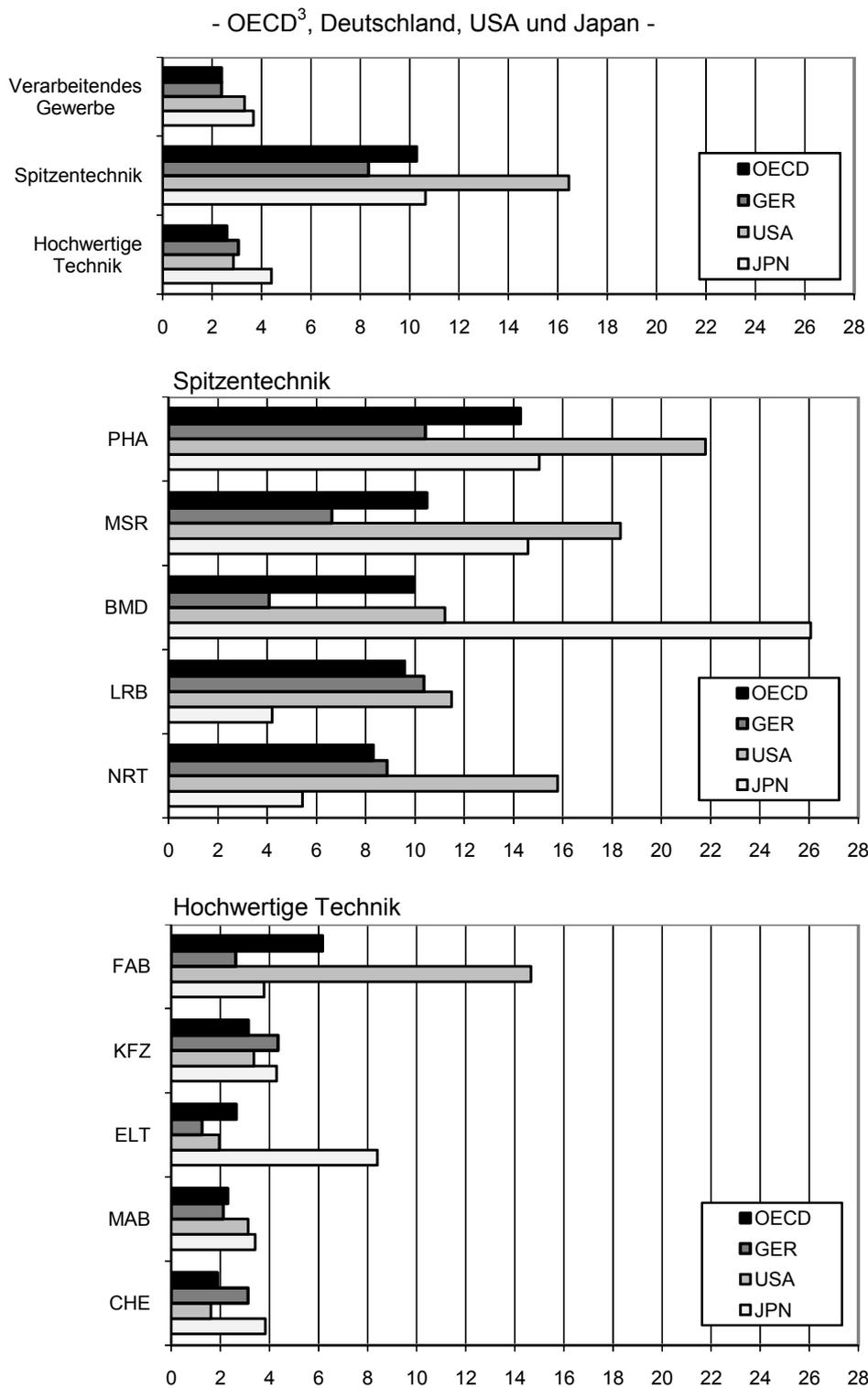
Deutschlands gesamtwirtschaftlicher FuE-Anteil von 1,0 % am Produktionswert der Wirtschaft war im internationalen Vergleich überdurchschnittlich hoch. Er war damit gleich hoch wie in den USA, jedoch niedriger als in Japan (1,4 %), Finnland (1,2 %) und Schweden (1,5 %). Trotz der enormen Ausweitung der 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 Deutschland betragen die FuE-Ausgaben am Produktionswert des Dienstleistungssektors lediglich 0,2 %. FuE ist im deutschen Dienstleistungssektor also nach wie vor ein wesentlich weniger bedeutender Aktionsparameter als in der industriellen Produktion – trotz der vergleichsweise hohen Verbreitung von Innovationsaktivitäten.¹⁰¹

Im Verarbeitenden Gewerbe war die Produktion in Japan mit 3,7 % am forschungsintensivsten, es folgen Schweden (3,5 %), die USA (3,3 %), Finnland und Dänemark (jeweils 3 %). In Deutschland lag die FuE-Intensität im Verarbeitenden Gewerbe mit 2,4 % im Durchschnitt der OECD und damit auch ähnlich hoch wie in Großbritannien und Frankreich. Innerhalb der forschungsintensiven Industrie wichen die Intensitäten in Deutschland zum Teil erheblich vom OECD-Durchschnitt und den entsprechenden Werten für die USA und Japan ab (vgl. Abb. 2.4.4).

- 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 produziert im OECD-Maßstab überdurchschnittlich FuE-intensiv im Luft- und Raumfahrzeugbau sowie bei Nachrichtentechnik/Elektronik, jedoch nicht bei Büromaschinen/EDV, Pharmazie und MSR-Technik. Japan hat neben dem Computerbau FuE-Intensitätsvorteile bei Pharmazie und MSR-Technik.

¹⁰⁰ Die für die Berechnung notwendigen Produktionsdaten sind für die USA und Japan nur bis zum Jahr 2006 verfügbar.

¹⁰¹ Vgl. Rammer, Weißenfeld (2008).

Abb. 2.4.4: FuE-Intensität¹ in forschungsintensiven Industriezweigen 2007²

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 Pharmazeutische Erzeugnisse; MAB = Maschinenbau.
 1) interne FuE-Ausgaben in % des Produktionswertes. – 2) oder letztverfügbares Jahr. – 3) GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, FIN, ESP, POR, GRE, SWE, AUT, ISL, NOR, HUN, POL, CZE, USA, CAN, MEX, JPN, KOR.

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

- In der Hochwertigen Technik ergibt sich eine andere Hierarchie: Deutschland hat FuE-Intensitätsvorteile im Automobilbau und in der Chemieindustrie, die USA im Schienenfahrzeugbau und im Maschinenbau, Japan in Elektrotechnik, Chemie, Automobil- und Maschinenbau.

Soweit es an den sektoralen FuE-Intensitäten bis Mitte des letzten Jahrzehnts ablesbar ist, war die deutsche Industrieforschung lange Zeit – im Vergleich zu ihren internationalen Konkurrenten – in den meisten der Spitzentechnologiebereiche nicht so stark vertreten, wie es der an der Produktion gemessenen weltwirtschaftlichen Bedeutung entsprochen hätte. 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. A.2.4.1) hat Deutschland eine führende Position im internationalen Technologiewettbewerb beschert, Einkommen und Beschäftigung haben sich in diesen Bereichen der höheren und mittleren Technologie (Chemie, Elektroindustrie, Maschinen- und Fahrzeugbau) besser entwickelt als im Bereich der Spitzentechnologie¹⁰² – hier hat sich eine geschickte und kreative Kombination von angestammten Kompetenzen mit neuen Spitzentechnologien ausgezahlt.

Ob eine solche FuE-Spezialisierung auch zukünftig Erfolg versprechend sein kann, wird vor dem Hintergrund sich wandelnder gesamtwirtschaftlicher Rahmenbedingungen in Zweifel gezogen. Eine Vernachlässigung von FuE im Bereich der Spitzentechnologien durch die Unternehmen in Deutschland könnte sich langfristig nachteilig auswirken, wenn dadurch die Teilhabe an neuen Wachstumsfeldern und Querschnittstechnologien gefährdet ist (z. B. Life Science, Biotechnologie, Nanotechnologie, Mobilitätsdienstleistungen u. ä.):

- Der Strukturwandel vollzieht sich immer schneller, die Lebenszyklen von Produkten und Leistungen verkürzen sich. Es bleibt weniger Zeit zum Importieren von Technologien und zeitraubende Anpassung. Mehr eigene Spitzentechnologien sind dann von Vorteil.
- Aufholende Schwellenländer suchen vor allem bei gehobenen und mittleren Technologien Anknüpfungspunkte für ihre strukturelle und technologische Entwicklung. Dies verschärft den weltweiten Wettbewerbsdruck vor allem im Bereich der entsprechenden Sektoren.
- Deutschland schien lange Zeit in Bezug auf grundlegende Innovationen in neu entstehenden Technologiefeldern wie der Biotechnologie oder den Informations- und Kommunikationstechnologien eher komparative Nachteile aufzuweisen, die zumindest teilweise auf institutionelle Ursachen zurückgeführt werden konnten.¹⁰³
- Spitzentechnologien strahlen als „general purpose“-Technologien auch erheblich auf FuE in anderen Bereichen aus und haben meist eine hohe Breitenwirkung. 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 ge-

¹⁰² Vgl. Schumacher, Legler, Gehrke (2002) für die Entwicklung in den 90er Jahren; Cordes, Gehrke (2011).

¹⁰³ Vgl. Soskice, Hall (2000).

wissen Entwicklungsrückstand biotechnologischer Forschung in Deutschland zurückgeführt werden können.¹⁰⁴

Auf der anderen Seite hat Deutschland jedoch sowohl in der Wirtschafts- als auch in der Außenhandelsstruktur in den Sektoren der Hochwertigen Technik ein großes Beharrungsvermögen und eine vergleichsweise hohe FuE-Intensität. Selbst wenn die mittelfristigen Expansionschancen hier geringer eingeschätzt werden sollten als in Spitzentechnologiebranchen, können mit dieser Basis mögliche Wachstumsnachteile kompensiert werden, wenn es gelingt, die Innovationspotenziale intensiver auszuschöpfen. 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. Es geht aus deutscher Sicht auch nicht notwendigerweise um eine grundlegende Umwälzung bestehender Strukturen, die ohnehin kaum zu vollziehen wäre. 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 von morgen wie Informationsverarbeitung, Gesundheit, Umwelt und Klimaschutz usw. ausreichend mit neuestem Wissens ausgestattet ist.

¹⁰⁴ Gaisser, Nusser, Reiß (2005), Nusser, Soete, Wydra (2007).

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 einiger ostasiatischer Länder – insbesondere Taiwan, Südkorea und Singapur – in den 80er und 90er Jahren deutlich geworden. Was Japan in den 60er und 70er Jahren und Südkorea in den 80er und 90er 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 Ort.¹⁰⁵

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. Taiwan, Südkorea und Singapur. 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 bis Mitte der 90er Jahre 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-

¹⁰⁵ Vgl. Gerybadze et al. (1997).

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 vor allem 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 zurück,¹⁰⁶ die über mehrere Jahre hinweg fortgeschrieben wurde.¹⁰⁷ 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 an sozioökonomischen wie auch an innovationsökonomischen Indikatoren – zur Gruppe der forschungsintensiv produzierenden Volkswirtschaften aufgeschlossen haben.¹⁰⁸
- 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-Mitgliedstaaten 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.¹⁰⁹
- China und Indien legen allein aufgrund 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-Mitgliedstaaten Estland, Lettland und Litauen – die kleinsten unter den Aufhol-Ländern – haben sich seit Überwindung der Russlandkrise Ende der 1990er Jahre 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.

¹⁰⁶ Vgl. Gehrke, Legler u. a. (1997).

¹⁰⁷ Vgl. BMBF (1998), BMBF (1999), Steincke (2000), Krawczyk, Frietsch, Schumacher (2002), Krawczyk, Frietsch, Schumacher u. a. (2007).

¹⁰⁸ Vgl. Krawczyk, Frietsch, Schumacher u. a. (2007).

¹⁰⁹ Vgl. Cordes, Gehrke (2011).

- Die Türkei ist mit knapp 74 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 ein bedeutender Handelspartner Brasiliens und Russlands, die – vor allem aufgrund ihrer Rohstoffvorkommen und der steigenden Rohstoffpreise – jüngst ein (nominales) BIP-Wachstum 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 ist zu untersuchen, wie weit sie im technologischen Aufholprozess fortgeschritten sind. An dieser Stelle sei angemerkt, dass Korea, Taiwan und Singapur – gemessen am Pro-Kopf-Einkommen – nicht mehr zu den aufholenden Schwellenländern zu zählen sind, der zu untersuchende Betrachtungszeitraum seit 1991 jedoch die Periode analysiert, in der diese Länder ihren Aufholprozess vollzogen haben. Sie setzen damit quasi einen zusätzlichen Benchmark. An ihnen kann man die Entwicklung des Aufholprozesses recht gut nachvollziehen.

Im Folgenden werden die FuE-Aktivitäten der Aufhol-Länder anhand international vergleichbarer Indikatoren erörtert. 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. Diese Datenquellen sind:

- Statistiken der OECD (vor allem „Main Science und Technology Indicators“) zur Beschreibung der FuE-Aktivitäten in OECD-Mitgliedstaaten sowie in neun Nicht-OECD-Ländern, darunter Russland, Slowenien, Rumänien, China, Singapur und Taiwan.
- Eurostat-Datenbank.
- Statistische Ämter, Ministerien und spezifische nationale Einrichtungen in den Ländern.
- Die fDi-Markets-Datenbank der Financial Times für ausländische Direktinvestitionen, um die unterschiedliche Bedeutung von Aufhol-Ländern bei der Internationalisierung von FuE darzustellen.
- 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.

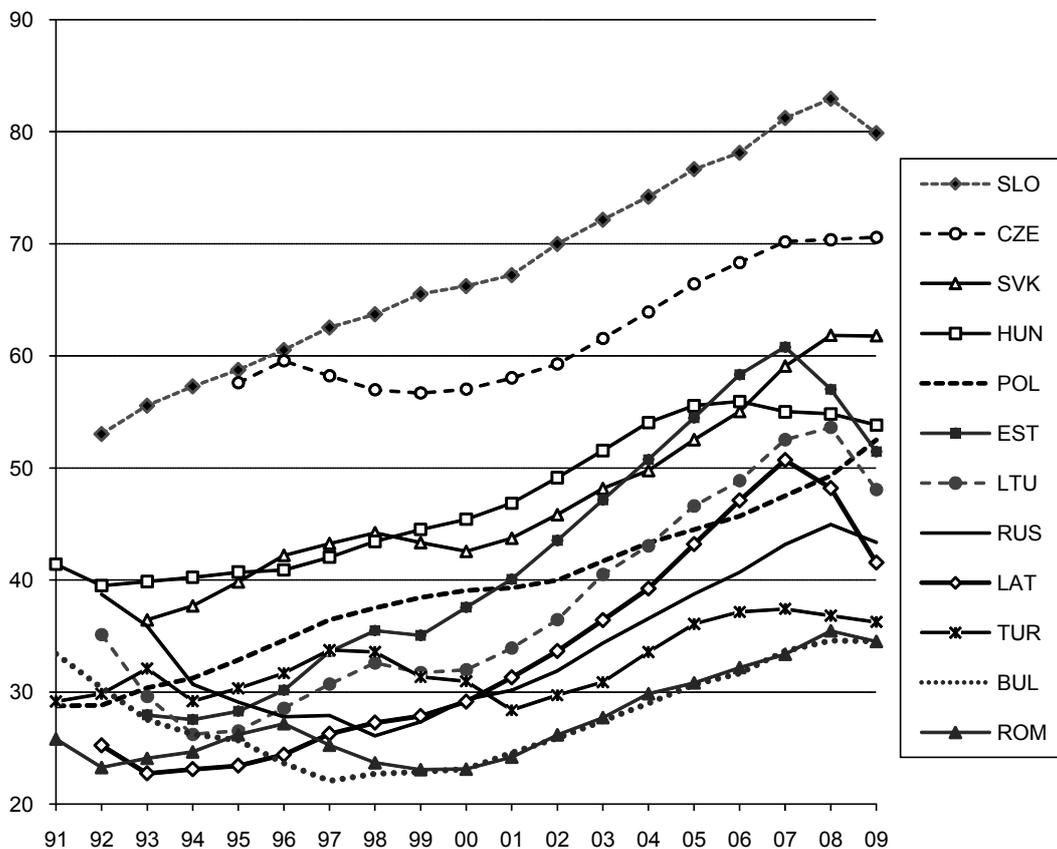
3.2 Weltwirtschaftliche Einordnung der Aufhol-Länder

Die hier betrachteten 19 Aufhol-Länder repräsentieren im Jahr 2009 gut $\frac{3}{4}$ der Gesamtbevölkerung von OECD-Staaten und den ausgewählten Aufhol-Ländern insgesamt (fast 61 % der Weltbevölkerung). Sie verfügen allerdings nur über 34 % des in der OECD und den Aufhol-Ländern gemeinsam erzielten Bruttoinlandsprodukts (BIP; insgesamt ca. 82 % des Weltbruttoinlandsproduktes). Das (nominale) BIP der Aufhol-Länder ist jedoch seit 1995 mit jahresdurchschnittlich 8,5 % 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 24 %.

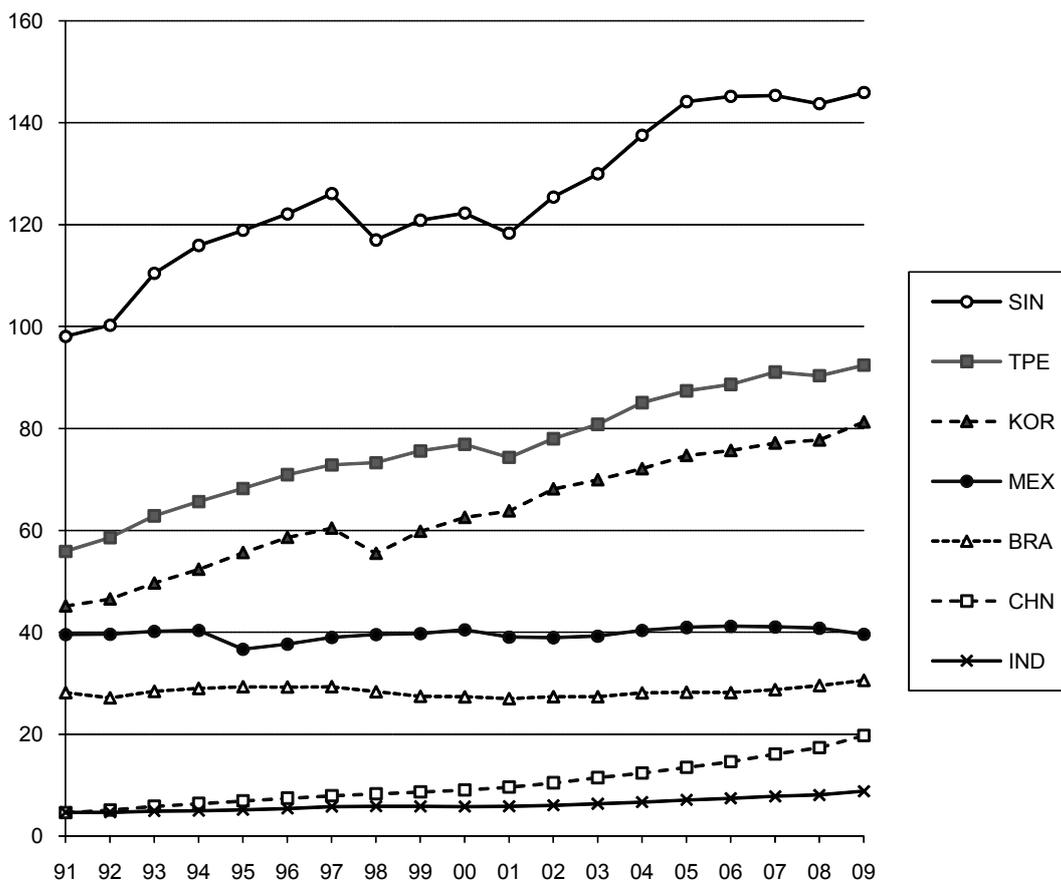
Die Aufhol-Länder weisen in Niveau und Dynamik der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung sehr große Unterschiede auf (Abb. 3.2.1). So erreicht Singapur mit 140 % des deutschen Pro-Kopf-Einkommens (gemessen in KKP \$) das höchste Niveau, gefolgt von Taiwan mit 90 % sowie Slowenien und Korea mit rund 80 %, Tschechien (70 %) und Slowakei (62 %). Unter den europäischen Aufhol-Ländern ist das Pro-Kopf-Einkommen in der Türkei, Rumänien und Bulgarien mit 35 % des deutschen Wertes am geringsten, Brasilien (30 %), China (20 %) und Indien (10 %) liegen noch darunter. Die ausgewählten Länder zeichnen sich durch ein kräftiges Wirtschaftswachstum seit Ende der 90er Jahre aus. Dies gilt besonders für China, die baltischen Staaten aber auch Russland, Rumänien und Bulgarien, die ihr Pro-Kopf-Einkommen seit 2000 verdoppeln konnten, wenn auch von einem geringen Niveau.

Abb. 3.2.1: BIP pro Kopf in ausgewählten Aufhol-Ländern 1991 bis 2009
(Deutschland = 100)

a) Europäische Aufhol-Länder



b) Asiatische und amerikanische Aufhol-Länder



Quellen: International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, Oktober 2010. – Berechnungen des NIW.

Vor allem in den europäischen Aufhol-Ländern haben die Krisenjahre 2008 und 2009 Spuren hinterlassen: In den meisten Ländern kam das Wachstum zum Erliegen, ihr BIP pro Kopf stagnierte bzw. sank im Vergleich zu Deutschland. In den asiatischen und amerikanischen Aufhol-Ländern trat dieser Effekt – mit Ausnahme Mexikos – nicht ein. Diese Länder sind verhältnismäßig glimpflich durch die Krise gekommen.

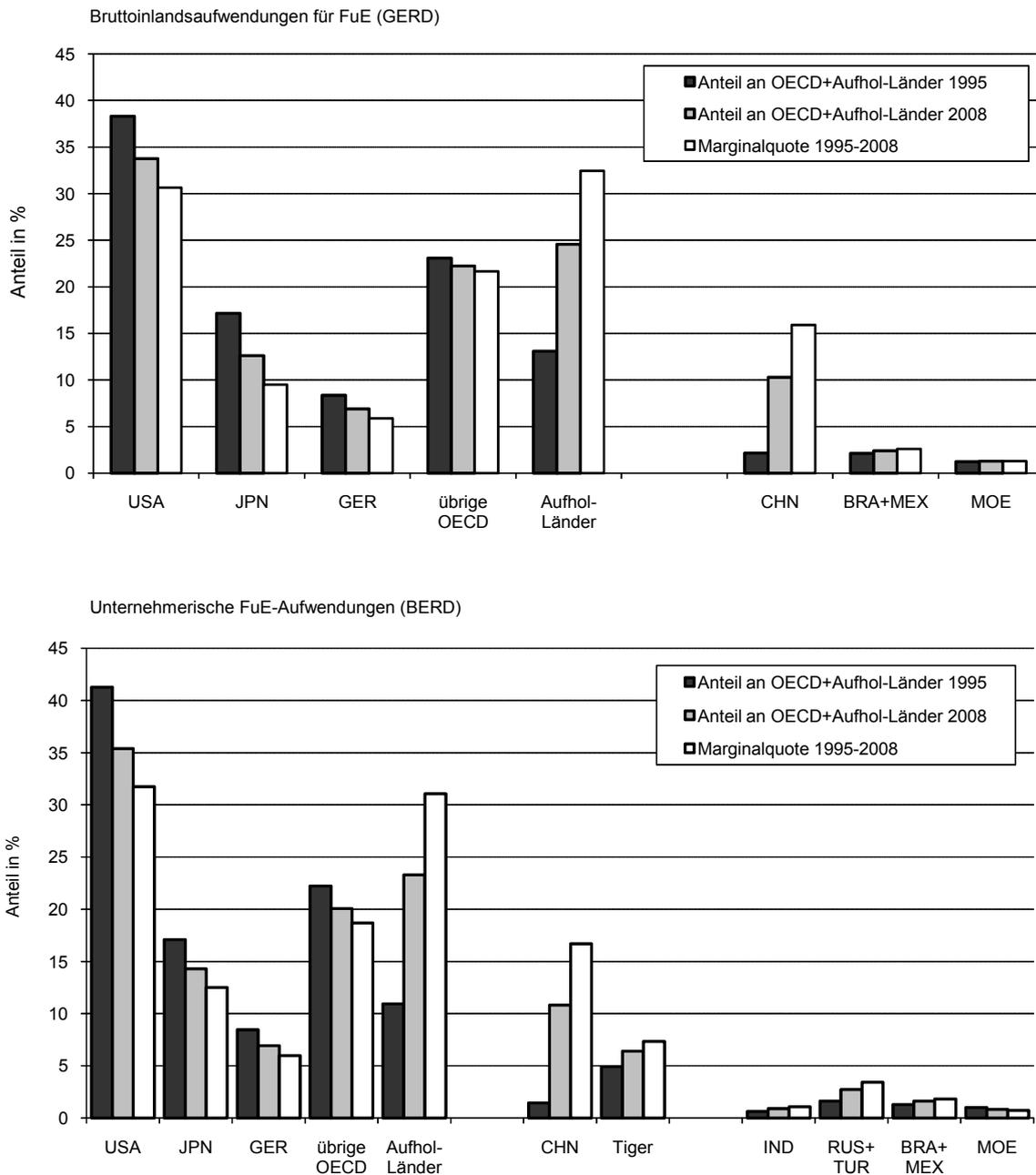
3.3 Forschung und Entwicklung in den Aufhol-Ländern

FuE im Überblick

Auf die Aufhol-Länder entfiel im Jahr 2008 ein Viertel (25 %) der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD, gemessen in \$ KKP) von OECD- und Aufhol-Ländern insgesamt, nach nur 13 % noch im Jahr 1995 (vgl. Abb. 3.3.1). 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 Korea, Singapur und Taiwan haben ihren Anteil von 8 % auf 18 % zwischen 1995 und 2008 mehr als verdoppelt. Etwa ein Drittel der zwischen 1995 und 2008 zusätzlich aufgebrauchten FuE-Aufwendungen von OECD und Aufhol-Ländern insgesamt entfällt auf die Aufhol-Länder, davon allein knapp die Hälfte auf China. Ein Fünftel wurde durch die Tiger-Staaten aufgebracht, 30 % verteilen sich auf die restlichen Aufhol-Länder, darunter die mittel- und osteuropäischen EU-Mitgliedstaaten (MOE) mit dem geringsten Anteil. Auf der Seite der Industrienationen lagen die

Wachstumsbeiträge der USA bei 30 %, Japans bei 10 % und Deutschlands bei 6 %. Die „Marginalbeiträge“ der großen FuE-Länder zum weltweiten Zuwachs des FuE-Aufkommens seit 1995 liegen damit deutlich unterhalb ihres ehemaligen Gewichts. Diese Entwicklung, d. h. die Verschiebung des FuE-Wachstums in aufholende Schwellenländer, hat sich im neuen Jahrzehnt noch einmal beschleunigt.

Abb. 3.3.1: Anteil ausgewählter OECD- und Aufhol-Länder und Regionen an der Entwicklung der FuE-Kapazitäten 1995 bis 2008



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;

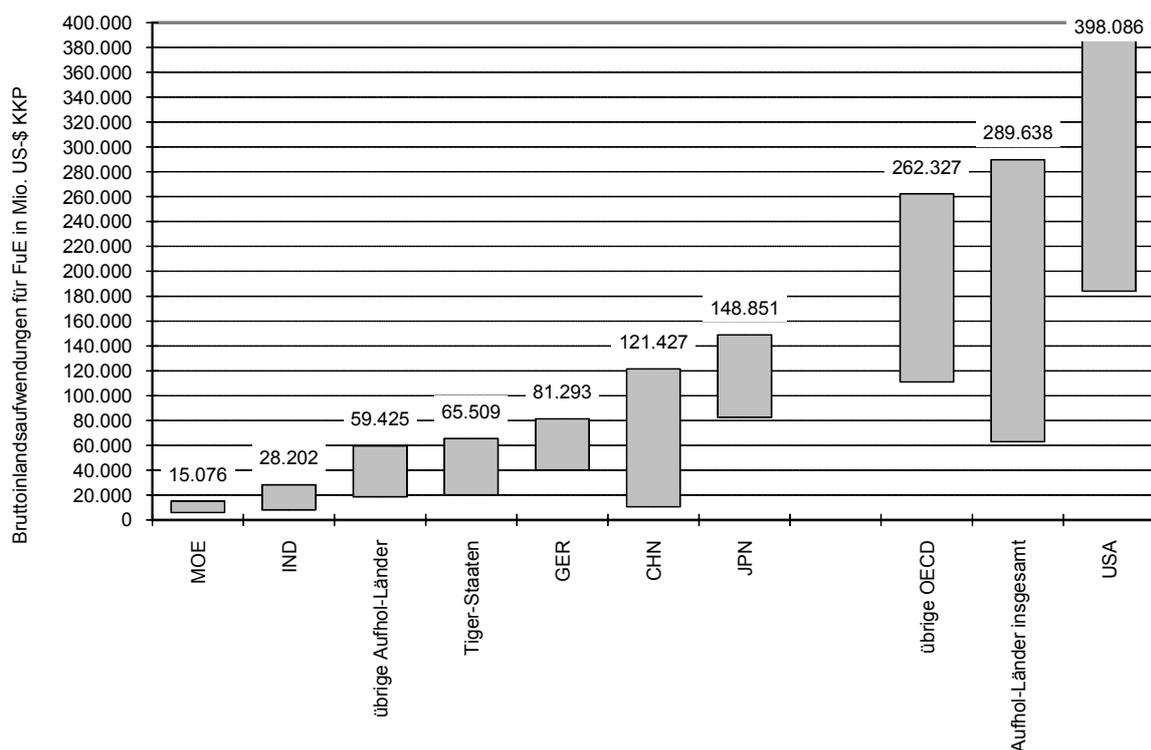
Quelle: OECD, MSTI 2/2010, Eurostat, MOST India (2009), MCT do Brasil (2010). – Berechnungen des NIW.

Aufholende Schwellenländer im technologischen Wettbewerb

Insbesondere Unternehmen haben zum FuE-Wachstum in den Aufhol-Ländern beigetragen. Der Anteil dieser Länder an den gesamten unternehmerischen FuE-Aufwendungen (BERD, gemessen in \$ KKP) von OECD und Aufhol-Ländern stieg von 11 % im Jahr 1995 auf 23 % im Jahr 2008. Auch hier lag der Beitrag der Aufhol-Länder bei fast einem Drittel. Dabei haben China und die Tiger-Staaten zusammen etwa 75 % zu den zusätzlichen unternehmerischen FuE-Aufwendungen beigesteuert.

Während die gesamten FuE-Ausgaben der Aufhol-Länder im Jahr 1995 – gemessen in \$ KKP – noch weit unter den Ausgaben Japans lagen, waren sie 2008 fast doppelt so hoch (vgl. Abb. 3.3.2). Quantitativ ist vor allem China auf einem steilen FuE-Expansionspfad. Es hat die FuE-Ausgaben seit Mitte der 90er Jahre bis 2008 auf 121 Mrd. \$ KKP verzehnfacht und sich damit in kurzer Frist vor Deutschland (81 Mrd. \$ KKP) auf Rang 3 der forschungsreichen Länder (USA 398 Mrd. \$ KKP, Japan 149 Mrd. \$ KKP) geschoben. Korea folgt Frankreich und Großbritannien auf Rang 7 bei den absoluten Ausgaben, Indien gleich danach auf Rang 8. Russland, Brasilien und Taiwan befinden sich auf den Rängen 11 bis 13 noch vor Spanien und Schweden, die Türkei liegt zwischen Belgien und Finnland auf Rang 21.

Abb. 3.3.2: Veränderung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD in US-\$ KKP) in ausgewählten OECD- und Aufhol-Ländern und Regionen 1995 bis 2008



MOE: POL, HUN, CZE, SVK, SLO, EST, LAT, LTU, BUL, ROM; Tiger-Staaten: KOR, TPE, SIN; übrige Aufhol-Länder: RUS, MEX, BRA, TUR; übr. OECD: OECD ohne USA, JPN, GER, KOR, TUR, POL, HUN, CZE, SVK, MEX

Quelle: OECD, MSTI 2/2010, Eurostat, MOST India (2009), MCT do Brasil (2010). – Berechnungen des NIW.

Dem (nominalen) FuE-Wachstum der Aufhol-Länder können die OECD-Länder nicht mehr folgen. Mit 13 % war das jahresdurchschnittliche Wachstum der Aufhol-Länder zwischen 1995 und 2008 mehr als doppelt so hoch wie in der OECD (6 %). China gibt mit 21 % p. a. das Tempo bei der FuE-Expansion vor, dem folgen Singapur und die Türkei mit rund 15 % p. a. Die baltischen Staaten, Russland, Indien und Taiwan erreichten jährliche FuE-Wachstumsraten zwischen 10 % und 13 %. Allein Bulgarien, Rumänien und Slowakei expandierten mit 3 bis 5 % unter dem OECD-Durchschnitt, ebenso wie Deutschland und Japan.

Ein zentraler Leitindikator zur Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit ist die Intensität, mit der eine Volkswirtschaft FuE betreibt – die FuE-Aufwendungen bezogen auf das BIP. Zwischen 1991 und 2008 hat sich das Bild bei den hier betrachteten Ländern z. T. drastisch geändert. Aktuell bildet der EU-15-Durchschnitt bei der FuE-Intensität (2 %) eine Demarkationslinie zwischen den forschungsintensiv produzierenden Volkswirtschaften und den aufholenden Schwellenländern (vgl. Abb. 3.3.3). Hieran gemessen haben Korea, Taiwan und Singapur den Status eines Aufhol-Landes schon seit langem hinter sich gelassen. Korea liegt mit einer FuE-Intensität von 3,4 % der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am BIP noch vor den USA, lediglich Japan, Schweden, Finnland sowie Israel erzielen höhere Werte. Taiwan (2,8 %) und Singapur (2,6 %) folgen. Slowenien, China, Tschechien und Estland kommen dem EU-15-Durchschnitt mit FuE-Intensitäten zwischen 1,3 und 1,6 % noch am nächsten. Brasilien, Russland und Ungarn weisen noch FuE-Intensitäten von über 1 % auf, alle anderen Aufhol-Länder liegen darunter. Mexiko, Slowakei und Bulgarien investieren im Verhältnis zu ihrem BIP am wenigsten in FuE (unter 0,5 %).

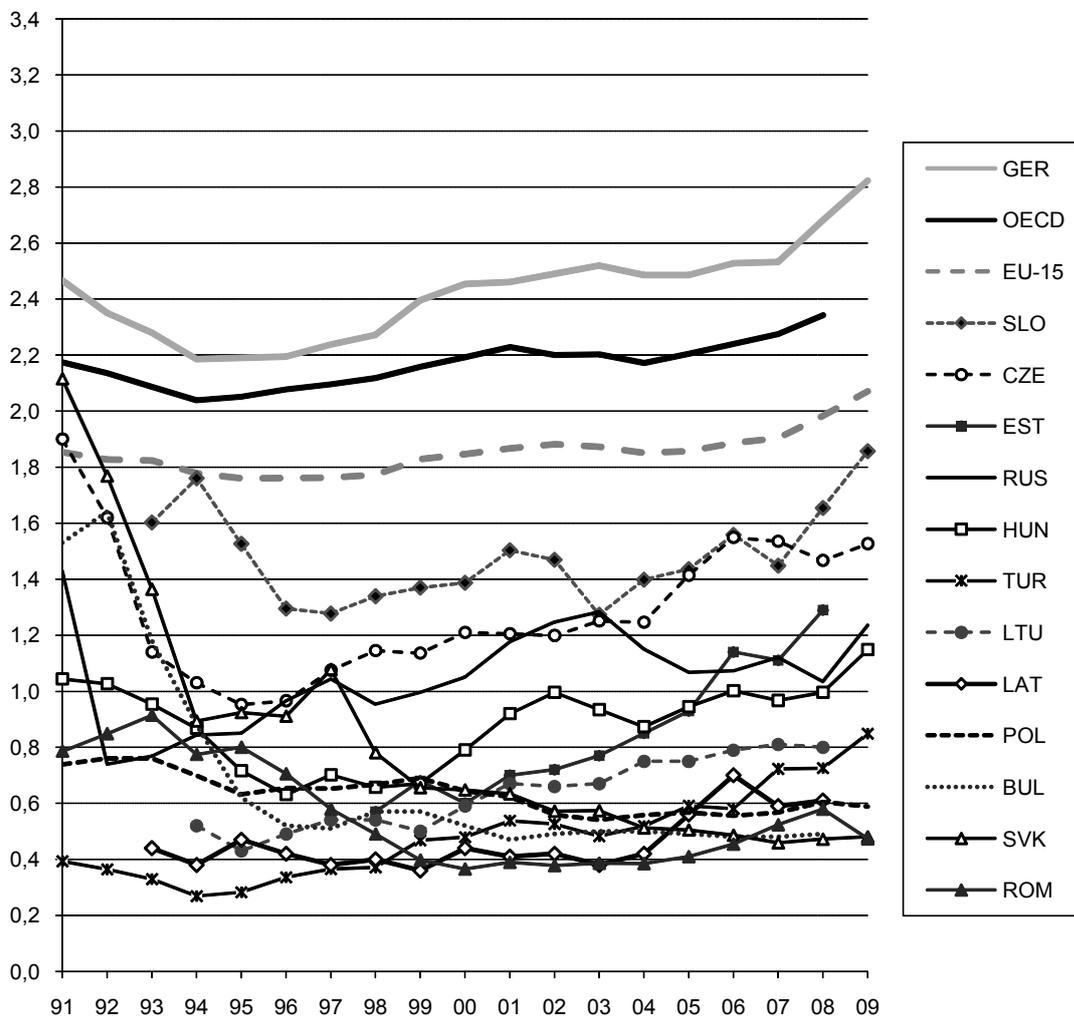
Die sich klar zwischen den Regionen abzeichnende Differenzierung der FuE-Dynamik hat sich vor allem seit Beginn des neuen Jahrhunderts eingestellt. Zwischen den mittel- und osteuropäischen Reformstaaten auf der einen sowie den asiatischen und iberamerikanischen Aufhol-Ländern auf der anderen Seite sind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

- In allen mittel- und osteuropäischen Aufhol-Ländern war nach der gesellschaftspolitischen Wende Ende der 80er Jahre und infolge der Marktveränderungen ein starker Rückgang der Anfang der 90er Jahre z. T. sehr hohen FuE-Intensität zu verzeichnen. 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. Seitdem ist wieder eine zunehmende FuE-Intensivierung zu beobachten, wenngleich mit einer eher schwachen Dynamik.
- 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 %. Der türkische Aufholprozess hat früher begonnen, verläuft aber auf einem sehr viel niedrigeren Niveau. 2008 betragen die türkischen FuE-Aufwendungen 0,7 % des BIP. Im Jahr 2009 verzeichneten sowohl Russland als auch die Türkei einen Anstieg der FuE-Intensität, was vor allem auf eine weitere Ausweitung der FuE-Aufwendungen zurückzuführen ist.
- China setzt seit Mitte der 90er Jahre konsequent auf eine FuE-Intensivierung. 2002 übersprang die FuE-Intensität die 1 %-Marke; mit FuE-Aufwendungen von gut 1,5 % des Inlandsproduktes (2008) hat China Portugal, Irland, Italien und Spanien hinter sich gelassen. Indien kommt hingegen nur sehr langsam voran. Die FuE-Intensität lag in 2007 bei 0,9 % und damit nur wenig höher als Anfang der 90er Jahre (0,8 %).

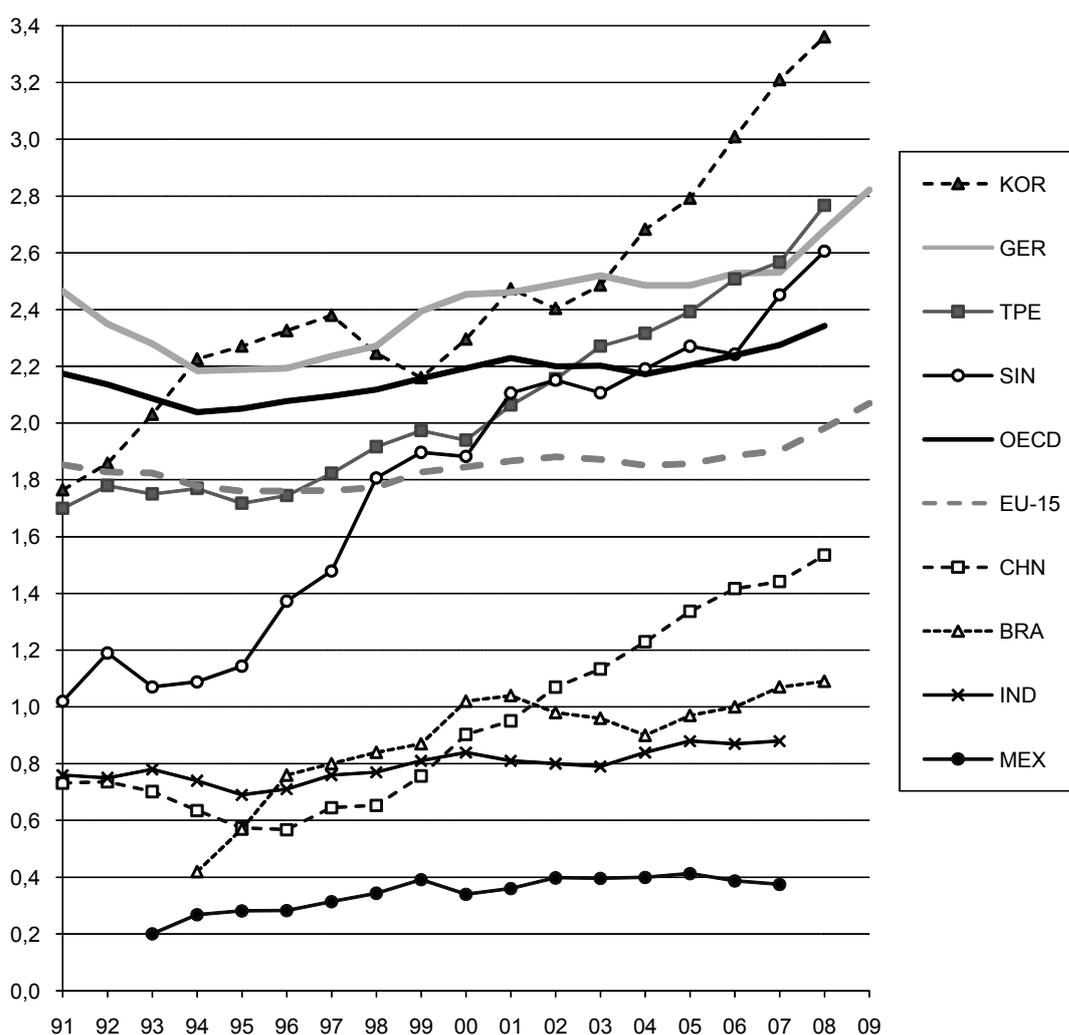
- Brasilien konnte seine FuE-Intensität zwischen 1994 und 2001 von 0,4 % auf über 1 % steigern. Zu Beginn des neuen Jahrhunderts stagnierten die FuE-Aufwendungen mit der Folge einer sinkenden FuE-Intensität. Seit 2005 wurde FuE aber wieder im größeren Maße ausgeweitet und die FuE-Intensität stieg bis 2008 auf fast 1,1 %. Mexiko bildet das Schlusslicht der ausgewählten Aufhol-Länder. Zwar sind auch dort die FuE-Aufwendungen zwischen 1993 und 2002 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 0,4 %. Seitdem stagniert die mexikanische FuE-Intensität auf diesem Wert.

Abb. 3.3.3: Entwicklung der FuE-Intensität in ausgewählten Aufhol-Ländern sowie in Deutschland, EU-15 und der OECD 1991 bis 2008/2009

a) Europäische Aufhol-Länder



b) Asiatische und amerikanische Aufhol-Länder



Quelle: OECD, MSTI 2/2010, Eurostat, MOST India (2009), MCT do Brasil (2010).

Rolle des Staates bei FuE

Für die Beurteilung der FuE-Aktivitäten eines Landes ist nicht nur das gesamte Niveau, sondern auch die Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Staat bei Durchführung bzw. Finanzierung von FuE wichtig (vgl. Tab. A.3.3.1 bis Tab. A.3.3.3). 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 betrug der Finanzierungsanteil des Staates im Jahr 2008 knapp 28 %, in weniger avancierten und industrialisierten Ländern hingegen häufig die Hälfte oder mehr.

Insgesamt ist der Anteil der unternehmerischen FuE-Aufwendungen (BERD) an den gesamten Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) in den Aufhol-Ländern zwischen 1995 und 2008 von 55 % auf 66 % gestiegen. Von den zusätzlichen FuE-Aufwendungen waren gut zwei Drittel (69 %) auf wachsende FuE-Ausgaben der Unternehmen zurückzuführen.

Einige Aufhol-Länder weisen bereits ähnliche Strukturen auf wie hoch entwickelte Volkswirtschaften. In den Tiger-Staaten stützt sich die FuE-Expansion sehr stark auf die unternehmerische For-

schung. Aber auch in China sowie in Slowenien, Tschechien, Ungarn und Russland entfallen die Hälfte und mehr der FuE-Ausgaben auf die Wirtschaft, in Mexiko und Brasilien ist es fast die Hälfte.

In Korea wird FuE mittlerweile zu gut 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. Dagegen ist der staatliche Finanzierungsanteil von einem Fünftel im Jahr 1995 auf ein Viertel im Jahr 2008 gestiegen. Die koreanische Hochschulforschung ist mit einem Anteil von 11 % im Vergleich zur OECD niedrig. Dennoch haben koreanische Wissenschaftler im letzten Jahrzehnt zum weltweiten Zuwachs an natur- und ingenieurwissenschaftlichen Publikationen überdurchschnittlich viel beigetragen, wenngleich die internationale Wahrnehmung koreanischer wissenschaftlicher Publikationen noch vergleichsweise gering ist.¹¹⁰

Auch in China ist die Expansion der FuE-Kapazitäten vor allem auf die Unternehmensforschung zurückzuführen. Im Jahr 1995 war der Staat noch mit einem Drittel an der Finanzierung der FuE-Aufwendungen beteiligt, 2008 betrug dieser Anteil nur noch knapp ein Viertel. Während 1995 FuE noch überwiegend im öffentlichen Sektor durchgeführt wurde – zu 42 % in den staatlichen Forschungseinrichtungen und zu 12 % an Hochschulen – entfiel 2008 nurmehr ein Viertel auf diesen Bereich. FuE im Unternehmenssektor hat mittlerweile das größere Gewicht. Dessen ungeachtet wird FuE auch im Sektor Wissenschaft/Forschung stark ausgeweitet. Dies spiegelt sich auch auf den internationalen Märkten für wissenschaftliche Publikationen wider: Chinas Anteil an den weltweiten SCI-Publikationen nahm von 5 % im Jahr 2002 auf 10 % im Jahr 2008 zu.¹¹¹

Nicht in allen Ländern, in denen FuE schwerpunktmäßig in Unternehmen durchgeführt wird, tragen diese auch den Großteil des finanziellen Risikos: In Russland ist der Staat zu zwei Dritteln an der Finanzierung von FuE beteiligt, in Mexiko und Brasilien zu über der Hälfte. Während sich der Staat in den Industrienationen zunehmend aus der Finanzierung von FuE zurückgezogen hat, ist der öffentliche Anteil in einigen Aufhol-Ländern seit 1995 sogar noch gestiegen bzw. nicht signifikant gesunken (Polen, Slowakei, Tschechien, Bulgarien, Russland und Brasilien). 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.

Die in einigen Aufhol-Ländern starke Position des Staates bei der Durchführung von FuE wird von außeruniversitären FuE-Einrichtungen dominiert. Ausnahmen bilden hier lediglich Singapur, die Türkei sowie die baltischen Staaten mit einem stärkeren Hochschulsektor, in Tschechien, Polen und Ungarn sind die Anteile von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen jeweils in etwa gleich. In Mittel- und Osteuropa sind diese Strukturen häufig noch Rudimente der ehemals planwirtschaftlich orientierten Volkswirtschaften, in denen Forschung zentralstaatlich organisiert und zuallererst 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.¹¹²

¹¹⁰ Vgl. Frietsch et al. (2010).

¹¹¹ Vgl. Frietsch et al. (2010).

¹¹² Vgl. Wogart, Stahlecker (2010).

In denjenigen Aufhol-Ländern, in denen der Staat sowohl die Finanzierung als auch die Durchführung zu einem überwiegenden Teil übernimmt (Polen, Slowakei, Bulgarien, Rumänien, die baltischen Staaten und Indien), gibt es bislang nur einen schwachen Resonanzboden in der Wirtschaft. Andererseits ist in den Ländern, in denen FuE mehrheitlich in Unternehmen durchgeführt, aber nicht in gleichem Maße finanziert wird, die staatliche Förderung unternehmerischer Forschung ein bedeutendes technologisches Instrument. Dies ist in den meisten MOE sowie in Brasilien und Singapur der Fall.

Bedeutung unternehmerischer FuE und sektorale Schwerpunkte

In den entwickelten Industrienationen bildet unternehmerische FuE das Rückgrat der nationalen Innovationssysteme. Aufhol-Länder mit ähnlich hoher Bedeutung des Unternehmenssektors für FuE sind vor allem die Tiger-Staaten und China, aber auch Russland, Tschechien Ungarn und Slowenien (vgl. Tab. A.3.3.1 bis Tab. A.3.3.3).

In China liegt der Anteil der Wirtschaft an den gesamten chinesischen FuE-Kapazitäten bei mittlerweile knapp drei Viertel. Dort sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft zwischen 1995 und 2008 um das 20-fache gestiegen. Mit FuE-Ausgaben von mittlerweile 88 Mrd. \$ KKP liegt China damit vor Deutschland (57 Mrd. \$ KKP) auf Rang 3 der forschungsreichen Länder. Knapp ein Fünftel der unternehmerischen FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes Chinas entfällt auf den Elektronik- und IuK-Sektor. Dies ist im Vergleich zu den Tiger-Staaten ein geringer Beitrag dieses Sektors zu den FuE-Aufwendungen. Insbesondere Singapur und Taiwan haben sich – mit jeweils knapp drei Viertel der industriellen FuE-Ausgaben in 2008 – früh auf die Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien der IuK-Branche konzentriert und sich so unter die führenden Nationen gemischt. Hingegen präsentiert sich die chinesische Unternehmensforschung mit einer breiteren Schwerpunktsetzung: Mit 15 % Anteil an den FuE-Aufwendungen ist der Fahrzeugbau hinter IuK/Elektronik der zweitbedeutendste Forschungssektor im Verarbeitenden Gewerbe, der Maschinenbau leistet einen Beitrag von knapp 13 %, 12 % der Forschungskapazitäten entfallen auf die Eisenerzeugung und -verarbeitung und 11 % auf Elektrotechnik (vgl. Tab. A.3.3.3).

Trotz der enormen Volumina ist die chinesische Wirtschaft in Forschung und Technologie noch nicht auf Augenhöhe mit der Wirtschaft in der „westlichen Welt“. Zwar hat sich die Zahl internationaler Patentanmeldungen aus China seit dem Jahr 2000 etwa verachtfacht, sie liegt aber noch hinter der Zahl internationaler Patente aus Korea, Großbritannien oder Frankreich. Bezogen auf die Zahl der Erwerbspersonen sind die Patentaktivitäten Chinas bei Weitem noch nicht vergleichbar mit denen der entwickelten Industrienationen: Im Jahr 2007 kamen sieben High-Tech-Patentanmeldungen auf eine Million Erwerbspersonen, im Durchschnitt der EU waren es 229, in Deutschland 556.¹¹³ In der unternehmerischen FuE in China spielen Grundlagen- und angewandte Forschung kaum eine Rolle, 96 % der unternehmerischen FuE-Aufwendungen gehen in die experimentelle Entwicklung, also die Verbesserung von Produkten und Prozessen. Zum Vergleich: Im Durchschnitt der OECD (21 Länder) werden rund 68 % der Aufwendungen für experimentelle Entwicklung verwendet, in Deutschland beträgt der Anteil gar nur 46 %.

Die hohe FuE-Intensität Koreas wird vor allem von der Elektronik- und der Automobilindustrie gespeist. Der gesamte Elektronik- und IuK-Bereich beansprucht die Hälfte der industriellen FuE-

¹¹³ Vgl. Frietsch et al. (2010).

Ressourcen. Auf den Fahrzeugbau entfallen 18 %, auf den Maschinenbau 6 % (vgl. Tab. A.3.3.3). In diesen dynamischen Branchen ist eine hohe FuE-Intensität erforderlich, um den Anschluss an die internationale Konkurrenz nicht zu verlieren. Als Nachteil im koreanischen Innovationssystem galten bislang das Fehlen innovativer Klein- und Mittelunternehmen und das dadurch wenig ausdifferenzierte Forschungsspektrum.¹¹⁴ Im Jahr 2007 entfielen jedoch schon 23 % der unternehmerischen FuE-Aufwendungen auf KMU mit weniger als 250 Beschäftigten und damit mehr als in Deutschland (10 %), Japan (6 %), USA (15 %), Großbritannien oder Frankreich (jeweils 18 %),¹¹⁵ was auch als Erfolg einer stärker innovationsorientierten KMU-Förderung in Korea in den letzten 15 Jahren gewertet werden kann.¹¹⁶

Auch für Indien spielt in FuE der IuK-Sektor eine bedeutende Rolle. Nur kommt Indien nicht von der Elektronik-/Hardwareseite, sondern spielt sich über IT-Dienstleistungen und Softwareentwicklung in den Vordergrund. Indiens weltweite Reputation in diesem Sektor ist hoch.¹¹⁷ IT-Dienstleistungen machen zwar nur 3 % des indischen BIP aus, jedoch 60 % der Dienstleistungsexporte. Indien hat in 2006 IuK-Dienstleistungen im Wert von fast 30 Mrd. US-\$ exportiert, dreimal so viel wie Deutschland.¹¹⁸ Die Tendenz ist stark steigend. Gut ein Fünftel aller ausländischen Investitionsprojekte geht in den IT-Dienstleistungssektor. Den industriellen FuE-Schwerpunkt bilden Pharmazie/Biotechnologie, die fast die Hälfte der FuE-Kapazitäten im Verarbeitenden Gewerbe beanspruchen, der Automobil- und Luftfahrzeugbau mit 17 % und die Elektronik mit 11 % (vgl. Tab. A.3.3.1). Dennoch spielt unternehmerische FuE in Indien bislang eine untergeordnete Rolle und ist vornehmlich in „technologischen Inseln“ – auch in Verbindung mit öffentlichen Forschungseinrichtungen – organisiert.¹¹⁹ Als ein wesentliches Hindernis im indischen Innovationssystem haben sich vor allem Defizite in der Infrastruktur – auch IuK-Infrastruktur – erwiesen.¹²⁰

In den MOE-Ländern sowie in Russland und in der Türkei sind die technologischen Schwerpunkte hingegen weniger stark konzentriert und eher breit gestreut: Fahrzeug-, Maschinenbau, Chemie, Pharmazie. Auch viele nicht forschungsintensive Wirtschaftszweige beanspruchen dort größere Anteile der unternehmerischen FuE wie bspw. die Textil- und Nahrungsmittelindustrie (vgl. Tab. A.3.3.1 und Tab. A.3.3.2). Der Elektronik- und IuK-Bereich spielt dabei meistens nur eine untergeordnete Rolle:

- Slowenien, Bulgarien und Ungarn haben einen Schwerpunkt in der Pharmazie mit Anteilen von 40 % an den FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes.
- In Tschechien, Rumänien und der Türkei entfallen auf den Automobilbau die größten sektoralen FuE-Anteile. In Tschechien und in der Türkei sind rund 40 % der FuE-Aufwendungen des Verarbeitenden Gewerbes dem Automobilbau zuzurechnen – d. h. noch mehr als in Deutschland.

¹¹⁴ Vgl. Schüller, Shim (2010) und OECD (2010a).

¹¹⁵ Vgl. OECD (2009).

¹¹⁶ Vgl. OECD (2010b).

¹¹⁷ Vgl. OECD (2005).

¹¹⁸ Gehrke et al. (2009).

¹¹⁹ Vgl. Wogart (2010) sowie Wogart, Stahlecker (2010).

¹²⁰ Vgl. Fraunhofer ISI, GIGA, STIP (2008).

- Weitere deutliche Spezialisierungen gibt es in Russland mit dem Luftfahrzeugbau, auf den knapp 30 % der FuE-Kapazitäten entfallen, sowie in Lettland, wo die chemische Industrie 35 % der FuE-Aufwendungen im Verarbeitenden Gewerbe ausmacht.

In Brasilien ist der Automobilbau der dominierende FuE-Sektor im Verarbeitenden Gewerbe. In etwa gleicher Größenordnung 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 dort größere Anteile an den FuE-Ressourcen im Verarbeitenden Gewerbe, allen voran die Nahrungsmittelindustrie. Auch dies ist – wie die insgesamt sehr niedrige FuE-Intensität – ein Indiz dafür, dass im Rahmen der industriellen Arbeitsteilung innerhalb der NAFTA forschungsintensive Waren in Mexiko vornehmlich montiert, nicht aber erforscht und entwickelt werden.

Die Bedeutung des Dienstleistungssektors bei den unternehmerischen FuE-Aufwendungen in den Aufhol-Ländern ist sehr unterschiedlich. Dies ist den unterschiedlichen „FuE-Traditionen“ sowie der besonderen Schwierigkeit bei der Erfassung solcher FuE-Aktivitäten geschuldet. So spielt der Dienstleistungssektor mit Anteilen von 10 % und darunter in den stark auf Innovationen in der Verarbeitenden Industrie ausgerichteten Aufhol-Ländern – ähnlich wie in Deutschland – bei FuE nur eine untergeordnete Rolle. Hierzu gehört neben Korea, Taiwan und China auch Slowenien. In den übrigen Aufhol-Ländern beträgt der Anteil des Dienstleistungssektors an den unternehmerischen FuE-Aufwendungen mindestens ein Fünftel (Ungarn) und erreicht einen Spitzenwert von 72 % in Russland. Zum einen deuten diese hohen Werte auf eine andere Orientierung des Innovationssystems hin; zum anderen sind sie einer Reihe von öffentlich geförderten und/oder finanzierten FuE-Einrichtungen geschuldet, die quasi für die Industrie „Gemeinschaftsforschung“ betreiben (bspw. in Russland) – ähnlich den Industrieforschungseinrichtungen in den östlichen Bundesländern Deutschlands.

Die Rolle des Auslands bei FuE

In den meisten Aufhol-Ländern ist der technologische Aufhol-Prozess insbesondere durch ausländische Investoren in Gang gekommen, die dort u. a. auch FuE betreiben. Dies ist insofern bemerkenswert, als FuE traditionellerweise 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, von dem insbesondere diejenigen Länder profitieren, die gleichzeitig Anstrengungen zur Aktivierung und Entwicklung ihres endogenen Innovationspotenzials – vor allem Bildung, Forschung und Entwicklung – unternommen haben.¹²¹

Nach Ergebnissen der Direktinvestitionsdatenbank fDi Markets der Financial Times¹²² entfiel die Hälfte der zwischen 2003 und 2009 erfolgten weltweiten ausländischen Direktinvestitionsprojekte

¹²¹ Vgl. auch Bielinski (2010).

¹²² Die Direktinvestitionsdatenbank fDi Markets der Financial Times Ltd. enthält nahezu 100.000 weltweite Direktinvestitionsprojekte.

(ADI-Projekte), die zum Zwecke der Forschung, Entwicklung, Konstruktion und Erprobung dienen, auf die ausgewählten Aufhol-Länder und die Tiger-Staaten¹²³. Ihr Anteil an allen ADI-Projekten weltweit betrug im gleichen Zeitraum hingegen nur ein gutes Drittel.

- Die überdurchschnittliche Bedeutung von FuE-Projekten im Rahmen von Auslandsinvestitionen in die Aufhol-Länder ist vor allem auf die asiatischen Aufhol-Länder zurückzuführen. Insgesamt dominieren diese als Ziele von ADI in FuE-Kapazitäten mit einem Anteil von 41 % an den weltweiten FuE-Projekten. Die osteuropäischen EU-Mitgliedstaaten kamen zusammen mit der Türkei und Russland auf einen Anteil von 7 %. Als Zielländer treten hier besonders Polen, Russland, Tschechien, aber auch Ungarn und Rumänien hervor (insgesamt 5 %). Auf Brasilien und Mexiko entfielen zusammen 2,5 % der weltweiten forschungsorientierten ADI.
- Allein 21 % aller forschungs- und entwicklungsorientierten ADI-Projekte entfielen auf Indien, 16 % auf China (vgl. Abb. 3.3.4). Erst danach folgen Ziele in den westlichen Industrienationen: USA mit 9 % und Großbritannien mit 6 %. Schon an fünfter Stelle steht mit Singapur ein weiteres Aufhol-Land (4 %), noch vor Frankreich und Deutschland mit jeweils 3 %.

Die größere Bedeutung Asiens als Forschungsstandort für ausländische Unternehmen im Vergleich zu anderen Regionen zeigt sich am überdurchschnittlichen Anteil von FuE-Projekten an allen ausländischen Direktinvestitionen in diese Länder – hierzu zählt auch Japan. Sowohl bei ADI-Projekten zum Zweck von Forschung und Entwicklung als auch bei Projekten, die weiter gefasste Innovationstätigkeiten wie Design, Entwicklung und Erprobung beinhalten, liegen die Anteile der asiatischen Länder – z. T. weit – über dem weltweiten Durchschnitt (6 %) und überragen auch die Relevanz solcher Projekte in Deutschland, in den USA sowie in den anderen Aufhol-Ländern (vgl. Abb. 3.3.5):

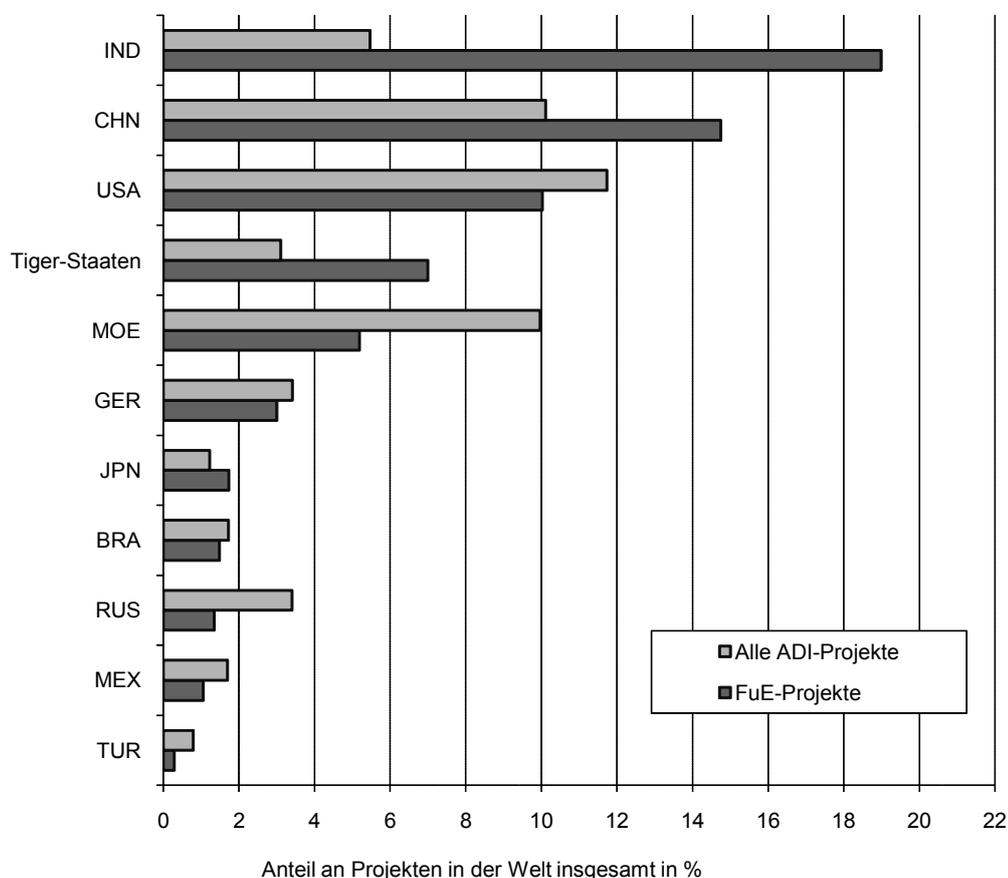
- In Indien diente allein gut ein Fünftel der ausländischen Direktinvestitionsprojekte zwischen 2003 und 2009 dem Aufbau von FuE-Kapazitäten, nur geringfügig weniger als dem Aufbau von Produktionsstätten (knapp ein Viertel). Indien ist vor allem für die Softwareentwicklung und für die Pharmazie ein beliebter Standort ausländischer Unternehmen. Sie gründen dort vielfach – anders als bspw. in China – produktionsunabhängige FuE-Stätten auch mit Weltmarktrelevanz. Dennoch überwiegen Investitionen in erweiterte Innovationsaktivitäten (Design, Entwicklung und Erprobung), die u. a. auch der Produktpassung an regionale Märkte dienen. Attraktiv sind für ausländische Investoren neben den Wachstumserwartungen vor allem die wissenschaftliche Exzellenz sowie die (noch) verfügbaren Humanressourcen. Als besonders günstig gelten die Bedingungen für FuE in Chemie und Pharmazie sowie in Elektronik und Software. Insbesondere amerikanische Unternehmen haben sich auch mit FuE-Einheiten im IuK-Sektor niedergelassen.¹²⁴

titionsprojekte seit dem Jahr 2003. Sie speist sich aus Meldungen über Investitionen aus über 9.000 Medienquellen, Angaben von Industrieverbänden und nationalen Investment-Agenturen sowie eigenen Marktrecherchen und Unternehmensveröffentlichungen. Es finden nur grenzüberschreitende Investitionsprojekte Eingang, die durch mehrere Quellen bestätigt wurden und in deren Zuge ein Kapitalfluss erfolgt und Arbeitsplätze entstanden sind. Die Datenbank enthält folglich nur Neugründungen (sog. Greenfield-Investitionen), Erweiterungen von bestehenden Aktivitäten sowie Joint Ventures, wenn diese zu einer neuen „physischen“ Geschäftsaktivität mit neuen Arbeitsplätzen geführt haben. Reine Kapitalbeteiligungen (wie bspw. Fusionen oder Übernahmen) sind – anders als in der Zahlungsbilanzstatistik – in der Datenbank nicht enthalten (siehe auch www.fdimarkets.com).

¹²³ Die zunehmende Bedeutung dieser Länder zeigt sich auch daran, dass multinationale Unternehmen wachsende Anteile ihrer Patente in solchen Ländern anmelden, vgl. Belitz (2011).

¹²⁴ Vgl. Wogart, Stahlecker (2010).

Abb. 3.3.4: Anteil der Aufhol-Länder sowie Deutschlands, der USA und Japans als Zielland ausländischer Direktinvestitionsprojekte (ADI) insgesamt sowie für Forschung, Entwicklung, Design und Erprobung (FuE-Projekte) 2003 bis 2009 (kumuliert)



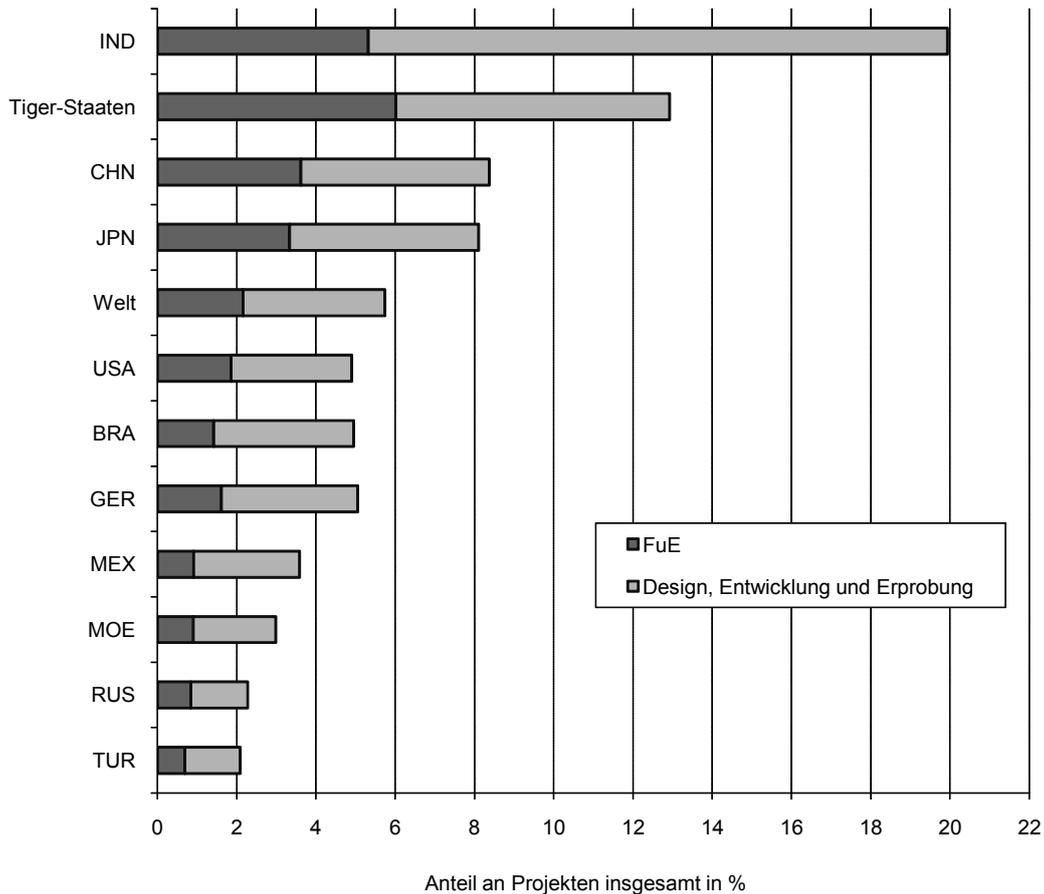
MOE: POL, HUN, CZE, SVK, SLO, EST, LAT, LTU, BUL, ROM; Tiger-Staaten: KOR, TPE, SIN
 Quelle: NGlobal aus Financial Times, fDi Markets Database. – Berechnung des NIW.

- In den Tiger-Staaten entfallen im Durchschnitt der drei Länder 14 % der ADI auf forschungsorientierte Projekte, darunter erreichen Taiwan mit 17 % und Singapur mit 14 % die höchsten Werte. Investitionen in Produktionskapazitäten sind in den Tiger-Staaten mit einem Anteil von 20 % unterdurchschnittlich (weltweit rund 30 %). Sektoraler Schwerpunkt aller Direktinvestitionen in die Tiger-Staaten ist die IuK-Branche – sowohl Software als auch Hardware – mit einem Drittel der ADI-Projekte. Korea fällt in der Bedeutung als FuE-Standort für ausländische Unternehmen gegenüber den anderen Tiger-Staaten etwas zurück. Das Land hatte sich in der Vergangenheit gegenüber ausländischen Direktinvestitionen verschlossen gezeigt. Korea war daher auch lange Zeit über das Adaptieren und Imitieren von Technologien nicht hinausgekommen. Die Aktivitäten beschränkten sich auf die großen heimischen Industriekonglomerate, die die finanziellen wie auch personellen FuE-Ressourcen fast ausschließlich auf sich vereinten, in die Breite (Mittelstand) strahlte dies jedoch noch nicht aus.¹²⁵ Mit verstärkten Anstrengungen auch des Staates ist Korea dabei, das Imitationsparadigma zu überwinden und ein nach innen und au-

¹²⁵ Vgl. Fraunhofer ISI, GIGA, STIP (2008).

ßen offenes Innovationsparadigma einzuleiten.¹²⁶ Hierbei haben mittlerweile auch ausländische Investitionen eine zunehmende Bedeutung. Nur in Korea ist der Anteil der Investitionen in reine FuE-Standorte größer als der in Standorte für Design, Entwicklung und Erprobung.

Abb. 3.3.5: Bedeutung von FuE sowie Design, Entwicklung und Erprobung als Motiv ausländischer Direktinvestitionsprojekte in Aufhol-Ländern sowie Deutschland, USA und Japan 2003 bis 2009 (kumuliert)



MOE: POL, HUN, CZE, SVK, SLO, EST, LAT, LTU, BUL, ROM; Tiger-Staaten: KOR, TPE, SIN
 Quelle: NGlobal aus Financial Times, fDi Markets Database. – Berechnung des NIW.

- Die Bedeutung von FuE und Innovationsaktivitäten bei ADI-Projekten in China (8 %) fällt gegenüber der in Indien und den Tiger-Staaten zurück. Nach wie vor dominieren Investitionen in Produktionskapazitäten, die mit einem Anteil von fast 40 % weit überdurchschnittlich vertreten sind. Investitionsmotive sind vor allem die Marktnähe und das Wachstumspotenzial. Im Gegensatz zu Investitionen in Indien, bei denen rund 20 % der befragten Investoren die Verfügbarkeit qualifizierten Personals als Investitionsmotiv nennen, spielt dieses in China mit 5 % nur eine untergeordnete Rolle. Eine Umfrage der AHK in China im Jahr 2007 hatte ergeben, dass mehr als die Hälfte der in China produzierenden deutschen Unternehmen zukünftig FuE-Aktivitäten in ihre Unternehmenstätigkeiten in China integrieren wollen. Zum einen dienen diese Aktivitäten der Fokussierung auf den chinesischen Markt, zum anderen planen fast 30 % dieser Unternehmen

¹²⁶ Vgl. Schlossstein, Yun (2008).

FuE-Niederlassungen in China in ihre globale Unternehmensstrategie einzubinden, also weltmarktorientierte FuE durchzuführen. Die Befragung machte aber auch deutlich, dass es für die Unternehmen schwierig ist, in China qualifiziertes Personal zu rekrutieren. Fast drei Viertel der Unternehmen bezeichneten die Verfügbarkeit qualifizierten Personals als Hemmnis für die Unternehmensentwicklung, zwei Drittel waren mit dem Ergebnis der Rekrutierung unzufrieden.¹²⁷ Eine andere Befragung¹²⁸ bei deutschen Unternehmen des Automobilbaus, der Chemie und der Elektrotechnik hat ergeben, dass diese an ihren chinesischen FuE-Standorten nur in geringem Umfang neues technologisches Wissen generieren. Bedeutsamer ist danach vielmehr das Sammeln von Wissen und Informationen über Kunden, Zulieferer, Wettbewerber, aber auch über Entwicklungen in den öffentlichen Forschungseinrichtungen. Dieses Wissen fließt vor allem in kostenbasierte Innovationen und Produktentwicklungen, die in erster Linie zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit auf dem chinesischen Markt dienen.

- Auch in Brasilien und Mexiko ist die Bedeutung von ADI-Projekten in FuE-Kapazitäten unterdurchschnittlich, wenn auch in Brasilien mit 5 % gleichbedeutend wie in Deutschland und den USA, in Mexiko mit 3,3 % noch bedeutender als in den europäischen Aufhol-Ländern. Die sektorale Streuung von Direktinvestitionen in diese beiden Länder ist sehr viel ausgeprägter und weniger spezialisiert als in den asiatischen Aufhol-Ländern. Neben dem Automobilbau, Maschinenbau und der chemischen Industrie stehen auch weniger forschungsintensive Branchen im Fokus ausländischer Direktinvestitionen – insbesondere in Produktionsstätten. Diese Art von Investitionen erreicht in beiden Ländern einen Anteil von mehr als 40 %.
- Ein ähnliches Bild zeichnet sich auch für die europäischen Aufhol-Länder ab, in denen Investitionen in FuE-Einrichtungen nur eine geringe Bedeutung haben. Dies mag auch auf die unmittelbare Nachbarschaft eines Großteils der Investoren zurückzuführen sein, die vornehmlich aus Deutschland, Großbritannien und Frankreich kommen. Investitionen in den osteuropäischen Aufhol-Ländern dienen vornehmlich der Produktion und Komponentenfertigung sowie dem Vertrieb, Marketing und Service.

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

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

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.¹³⁰

¹²⁷ German Chamber of Commerce in China (2007).

¹²⁸ Vgl. Bielinski (2010).

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

4 Zusammenfassung und aktuelle Entwicklung in Deutschland

Die zentrale Rolle, die FuE in der gesamten Wirkungskette von Bildung und Qualifikation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Inventionen und Innovationen, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Produktivität, Wachstum und Beschäftigung einnimmt, wird in einer Vielzahl empirischer Studien mit unterschiedlichen Schwerpunkten, methodischen Ansätzen und Datenquellen weitestgehend bestätigt.¹³¹ FuE muss als notwendiger – und angesichts von komplexen Wirkungszusammenhängen und -voraussetzungen, welche sich zudem in jedem „national“ definierten „Innovationssystem“ unterscheiden – nicht unbedingt als hinreichender Faktor für technologische Leistungsfähigkeit und internationale Wettbewerbsfähigkeit angesehen werden. Dabei ist insbesondere die mittel- bis langfristige Wirkungsweise von FuE auf die technologische Leistungsfähigkeit zu beachten, die dadurch entsteht, dass neues, durch FuE-Aufwendungen geschaffenes Wissen die Produktivität der „traditionellen“ Produktionsfaktoren Arbeit und Sachkapital erhöht. Dies ist der Grund dafür, dass diese Analyse, wie ihre Vorgänger auch, zu allererst längerfristige Veränderungen der FuE-Strukturen im Blick hat. Die vielfach besonders interessierende Frage nach den mittelfristigen Folgen der Finanz- und Wirtschaftskrise auf das FuE-Verhalten von Wirtschaft und Staat können die Ergebnisse der Strukturanalysen noch nicht ausreichend beantworten. Oft reichen die analysierten Daten nur für einen Teil der betrachteten Länder bis zum Krisenjahr 2009, häufig nur bis 2008 und soweit sie die Wirtschaftsstruktur betreffen sogar nur bis zum Jahr 2007. Der folgende Abschnitt (4.1) fasst noch einmal wichtige Ergebnisse der Untersuchung zusammen. Aufgrund des besonderen Interesses an den Krisenfolgen wird, anders als in den Vorgängerstudien, dort, wo es möglich ist, auch auf die kurzfristige Entwicklung 2008/2009 eingegangen – im Folgenden zusätzlich explizit auf die aktuelle FuE-Entwicklung in Deutschland (Abschnitt 4.2) und die Frage, in welcher Verfassung das deutsche Innovationssystem aus der Krise kommt.

4.1 Wichtige Ergebnisse der Strukturanalyse

In den meisten industrialisierten Ländern war das erste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts von weiter zunehmenden FuE-Ausgaben und – für viele von ihnen, nicht für alle – auch von einer zunehmenden FuE-Intensität geprägt. Tendenziell fiel der Zuwachs dabei in der ersten Hälfte des Jahrzehnts geringer aus als in der dann folgenden Zeit bis zum Jahr 2008. Deutschland hat dabei erst nach 2004 mit der Entwicklung in anderen Ländern mithalten können, dabei aber nicht die Zuwachsraten der nordischen Länder oder der USA erreicht. Dabei produzierte Deutschland mit einem Anteil der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am BIP von 2 ½ % bis 2007 zwar überdurchschnittlich forschungsintensiv, konnte aber mit der Dynamik wichtiger Wettbewerber in Europa und Asien nicht mithalten. Erst 2008 und 2009 stieg die FuE-Intensität in Deutschland wie auch in vielen anderen Ländern merklich an, weil sich das FuE-Verhalten von der Konjunktur abkoppelte, die infolge der Finanzkrise weltweit einen historischen Einbruch erlebte. Rechnerisch erreichte Deutschland deshalb im Jahr 2009 trotz sinkender FuE-Aufwendungen mit fast 2,8 % die höchste FuE-Intensität seit den 80er Jahren.

¹³⁰ Vgl. Rammer, Legler u. a. (2007).

¹³¹ Vgl. die Zusammenfassung in Abschnitt 1.1, insbesondere die Arbeit von Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006), die Zusammenfassung in Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007) und die Arbeit von Hall u. a. (2009).

Staatliche Investitionen in FuE machen OECD-weit weniger als 30 % der gesamten FuE-Ausgaben aus, so auch in Deutschland. Trotzdem kommt dem Staat bei der Finanzierung von FuE und bei der Durchführung in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen eine wichtige Rolle zu. In vielen Ländern hatte sich der Staat bis in das letzte Jahrzehnt hinein zunehmend aus der Finanzierung und Durchführung von FuE zurückgezogen. In der ersten Hälfte des Jahrzehnts reichte die Reaktion auf das zögerlichere FuE-Engagement der Wirtschaft von prozyklischem und antizyklischem Anpassungsverhalten bis hin zu kompensatorischen Eingriffen, z. B. in den USA. Dies hat sich in den letzten Jahren geändert, denn seit Mitte des Jahrzehnts sind in vielen Ländern Änderungen im staatlichen FuE-Verhalten festzustellen.

Die Förderung von FuE speziell in der Wirtschaft nimmt in den meisten Ländern nicht mehr ab. Allenthalben hat sich die Einstellung zu staatlichen FuE-Aktivitäten deutlich zum Positiven gewandelt. An der Spitze der FuE-Ausgabendynamik stehen überaus bedeutende deutsche Konkurrenzregionen wie die USA (vornehmlich in der Grundlagen- und militärischen Forschung sowie den Lebenswissenschaften), Japan, Korea sowie viele nord- und mitteleuropäische Ländern. Auch in Deutschland ist der bis Ende der 90er Jahre andauernde kontinuierliche Rückgang der öffentlichen FuE-Ausgaben gestoppt worden und in eine Expansion übergegangen. Seit 2004 ist auch im internationalen Vergleich leicht aufgeholt worden. Seitdem ist der reale Zuwachs der öffentlichen Mittel für die Durchführung von FuE in Deutschland nur noch von den nordeuropäischen Ländern übertroffen worden und hat sich auch 2009 mit fast unverminderter Dynamik fortgesetzt. Hier haben sich Hightech-Strategie, Exzellenzinitiative und Konjunkturprogramme sicherlich ausgewirkt.

Nimmt man den militärischen Bereich heraus, dann kann man konstatieren, dass der Staat in Deutschland immer noch relativ viel für FuE ausgibt, vornehmlich für die Durchführung in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen, denn der Beitrag des Staates zur Finanzierung von FuE in der Wirtschaft liegt immer noch deutlich unter dem OECD-Schnitt. Dies betrifft sowohl direkte Fördermaßnahmen, insbesondere aber die steuerliche Förderung von FuE. Das deutsche Steuersystem scheint FuE-Investitionen in der Wirtschaft eher zu benachteiligen als zu fördern. Andererseits stellen sich die Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und öffentlichen Forschungseinrichtungen, insbesondere Hochschulen, in kaum einer entwickelten Volkswirtschaft so eng dar, wie in Deutschland, wo der Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen mit über 12 % mehr als doppelt so hoch ist wie im OECD-Durchschnitt.

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 lange Zeit immer weniger an mittelfristig-strategischen Zielen und an einer vorsorglichen Ausweitung der technologischen Möglichkeiten orientiert gewesen, sondern mehr an der kurzfristigen Nachfrageentwicklung und den Absatzaussichten in naher Zukunft; prozyklische unternehmerische FuE-Politik hatte mehr Gewicht bekommen.¹³² Im Verlauf des letzten Jahrzehnts scheint im Bewusstsein der Unternehmen wieder eine verbesserte Einschätzung der Ausgangslage für FuE eingetreten zu sein. Hinzugekommen ist auch der schärfer gewordene weltweite (Kosten-)Wettbewerb, der insbesondere von den aufholenden Schwellenländern aus Asien befeuert wird, und vielen Unternehmen der etablierten Volkswirtschaften klar gemacht hat, dass sie ihre Märkte längerfristig nur durch technologische Qualitäten erhalten oder ausbauen können, was nicht ohne

¹³² Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

zusätzliche und dauerhafte FuE-Anstrengungen zu leisten ist. Staatliche Maßnahmen zur Förderung von Spitzentechnologien und Zukunftsmärkten haben zusätzlich Impulse ausgelöst, die zu einer Verstärkung von FuE in der Wirtschaft beigetragen haben.

Verglichen mit dem OECD-Durchschnitt und den großen Volkswirtschaften USA und Japan, die zusammen mehr als die Hälfte der FuE-Kapazitäten in der OECD stellen, hat die deutsche Wirtschaft trotz wachsender eigener Anstrengungen ihre FuE-Kapazitäten seit Beginn des letzten Jahrzehnts nur unterdurchschnittlich ausgeweitet. Trotz weiterhin überdurchschnittlicher FuE-Intensität hat Deutschland zwischen 2003 und 2007 gegenüber wichtigen Konkurrenten an Boden verloren, weil andere Länder noch stärker zugelegt haben. Inwieweit die im Verlauf der Krisenjahre 2008 und 2009 festgestellte überdurchschnittliche Steigerung der FuE-Intensität (Abschnitt 4.2) mittelfristig Bestand hat, wenn auch die wirtschaftliche Leistung weiter steigt, ist schwer zu prognostizieren – In anderen wichtigen Wettbewerbsländern, z. B. Frankreich und Großbritannien oder auch in wichtigen Aufhol-Ländern hat die Wirtschaft bei ihrem FuE-Einsatz weitaus weniger auf die Rezession reagiert als in Deutschland.

FuE in der Wirtschaft hat weltwirtschaftlich erhebliche 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, Luft- und Raumfahrzeugbau). Die deutsche Industrieforschung ist allerdings sowohl in den meisten dieser Spitzentechnologiebereiche als auch im Dienstleistungssektor nicht sehr weit vorne zu finden. Die FuE-Intensität in deutschen Spitzentechnologiebereichen erreicht nicht den Durchschnitt der OECD-Länder, der allerdings von der besonders hohen FuE-Intensität der USA in diesem Bereich bestimmt ist. Lediglich beim Luft- und Raumfahrzeugbau und in der Nachrichtentechnik wendet die deutsche Wirtschaft bezogen auf die erzielte Wertschöpfung mehr Mittel auf, allerdings immer noch deutlich weniger als die US-Wirtschaft.

Der FuE-Strukturwandel kommt in Deutschland nur langsam voran. Die sektorale Verteilung der FuE-Kapazitäten erweist sich in den letzten 10 Jahren als ausgesprochen stabil. Allein FuE im Dienstleistungssektor hat in diesem Zeitraum an Gewicht gewonnen. Über Jahrzehnte hinweg hat die deutsche Wirtschaft sehr stark auf Bereiche der Hochwertigen Technik (Chemie, Elektrotechnik, Maschinen- und Fahrzeugbau) gesetzt. Die traditionell starken deutschen Industriezweige sind in ihrer FuE-Dynamik z. T. deutlich zurückgeblieben, haben sich damit jedoch dem internationalen Trend angeschlossen. Auszunehmen hiervon ist der Automobilbau, der über 30 % der deutschen FuE-Kapazitäten ausmacht und seine weltwirtschaftliche FuE-Bedeutung in den vergangenen drei Jahrzehnten massiv gesteigert hat (von einem FuE-Anteil von 16 % in den OECD-Ländern Mitte der 90er Jahre 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 zurückzuführen. Im Großen und Ganzen ist in Deutschland FuE im Sog der Automobilindustrie ausgeweitet worden.

Die weltwirtschaftliche FuE-Szene hat im vergangenen Jahrzehnt durch die Integration der europäischen Peripherie sowie der asiatischen Aufhol-Länder einschließlich China und Indien ein anderes Gesicht bekommen. Die Industrieländer sehen sich auch bei FuE einer bemerkenswert dynamischen Konkurrenz aus aufstrebenden, bevölkerungsreichen und wachstumsstarken Schwellenländern ge-

genüber. Diesen Ländern gelingt es immer mehr, sich in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen zu etablieren. Einige Aufhol-Länder, insbesondere die BRIC-Staaten, sind mit ihrem FuE-Volumen allein schon aufgrund ihrer Größe in die Weltspitze einzuordnen. Insbesondere China hat dabei eine enorme Sogkraft und Eigendynamik entwickelt. Dabei gibt es durchaus unterschiedliche Entwicklungspfade: Während die mittel- und 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.

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. China und Indien stehen dabei im Fokus ausländischer Direktinvestitionen in FuE-Kapazitäten. Eine rasch expandierende Binnennachfrage, ausreichend wissenschaftliches Personal und Kompetenzen sowie niedrige FuE-Kosten machen diese Regionen zunehmend für ausländische Unternehmen attraktiv. Rund ein Drittel aller weltweit getätigten ausländischen Investitionsprojekte in FuE-Kapazitäten zwischen 2003 und 2009 ging allein nach Indien und China.

Die FuE-Auslandsinvestitionsmotive der entwickelten Industrieländer sind dabei nach jeweiligen Zielregionen durchaus unterschiedlich: Während in China die marktorientierte experimentelle Entwicklung zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit auf dem chinesischen Markt im Vordergrund steht, besitzen ausländische FuE-Aktivitäten in Indien vielmehr Weltmarktrelevanz. Indien kommt dabei neben der wissenschaftlichen Tradition auch ein ausreichend qualifiziertes Arbeitskräftepotenzial zu wettbewerbsfähigen Preisen zugute. Die mittel- und osteuropäischen Reformstaaten sind vermehrt auch Ziel von westeuropäischen KMU, die das Innovationspotenzial im Rahmen eines „near shoring“ durch Kooperationen oder auch FuE-Aufträge nutzen. Einige Länder haben hinsichtlich ihrer technologischen Leistungsfähigkeit bislang nicht von der technologieorientierten Globalisierung profitieren können: Das sind insbesondere Bulgarien und Rumänien, die sicherlich erst zu kurz wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen unterliegen, um Entwicklungen des endogenen Innovationspotenzials sowie des Technologietransfers für einen spürbaren Aufholprozess zu nutzen. Aber auch Mexiko gehört dazu, dass durch die Einbindung in die NAFTA zu einem bedeutenden Exporteur forschungsintensiver Waren aufgestiegen ist, ohne große Fortschritte in der Entwicklung des nationalen Innovationspotenzials zu erzielen. Nach wie vor scheint Mexiko eine verlängerte Werkbank der Technologieproduzenten vor allem aus den USA und Kanada zu sein.

Sich aus diesen Strukturanalysen ergebende Schlussfolgerungen und mittelfristige Erwartungen zur weiteren Entwicklung von FuE in Deutschland müssen angesichts der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/2009 unter dem Vorbehalt erfolgen, dass diese nicht zu nachhaltigen Revisionen des FuE-Verhaltens von Wirtschaft und Staat geführt hat bzw. führen wird. Deshalb ist es angebracht einen Blick auf die gegenwärtige FuE-Situation in Deutschland anhand der aktuellsten verfügbaren Daten bzw. Plandaten zu werfen.

4.2 Aktuelle FuE-Entwicklung in der deutschen Wirtschaft

Grundsätzlich hat sich auch in den letzten Jahren der Druck auf die deutsche Wirtschaft permanent zu innovieren weiter erhöht. Daran wird sich auch in Zukunft nichts ändern. Der internationale Wettbewerb kann von der deutschen Wirtschaft weder mit aufstrebenden Schwellenländern noch mit andern Industrieländern auf der Kosten-, sondern nur auf der Qualitäts- und damit der Innovationsseite gewonnen werden. Hierüber gibt es keinen Dissens, ebenso wie über die Tatsache, dass dieses Ziel nur mit einer weiteren Steigerung der FuE-Anstrengungen erreicht werden kann.

Gleichzeitig übt die Erweiterung der internationalen FuE-Arbeitsteilung, insbesondere durch das immer stärkere Auftreten der aufholenden Schwellenländer, 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 wenig¹³³ wie aus den forcierten technologischen Anstrengungen von Schwellenländern. In Teilbereichen wird sich jedoch eine weitere strukturelle Anpassung auch bei FuE-Arbeitsplätzen nicht vermeiden lassen. Dabei kann 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 von Vorteil sein.

Die deutsche Wirtschaft hat von 2005 bis 2008 jedes Jahr die FuE-Aufwendungen stärker ausgeweitet als ihre erzielte Wertschöpfung (Abb. 4.2.1). Jährlich wurde dabei mehr FuE umgesetzt als ursprünglich geplant, was nicht nur ein Zeichen dafür ist, dass die Konjunktur in diesen Jahren besser gelaufen ist als vorhergesehen. Es kann auch als Indiz dafür gesehen werden, dass die Grundeinstellung der Unternehmen zu FuE positiv ist. Trotzdem bleibt das gesamtwirtschaftliche Wachstum als limitierender Faktor für die Erweiterung der FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft bestehen. Aus Sicht der Unternehmen ist FuE nicht autonom, sondern eine Investition und damit abhängig von den Ertragsersparungen, die an FuE-Projekte geknüpft werden können.

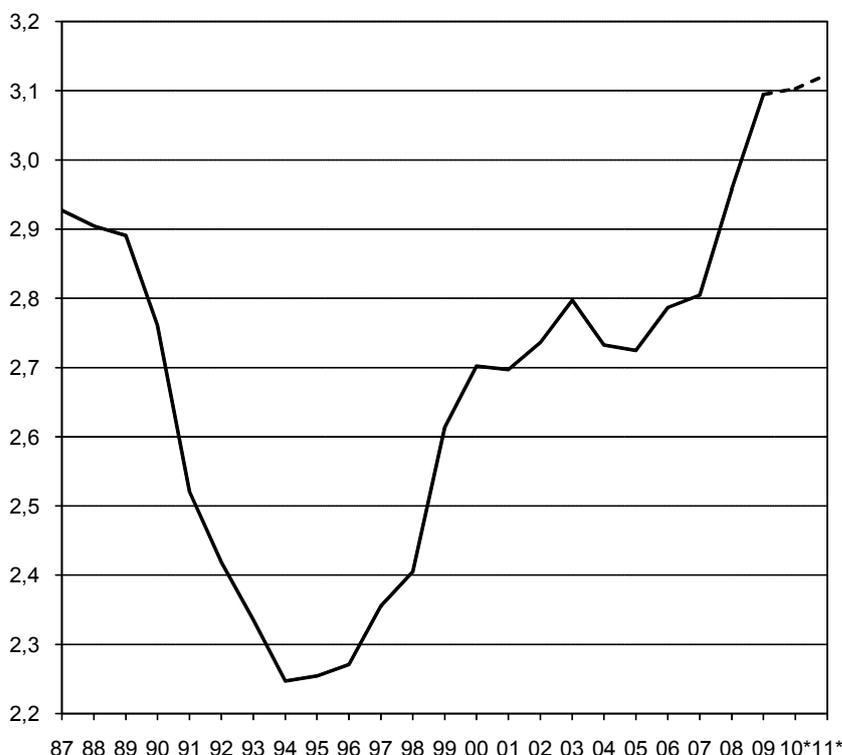
Dies hat sich auch im Krisenjahr 2009 gezeigt: Die internen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft sind 2009 gegenüber 2008 nominal um 2,3 % von 46 Mrd. € auf 45 Mrd. € zurückgegangen.¹³⁴ Weil die in der gewerblichen Wirtschaft erzielte Wertschöpfung aber noch stärker gesunken ist (-6,6 %) als die FuE-Aufwendungen, hat die FuE-Intensität der deutschen Wirtschaft kurzfristig deutlich zugelegt. Damit ist die FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft von 2007 bis 2009 in einem Maße gestiegen, wie seit Ende der 90er Jahre nicht mehr. Die der Finanzkrise nachfolgende Rezession hat dabei schon 2008 ihre Spuren hinterlassen: Während die FuE-Aufwendungen im Gefolge der noch 2007 und Anfang 2008 vorherrschenden guten Konjunkturaussichten mit einem Plus von 7 % so stark gestiegen sind wie lange nicht mehr, hat der Abschwung aufseiten des „Nenners“ der FuE-Intensität schon deutliche Spuren hinterlassen, denn die Bruttowertschöpfung ist in der gewerblichen Wirtschaft 2008 nur noch um 1,6 % gewachsen. Im Krisenjahr 2009 ist dieser Wachstumsabstand erhalten geblieben, wobei sich Zähler und Nenner nunmehr beide rückläufig entwickelt haben. In 2009, dessen Jahresende bereits von konjunktureller Erholung

¹³³ Vgl. zuletzt Belitz (2011).

¹³⁴ Real (in Preisen von 2000 und wegen des internationalen Vergleichs in US-Dollar und unter Berücksichtigung international unterschiedlicher Kaufkraftparitäten berechnet) beträgt das Minus sogar 3,6 %, vgl. Abschnitt 2.3.2.

gekennzeichnet war, wies die deutsche Wirtschaft deshalb mit einem Anteil der FuE-Aufwendungen an der Bruttowertschöpfung¹³⁵ von 3,1 % den höchsten Wert seit über 20 Jahren auf.

Abb. 4.2.1: Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1987 bis 2011*



*) 2010 und 2011 Planangaben.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2010/2).- SV-Wissenschaftsstatistik.
- Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 1.4. – Sachverständigenrat (2010), BIP-Prognose 2011.
- Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Die Unternehmen haben in der Krise also länger an FuE festgehalten als es – für sich genommen – der wirtschaftlichen Entwicklung entsprochen hätte. Dies gilt auch für ihr FuE-Personal, das 2008 gegenüber dem Vorjahr noch um 3,4 % (+11.000 VZÄ) aufgestockt worden ist und mit insgesamt 333.000 einen neuen Rekordstand erreichte. Der Rückgang im folgenden Jahr fiel dann mit einem Minus von 1 % (-3.300 VZÄ) relativ moderat aus. Neben einer insgesamt positiveren Grundeinstellung zu FuE ist dabei eine Reihe von Faktoren zusammengekommen, die allesamt zur Verstetigung von FuE in der deutschen Wirtschaft beigetragen haben. So hat allein die Kürze des tiefen Einbruchs dazu geführt, dass die Unternehmen ihre Kapazitäten nur teilweise einschränken konnten. Da FuE-Investitionen in der Regel längerfristig angelegt sind, ist zu erwarten, dass sich kurzfristige konjunkturelle Ausschläge nur teilweise auch in den FuE-Aufwendungen wiederfinden, weil die Unternehmen erst mit einem gewissen zeitlichen Verzug reagieren können. Das schnelle Wiederanziehen der Konjunktur schon Ende 2009 hat wahrscheinlich auch dazu beigetragen, dass möglicherweise schon bestehende weitere Reduktionspläne wieder in den Schubladen verschwunden sind.

¹³⁵ Nicht zu verwechseln mit der für das 3 %-Ziel relevanten gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität, gemessen als Anteil der gesamten Bruttoinlandsaufwendungen eines Landes für FuE (GERD) am jeweiligen BIP.

Der Staat hat in mehrfacher Hinsicht – nicht nur durch Zuwächse bei Finanzierung und Durchführung von FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen – zur Verstärkung der gesamten deutschen FuE-Kapazitäten beigetragen. So sind z. B. im Rahmen der Hightech-Strategie oder des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) erhebliche Bundesmittel für FuE und Innovationen in die Wirtschaft geflossen. Hinzugekommen sind konjunkturpolitische Maßnahmen („Konjunkturpaket II“), die zusätzliche Elemente der Innovationsförderung enthalten, sowie die Anpassung der Kurzarbeiterregelung, die beide dazu beigetragen haben, dass qualifiziertes Personal weiterbeschäftigt wurde. Allein die Erwartung einer Verschärfung des Fachkräftemangels im kommenden Aufschwung dürfte den FuE-Bereich vor dem Hintergrund dessen hoher Akademisierung hierfür besonders sensibilisieren. Alles zusammen hat bewirkt, dass Unternehmen FuE-Kapazitäten nicht oder nur in geringerem Maße abgebaut haben, als dies sonst der Fall gewesen wäre.

Am Anfang der Finanz- und Wirtschaftskrise stand die Bankenkrise. Staatliche Maßnahmen zur Sicherung des Bankensystems haben auch zur Stabilisierung bei FuE beigetragen. Die Unternehmen haben allein aus der Erwartung, dass es zu Liquiditätsproblemen kommen könnte, zu Maßnahmen zur Sicherung der für das tägliche Geschäft notwendigen Liquidität gegriffen¹³⁶. Da FuE, insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen, in hohem Maße aus Eigenkapitalmitteln finanziert wird, bestand hier das besondere Risiko, dass für FuE-Aufgaben eingeplante Liquidität zur Sicherung des täglichen Geschäfts verwendet werden musste. Dies hätte besondere Einschnitte im FuE-Bereich zur Folge gehabt. Hier wären die Effekte einer Kreditklemme dann am ehesten zum Tragen gekommen.

Die Anpassung der FuE-Kapazitäten im Krisenjahr 2009 ist in den verschiedenen Wirtschaftszweigen sehr unterschiedlich erfolgt:¹³⁷

- Die internen FuE-Aufwendungen sind insbesondere in der Automobilindustrie (-1,4 Mrd. € entsprechend -9 %) und bei Herstellern von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (-0,6 Mrd. €; -10 %) gegenüber dem Vorjahr zurückgenommen worden.
- Im industriellen Bereich haben die weniger konjunkturabhängigen Branchen der Pharmazeutischen Industrie (+650 Mio. €; +19 %), der Metallhersteller und -bearbeiter (+79 Mio. €; +7 %) und der Ernährungsindustrie (+46 Mio. €; +17 %) ihre FuE-Aufwendungen 2009 gegen den Trend ausgeweitet.
- Anders als in der Industrie insgesamt (-1,6 Mrd. €; -3,9 %) haben die Dienstleistungsunternehmen ihre internen FuE-Kapazitäten auch 2009 weiter ausgebaut (+480 Mio. €; +9,5 %), besonders getragen von IuK-Dienstleistern (+370 Mio. €; +19 %). Auch wissenschaftliche und technische Dienstleistungsunternehmen (+290 Mio. €; +12 %) haben deutlich zugelegt.

Ein vergleichbares Wachstumsprofil zeigt sich auch beim eingesetzten FuE-Personal, wobei die Veränderungen aber weitaus weniger heftig ausgefallen sind als bei den eingesetzten Mitteln: Während in der Industrie für 2009 fast 10.000 FuE-Beschäftigte (VZÄ) weniger gemeldet worden sind als im Vorjahr (-3,4 %), sind im Dienstleistungsbereich über 7.000 (+13 %) hinzugekommen. Pharmaindustrie (+8 %) und der Metallbereich (+5 %) sind die einzigen Industriebranchen, die ihr

¹³⁶ Vgl. WIPO (2010) in Zusammenhang mit der Verknappung von Venture Capital in der Krise sowie Aghion .u. a. (2008), die darauf hingewiesen haben, dass mit zunehmenden Kreditbeschränkungen die FuE-Investitionen in zunehmendem Maße prozyklisch erfolgen.

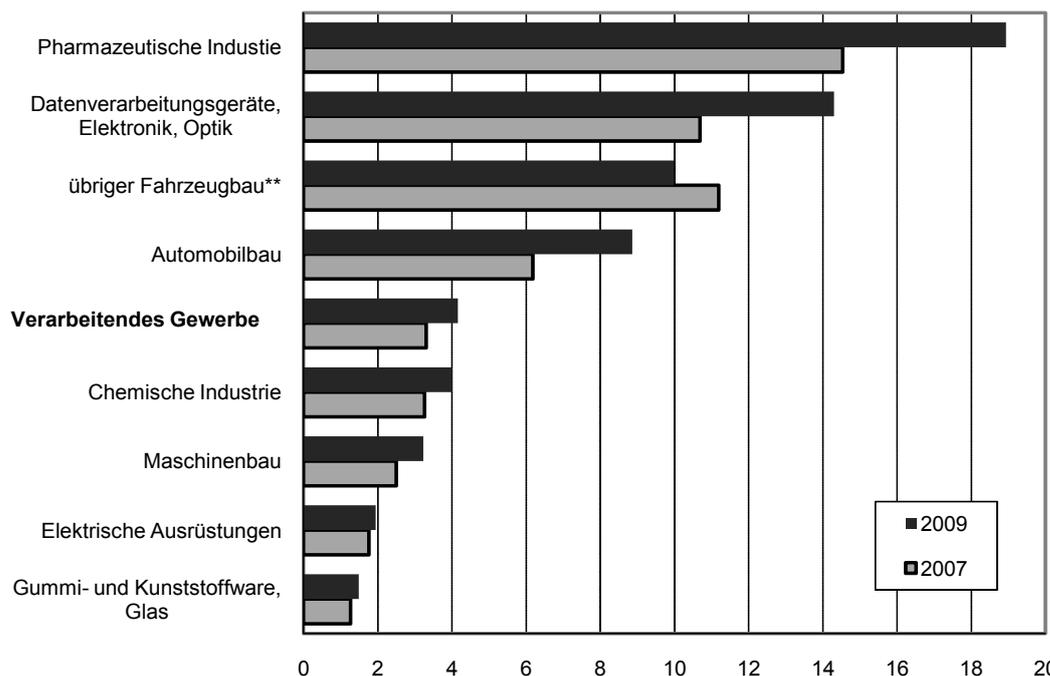
¹³⁷ Vgl. die aktuellen Daten des Stifterverbandes vom Januar 2011, SV Wissenschaftsstatistik (2011).

FuE-Personal ausgeweitet haben. Die höchsten Verluste hat es in der Elektroindustrie gegeben (-8 %), die Automobilindustrie hat ihr FuE-Personal im Gegensatz zu den Aufwendungen nur sehr wenig zurückgefahren (-2 %).¹³⁸

Der sektorale FuE-Strukturwandel in der deutschen Wirtschaft hat sich im Gefolge der Finanz- und Wirtschaftskrise beschleunigt: So ist der Anteil von Dienstleistungsunternehmen an den internen FuE-Aufwendungen und am FuE-Personal von 2007 bis 2009 von 10,5 % auf 12,1 % bzw. von 17 % auf 19 % gestiegen. Zwar dominieren weiterhin die Automobilindustrie (30 % des FuE-Personals), die Elektronikindustrie (15 %) und der Maschinenbau (12 %). Inzwischen weisen wissenschaftliche und technische Dienstleister (7,6 %¹³⁹) und IuK-Dienstleister (5,5 %) aber auch ebenso viele bzw. fast so viele FuE-Beschäftigte auf wie die Chemische Industrie (6,6 %).

Insgesamt bedeutet dies aber auch, dass die FuE-Kapazitäten in der deutschen Wirtschaft zu Beginn des Aufschwungs 2010 – anders als bei der Bruttowertschöpfung der Wirtschaft oder beim BIP – immer noch größer sind als im Jahr 2007: Die FuE-Aufwendungen lagen 2009 nominal 4,6 % über denjenigen des Jahres 2007, beim FuE-Personal waren es 2,4 % mehr. Dies wird auch aus der Entwicklung der FuE-Intensitäten deutlich, die in fast allen Branchen 2009 signifikant über denjenigen des Jahres 2007 lagen (Abb. 4.2.2).

Abb. 4.2.2: *FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2007 und 2009**



*) Wirtschaftszweige nach WZ2008 (NACE Rev. 2), nicht mit den Ergebnissen der vorherigen Studien vergleichbar.

**) Luft- und Raumfahrzeugbau, Bahnindustrie/Schiffbau, 2009 geschätzt. – Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1 sowie unveröffentlichte Angaben. – Berechnungen und Schätzungen d. NIW.

¹³⁸ Sehr ähnliche Tendenzen sind auch auf internationaler Ebene in zwei weiteren Untersuchungen festgestellt worden, vgl. European Commission (2010) und WIPO (2010). Zusätzlich wurden dabei auch hohe FuE-Steigerungen bei Unternehmen der Klimaschutzwirtschaft („alternative energy“) festgestellt. Dieser Sektor ist zwar noch vergleichsweise klein, wächst aber weiter überdurchschnittlich, vgl. Legler, Schasse (2009) bzw. ist relativ günstig durch die Krise gekommen, vgl. Gehrke, Schasse, Ostertag (2011).

¹³⁹ Ohne die in den Vorjahren hier nicht einbezogenen Institutionen der Gemeinschaftsforschung sind es 6,6 % des gesamten deutschen FuE-Personals.

Die deutsche Wirtschaft hat mit der Entwicklung in den Jahren 2008 und 2009 das über lange Jahre zu beobachtende Niveau der FuE-Intensität von rund 2¾ % verlassen¹⁴⁰ (Abb. 4.2.1), weil sich das FuE-Verhalten der Unternehmen aus den genannten Gründen weitaus weniger an die konjunkturelle Entwicklung angelehnt hat, als dies etwa zwischen 2001 und 2007 der Fall gewesen ist. Die Frage, ob es sich hierbei um einen tatsächlichen „Quantensprung“ handelt und ob ein FuE-Anteil an der Wertschöpfung von 3 % auch mittelfristig weiter zu halten ist, kann z. Z. noch nicht eindeutig beantwortet werden. Voraussetzung hierfür wäre, dass die FuE-Kapazitäten auch in den Folgejahren mindestens im gleichen Maße zunehmen würden wie die Wertschöpfung der gewerblichen Wirtschaft. Dies ist durchaus möglich, wenn die im Jahr 2010 ermittelten FuE-Pläne der Unternehmen für die Jahre 2010 und 2011 Realität werden würden. Die Unternehmen gehen in ihren Plänen davon aus, dass die FuE-Aufwendungen 2010 und 2011 im Schnitt um 4,4 % zunehmen. Dies entspricht etwa dem nominalen BIP-Wachstum 2010 (4,2 %) und läge sogar leicht über dem für 2011 erwarteten Anstieg (3,5 %¹⁴¹). Ob diese Pläne in 2010 schon so realisiert worden sind, bzw. in 2011 realisiert werden, muss allerdings noch offen bleiben. Erste weitere Auskünfte hierzu wird erst der FuE-Frühindikator des Stifterverbandes im Sommer dieses Jahres liefern können (siehe Kasten).

Insgesamt stehen die Chancen gut dafür, dass FuE in Deutschland keine nachhaltigen Schäden durch die Finanz- und Wirtschaftskrise erleiden wird. Im Gegenteil: Die Konjunkturprogramme der Bundesregierung, die Kurzarbeiterregelung sowie andere finanz- und geldpolitische Maßnahmen haben den Unternehmen bei FuE sozusagen einen „fliegenden Start“ ermöglicht. Sie haben insbesondere dazu beigetragen qualifiziertes FuE-Personal zu halten, was es den Unternehmen leicht gemacht hat, zurückgestellte oder neu aufgelegte FuE-Projekte ohne große Verzögerungen anzugehen. Auch die positiven Signale, die von der Absicht des Staates ausgehen, wieder stärker in öffentliche FuE zu investieren, sollten dabei nicht unterschätzt werden. Hierzu zählt z. B. die Tatsache, dass der Etat des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Haushaltsjahr 2010 um weitere 6,5 % ausgeweitet wurde.

Hier gilt es auch zukünftig Kurs zu halten. Dies dürfte nicht immer leicht fallen, denn die auch in Deutschland anstehende Konsolidierung der öffentlichen Haushalte (Stichwort „Schuldenbremse“) dürfte hier Begehrlichkeiten wecken. Dabei zählt Deutschland immer noch zu den Ländern mit einer unterdurchschnittlichen staatlichen FuE-Förderquote der Wirtschaft und weist ein Steuersystem auf, das Investitionen in FuE – anders als in vielen Konkurrenzländern – eher benachteiligt als fördert. Auch wenn andere europäische Länder, vor allem aus Südeuropa, noch unter weitaus größerem Haushaltskonsolidierungsdruck stehen und deshalb auch ihre staatlichen FuE-Aufwendungen zurückfahren, ist dies kein Grund, bei staatlichen Maßnahmen zur FuE-Förderung nachzulassen. Zumal öffentlich finanzierte FuE in den Schwellenländern im Schnitt eine weitaus größere Rolle als in den hoch entwickelten Volkswirtschaften spielt. Alle Indizien sprechen dafür, dass Länder wie China und Indien auch weiterhin einen Anstieg der öffentlichen FuE-Ausgaben anstreben. Die WIPO begründet hieraus u. a. die Erwartung, dass es im Gefolge der Wirtschaftskrise zu einer Beschleunigung der weltweiten Verschiebung von FuE-Aktivitäten in die schnell wachsenden Schwellenländer („fast-growing middle-income economies“) kommt,¹⁴² weil diese sowohl in der Wirtschaft als auch im öffentlichen Bereich die Nase vorn haben. Nach Schätzung der WIPO wird China schon bald Japan hinsichtlich der Bruttoinlandsausgaben für FuE überflügeln.

¹⁴⁰ Vgl. Legler u. a. (2010).

¹⁴¹ Sachverständigenrat (2010).

¹⁴² Vgl. WIPO (2010)

Der FuE-Frühindikator des Stifterverbandes

Die Anforderungen an die Statistik nach zeitnäheren Aussagen als Basis aktuell zu treffender Entscheidungen sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Dies gilt in gleicher Weise für die Zahlen zu Forschung und Entwicklung. Die FuE-Statistik gründet allerdings auf den Angaben der Unternehmen, die ihrerseits wiederum auf ihre eigenen Jahresabschlüsse angewiesen sind, um die entsprechenden Zahlen dem Stifterverband zur Verfügung stellen zu können. Als Konsequenz ergibt sich, dass quantitative Aussagen zum FuE-Geschehen nicht vor Ende des aktuellen Jahres gemacht werden können. Daher hat die Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband einen Frühindikator erarbeitet, der zumindest eine qualitative Aussage über die Entwicklung von FuE im laufenden Jahr im Vergleich zum Vorjahr zulässt.

Konzept des Frühindikators

Der Indikator fußt auf den Einschätzungen der Unternehmen, ob die FuE-Aufwendungen im aktuellen Jahr im Vergleich zum Vorjahr gleich bleiben, steigen oder fallen. Als zusätzliche Information wird angegeben, ob sie sich stark oder schwach verändern. Diese Angaben werden auf einer Skala von 1 (FuE-Aufwendungen fallen stark) über 3 (FuE-Aufwendungen bleiben unverändert) bis 5 (FuE-Aufwendungen steigen stark) abgetragen. Diese Einschätzungen werden zu einer Gesamtzahl aggregiert. Dabei ist allerdings zu beachten, dass es einen Unterschied macht, ob ein Großkonzern eine Einschätzung abgibt oder ein Kleinunternehmen mit nur wenigen Mitarbeitern. Daher erfolgt die Aggregation unter Gewichtung der einzelnen Einschätzungen mit den FuE-Aufwendungen des entsprechenden Unternehmens.

Die Aggregation erfolgt in einer Form, dass der Indikator Werte von -1 bis +1 annehmen kann. Ein Indikator mit dem Wert -1 hieße dann, dass alle Unternehmen von einem starken Rückgang der FuE-Aufwendungen ausgehen. Entsprechend bedeutet ein Indikator von +1, dass alle Unternehmen einen starken Anstieg erwarten. Liegt der Indikator bei Null oder in der Nähe von Null, sind keine Veränderungen bei den FuE-Gesamtaufwendungen zu erwarten. Dabei können sich selbstverständlich positive und negative Einschätzungen einzelner Unternehmen gegenseitig aufheben.

Die Interpretation des Indikatorwertes erfolgt also durch seine relative Nähe zu den Extremwerten -1 und +1 bzw. zum Wert Null. Ein Rückschluss vom Absolutwert des Indikators auf die Höhe der zu erwartenden FuE-Aufwendungen ist dagegen nicht möglich.

Ergebnisse des Frühindikators 2010

In den bisherigen Phasen des Projektes „FuE-Frühindikator“ wurden einzig nachträgliche Berechnungen für die Jahre 2003 bis 2009 durchgeführt. Erstmals wurde im Jahr 2010 der Indikator für das laufende Jahr berechnet und veröffentlicht.

Der FuE-Frühindikator 2010 beruht auf der Einschätzung von 2.779 Unternehmen. Darunter waren 236 Großunternehmen mit 500 oder mehr Mitarbeitern und entsprechend 2.543 Kleine und Mittlere Unternehmen. Diese Unternehmen repräsentieren rund eine Million Mitarbeiter in Deutschland und ungefähr 40 % der FuE-Gesamtaufwendungen des deutschen Wirtschaftssektors.

Aus den Einschätzungen der Unternehmen berechnet sich ein Indikator von 0,44. Im Vergleich zum Vorjahr, in dem der Indikator den Wert 0,04 annahm, zeigten sich die Unternehmen wieder deutlich optimistischer. Es wurde sogar fast der Wert von 2008, also aus der Zeit vor der Wirtschafts- und Finanzkrise, von 0,49 erreicht. Auch in der Verteilung der Antwortalternativen 1 (starker Rückgang) bis 5 (starke Zunahme) spiegelte sich die gute Stimmung der Unternehmen im Jahr 2010 wider. Über die Hälfte der Unternehmen gingen von einem Anstieg der FuE-Aufwendungen gegenüber 2009 aus. Weniger als ein Drittel erwartete dagegen einen Rückgang. Gerade die Großunternehmen, die in Deutschland ca. 85 % der FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors tragen, zeigten sich optimistisch. Über 60 % sehen 2010 höhere FuE-Aufwendungen als 2009, während nicht einmal ein Viertel einen Rückgang befürchtet.

Insgesamt stimmen die Ergebnisse des Frühindikators 2010 mit den später im Jahr im Rahmen der Vollerhebung ermittelten FuE-Plänen der Unternehmen recht gut überein.

Literaturverzeichnis

- Abramson, H. N., J. Encarnacao, P. P. Reid, U. Schmoch (1997): Technology Transfer Systems in the United States and Germany, Washington, D. C.
- Aghion, P., P. Askenazy, N. Berman, G. Cette, L. Eymard, (2008): Credit Constraints and the Cyclicity of R&D Investment: Evidence from France. Notes D'Études et de Recherche NER - R # 198, Banque de France (<http://www.banque-france.fr/gb/publications/ner/1-198.htm>).
- Barro, R. J., X. Sala-i-Martin (1995): Economic Growth, New York.
- Belitz, H. (2011): Internationalisierung von FuE deutscher MNU im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem 5-2011, Berlin.
- Belitz, H., M. Clemens, M. Gornig, F. Mölders, A. Schiersch, D. Schumacher (2011): Die deutsche forschungsintensive Industrie in der Finanz- und Wirtschaftskrise im internationalen Vergleich, DIW, Studien zum deutschen Innovationssystem 4-2011, Berlin.
- Bielinski, J. (2010): Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten von multinationalen Unternehmen in China. Eine empirische Analyse der deutschen Automobil-, Chemie- und Elektronikindustrie. Europäische Hochschulschriften – Band 3367, Frankfurt/Main u.a.
- 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.
- BMBF (2010): Ideen. Innovation. Wachstum – Hightech-Strategie 2020 für Deutschland, Bonn und Berlin.
- BMBF (2011): Hochschulpakt 2020: Zwischenbilanz und Ausblick. Mitteilung vom 25.1.2011; (<http://www.bmbf.de/de/6142.php>, 4.2.2011), Bonn und Berlin,
- Brécard, D. u. a. (2004): A 3 % Effort in Europe in 2010: An Analysis Of The Consequences. Using The Nemesis Model, Luxembourg.
- Cohen, W., D. Levintal (1990): Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, in: Administrative Science Quarterly, Vol. 35, S. 128-152.
- Cordes, A., B. Gehrke (2011), Außenhandel, Strukturwandel und Qualifikationsnachfrage: Aktuelle Entwicklungen in Deutschland und im internationalen Vergleich, NIW, Studie zum deutschen Innovationssystem 3-2011, Hannover.
- 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 (2009): The 2009 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, Luxemburg.
- European Commission (2010): The 2010 EU Industrial R&D Investment Scoreboard, Luxemburg.
- Fraunhofer ISI, GIGA, STIP (2008): New Challenges for Germany in the Innovation Competition, Karlsruhe, Bonn, Atlanta.
- 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.; U. Schmoch, P. Neuhäusler, O. Rothengatter, (2010): Patent Applications – Structures, Trends and Recent Developments, Fraunhofer ISI, Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 9-2010, Berlin.
- Frietsch, R., F. Köhler, K. Blind (2008): Weltmarktpatente – Strukturen und deren Veränderung, Fraunhofer ISI und TU Berlin, Studie des zum deutschen Innovationssystem Nr. 7-2008, Karlsruhe, Berlin.
- Gaisser, S., M. Nusser, T. Reiß (2005): Stärkung des Pharma-Innovationsstandortes Deutschland, Fraunhofer ISI, ISI-Schriftenreihe „Innovationspotenziale“, Stuttgart.
- Gehrke, B., Chr. Heine (2006): FuE in der Wirtschaft – Anforderungen an das Ausbildungssystem. In: Legler, H., Grenzmann, Chr. (Hrsg.): FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wirtschaftsstatistik, Heft 15, S. 119-130, Essen.
- Gehrke, B., H. Legler, U. Schasse, A. Cordes (2009): Adäquate quantitative Erfassung wissensintensiver Dienstleistungen, Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 13-2009, Hannover.
- Gehrke, B., R. Frietsch, Ch. Rammer u. a. (2010): Listen wissen- und technologieintensiver Güter und Wirtschaftszweige. Zwischenbericht zu den NIW/ISI/ZEW-Listen 2010/2011, Studie zum Deutschen Innovationssystem Nr. 19-2010, Hannover/Karlsruhe/Mannheim.
- 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.
- 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.
- Gerybadze, A., F. Meyer-Kramer, G. Reger (1997): Globales Management von Forschung und Innovation, Stuttgart.

- 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, S. 7-18, Essen.
- 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, S. 65-78, Essen.
- Grömling, M, K. Lichtblau, I. Stolte (2000): Preussag Dienstleistungsreport 2000, Köln.
- Grupp, H., B. Breitschopf (2004): Bessere Einbindung von Frauen in das Innovationssystem, in: Grupp, H., Legler, H., Licht, G. (Hrsg.): Technologie und Qualifikation für neue Märkte, Berlin, S. 131-140.
- Hall, B.H., J. Mairesse, P. Mohnen (2009): Measuring the returns to R&D. NBER Working Paper 15622, NBER Working Paper Series.
- 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., 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., R. Frietsch, D. Schumacher (2002): Aufhol-Länder im weltweiten Technologiewettbewerb. In: Indikatorenbericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2000/2001. Hannover, Berlin, Karlsruhe, Essen, Mannheim.
- Lau, A., T. Zywietz (2005): Going International, Berlin.
- Legler, H. U. Schasse (2009): Produktionsstruktur und internationale Wettbewerbsposition der deutschen Umweltschutzwirtschaft. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 03/09, Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Dessau und Berlin.
- Legler, H., H. Grupp u. a. (1992): Innovationspotential und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb, Heidelberg.
- 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. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2007, NIW, Hannover.
- Legler, H., O. Krawczyk (2009): FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 1-2009, NIW, Hannover.
- Legler, H., R. Frietsch (2006): Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006). Studie zum deutschen Innovationssystem 22-2007, NIW und Fraunhofer ISI, Hannover, Karlsruhe.

- Legler, H., U. Schasse, Chr. Grenzmann, A. Kladroba, B. Kreuels (2010): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft – eine strukturelle Langfristbetrachtung. Studien zum deutschen Innovationssystem 2-2010, NIW und Wistat, Hannover, Karlsruhe.
- Legler, H., H. Belitz, Chr. Grenzmann, B. Gehrke (2008): Forschungslandschaft Deutschland. Materialien zur Wissenschaftsstatistik Heft 16, Essen.
- Leszczensky, M., R. Frietsch, B. Gehrke, R. Helmrich (2010): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Studien zum deutschen Innovationssystem 1-2010, Hannover, Karlsruhe und Bonn.
- Licht, G., H. Legler, U. Schmoch u. a. (2007): Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007. BMBF (Hrsg.), Berlin.
- MCT Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil (2010): Indikatoren zu Wissenschaft und Technik (Indicadores nacionais de ciência e tecnologia; <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview>, 28.10.2010).
- Moncada-Paternò-Castello, P., C. Ciupagea, K. Smith, A. Tübke, M. Tubbs (2010): Does Europe Perform Too Little Corporate R&D? A Comparison of EU and Non-EU corporate R&D Performance, *Research Policy*, Vol. 39 (May 2010), S. 523-536.
- MOST Ministry of Science and Technology India (2006): Research and Development Statistics 2004-2005, New Delhi.
- MOST Ministry of Science and Technology India (2009): Research and Development Statistics 2007-2008 (<http://www.nstmis-dst.org/rndstst07-08.htm>, 28.10.2010).
- Nooteboom, B., E. Stam (Ed.) (2008): *Micro-foundations for Innovation Policy*, Amsterdam.
- Nusser, M., B. Soete, S. Wydra (Hrsg.) (2007): Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigungspotenziale der Biotechnologie in Deutschland, edition der Hans-Böckler-Stiftung, Nr. 197, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf.
- OECD (1993): Frascati Manual 1993 – The Measurement of Scientific and Technological Activities, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development. Paris.
- OECD (2000, 2010a): *Science, Technology and Industry Outlook*, Paris.
- OECD (2002): Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development – Frascati Manual, Paris.
- OECD (2005, 2007, 2009): *Science, Technology and Industry Scoreboard*, Paris.
- OECD (2010b): *SMEs, Entrepreneurship and Innovation*, Paris.
- OECD (versch. Jgge.): *Main Science and Technology Indicators (MSTI)*, Paris.
- Peters, B., G. Licht, D. Crass, A. Kladroba (2009): Soziale Erträge der FuE-Tätigkeit in Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem 15-2009, ZEW und Wistat, Mannheim und Essen.
- Preissl, B. (2000): Service Innovation – What makes it different? Empirical evidence from Germany, in: S. Metcalfe, J. Miles: *Innovation Systems and Services*, Kluwer.
- R&DMagazine (2010): 2011 Global R&D Funding Forecast, Battelle: <http://www.battelle.org>; (<http://www.rdmag.com>, 28.12.2010).

- Rammer, Chr. (2007): Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2005: Aktuelle Entwicklungen – Öffentliche Förderung – Innovationskooperationen – Schutzmaßnahmen für geistiges Eigentum. Studie des ZEW zum deutschen Innovationssystem 13-2007, Mannheim.
- Rammer, Chr., A. Spielkamp (2006): FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen. In: Legler, H., Grenzmann, Chr. (Hrsg.): FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 83-102.
- Rammer, Chr., B. Peters (2010): Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2008 – Aktuelle Entwicklungen, Innovationsperspektiven, Beschäftigungsbeitrag von Innovationen. Studien zum deutschen Innovationssystem 7-2010, ZEW, Mannheim.
- Rammer, Chr., H. Binz (2006): Zur Förderung von FuE in der Wirtschaft durch den Staat. In: Legler, H., Grenzmann, Chr. (Hrsg.): FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 131-142.
- 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., K. Blind u. a. (2007): Schwerpunktbericht des ZEW und des ISI zur Innovationserhebung 2005 an das BMBF, Mannheim, Karlsruhe.
- Revermann, Chr., E. M. Schmidt (1999): Erfassung und Messung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Dienstleistungssektor. Abschlussbericht, RWI und SV Wissenschaftsstatistik, Essen.
- Revermann, Chr. (2004): FuE-Erhebung und Kostenstrukturerhebung – Methodische Unterschiede und deren Auswirkungen. In: Legler, H., Grenzmann, Chr. (Hrsg.): Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik 13, S. 19-28, Essen.
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2010): Chancen für einen stabilen Aufschwung: Jahresgutachten 2010/11, Wiesbaden.
- 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., G. Licht, M. Reinhard u. a. (Hrsg.) (2000): Wissens- und Technologietransfer in Deutschland. Stuttgart.
- Schüller, M., D. Shim (2010): Innovation System and Innovation Policy in South Korea. In: Frietsch, R., Schüller, M. (Hrsg.): Competition for Global Innovation Leadership: Innovation Systems and Policies in the USA, Europe and Asia. Stuttgart, 2010, S. 169-187.
- 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 zum deutschen Innovationssystem 18-2003, DIW und NIW, 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.
- Spengel, Chr. (2009): Steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) in Deutschland, Berlin und Heidelberg.
- Statistics Bureau of Japan (2011): Japan's R&D expenditure dropped by 8.3% over year. News Bulletin, February, 9, 2011, Tokyo.
- Steincke, M. (2000): Aufhol-Länder im weltweiten Technologiewettbewerb – Materialien zum Indikatorenbericht zur Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. NIW-Forschungsbericht Nr. 28, Hannover.
- 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.
- Voßkamp, R., J. Schmidt-Ehmcke (2006): FuE in der Wirtschaft – Auswirkungen auf Produktivität und Wachstum. In: Legler, H., Grenzmann, Chr. (Hrsg.): FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wirtschaftsstatistik, Heft 15, S. 7-18.
- WIPO: World Intellectual Property Organization (2010): World Intellectual Property Indicators. 2010 Edition, Genf.
- Wistat: Wirtschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft (versch. Jgge.): FuE-Datenreport, Essen.
- Wogart, J.P. (2010): From Traditional to Innovative Government R&D in India: The Case of CSIR. In: Frietsch, R., Schüller, M. (Hrsg.): Competition for Global Innovation Leadership: Innovation Systems and Policies in the USA, Europe and Asia. Stuttgart, 2010, S. 229-239.
- Wogart, J.P., T. Stahlecker (2010): S&T and Innovation in India: Structure, Strategies and Policies. In: Frietsch, R., Schüller, M. (Hrsg.): Competition for Global Innovation Leadership: Innovation Systems and Policies in the USA, Europe and Asia. Stuttgart, 2010, S. 203-227.

Anhang

Tab. A.2.2.1: Anteil der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1995 bis 2009

- in % -

Land	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
GER	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	27,5	27,5	28,4	
FRA	41,9	41,5	38,8 ^a	37,3	36,9	38,7 ^a	36,9	38,3	39,0	38,7 ^a	38,6	38,5	38,1 ^b	38,9	
GBR	32,8	31,5	30,7	30,6	29,2	30,2	28,9	28,9	31,7	32,9	32,7	31,9	30,9	30,7	30,7 ^b
ITA	53,0	50,8									50,7	47,0	44,3	42,9	
BEL	23,1	23,0	22,2	23,8	23,5	22,9	22,0	23,2	23,5	24,4	24,7	22,4	22,2		
NED	42,2	41,5 ^a	39,1	37,9	35,7	34,2	35,8	37,1	39,2 ^A				36,8 ^a		
DEN	39,6	35,7 ^c	36,1		31,2		28,2		27,1		27,6		25,9 ^a		28,4 ^c
IRL	22,5 ^c	24,2 ^c	24,3 ^c	23,1 ^c	21,9 ^c	23,4 ^c	25,6 ^c	27,5 ^c	29,8 ^c	31,1	32,0		32,2	33,9	31,5 ^b
GRE	54,0 ^a		54,5		48,9		46,6		46,4		46,8				
ESP	43,6 ^a	43,9 ^c	43,6	38,7 ^c	40,8	38,6	39,9	39,1	40,1	41,0	43,0	42,5	43,7	45,6 ^a	
POR	65,3 ^a		68,2 ^a	69,1 ^c	69,7	64,8 ^c	61,0	60,5 ^c	60,1	57,5 ^c	55,2	48,6 ^c	44,6	43,7 ^b	
SWE	28,2 ^a		25,8 ^a		26,2		22,3		24,3		24,5 ^a		24,9		27,3 ^b
FIN	35,1		30,9	30,0	29,2	26,2	25,5	26,1	25,7	26,3	25,7	25,1	24,1	21,8	24,0
AUT	46,9 ^c	43,2 ^c	41,0 ^c	37,8	38,9 ^c	38,0 ^c	38,3 ^c	33,6	34,4 ^c	32,6	36,2 ^c	32,3	32,3	37,0 ^{b,c}	39,1 ^{b,c}
SUI		26,9				23,2				22,7				22,8	
NOR	44,0 ^a		42,9		42,5		39,8		41,9		44,0		44,9		
ISL	57,3		50,9	55,9 ^c	41,2		34,0		40,1		40,5	39,6	38,8	38,8 ^b	
TUR	62,4	56,6	53,7	53,3	47,7	50,6	48,0	50,6	57,0 ^O	57,0	50,1	48,6	47,1	31,6 ^a	34,0
POL	60,2 ^a	57,8	61,7	59,0	58,5	66,5	64,8	61,9	62,7	61,7	57,7	57,5	58,6	59,8	63,7
HUN	53,1	50,0	54,8	56,2	53,2	49,5	53,6	58,5	58,0	51,8	49,4	44,8	44,4	41,8	42,0
CZE	32,3	34,7	30,8	36,8 ^a	42,6	44,5	43,6	42,1	41,8	41,9	40,9	39,0	41,2	41,3	43,9
SVK	37,8	39,5	34,5 ^a	45,3	47,9	42,6	41,3	44,1	50,8	57,1	57,0	55,6	53,9	52,3	50,6
CAN	35,9 ^c	33,7 ^c	32,0 ^c	30,3 ^c	31,2 ^c	29,3 ^c	29,2 ^c	31,6 ^c	31,4 ^c	30,9 ^c	31,6 ^c	31,4 ^c	32,9 ^c	32,4 ^{b,c}	32,5 ^{b,c}
USA	35,4	33,2	31,5	30,3 ^a	28,4	25,8	27,2	29,1	30,0 ^b	30,9	30,2 ^b	29,3	28,3	27,1 ^b	
MEX	66,2	66,8	71,1	60,8	61,3	63,0	59,1	55,5	56,1	50,3 ^a	49,2	50,3	50,2		
JPN	20,9 ^c	18,7 ^a	18,2	19,3	19,6	19,6	19,0	18,4	18,0	18,1	16,8	16,2	15,6	15,6 ^a	
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	24,8 ^a	25,4	
AUS*	47,4	45,8		46,8		45,5		41,2 ^V				37,6		34,9	
NZL	52,3		52,3		50,6		47,1 ^a		43,8		43,2		42,7		
OECD	33,9^c	32,3^c	31,2^c	30,7^c	29,6^c	28,2^c	28,6^c	29,6^c	30,1^c	30,2^c	29,3^c	28,5^c	28,1^c	27,7^c	

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

*) 1994 statt 1995.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Zusammenstellung des NIW.

Tab. A.2.2.1a: Intensität der staatlichen FuE-Finanzierung in den OECD-Ländern 1995 bis 2009

- Gesamte FuE-Ausgaben in % des Bruttoinlandsproduktes -

Land	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
GER	0,83 ^c	0,84 ^c	0,80	0,79 ^c	0,77	0,77 ^c	0,77	0,79 ^c	0,79	0,76	0,71	0,70	0,70	0,76	
FRA	0,96	0,94	0,85 ^a	0,80	0,80	0,83 ^a	0,81	0,85	0,85	0,83 ^a	0,81	0,81	0,79 ^b	0,82	
GBR	0,63	0,58	0,54	0,54	0,53	0,55	0,52	0,52	0,55	0,55	0,57	0,56	0,55	0,54	0,57 ^b
ITA	0,52	0,50									0,55	0,53	0,52	0,53	
BEL	0,39	0,41	0,41	0,44	0,45	0,45	0,46	0,45	0,44	0,45	0,45	0,42	0,42		
NED	0,83	0,82 ^a	0,78	0,72	0,70	0,62	0,65	0,64	0,75 ^A				0,67		
DEN	0,72	0,66 ^c	0,70		0,68		0,67		0,70		0,68		0,67 ^a		0,86 ^c
IRL	0,28 ^c	0,32 ^c	0,31 ^c	0,29 ^c	0,26 ^c	0,26 ^c	0,28 ^c	0,30 ^c	0,35 ^c	0,38	0,40		0,41	0,49	0,56 ^b
GRE	0,23 ^a		0,25		0,29		0,27		0,26		0,28				
ESP	0,35 ^a	0,36 ^c	0,35	0,34 ^c	0,35	0,35	0,36	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,55	0,62 ^b	
POR	0,34 ^a		0,39 ^a	0,44 ^c	0,48	0,47 ^c	0,47	0,44 ^c	0,43	0,43 ^c	0,43	0,48 ^c	0,52	0,66	
SWE	0,92 ^a		0,90 ^a		0,94		0,92		0,92 ^V		0,87 ^a		0,85		0,99 ^b
FIN	0,79		0,84	0,86	0,93	0,88	0,85	0,88	0,89	0,91	0,89	0,87	0,84	0,81	0,95
AUT	0,73 ^c	0,69 ^c	0,70 ^c	0,67	0,74 ^c	0,74 ^c	0,79 ^c	0,72	0,78 ^c	0,73	0,89 ^c	0,79	0,82	0,99 ^{b,c}	1,08 ^{b,c}
SUI		0,71				0,59				0,66				0,68	
NOR	0,74 ^a		0,70		0,70		0,63		0,72		0,67		0,74		
ISL	0,88		0,93	1,12 ^c	0,95		1,00		1,13		1,12	1,18	1,04	1,03 ^b	
TUR	0,18	0,19	0,20	0,20	0,22	0,24	0,26	0,27	0,28 ^O	0,30	0,30	0,28	0,34	0,23 ^a	0,29
POL	0,38 ^a	0,38	0,40	0,39	0,40	0,43	0,40	0,35	0,34	0,34	0,33	0,32	0,33	0,36	0,38
HUN	0,38	0,32	0,38	0,37	0,36	0,39	0,49	0,58	0,54	0,45	0,47	0,45	0,43	0,42	0,48
CZE	0,31	0,34	0,33	0,42 ^a	0,48	0,54	0,53	0,50	0,52	0,52	0,58	0,60	0,63	0,61	0,67
SVK	0,35	0,36	0,37 ^a	0,35	0,31	0,28	0,26	0,25	0,29	0,29	0,29	0,27	0,25	0,25	0,24
CAN	0,61 ^c	0,56 ^c	0,53 ^c	0,53 ^c	0,56 ^c	0,56 ^c	0,61 ^c	0,64 ^c	0,64 ^c	0,64 ^c	0,65 ^c	0,62 ^c	0,63 ^c	0,60 ^{b,c}	0,64 ^{b,c}
USA	0,89	0,84	0,81	0,79 ^a	0,75	0,70	0,74	0,76	0,78 ^b	0,79	0,78 ^b	0,76	0,76	0,75	
MEX	0,19	0,19	0,22	0,21	0,24	0,21	0,21	0,22	0,22	0,20 ^a	0,20	0,19	0,19		
JPN	0,56 ^c	0,52 ^a	0,52	0,58	0,59	0,60	0,59	0,58	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,54 ^a	
KOR	0,44	0,48	0,55	0,59	0,54	0,55	0,62	0,61	0,59	0,62	0,64	0,69	0,80 ^a	0,85	
AUS*	0,71	0,72		0,67		0,67		0,68				0,75		0,77	
NZL	0,49		0,56		0,50		0,53 ^a		0,51		0,49		0,50		
OECD	0,70^c	0,67^c	0,65^c	0,65^c	0,64^c	0,62^c	0,64^c	0,65^c	0,67^c	0,66^c	0,65^c	0,64^c	0,64^c	0,65^c	

a) Bruch in der Zeitreihe aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen. – b) vorläufig. – c) Schätzung.
 *) 1994 statt 1995.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Zusammenstellung des NIW.

Tab. A.2.2.2: *Finanzierungsanteil der Wirtschaft (in %) an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1991 bis 2009*

	1991	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
	- 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	12,9	13,3	12,4	
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	5,8	5,5	5,5 ^b
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	3,8	4,2	
ITA*	2,9 ^a	3,4	3,2							1,8	2,3	2,3		
NED	6,3	8,9	9,5	11,0	12,2 ^a	12,2	10,6	8,7		9,6		10,0		
SWE	5,1	4,4 ^a	4,5 ^a	3,9		5,0		4,8		4,4		4,8		4,6 ^b
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	9,4	8,7
USA***	3,7 ^c	4,1 ^c	4,6 ^c	4,8 ^c	4,8 ^c	4,4 ^c	3,9 ^c	3,6 ^c	3,5 ^c	3,6 ^c	3,8 ^c	4,0 ^c	4,2 ^{b,c}	
CAN	5,0	5,9	8,0	7,2	7,7	7,9	7,4	7,2	7,3	7,4	7,3	7,8	7,7 ^b	7,6 ^b
JPN	2,3	1,8	1,9	2,1	1,9	1,7	2,8	2,5	2,0	2,0	2,0	2,2	2,0	
KOR		18,4	11,9	8,7	12,4	10,9	8,6	9,1	9,2	9,3	8,8	8,9	7,6	
EU-15 insg.	5,3^{a,c}	5,6^{a,c}	6,1^c	7,1^c	6,3^c	6,6^c	6,3^c	6,0^c	6,2^c	7,2^c	7,6^c	7,5^c	7,5^c	
OECD insg.	4,4^{a,c}	4,9^{a,c}	5,1^c	5,5^c	5,1^c	5,1^c	5,0^c	4,7^c	4,8^c	5,2^c	5,5^c	5,6^c	5,4^c	
	Hochschulen													
GER	7,0 ^a	8,2	9,7	11,3	11,6	12,2	11,8	12,6	13,2	14,1	15,1	15,5	15,1	
GBR	7,8	6,3	7,1	7,3	7,1	6,0	5,6	5,2	4,9	4,6	4,8	4,5	4,6	4,6 ^b
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	1,6	2,2	
ITA*	4,0	4,7	3,8							1,4 ^a	1,2	1,3	1,1	1,0
NED	1,2	4,0	4,3	5,1	7,0 ^a	7,1	6,7	5,7				7,5		
SWE	5,2	4,6 ^a	4,8 ^a	3,9		5,4		5,3		5,1	5,1 ^c	4,9		4,5 ^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	7,2 [#]	6,4
SUI**	1,8	6,2	7,1		5,1		6,0		8,7				6,9	
USA	6,8	6,8	7,3	7,4	7,1	6,5	5,8	5,3	5,1	5,1	5,4	5,6	5,7	
CAN	7,0	8,1	9,8	9,1	9,5	9,4	8,6	8,3	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5 ^b	8,5 ^b
JPN	2,4	2,4	2,4	2,3	2,5	2,3	2,8	2,9	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0 ^a	
KOR		22,4	14,9	10,8	15,9	14,3	13,9	13,6	16,1	15,2	13,7	14,2 ^a	12,0	
EU-15 insg.	5,8^{a,c}	5,9^{a,c}	6,2^c	6,5^c	6,6^c	6,8^c	6,6^c	6,5^c	6,6^c	6,7^c	7,0^c	7,0^c	7,2^c	
OECD insg.	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	6,2^c	6,2^c	6,5^c	6,7^c	6,5^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	10,4	10,8	9,3	
GBR	12,0 ^a	6,9	11,9	17,2	15,1	12,5 ^a	10,3	8,7	9,0	9,9	8,9	9,2	7,9	7,9 ^b
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	6,5	6,8	
ITA*	1,9 ^a	1,8	1,5	1,1	1,7	3,5	3,4	1,2	2,9	2,4	4,1	4,4	5,3	
NED	14,8	16,7	17,7	20,4	22,9 ^a	21,6	18,7	16,4 ^a				17,1		
SWE	4,8	3,0	2,9	3,8		1,6		1,7		1,5 ^a		4,4		5,1
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	14,2	13,6
SUI	0,3 ^c													
USA***	1,7 ^c	2,1 ^c	2,5 ^c	2,8 ^c	3,0 ^c	2,7 ^c	2,4 ^c	2,3 ^c	2,2 ^c	2,3 ^c	2,4 ^c	2,6 ^c	2,8 ^c	
CAN	1,7	1,8	4,2	2,9	3,1	3,9	3,8	3,5	3,6	3,8	3,5	5,0	4,8 ^b	4,4 ^b
JPN	2,2	0,7	0,9	1,8	1,0	0,7	2,8	1,8	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	
KOR		16,5	9,9	6,9	9,5	8,1	4,6	5,5	3,4	4,3	4,5	4,2 ^a	3,5	
EU-15 insg.		5,1^c	6,1^c	7,8^c	5,9^c	6,3^c	5,7^c	5,1^c	5,5^c	8,1^c	8,5^c	8,5^c	8,0^c	
OECD insg.	2,6^{a,c}	3,2^{a,c}	3,4^c	3,9^c	3,2^c	3,2^c	3,2^c	2,7^c	2,8^c	3,7^c	3,9^c	4,0^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	5,5	5,7	5,5	
GBR	4,5	3,4	4,7	5,3	5,0	4,0 ^a	3,5	3,4	3,5	3,6	3,5	3,2	3,1	3,1 ^b
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	2,2	2,4	
ITA*	2,3 ^a	3,0	2,8							1,7	2,2	2,0	1,9	
NED	6,1	8,0	7,7	8,3	8,5	8,6	7,9	7,9				8,8		
SWE	2,4	1,5	1,5	1,3		1,4		1,6		1,6 ^a		1,8		1,9 ^b
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	3,2	3,4
USA***	1,5 ^c	1,7 ^c	1,7 ^c	1,7 ^c	1,6 ^c	1,6 ^c	1,7 ^c	1,6 ^c	1,6 ^c	1,5 ^c	1,5 ^c	1,6 ^c	1,6 ^{b,c}	
CAN	4,9	4,2	5,3	5,0	5,0	4,9	5,4	5,4	5,5	5,7	5,7	6,4	6,4 ^d	6,4 ^b
JPN	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7	0,5	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	
KOR		6,3	4,3	3,2	4,1	3,3	2,7	2,7	2,7	2,6	2,4	2,6	2,3	
EU-15 insg.	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	3,5^c	4,1^c	4,2^c	4,1^c	4,1^c	
OECD insg.	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	2,3^c	2,3^c	2,3^c	2,2^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, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Tab. A.2.2.3: Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben 1995 bis 2009

	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2008	2009
Anteil der staatlichen FuE-Ausgaben für zivile Zwecke (in %)									
GER	90,9	90,4 ^a	91,7	92,6	93,5	94,2	94,0	94,0	94,3 ^b
GBR	63,5	60,8	62,1	69,5	68,1	76,1	76,6	78,6	82,0 ^c
FRA	70,0	74,8 ^a	77,3	77,2 ^a	77,1	79,2	71,2	71,7 ^b	
USA	45,9	44,8	46,8	49,5	45,1	43,1	42,2	41,7	48,6 ^b
JPN	93,8	94,2	95,4	95,7	95,5	96,0	95,5	94,8	96,3
KOR			77,6	84,2	85,7	85,4	82,4	82,6 ^b	83,3 ^b
OECD insg.	69,0 ^a	69,4	70,9	72,1	69,0	68,2	67,6	68,7 ^d	
Struktur der staatlichen FuE-Ausgaben für zivile Zwecke (in %)									
GER									
zur wirtschaftl. Entwicklung	23,0	22,9 ^a	22,6	20,3	20,5	20,3	21,4	21,3	23,0
Gesundheit/Umwelt	12,6	12,5 ^a	13,0	14,5	9,9	10,1	10,2	9,9	10,3
Raumfahrt	5,7	5,3 ^a	4,9	5,3	5,4	5,2	5,1	5,2	5,4
nicht-zielorientierte Forschung	16,5	17,1 ^a	17,4	18,5	17,4	18,0	17,5	18,6	18,2
allg. Hochschulforschungsmittel	41,5	42,6 ^a	41,8	41,4	41,7	43,1	42,4	41,5	39,6
Bildung und soziale Programme	2,6	2,7 ^a	3,7	4,9	5,3	4,1	4,1	4,0	4,1
GBR									
zur wirtschaftl. Entwicklung	16,6	14,3	11,7	13,6	14,8	7,1	6,1	6,9	12,6 ^c
Gesundheit/Umwelt	31,7 ^a	32,9	35,7	32,3	26,0	25,8	26,7	29,1	26,9 ^c
Raumfahrt	4,3	4,6	3,7	3,0	2,9	3,0	2,5	2,8	2,0 ^c
nicht-zielorientierte Forschung	18,3	18,7	18,2	19,5	22,5	25,9	27,4	25,1	22,6 ^c
allg. Hochschulforschungsmittel	28,5	28,9	30,1	31,3	29,0	30,2	31,7	30,2	29,7 ^c
Bildung und soziale Programme	3,8	3,2	5,7	5,7 ^a	3,9	7,4	5,6	5,9	6,2 ^c
FRA									
zur wirtschaftl. Entwicklung	20,7	18,7	18,9	16,5 ^a	16,2	16,4	21,9	24,3 ^b	
Gesundheit/Umwelt	12,1	12,5	11,3	13,0 ^a	12,4	11,8	13,2	15,0 ^b	
Raumfahrt	15,0	15,6	14,2	12,5 ^a	11,2	10,9	12,6	12,5 ^b	
nicht-zielorientierte Forschung	27,4	26,7	28,2	25,0 ^a	24,3	28,3	9,0	6,4 ^b	
allg. Hochschulforschungsmittel	22,2	23,2	23,6	30,1 ^a	32,1	29,4	39,9	39,0 ^b	
Bildung und soziale Programme	1,1	1,3 ^a	1,2	1,0 ^a	1,1	0,4	1,2	3,6 ^b	
USA									
zur wirtschaftl. Entwicklung	22,2	19,7	14,4	13,1	11,7	11,2	10,3	10,7	10,4 ^b
Gesundheit/Umwelt	43,9	46,6	50,0	53,0	55,8	55,8	54,7	54,6	56,7 ^b
Raumfahrt	25,1	24,5	22,7	19,8	18,7	17,1	18,3	17,7	13,5 ^b
nicht-zielorientierte Forschung	8,9	9,2	12,9	14,0	11,8	13,2	14,5	15,0	17,8 ^b
allg. Hochschulforschungsmittel									
Bildung und soziale Programme	2,4	2,0	2,0	1,8	2,0	2,8	2,1	2,0	1,6 ^b
JPN									
zur wirtschaftl. Entwicklung	31,4	34,8	34,4	34,3	33,4	33,2	30,6	30,5	30,5
Gesundheit/Umwelt	6,2	7,3	7,1	7,9	6,9	6,8	7,1	7,2	7,2
Raumfahrt	7,9	6,7	6,6	7,0	7,0	7,0	7,3	7,4	7,5
nicht-zielorientierte Forschung	10,3	11,5	13,5	14,5	15,9	16,9	18,0	18,1	18,3
allg. Hochschulforschungsmittel	44,2	39,7	38,4	36,3	36,0	35,3	36,3	35,8	35,5
Bildung und soziale Programme	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,9	1,0
KOR									
zur wirtschaftl. Entwicklung			52,1	55,5	52,4	51,9	51,5	51,5 ^b	52,0 ^b
Gesundheit/Umwelt			12,7	15,5	16,1	18,8	15,3	18,2 ^b	18,6 ^b
Raumfahrt			2,7	3,8	3,3	4,2	4,1	4,7 ^b	3,7 ^b
nicht-zielorientierte Forschung			28,7	22,0	24,9	20,1	25,8	22,8 ^b	22,8 ^b
allg. Hochschulforschungsmittel									
Bildung und soziale Programme			3,7	3,1	3,2	5,1	3,3	2,9 ^b	2,8 ^b
OECD insgesamt									
zur wirtschaftl. Entwicklung	24,6 ^a	24,8	23,4	23,0	22,4	21,6	22,0		
Gesundheit/Umwelt	19,9 ^a	20,2	21,4	23,1	25,4	25,8	25,7	25,5 ^d	
Raumfahrt	12,1 ^a	11,3	10,6	9,7	9,3	8,8	9,0	9,0 ^d	
nicht-zielorientierte Forschung	12,3 ^a	12,8	14,4	14,8	14,5	16,6	16,6	16,3 ^d	
allg. Hochschulforschungsmittel	26,1 ^a	26,2	25,2	24,4	24,1	23,6	23,6	23,2 ^d	
Bildung und soziale Programme	2,5 ^a	2,4	2,7	2,8	2,6	3,2	3,0		

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

a) Bruch in der Zeitreihe wg. methodischen Umstellungen. – b) vorläufig. – c) Schätzung. – d) vgl. Tab. .2.2.1

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2010/2). – Zusammenstellung des NIW.

Tab. A.2.2.4: Durchführung von FuE in ausgewählten Ländern, der EU-15 sowie in der OECD insgesamt 1991 bis 2009

	1991	1995	2000	2003	2005	2006	2007	2008	2009
GER									
Wirtschaft	69,4 ^a	66,3 ^c	70,3	69,7	69,3	70,0	70,0	69,2	68,2 ^c
Hochschulen	16,2 ^a	18,2 ^c	16,1	16,9	16,5	16,1	16,1	16,7	17,3 ^c
Staat	14,4 ^a	15,5 ^c	13,6	13,4	14,1	13,9	13,9	14,0	14,5 ^c
Org. o. Erwerbszweck									
GBR									
Wirtschaft	67,1	65,0	65,6	63,7	61,4	61,7	62,5	62,0	62,0 ^b
Hochschulen	16,7	19,2	20,6	24,0	25,7	26,1	26,1	26,5	26,5 ^b
Staat	14,5 ^a	14,6	12,6	10,4	10,6	10,0	9,2	9,2	9,2 ^b
Org. o. Erwerbszweck	1,8	1,3	1,2	1,9	2,3	2,2	2,2	2,4	2,4 ^b
FRA									
Wirtschaft	61,5	61,0	62,5	62,6	62,1	63,1 ^a	63,0	62,8	
Hochschulen	15,1	16,7	18,8	19,4	18,8	19,2	19,5	20,0	
Staat	22,7	21,0	17,3	16,7	17,8	16,5	16,4	15,9	
Org. o. Erwerbszweck	0,8	1,3	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	
USA									
Wirtschaft	72,5	71,8	75,2	69,3	70,0	71,2	72,2	72,6 ^b	
Hochschulen	14,5	15,2	13,7	14,0	14,0	13,5	13,1	12,8 ^b	
Staat	9,8	9,4	7,0	12,3	11,9	11,4	10,8	10,6 ^b	
Org. o. Erwerbszweck	3,3	3,6	4,1	4,4	4,1	3,9	3,9	3,9 ^b	
JPN									
Wirtschaft	75,4	70,3	71,0	75,0	76,4	77,2	77,9	78,5 ^a	
Hochschulen	12,1	14,5	14,5	13,7	13,4	12,7	12,6	11,6 ^a	
Staat	8,1	10,4	9,9	9,3	8,3	8,3	7,8	8,3 ^a	
Org. o. Erwerbszweck	4,4	4,8	4,6	2,1	1,9	1,9	1,7	1,6 ^a	
KOR									
Wirtschaft		73,7	74,0	76,1	76,9	77,3	76,2 ^a	75,4	
Hochschulen		8,2	11,3	10,1	9,9	10,0	10,7 ^a	11,1	
Staat		17,0	13,3	12,6	11,9	11,6	11,7 ^a	12,1	
Org. o. Erwerbszweck		1,1	1,4	1,2	1,4	1,2	1,5 ^a	1,4	
EU-15									
Wirtschaft	63,5 ^{a,c}	62,2 ^c	64,6 ^c	63,6 ^c	63,0 ^c	63,6 ^c	63,9 ^c	63,5 ^c	62,4 ^{b,c}
Hochschulen	18,8 ^{a,c}	20,8 ^c	20,9 ^c	22,6 ^c	22,7 ^c	22,5 ^c	22,5 ^c	23,2 ^c	23,6 ^{b,c}
Staat	16,8 ^{a,c}	16,2 ^c	13,6 ^c	12,8 ^c	13,1 ^c	12,6 ^c	12,3 ^c	12,0 ^c	12,7 ^{b,c}
Org. o. Erwerbszweck	0,9 ^c	0,9 ^c	1,0 ^c	1,0 ^c	1,1 ^c	1,3 ^c	1,3 ^c	1,3 ^c	1,4 ^{b,c}
OECD insgesamt									
Wirtschaft	68,8 ^{a,c}	67,2 ^{a,c}	69,5 ^c	67,5 ^c	68,1 ^c	69,0 ^c	69,5 ^c	69,6 ^c	
Hochschulen	16,3 ^{a,c}	17,5 ^{a,c}	16,0 ^c	17,7 ^c	17,6 ^c	17,2 ^c	17,1 ^c	17,0 ^c	
Staat	12,4 ^{a,c}	12,5 ^{a,c}	11,7 ^c	12,1 ^c	11,8 ^c	11,4 ^c	11,0 ^c	10,9 ^c	
Org. o. Erwerbszweck	2,6 ^c	2,7 ^c	2,8 ^c	2,7 ^c	2,5 ^c	2,5 ^c	2,4 ^c	2,4 ^c	

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

Quelle: OECD: Main Science and Technology Indicators (2010/1). -SV Wissenschaftsstatistik. – Abgaben des Statistischen Bundesamtes. – Zusammenstellung des NIW.

Tab. A 2.4.1: Deutschlands industrielle FuE-Struktur im internationalen Vergleich 1991 bis 2007

Sektor	OECD ¹												Deutschland											
	Vertikalstruktur ² in %						Horizontalstruktur ³ in %						Vertikalstruktur ² in %						Horizontalstruktur ³ in %					
	1991	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	1991	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	1991	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Spizentechnik	42,2	41,1	43,0	38,7	38,6	37,7	41,5	40,1	34,9	32,9	33,9	30,5	29,3	30,2	30,6	27,9	9,0	7,3	6,8	7,1	6,6	7,3	6,4	5,9
Pharmazeutika*	6,8	8,0	8,1	8,0	7,3	9,1	12,3	12,4	5,6	4,7	6,5	6,2	6,3	8,0	8,8	7,7	9,0	5,3	7,0	7,0	7,5	8,1	6,2	5,3
Büromaschinen/EDV	7,9	4,3	6,7	3,9	4,0	3,6	4,2	2,4	4,9	3,9	2,3	1,9	1,7	1,4	1,4	1,6	6,7	8,3	3,0	4,4	3,6	3,4	2,9	5,5
Nachrichtentechnik*	11,6	13,6	14,4	13,6	16,4	12,9	13,6	13,8	14,5	10,1	11,3	10,8	10,4	8,7	8,5	7,1	13,6	6,8	6,8	7,2	5,5	6,1	5,4	4,3
MSR-Technik	5,6	6,5	6,4	6,8	6,9	7,0	6,2	6,6	1,7	6,0	5,2	5,0	6,7	7,1	6,8	7,2	3,3	8,4	7,0	6,5	8,4	9,2	9,4	9,2
Luft- und Raumfahrzeuge	10,2	8,6	7,4	6,4	4,0	5,0	5,2	4,9	8,1	8,2	8,5	6,6	4,2	5,1	5,1	4,3	8,7	8,7	9,9	9,4	9,2	9,1	8,5	7,5
Hochwertige Technik	30,6	30,9	29,2	27,8	26,1	26,1	26,7	25,6	53,0	54,4	51,8	52,8	53,7	53,6	51,6	53,3	18,9	16,1	15,3	17,0	17,8	18,7	16,7	17,6
Industriechemikalien	8,4	7,4	6,5	6,0	5,4	5,1	5,0	4,4	14,2	13,4	12,2	10,7	10,0	8,7	7,7	7,3	18,5	16,6	16,2	16,1	16,2	15,5	13,4	14,2
Maschinenbau	5,5	6,1	5,9	5,5	5,4	5,4	5,8	5,9	10,5	11,4	11,0	10,1	10,4	9,9	10,7	11,1	20,8	17,2	16,0	16,5	16,6	16,7	15,8	15,7
Elektrotechnik	5,5	4,8	4,4	3,8	3,8	3,0	3,0	3,0	10,3	7,2	3,0	3,0	3,2	2,8	3,0	3,1	20,2	13,6	6,0	7,3	7,3	8,6	8,5	8,8
Automobilbau	10,8	12,2	11,9	12,1	11,2	12,2	11,7	11,4	17,5	21,3	24,2	28,0	29,3	31,8	29,8	31,4	17,8	15,9	17,5	20,8	22,8	23,7	22,0	23,2
übrige Fahrzeuge	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1,2	0,9	0,4	1,0	1,3	0,9	0,8	0,4	0,5	0,4	12,7	20,9	25,8	17,6	16,2	9,3	3,8	3,8
Übrige Industriezweige	11,1	10,4	10,0	8,9	8,6	9,1	8,9	9,7	8,2	8,0	7,7	7,6	7,4	7,1	7,1	7,5	8,1	7,0	6,6	7,7	7,5	7,2	6,9	6,5
Dienstleistungen**	14,2	15,2	15,6	22,7	25,1	25,4	21,0	22,8	2,4	3,6	5,4	8,2	9,0	8,5	10,1	10,6	1,8	2,1	3,0	3,2	3,1	3,1	4,2	3,9
übrige Wirtschaft	2,0	2,4	2,2	2,0	1,6	1,7	1,9	2,0	1,6	1,2	1,1	1,0	0,6	0,5	0,6	0,7	8,8	4,6	4,4	4,5	3,6	2,9	2,7	3,0
Insgesamt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	10,9	9,1	8,6	9,0	8,7	9,1	8,6	8,4

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

1) 26 OECD-Länder: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, GRE, ESP, POR, SWE, FIN, AUT, ISL, NOR, TUR, POL, HUN, CZE, CAN, USA, MEX, JPN, KOR, AUS.
BEL, CZE, MEX ab 1992, AUT ab 1993, POL, HUN ab 1994, KOR ab 1995.

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

3) Anteil Deutschlands an den 26 OECD-Ländern in %.

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

Tab. A 3.3.1: Indikatoren zu FuE für ausgewählte mittel- und osteuropäische Aufhol-Länder

	Deutschland		Polen		Slowakei		Slowenien		Tschechien		Ungarn		Rumänien		Bulgarien	
	1995	2009	1995	2009	1995	2009	1995	2009	1995	2009	1995	2009	1995	2009	1995	2008
FuE-Intensität																
FuE-Ausgaben insgesamt in % des BIP	2,19	2,82	0,65	0,59	0,93	0,48	1,57	1,86	0,95	1,53	0,73	1,15	0,8	0,5	0,6	0,5
FuE-Ausgaben der gew. Wirtschaft in % des BIP	1,45	1,92	0,25	0,18	0,50	0,20	0,73	1,20	0,62	0,92	0,32	0,66	0,6	0,2	0,3	0,2
FuE-Finanzierung																
Anteil ...		2008														
des Staates	37,9	28,4	60,2	63,7	37,8	50,6	40,6	35,7	32,3	43,9	53,1	42,0	57,4	54,9	39,1	61,2
der Unternehmen	60,0	67,3	36,0	29,6	60,4	35,1	45,9	58,0	63,1	45,8	38,4	46,4	39,0	34,8	57,6	30,6
sonstiger nationaler Quellen	0,3	0,3	2,1	0,4	0,1	1,6	10,6	0,3	1,3	1,1	0,5	0,7	0,5	2,0	3,3	1,3
des Auslands	1,8	4,0	1,7	6,3	1,6	12,8	2,9	6,0	3,3	9,2	4,7	10,9	3,1	8,3	0,0	6,8
... an der Finanzierung von FuE in %																
Durchführung von FuE																
Anteil der ...																
vom Staat	15,5	14,5	35,0	34,1	40,2	33,9	25,2	20,8	26,5	21,4	25,6	20,1	19,9	34,9	42,3	58,3
in Unternehmen	66,3	68,2	38,7	30,9	53,9	41,0	46,6	64,6	65,1	60,0	43,4	57,2	77,6	40,2	49,4	31,0
in Hochschulen	18,2	17,3	26,3	34,9	5,9	25,0	27,6	14,6	8,5	18,1	24,8	20,9	2,5	24,7	8,3	9,6
von priv. Org. o. Erwerbszw.				0,0	0,0	0,0	0,6	0,1		0,5				0,2		1,0
... verwendeten FuE-Ausg. in %																
FuE-Personal																
Total in % der Erwerbspersonen	1,17	1,27	0,49	0,43	0,66	0,59	1,04	1,19	0,44	0,96	0,48	0,71	0,49	0,29	0,45	0,48
Wissenschaftl./Ing. in % der Erwerbspersonen	0,59	0,75	0,29	0,35	0,39	0,49	0,51	0,71	0,23	0,54	0,26	0,48	0,27	0,19	0,28	0,32
Akademisierunggrad des FuE-Personals	50,3	58,9	60,3	83,0	60,0	83,3	49,6	60,0	52,6	56,4	53,6	67,3	53,8	67,9	62,12	66,11
in Unternehmen (Wiss./Ing. in % des FuE-Pers.)																
FuE Schwerepunkte																
Anteil des Sektors an den FuE-Ausgaben																
der Wirtschaft insgesamt in %																
	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007
	in % an VG															
	AUT 35,4	MAS 15,3	MAS 16,4	PHA 42,1	AUT 39,2	PHA 46,1	PHA 46,1	PHA 46,1	AUT 39,2	PHA 46,1	PHA 46,1	PHA 46,1	AUT 25,3	PHA 38,8	PHA 38,8	PHA 38,8
	MAS 8,8	PHA 12,3	PHA 13,6	ELE 18,0	MAS 13,6	AUT 13,8	ELE 18,0	ELE 18,0	MAS 13,6	AUT 13,8	AUT 13,8	ENE 14,3	MAS 22,0	MAS 22,0	MAS 22,0	MAS 22,0
	PHA 8,7	ELE 10,5	ELO 12,2	ELO 11,4	ELE 10,4	ELO 11,6	ELO 11,4	ELO 11,4	ELE 10,4	ELO 11,6	ELO 11,6	PHA 11,5	ELE 7,6	ELE 7,6	ELE 7,6	ELE 7,6
	CHE 8,3	AUT 9,8	ELE 5,4	MAS 10,2	INS 8,0	MAS 8,7	MAS 10,2	MAS 10,2	INS 8,0	MAS 8,7	MAS 8,7	ELE 11,2	ELO 5,6	ELO 5,6	ELO 5,6	ELO 5,6
	INS 8,1	NAH 8,8	CHE 5,0	INS 5,2	ELO 5,9	ELE 4,6	INS 5,2	INS 5,2	ELO 5,9	ELE 4,6	ELE 4,6	MAS 10,2	INS 4,0	INS 4,0	INS 4,0	INS 4,0
	in % an BERD															
	DL 10,6	DL 48,0	DL 47,4	DL 11,0	DL 37,3	DL 24,3	DL 11,0	DL 11,0	DL 37,3	DL 24,3	DL 24,3	DL 24,3	DL 51,0	DL 64,8	DL 64,8	DL 64,8
	VG 88,7	VG 50,9	VG 51,1	VG 88,2	VG 61,0	VG 73,3	VG 88,2	VG 88,2	VG 61,0	VG 73,3	VG 73,3	VG 73,3	VG 25,9	VG 34,2	VG 34,2	VG 34,2

VG = Verarbeitendes Gewerbe, PG = Produzierendes Gewerbe, DL = Dienstleistungsgewerbe, AUT = Automobilbau, MAS = Maschinenbau, PHA = Pharma, CHE = Chemie, INS = Instrumentenbau, ELE = Elektrotechnik, ELO = Elektronik, COM = Büromaschinen, AER = Luftfahrzeugbau, BIO = Biotechnologie, NAH = Nahrungsmittelindustrie

Quelle: OECD, MSTI 2010/2, Science&Technology Statistics Database. - EuroStat.

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

	Deutschland		Estland		Lettland		Litauen		Russland		Türkei		Mexiko		Brasilien	
	1995	2009	1998	2009	1995	2009	1996	2009	1995	2009	1995	2009	1995	2007	1996	2007
FuE-Intensität																
FuE-Ausgaben insgesamt in % des BIP	2,19	2,82	0,57	1,42	0,47	0,46	0,49	0,84	0,85	1,24	0,28	0,85	0,3	0,4	0,8	1,1
FuE-Ausg. der gew. Wirtschaft in % des BIP	1,45	1,92	0,11		0,13		0,02		0,58	0,77	0,07	0,34	0,1	0,2	0,2	0,5
FuE-Finanzierung																
Anteil ...		2008					2000								2004	
des Staates	37,9	28,4	63,3	48,9	53,0	44,7	61,7	53,9	61,5	66,5	62,4	34,0	66,2	50,2	57,2	57,9
der Unternehmen	60,0	67,3	23,2	38,4	24,2	36,9	31,6	21,0	33,6	26,6	30,8	41,0	17,6	45,1	40,0	39,9
sonstiger nationaler Quellen	0,3	0,3	7,2	1,4	3,0			11,9	0,3	0,5	4,8	24,0	9,5	3,3	2,8	2,2
des Auslands	1,8	4,0	6,2	11,4	22,7	15,4	6,7	13,1	4,6	6,5	2,0	1,1	6,7	1,4		
... an der Finanz. von FuE in %																
Durchführung von FuE																
Anteil der ...		2008					1996	2008							2006	
vom Staat	15,5	14,5	23,8	11,8	47,2	27,5	64,0	23,1	26,1	30,3	7,4	12,6	33,0	25,2	75,2	35,7
in Unternehmen	66,3	68,2	19,7	43,2	28,1	25,0	3,6	23,8	68,5	62,4	23,6	40,0	20,8	47,4	24,8	49,9
in Hochschulen	18,2	17,3	56,0	42,9	24,7	47,4	31,4	53,1	5,4	7,1	69,0	47,4	45,8	26,1	14,4	
von priv. Org. o. Erw erbszw. ... verw endeten FuE-Ausg. in %			0,4	2,1			1,1		0,0	0,2			0,4	1,3		
FuE-Personal																
Total in % der Erwerbspersonen	1,17	1,27	0,69	0,73	0,39	0,54	0,75	0,78	1,66	1,12	0,08	0,30	0,10	0,16	0,28	0,38
Wiss.schaftl./Ing.in % der Erw erbsp.	0,59	0,75	0,45	0,57	0,22	0,36	0,49	0,52	0,84	0,58	0,07	0,23	0,06	0,09	0,15	0,20
Akademisierungsgrad des FuE-Pers. in Untern. (Wiss./Ing. in % des FuE-Pers.)	50,3	58,9	64,7	78,2	57,6	66,9	65,7	67,0	50,4	52,3	85,7	78,6	58,4	54,0	54,49	53,43
FuE Schw erpunkte																
Anteil des Sektors an den FuE-Ausgaben der Wirtschaft insgesamt in %		2007		2007		2007		2007		2007		2007		2007		2005
	in % an VG	in % an VG	in % an VG	in % an BERD	in % an VG	in % an BERD	in % an VG	in % an BERD	in % an VG	in % an BERD	in % an VG	in % an BERD	in % an VG	in % an BERD	in % an VG	in % an BERD
	AUT 35,4	ELO 14,3	CHE 35,4	DL 63,8	CHE 35,4	MAS 21,8	MAS 21,8	AER 28,3	AUT 41,5	AUT 41,5	NAH 15,7	NAH 15,7	NAH 15,7	AUT 23,8	AUT 23,8	AUT 23,8
	MAS 8,8	NAH 13,7	INS 3,8	DL 63,8	INS 3,8	CHE 15,4	CHE 15,4	ELO 24,3	ELO 14,4	ELO 14,4	AUT 14,4	AUT 14,4	AUT 14,4	ENE 23,6	ENE 23,6	ENE 23,6
	PHA 8,7	CHE 10,3	NAH 1,3	DL 63,8	NAH 1,3	INS 11,1	INS 11,1	MAS 18,7	MAS 11,9	MAS 11,9	CHE 11,4	CHE 11,4	CHE 11,4	CHE 13,0	CHE 13,0	CHE 13,0
	CHE 8,3	MAS 7,8	INS 7,2	DL 63,8	INS 7,2	COM 4,8	COM 4,8	SFB 12,0	SFB 4,5	SFB 4,5	PHA 8,5	PHA 8,5	PHA 8,5	SFB 10,5	SFB 10,5	SFB 10,5
	INS 8,1	INS 7,2	in % an BERD	DL 63,8	in % an BERD	ELO 4,2	ELO 4,2	INS 5,7	NAH 2,7	NAH 2,7	TXT 6,8	TXT 6,8	TXT 6,8	ELO 7,5	ELO 7,5	ELO 7,5
	in % an BERD	in % an BERD	in % an BERD	DL 63,8	in % an BERD											
	DL 10,6	DL 63,8	DL 45,4	DL 63,8	DL 45,4	DL 49,0	DL 49,0	DL 72,0	DL 30,7	DL 30,7	DL 29,5	DL 29,5	DL 29,5	DL 30,4	DL 30,4	DL 30,4
	VG 88,7	VG 33,7	VG 54,2	VG 33,7	VG 54,2	VG 50,5	VG 50,5	VG 20,0	VG 68,2	VG 68,2	VG 69,3	VG 69,3	VG 69,3	PG 68,9	PG 68,9	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, TXT = Textilindustrie, NAH = Nahrungsmittelindustrie,

Quelle: OECD, MSTI 2010/2, Science&Technology Statistics Database. - EuroStat.

Tab. A 3.3.3: Indikatoren zu FuE für ausgewählte asiatische Aufhol-Länder

	Deutschland		Korea		Singapur		Taiwan		China		Indien	
	1995	2009	1995	2008	1995	2008	1998	2008	1995	2008	1997	2007
FuE-Intensität												
FuE-Ausgaben insgesamt in % des BIP	2,19	2,82	2,37	3,36	1,15	2,61	1,98	2,77	0,57	1,54	0,77	0,88
FuE-Ausg. der gew. Wirtschaft in % des BIP	1,45	1,92	1,75	2,53	0,74	1,87	1,27	1,96	0,25	1,12		
FuE-Finanzierung												
Anteil ...		2008							2000			
des Staates	37,9	28,4	19,0	25,4	32,5	29,9	32,7	28,2	33,4	23,6	73,6	66,0
der Unternehmen	60,0	67,3	76,3	72,9	58,7	63,5	66,0	70,4	57,6	71,7	23,0	29,6
sonstiger nationaler Quellen	0,3	0,3	4,7	1,4	4,8	1,3	1,3	1,3	-		3,4	4,4
des Auslands	1,8	4,0	0,0	0,3	3,9	5,3	0,1	0,0	2,7	1,2		
... an der Finanz. von FuE in %												
Durchführung von FuE												
Anteil der ...											2000	2006
vom Staat	15,5	14,5	17,0	12,1	8,1	7,6	23,8	16,8	42,1	18,3	77,2	75,3
in Unternehmen	66,3	68,2	73,7	75,4	64,5	71,8	64,2	70,7	43,7	73,3	18,5	19,8
in Hochschulen	18,2	17,3	8,2	11,1	27,4	20,5	11,3	12,2	12,1	8,5	4,3	4,9
von priv. Org. o. Erw erbszw .			1,2	1,4			0,7	0,3				
... verw endeten FuE-Ausg. in %												
FuE-Personal												
Total in % der Erw erbspersonen	1,17	1,27	0,73	1,21	0,54	1,13	1,10	1,70	0,11	0,25	0,09	0,09
Wiss.schaftl./Ing.in % der Erw erbsp.	0,59	0,75	0,48	0,97	0,44	0,95	0,56	1,01	0,08	0,20	0,04	0,04
Akademisierungsg rad des FuE-Pers.	50,3	58,9	66,0	80,2	81,0	83,9	50,9	59,6	69,4	81,0		39,6
in Untern. (Wiss./Ing. in % des FuE-Pers.)												
FuE Schw erpunkte												
Anteil des Sektors an den FuE -Ausgaben												
der Wirtschaft insgesamt in %												
	2007		2007		2007		2007		2008		2005	
	in % an VG	in % an PG										
	AUT	35,4	ELO+COM	50,9	ELO+COM	74,1	ELO+COM	73,7	ELO+COM	19,0	PHA	49,5
	MAS	8,8	AUT	18,0	PHA	4,3	FZB	4,4	FZB	14,8	AUT+AER	16,7
	PHA	8,7	MAS	7,6	MAS	4,2	MAS	3,8	MAS	12,8	ELE	10,9
	CHE	8,3	CHE	6,0	INS	3,6	CHE	3,5	ERZ	12,0	CHE	5,1
	INS	8,1	ELE	4,4	CHE	2,4	ELE	3,0	ELE	10,9	MAS	3,8
	in % an BERD											
	DL	10,6	DL	7,2	DL	29,4	DL	6,6	DL	20,7	DL	
	VG	88,7	VG	89,4	VG	70,5	VG	93,0	VG	79,3	VG	

VG = Verarbeitendes Gewerbe, PG = Produzierendes Gewerbe, DL = Dienstleistungsgewerbe, AUT = Automobilbau, FZB = Fahrzeugbau, MAS = Maschinenbau, PHA = Pharma, CHE = Chemie, INS = Instrumentenbau, ELE = Elektrotechnik, ELO = Elektronik, COM = Büromaschinen, AER = Luftfahrzeugbau, ERZ = Eisenzeugung und -verarbeitung.

Quelle: OECD, MSTI 2010/2, Science&Technology Statistics Database. - EuroStat.