

Schasse, Ulrich; Leidmann, Mark; Kladroba, Andreas; Stenke, Gero

**Research Report**

## Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft

Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 4-2012

**Provided in Cooperation with:**

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

*Suggested Citation:* Schasse, Ulrich; Leidmann, Mark; Kladroba, Andreas; Stenke, Gero (2012) :  
Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft, Studien zum deutschen  
Innovationssystem, No. 4-2012, Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/156567>

**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

## **Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft**

Ulrich Schasse  
unter Mitarbeit von Mark Leidmann  
(Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung)

Andreas Kladroba, Gero Stenke  
(Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft)

Studie zum deutschen Innovationssystem

Nr. 4-2012

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e. V  
Königstraße 53, 30175 Hannover  
[www.niw.de](http://www.niw.de)

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft  
Barkhovenallee 1, 45239 Essen  
[www.stifterverband.de](http://www.stifterverband.de)

Februar 2012

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. 4-2012  
ISSN 1613-4338

Herausgeber  
Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle:  
c/o Stifterverband für die deutsche Wissenschaft  
Pariser Platz 6  
10117 Berlin  
[www.e-fi.de](http://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 des Instituts reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

#### **Kontakt und weitere Informationen**

Dr. Ulrich Schasse  
Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e. V.  
Königstraße 53, 30175 Hannover  
Tel. +49-511-123316-39  
Fax +49-511-123316-55  
Email: [schasse@niw.de](mailto:schasse@niw.de)

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	IV
Verzeichnis der Tabellen im Anhang .....	IV
0 Das Wichtigste in Kürze.....	1
1 Übersicht und Untersuchungsansatz.....	3
1.1 Anmerkungen zur Einordnung dieser Indikatorenstudie .....	3
1.2 FuE in der Berichterstattung zu Forschung und Innovation .....	4
FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften.....	4
FuE im Innovationsprozess .....	7
Die Themen im Einzelnen .....	10
1.3 FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft – Abgrenzung nach internationalen Konventionen .....	10
1.4 Datensituation.....	13
Die deutsche FuE-Statistik im Überblick .....	13
Methodische Erläuterungen zur deutschen FuE-Statistik .....	14
Erhebungsrhythmus .....	17
Einschränkungen der intertemporalen Vergleichbarkeit .....	18
1.5 Neuberechnung von Indikatoren .....	19
2 Eckdaten zur internationalen Entwicklung von FuE in Wirtschaft und Staat .....	21
2.1 FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich.....	21
2.2 Zur Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich.....	25
3 FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft .....	30
3.1 FuE in der Wirtschaft – Einordnung gegenüber FuE in öffentlichen Einrichtungen .....	32
3.2 FuE in kleinen und mittelgroßen Unternehmen .....	33
Zur Rolle von Klein- und Mittelunternehmen im Innovationsprozess .....	33
Zur Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE.....	39
Zwischenfazit .....	43
3.3 FuE-Intensitäten im sektoralen Vergleich .....	43
Aktuelle FuE-Intensitäten nach durchführenden Wirtschaftszweigen .....	44
Aktuelle FuE-Intensitäten nach Erzeugnisbereichen .....	47
FuE-Vernetzung zwischen den Branchen.....	49
3.4 Staatliche Finanzierungsbeiträge und FuE-Intensität .....	50
3.5 Die Bedeutung von FuE im Dienstleistungssektor.....	55
3.6 Interne und externe FuE: Faktoreinsatz und Kooperationsverhalten.....	57
Interne FuE: Anlageinvestitionen und Personal .....	57
Externe FuE, FuE-Outsourcing und FuE-Kooperationen.....	60

3.7 Regionale Verteilung von FuE in Deutschland .....	67
4 Zusammenfassung, aktuelle Entwicklungen und Ausblick .....	72
4.1 Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse der Strukturanalyse.....	72
4.2 Zur aktuellen Entwicklung und Ausblick .....	75
Entwicklung im Jahr 2010 .....	75
Ausblick.....	78
5 Literaturverzeichnis .....	81
Anhang.....	87
Abkürzungsverzeichnis.....	94

**Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1.2.1:	Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2010 .....	6
Abb. 1.2.2:	Verteilung der Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2010 (in %).....	8
Abb. 2.1.1:	FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 1991 bis 2010 .....	22
Abb. 2.1.2:	Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2010 .....	22
Abb. 2.1.3:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2010 .....	23
Abb. 2.1.4:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995-2010 .....	24
Abb. 2.1.5:	Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1995 bis 2011 .....	25
Abb. 2.2.1:	Internationaler Vergleich der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2008 .....	27
Abb. 3.1:	Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1987-2010.....	30
Abb. 3.2.1:	Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal der Unternehmen in Deutschland 1991 bis 2009 (in %).....	35
Abb. 3.2.2:	FuE-Intensität forschender Unternehmen in Deutschland 2009 nach Unternehmensgrößenklassen.....	37
Abb. 3.2.3:	Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE im Verarbeitenden Gewerbe sowie in wissensintensiven Dienstleistungen Deutschlands 1993-2009 nach dem Mannheimer Innovationspanel (in %) – ab 2007 auch nach neuem Erhebungskonzept.....	41
Abb. 3.3.1:	Interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2007 und 2009.....	46
Abb. 3.4.1:	Staatliche FuE-Finanzierungsanteile an den FuE-Aufwendungen bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1991 bis 2009 in % .....	52
Abb. 3.4.2:	Staatlicher Finanzierungsbeitrag zu den FuE-Aufwendungen in Deutschland 2009 nach Unternehmensgrößenklassen (in %).....	55
Abb. 3.6.1:	Bedeutung des akademischen FuE-Personals in Deutschland 2009 nach Unternehmensgrößenklassen.....	60
Abb. 3.6.2:	Anteil externer FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland 1991 bis 2009 an den gesamten FuE-Aufwendungen in %.....	61
Abb. 3.6.3:	Durchführung externer FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1991 bis 2007.....	63
Abb. 3.7.1:	FuE-Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Einrichtungen in deutschen Regionen 1995 bis 2009.....	69
Abb. 4.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1987 bis 2012 .....	78

**Tabellenverzeichnis**

Tab. 2.2.1:	Langfristige Reagibilität der FuE-Aufwendungen im Konjunkturverlauf, 1995 bis 2008 nach Wirtschaftsbereichen .....	28
Tab. 2.2.2	Kurzfristige Veränderung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft und des Bruttoinlandsprodukts 2008/2009 in OECD-Ländern (US\$ zu konstanten Preisen 2005) in % .....	29
Tab. 3.1.1:	FuE-Aufwendungen und -Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Forschungseinrichtungen 2007 bis 2009 .....	32
Tab. 3.2.1:	Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1991 bis 2009 .....	34
Tab. 3.2.2:	FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung in Bergbau und Verarbeitender Industrie in Deutschland nach Unternehmensgrößenklassen 1995 bis 2009.....	36
Tab. 3.2.3:	FuE-Intensität von forschenden Unternehmen nach Wirtschaftszweigen und Technologieklassen 2009 .....	38
Tab. 3.3.1:	Angewandte interne FuE in Unternehmen 2009 in % des Wertes der zum Absatz bestimmten Produktion in Deutschland nach Erzeugnisbereichen/Gütergruppen (GP 2009) .....	48
Tab. 3.3.2:	Branchentypische und branchenfremde FuE nach Wirtschaftszweigen und Gütergruppen 2009 .....	50
Tab. 3.4.1:	Finanzierung von FuE in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2009 .....	53
Tab. 3.6.1:	FuE-Personalstruktur in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2009 .....	59
Tab. 3.6.2:	Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2009 .....	62
Tab. 3.7.1:	Kennziffern zum FuE-Personal in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgebieten 2009 .....	71
Tab. 4.2.1:	FuE-Aufwendungen und -Personal in Wirtschaft und öffentlichen Forschungseinrichtungen in Deutschland 2007-2010 .....	76

**Verzeichnis der Tabellen im Anhang**

Tab. A.3.2.1:	FuE-Beteiligung und FuE-Personalintensität der Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Verarbeitenden Gewerbe 2009 .....	87
Tab. A.3.2.2:	Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE nach Beschäftigtengrößenklassen 2008 im internationalen Vergleich .....	87
Tab. A.3.3.1:	FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 1995 bis 2007 nach der nach der bis 2007 geltenden Wirtschaftsgliederung.....	88
Tab. A.3.3.2:	FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2007 und 2009 nach der Wirtschaftsgliederung .....	90
Tab. A.3.5.1:	FuE-Personal in Dienstleistungsunternehmen 2007 und 2009 nach der Wirtschaftsgliederung .....	92
Tab. A.3.7.1:	FuE-Personalintensität <sup>1)</sup> im Wirtschaftssektor nach Bundesländern 1995 bis 2009 .....	93

## 0 Das Wichtigste in Kürze

Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE) ist von maßgeblicher Bedeutung für die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands und damit einer der zentraler Faktoren für Wachstum und Wohlstand.

Bei längerfristiger und weltweiter Betrachtung zeigen die FuE-Aufwendungen in wichtigen Industrieländern eine insgesamt hohe Reagibilität gegenüber der jeweiligen konjunkturellen Entwicklung – so auch in Deutschland. Anders als danach zu erwarten gewesen wäre, hat es im Krisenjahr 2009 sogar nur eine unterproportionale Anpassung der FuE-Aufwendungen gegeben. Neben einer insgesamt positiveren Grundeinstellung zu FuE haben hierzu wirtschafts- und arbeitsmarktpolitische Maßnahmen des Staates und die (sich bestätigende) Erwartung eines schnellen Wiederanziehens der Konjunktur beigetragen. Bei insgesamt leicht rückläufigen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft haben öffentliche Forschungseinrichtungen (Hochschulen, außeruniversitäre Forschung usw.) ihre Aufwendungen für die Durchführung von FuE weiter gesteigert. Da das FuE-Personal in der gewerblichen Wirtschaft weitaus weniger zurückgenommen worden ist als die entsprechenden Aufwendungen und gleichzeitig im öffentlichen Bereich signifikant zugelegt hat, sind die gesamten in Deutschland verfügbaren FuE-Kapazitäten im Krisenjahr 2009 sogar deutlich gestiegen: Die kurzfristigen Anpassungen bei den eingesetzten Mitteln haben das langfristig verfügbare FuE-Potenzial nicht gefährdet.

Kurzfristig haben vor allem die Automobilindustrie (Hochwertige Technik) und die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (Spitzentechnik) mit einer Rückführung ihrer FuE-Aufwendungen auf die Krise reagiert. Andere, weniger konjunkturabhängige Branchen wie die Pharmazeutische Industrie oder die Ernährungsindustrie haben ihre FuE-Aufwendungen 2009 gegen den Trend sogar ausgeweitet. Auch die schon seit Jahren wachsende Bedeutung von FuE im Dienstleistungssektor hat sich weiter fortgesetzt. Hierzu tragen auch zunehmende FuE-Verflechtungen mit der Industrie bei.

Dienstleistungen definieren als Anwender innovativer Technologien neue Anforderungen an Technologien, die Arbeitsteilung zwischen spezialisierten FuE-Dienstleistern und der Industrie nimmt weiter zu, nicht zuletzt befördert durch Verschiebungen von FuE-Kapazitäten aus der Industrie in neugegründete oder schon bestehende Dienstleistungsunternehmen. Insgesamt weist die funktionale Analyse des FuE-Einsatzes (Gütergruppe für die unabhängig von eigenen Produktionsschwerpunkt/Wirtschaftszweig FuE betrieben wird) auf einen zunehmenden „Fremdforschungsanteil“ in vielen Wirtschaftsbereichen nicht nur des Dienstleistungssektors hin. Ein intensiver Technologie- und Wissenstransfer zeigt sich gerade zwischen forschungsintensiven Industriezweigen, die sowohl für „branchenfremde“ Erzeugnisse FuE betreiben als auch in besonders hohem Maße FuE-Vorleistungen aus anderen Branchen benötigen.

Die Beteiligung von kleinen und mittleren Unternehmen an FuE hat sich weiter stabilisiert: Leicht zunehmende Anteile am deutschen FuE-Personal und ein trotz Rezession wieder leicht steigender Anteil FuE-betreibender Unternehmen sprechen dafür.

Trotz der im internationalen Vergleich immer noch relativ hohen FuE-Beteiligung von KMU und mehr staatlichem Engagement bei der Förderung von FuE in kleinen und mittleren Unternehmen fehlt es an Dynamik: Es bedarf zusätzlicher junger Unternehmen aus dem Bereich der Spitzentechnik, die häufig schon in Zusammenhang mit FuE gegründet werden. Auch der zunehmende Bedarf an hochqualifiziertem Personal für FuE könnte vor dem Hintergrund der Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung besonders für KMU zum Engpassfaktor werden.

Weiterhin gibt es innerhalb Deutschlands hinsichtlich der regionalen Verteilung der FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft ein „doppeltes Gefälle“, das sowohl die Unterschiede zwischen West- und Ostdeutschland als auch die innerhalb Westdeutschlands bestehenden Differenzen zwischen Süd(west)- und Nord(west)-Deutschland beschreibt. Auch wenn die FuE-Intensitäten in den nordwestlichen und den ostdeutschen Bundesländern seit 2005 insgesamt geringfügig stärker gestiegen sind als in Süddeutschland, kann daraus noch kein Trend abgelesen werden. Dafür sind die Unterschiede einfach viel zu groß.

Insgesamt betrachtet hat die deutsche Wirtschaft mit der relativ günstigen FuE-Entwicklung in den Jahren 2008 und 2009 das über lange Jahre zu beobachtende gleichbleibende Niveau der FuE-Intensität deutlich gesteigert. Dass es sich dabei nicht nur um einen Kriseneffekt gehandelt hat, der dadurch verursacht wurde, dass die FuE-Aufwendungen nicht in gleichem Maße zurück genommen worden sind wie die erzielte Wertschöpfung in der Wirtschaft eingebrochen ist, hat das Jahr 2010 gezeigt: Die Unternehmen haben ihre FuE-Anstrengungen wieder deutlich gesteigert und damit die FuE-Intensität im Aufschwung auf Vorjahresniveau gehalten. Dabei ist es auch zu einer gewissen „Normalisierung“ gekommen, weil gerade die Branchen ihre FuE-Aufwendungen besonders ausgeweitet haben, die im Vorjahr ihre Aktivitäten merklich zurückgenommen haben. Berücksichtigt man zusätzlich die FuE-Budgetplanungen der Unternehmen für die Jahre 2011 und 2012, die sich weitgehend an die erwartete konjunkturelle Entwicklung anlehnen, so kann man von einer Stabilisierung der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft auf hohem Niveau ausgehen. Die deutsche Wirtschaft ist bei FuE bisher ohne erkennbare Schäden durch die Finanz- und Wirtschaftskrise gekommen.

Insgesamt kurzfristig positiven Erwartungen bezüglich der Entwicklung von FuE stehen aber eine ganze Reihe von Faktoren gegenüber, die das zukünftige FuE-Verhalten der Unternehmen nachhaltig beeinflussen können: Wenn die insgesamt positive Grundstimmung zu FuE erhalten bleibt, wozu auch das glaubhafte Bekenntnis des Staates zur weiteren Stärkung und die Bereitschaft der Unternehmen zum Erhalt und Ausbau des FuE-Kapitalstocks zählen, und die europäische Schuldenkrise keine lang andauernde europaweite Rezession nach sich zieht, stehen die Chancen nicht schlecht, dass die deutsche Wirtschaft ihre Position im internationalen FuE-Wettbewerb halten kann. Denn der internationale FuE-Wettbewerb wird sich weiter verschärfen, insbesondere mit den asiatischen Ländern. Korea und China steigern ihre FuE-Kapazitäten unvermindert weiter, Japan wird seine führende Stellung in wichtigen Technologiefeldern trotz Natur- und Reaktorkatastrophe erhalten und die US-Wirtschaft wird mit zunehmender konjunktureller Erholung auch wieder stärker in FuE investieren. Südeuropäische Länder hingegen werden angesichts der staatlichen Sparzwänge und der rezessiven Entwicklung in der Wirtschaft in den nächsten Jahren Probleme haben, im internationalen FuE-Wettbewerb mitzuhalten.

# 1 Übersicht und Untersuchungsansatz

Das NIW, das DIW Berlin und die Wistat haben es im Auftrag der EFI im Rahmen der Ausschreibung EFI-2010-IST02 zur Innovationsindikatorik übernommen, das Thema „Forschung und Entwicklung in Wirtschaft und Staat (Los 2)“ zu bearbeiten. Die Ergebnisse werden in zwei Berichten dokumentiert: In diesem von NIW und Wistat verfassten Bericht werden gemäß des bislang geübten zweijährigen Berichtsturnus schwerpunktmäßig die Ergebnisse zu Forschung und Entwicklung (FuE) in der deutschen Wirtschaft sowie zusätzlich eine Reihe von Eckdaten der internationalen Entwicklung von FuE in Wirtschaft und Staat vorgelegt. Die Analysen zur Internationalisierung von Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen (DIW/Wistat) werden in einem zweiten Bericht (Studien zum deutschen Innovationssystem 5-2012) vorgelegt.

## 1.1 Anmerkungen zur Einordnung dieser Indikatorenstudie

Die Grundsätze des hier verfolgten Indikatorenansatzes haben sich im Sinne des Berichtssystems zur technologischen Leistungsfähigkeit gegenüber den Vorgängerstudien nicht verändert:

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

Eine wichtige Nebenbedingung für die Anlage dieser Untersuchung ergibt sich aus dem für einen „Monitor“ typischen Charakter einer periodisch aktualisierbaren Berichterstattung. Von der bis 2007 für die Analyse verantwortlichen „Arbeitsgruppe Innovationsindikatoren“ ist ein System von Indikatoren entwickelt worden, das weitgehend auf bereits vorhandenen Daten sowie regelmäßig erstellten Statistiken und Analysen aufbaut. Das Indikatorensystem 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 konnte. Dieses Prinzip gilt weiterhin auch für die hier vorgelegte Untersuchung.

Trotzdem ist es immer wieder notwendig, die Indikatorik und die darauf basierenden Analysen an sich verändernde Rahmenbedingungen anzupassen. Inhaltliche und methodische Gründe sprechen in diesem Jahr dafür, eine eher kürzerfristige Analyseperspektive zu wählen. Inhaltlich ist dies das besondere Interesse an den Folgen der Finanz- und Wirtschaftskrise für FuE in Deutschland. Methodisch zieht der Wechsel der Wirtschaftszweigsystematik in der amtlichen deutschen Statistik, in dessen Zuge auch die FuE-Statistik der Wistat angepasst wurde, eine Reihe von Folgen für die Analysen nach sich (vgl. Abschnitt 1.4). Insbesondere werden die Möglichkeiten der langfristigen Betrachtung stark eingeschränkt, denn sektoral differenzierte Daten sind nach der neuen Wirtschaftszweigsystematik (WZ

2008) rückwirkend nur bis zum Berichtsjahr 2007 verfügbar bzw. zu schätzen. Der Schwerpunkt dieses Berichts liegt deshalb auch aus methodischen Gründen deutlicher als zuvor bei einer eher kürzerfristigen Betrachtung.

Maßstab für die Beurteilung des FuE-Einsatzes in Deutschland ist weiterhin die Entwicklung im internationalen Raum insbesondere in wichtigen Wettbewerbsländern wie den USA, Japan und den großen europäischen Volkswirtschaften. Deshalb werden der vertiefenden Analyse des FuE-Verhaltens in der deutschen Wirtschaft wichtige Eckdaten der Entwicklung von FuE in diesen Ländern vorangestellt. Ergänzt werden diese um eine Analyse des Zusammenhangs von gesamtwirtschaftlicher Entwicklung und FuE-Verhalten in der Wirtschaft auf der Ebene von Staaten. So wird sichtbar, inwieweit sich die Reaktion der deutschen Wirtschaft auf die Finanz- und Wirtschaftskrise von vorherigen konjunkturellen Einbrüchen, aber auch von der Reaktion anderer Länder unterscheidet.

### 1.2 FuE in der Berichterstattung zu Forschung und Innovation<sup>1</sup>

In entwickelten Volkswirtschaften zählen Investitionen in technisches Wissen – also privatwirtschaftliche und öffentliche Forschung – neben der Verfügbarkeit von hoch qualifizierten Arbeitskräften zu den entscheidenden Determinanten der internationalen Wettbewerbsfähigkeit, der Produktivitätsentwicklung und des langfristigen Wirtschaftswachstums.<sup>2</sup>

#### **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 beieinanderliegen und je größer das Teilnehmerfeld am Technologiewettbewerb ist.<sup>3</sup> 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 insgesamt 3 % ihres Inlandsproduktes für FuE auszugeben. Dieses Ziel wurde in 2010 unverändert in die neue Wirtschaftsstrategie der EU „Europa 2020“ übernommen.<sup>4</sup> Damit soll Europa zu einer „Spitzenforschungsregion“ sowie zum „dynamischsten Wirtschaftsraum der Welt“ gemacht werden. Obwohl die Zielmarke von 3 % bis 2010 nicht erreicht worden ist, sind davon wichtige Anreizfunktionen ausgegangen. Vor allem ist FuE wieder stärker ins Blickfeld der öffentlichen Diskussion und poli-

---

<sup>1</sup> Dieser Abschnitt wurde gegenüber der Darstellung in Schasse u. a. (2011) bzw. Legler, Schasse u. a. (2010) nur geringfügig modifiziert und ergänzt.

<sup>2</sup> 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 findet sich in Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

<sup>3</sup> Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

<sup>4</sup> Vgl. BMBF (2010a).

tischen Aufmerksamkeit geraten. Man kennt die „optimale“ FuE-Quote zwar nicht;<sup>5</sup> es muss jedoch als sicher gelten, dass die bis vor Beginn des Abschwungs 2008/2009 in Europa (unter 2 % des Inlandsproduktes) und in Deutschland (2,7 % bis 2008) erreichten Marken zu niedrig waren, um das gesetzte Ziel des „wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensbasierten Wirtschaftsraums der Welt“ erreichen zu können. Die Bundesregierung hat daher das 3-%-Ziel der EU auch als nationales Ziel für Deutschland übernommen und in ihrer Hightech-Strategie bekräftigt.<sup>6</sup>

Als (bescheidener) Beleg für die Relevanz der wachstumstheoretischen Erörterungen sei die Periode ab der zweiten Hälfte der 90er Jahre herangezogen (Abb. 1.2.1):

- In der Regel standen unter den wichtigen Industrieländern Volkswirtschaften an der Spitze der Wachstumshierarchie, in denen die FuE-Aufwendungen am kräftigsten expandiert sind. FuE 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.<sup>7</sup>
- Ein Zusammenhang zeigt sich auch bei einem Querschnittsvergleich der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (Prokopfeinkommen) mit der FuE-Intensität von Volkswirtschaften (FuE-Anteil am Inlandsprodukt):<sup>8</sup> Mit zunehmender FuE-Intensität ist in der Regel ein höherer 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.<sup>9</sup>
- 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“).<sup>10</sup>
- 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 von insbesondere aufgrund ihrer Art als forschungsintensiv eingestuftem Industrien in direkter Verbindung mit den Investitionen dieser Sektoren in FuE.<sup>11</sup> 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 würden sich bei einer Erhöhung der FuE-

<sup>5</sup> Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

<sup>6</sup> BMBF (2006), BMBF (2010a).

<sup>7</sup> Vgl. Dehio u. a. (2005).

<sup>8</sup> Vgl. Dehio u. a. (2005).

<sup>9</sup> Vgl. Brécard u. a. (2004).

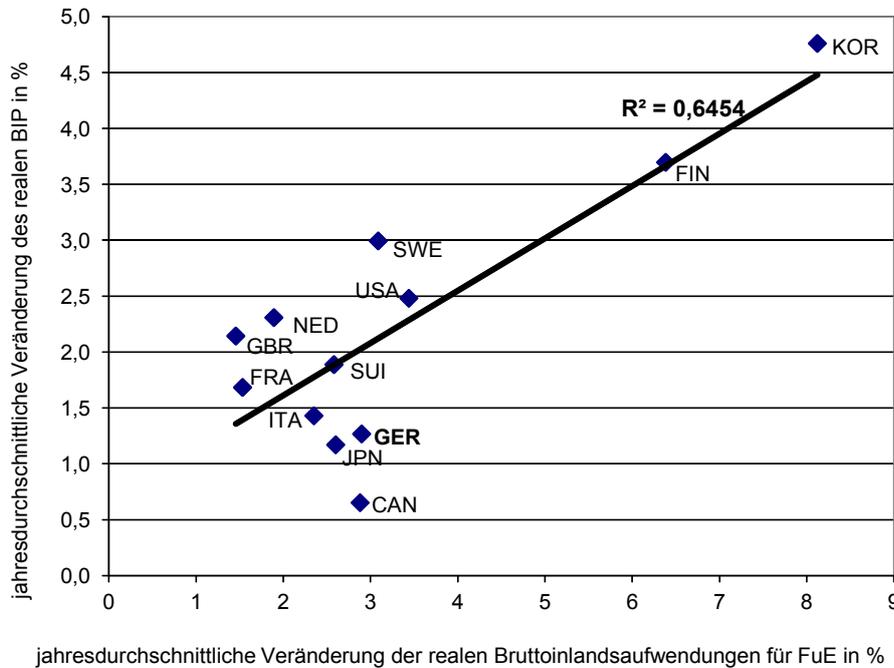
<sup>10</sup> Hall u. a. (2009) geben einen Überblick zu den ökonometrischen Studien, die sich mit der Schätzung der ökonomischen Erträge von FuE auf der Ebene von Unternehmen, Sektoren und Ländern befassen.

<sup>11</sup> Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

Aufwendungen eines Unternehmens um 1 € bei allen anderen Unternehmen Zusatzerträge in Höhe von 0,52 bis 0,65 € ergeben.<sup>12</sup>

- Tendenziell positive Effekte auf die Produktivitätsentwicklung hat auch die in Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen durchgeführte FuE.<sup>13</sup>

**Abb. 1.2.1: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2010**



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2011/2). – Eurostat-Datenbank.  
Berechnungen und Schätzungen des NIW.

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 dieser komplexen Wirkungszusammenhänge und -voraussetzungen ist FuE in hoch entwickelten Volkswirtschaften tatsächlich nur ein notwendiger Faktor für Wachstum und Wohlstand, jedoch nicht hinreichend.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Peters, Licht u. a. (2009).

<sup>13</sup> Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

<sup>14</sup> Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

## FuE im Innovationsprozess

FuE ist in sich immer noch in hohem Maße „national“ definierenden „Innovationssystemen“<sup>15</sup> gewissermaßen Dreh- und Angelpunkt. Technologisches Wissen wird von verschiedenen Akteursgruppen geschaffen, zum einen von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen (Hochschulsektor<sup>16</sup> und Staat<sup>17</sup>) und zum anderen von forschenden Unternehmen in der Wirtschaft.<sup>18</sup> Unternehmerische FuE ist sehr stark abhängig von einem hohen Bildungsstand der Arbeitskräfte und vom Leistungsstand der wissenschaftlichen Forschung. Hoch qualifizierte Arbeitskräfte sind nicht nur für FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft, sondern auch zur Absorption wissenschaftlicher Erkenntnisse erforderlich. Andererseits müssen neue Technologien auch diffundieren, müssen die Industrieforschungsergebnisse umgesetzt werden – in technologische Erfindungen, in Produkt- und Prozessinnovationen sowie letztlich in Umsatz, Wertschöpfung und Beschäftigung. Hierzu sind zusätzliche Innovationsaktivitäten und –aufwendungen<sup>19</sup> sowie Investitionen in Sachanlagen erforderlich. Insofern ist klar, dass durch FuE nur *ein* Aspekt des Innovationsprozesses abgebildet wird, nämlich der „Primärinput“. Eigene FuE steht dabei im Mittelpunkt von betrieblichen Innovationsaktivitäten, die auf einen robusten Strukturwandel mit originären Innovationen setzen und sich nicht mit der Imitation und Übernahme von Innovationsideen anderer Unternehmen begnügen.<sup>20</sup>

Der Anteil der Innovatoren ohne eigene FuE ist von 1998 bis 2003 erkennbar gesunken und hat danach weitgehend stagniert. Nur 23 % der innovationsaktiven Unternehmen aus der forschungsintensiven Industrie kamen 2006 ohne eigene FuE aus; 1998 waren es noch 32 % (Abb. 1.2.2). 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 erreichen ohne gleichzeitig FuE zu betreiben.<sup>21</sup> Im Jahr 2010 traf dies für 27 % der forschungsintensiven Industrieunternehmen zu. Bei den wissensintensiven Dienstleistungen trifft dies unverändert für mehr als die Hälfte der Innovatoren zu. Unternehmen aus forschungsintensiven Industrien, die nur gelegentlich FuE betreiben, stehen offenbar vor der Wahl, entweder von dem in den Vorjahren angehäuften Wissensstock zu zehren oder aber ihre FuE-Aktivitäten kontinuierlicher auszurichten: Ihr Anteil an den innovationsaktiven Unternehmen ist in den letzten Jahren von 32 % auf 20 % gesunken.

<sup>15</sup> Vgl. Schmoch, Rammer, Legler (2006).

<sup>16</sup> 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.

<sup>17</sup> 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).

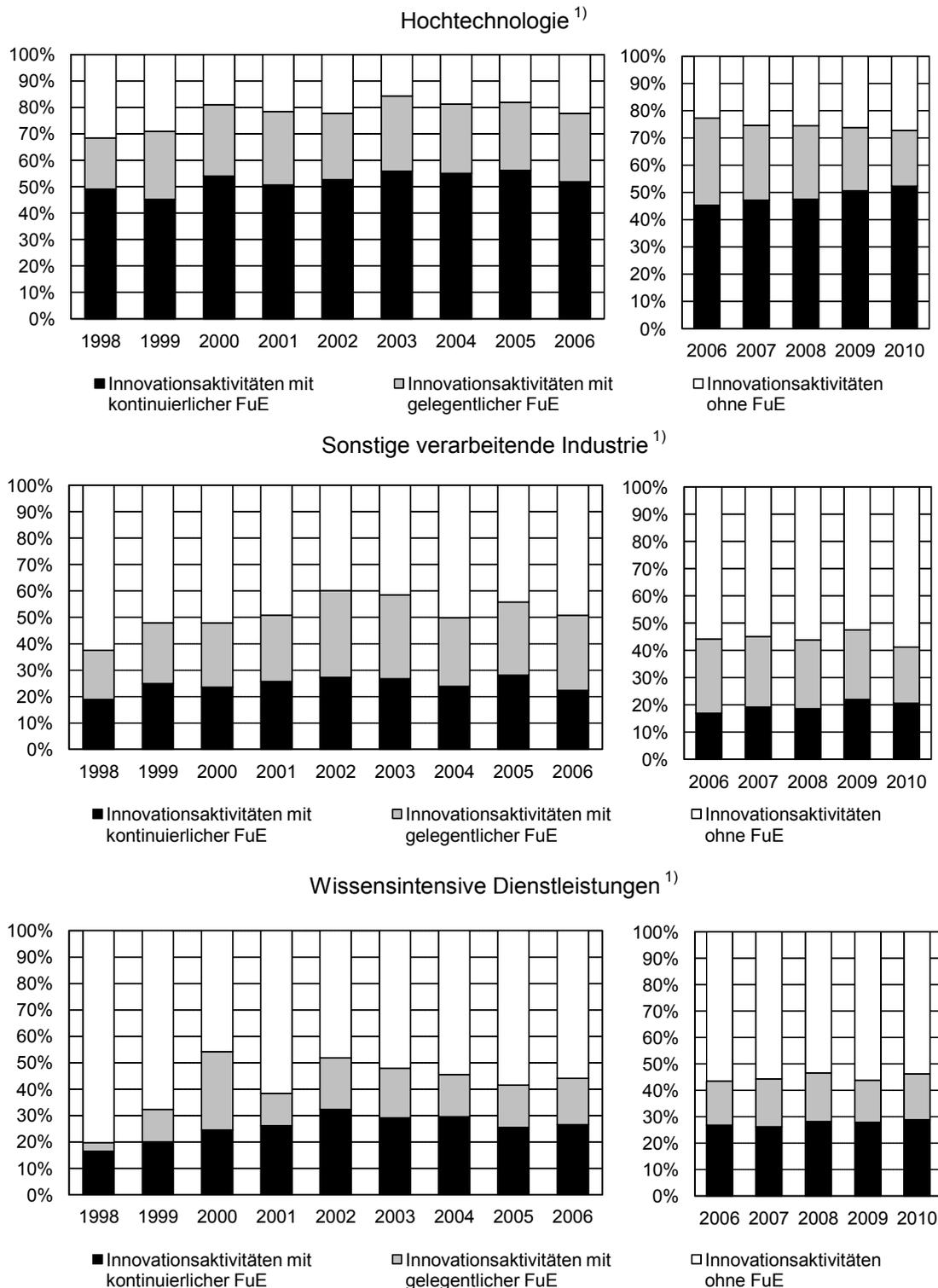
<sup>18</sup> Neben privaten und staatlichen Unternehmen werden in der Statistik auch Gemeinschaftsforschungseinrichtungen u. ä. erfasst, die überwiegend von der Wirtschaft finanziert werden.

<sup>19</sup> Zur Abgrenzung des Begriffs „Innovation“ von „FuE“ vgl. Rammer, Pesau (2011).

<sup>20</sup> Teilweise wird FuE auch mit dem Ziel des „Re-Engineering“ betrieben und beschränkt sich in diesem Falle auch auf Imitationen.

<sup>21</sup> Vgl. Rammer, Köhler u. a. (2011).

Abb. 1.2.2: Verteilung der Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2010 (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, Pesau (2011); aktuell: Rammer, Köhler (2012).

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

- 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, die Produktivität und damit die Wertschöpfung steigernde Effekte zwischen den Volkswirtschaften und im Zeitablauf. Daher ist es problematisch, ökonomische Indikatoren wie z. B. Einkommensniveau und -wachstum, Exportleistungen und Beschäftigungsentwicklung usw. allein auf die FuE-Aufwendungen, und dann auch noch einer bestimmten Periode, zu beziehen. Eher ist zu argumentieren: Neues, durch FuE geschaffenes Wissen erhöht die Produktivität der „traditionellen“ Produktionsfaktoren Arbeit und Sachkapital. FuE-Aufwendungen erhöhen daher eher *mittel- bis langfristig* als bereits auf kurze Sicht die technologische Leistungsfähigkeit.
- Erfahrung mit eigener FuE ist eine wichtige Basis für die Adoption fremden Wissens, sei es von Kooperationspartnern aus der Wirtschaft oder sei es von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen. Der Zugang zur Wissenschaft und zum Technologietransfer fällt schwer, wenn man nicht gleichsam „auf Augenhöhe“ mit den potenziellen Kooperationspartnern arbeiten kann. FuE-Aktivitäten versetzen die Unternehmen in die Lage, anderswo entwickeltes Wissen als solches zu erkennen, zu verstehen und zu verwerten, künftige Entwicklungstrends zu antizipieren und selbst zu verfolgen („learning to learn“). Sie erhöhen die „Absorptionsfähigkeit“ der Unternehmen.<sup>22</sup>
- Forschungsanstrengungen der Unternehmen und Investitionen in Bildung und Wissen führen zudem zu „Spillover-Effekten“.<sup>23</sup> Die Akkumulation von technischem Wissen in Unternehmen steigert auch die Produktivität bei jenen, die keine FuE-Investition getätigt haben, aber dieses Wissen nutzen können, um eigene Innovationen voranzutreiben.<sup>24</sup> 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 wird schwerlich gelingen, weil zu viele Einflussfaktoren parallel wirken, die Effekte aus dem Technologiesektor verstärken oder ihre volle Entfaltung verhindern.<sup>25</sup> Auf der einen Seite wirken z. B. konjunkturelle Einflüsse oder Wechselkursschwankungen, während auf der anderen Seite eine Vielzahl von Innovations- und Umsetzungshemmnissen zum Tragen kommen. 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.

<sup>22</sup> Vgl. Cohen, Levintal (1990) sowie Schmoch, Licht, Reinhard (2000), Peters, Licht u. a. (2009), Hall u. a. (2009).

<sup>23</sup> Vgl. Barro, Sala-i-Martin (1995) Knott u. a. (2009) sowie Peters, Licht u. a. (2009).

<sup>24</sup> Jirjahn, Kraft (2011) zeigen u. a., dass hierdurch vor allem inkrementelle Innovationen befördert werden.

<sup>25</sup> Vgl. Blind, Frietsch (2006).

### Die Themen im Einzelnen

Die FuE-Thematik wird nach dem von der Expertenkommission vergebenen Auftrag aus vier verschiedenen Perspektiven betrachtet:

- Die „*weltwirtschaftliche Sicht*“ beleuchtet in einem kombinierten Zeitreihen-/Querschnittsvergleich Deutschlands Position bei industrieller FuE.<sup>26</sup> Zu den Leitfragen gehören auch die Arbeitsteilung und Interaktion zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE in allen seinen Facetten. Aktuelle Eckzahlen zur internationalen Entwicklung des FuE-Einsatzes in Wirtschaft und Staat werden im Abschnitt 2 dieses Berichts vorgestellt. Dabei wird auch der Frage der Konjunkturreagibilität der FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich nachgegangen.
- Entsprechend dem zweijährlichen Erhebungsrhythmus der deutschen FuE-Statistik wird im vorliegenden Papier eine weitreichende Analyse des *FuE-Verhaltens der deutschen Wirtschaft* vorgenommen (Abschnitte 3.1 bis 3.6). Es wird untersucht, aus welchen Komponenten sich die über einen längeren Zeitraum hinweg nur geringe Dynamik, zeitweise gar rückläufige Entwicklung der FuE-Aktivitäten in Deutschland zusammensetzt und wie der Wiederanstieg bei FuE in Deutschland hinsichtlich Stabilität, Intensität sowie ihrer Strukturwirkungen einzuschätzen ist. Zudem wird geprüft, welche Rolle Klein- und Mittelunternehmen spielen, welchen Einfluss der Staat auf die Aktivitäten nimmt und welche Industriezweige und Sektoren in Deutschland führend sind. Obwohl klar ist, dass es sich bei FuE in Wirtschaft und Staat um mittel- bis langfristige Entscheidungen und Prozesse handelt, hat in den letzten Jahren in der öffentlichen Diskussion die kurze Sicht zunehmend an Gewicht gewonnen, was vor allem mit der Diskussion um das Erreichen des 3%-Ziels zu tun hat. Aktuell kommt die Frage nach den Folgen der bisher nicht ausgestandenen Finanz- und Wirtschaftskrise für FuE in Deutschland hinzu.
- In unregelmäßigen Abständen ist untersucht worden, wie die FuE-Kompetenzen in Deutschland *regional* verteilt sind.<sup>27</sup> Diese Frage ist vor allem mit Blick auf die Unternehmen in den östlichen Bundesländern wichtig. Abschnitt 3.7 dieses Berichts fasst wichtige Eckzahlen hierzu zusammen.
- Weiterhin steht die Frage auf der Tagesordnung, inwieweit der FuE-Standort Deutschland an der *Globalisierung in FuE* partizipiert, welche Bedeutung ihm von multinationalen Unternehmen beigemessen wird und wie deren FuE-Arbeitsteilung auf das Innovationsgeschehen wirkt. Dieser Thematik wird in einem separat erstellten Papier, das vom DIW vorgelegt wird, nachgegangen.<sup>28</sup>

Die differenzierte Analyse des FuE-Verhaltens der deutschen Wirtschaft endet mit dem Berichtsjahr 2009. Das Ende der Berichtsperiode markiert quasi den bisherigen Tiefpunkt des durch die Finanz- und Wirtschaftskrise ausgelösten Abschwungs. Die aktuelle Entwicklung in 2010 und die FuE-Planungen der Unternehmen für 2011 und 2012 werden im abschließenden Abschnitt 4 des Berichts anhand der Ergebnisse der Wistat-Kurzbefragung aus dem Herbst 2011 dargestellt und kommentiert.

### 1.3 FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft – Abgrenzung nach internationalen Konventionen<sup>29</sup>

FuE ist nach international gebräuchlichen Definitionen (dem „Frascati Manual“)<sup>30</sup> charakterisiert als „systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens“. Nach der Anwen-

---

<sup>26</sup> Zuletzt Schasse u. a. (2011).

<sup>27</sup> Vgl. zuletzt ausführlich Gehrke u. a. (2010).

<sup>28</sup> Belitz (2012).

<sup>29</sup> Dieser Abschnitt ist gegenüber der im Vorjahr erschienenen Studie von Schasse u. a. (2011) aufgrund der unveränderten Sachlage nur marginal verändert worden.

dungsnähe 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.).<sup>31</sup> Des Weiteren unterscheiden die Richtlinien zur Erfassung von FuE zwischen „naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Forschung und Entwicklung“ und „geistes- und sozialwissenschaftlicher Forschung“.

Konstituierendes Element der Abgrenzung von FuE zu anderen Elementen des Innovationsprozesses ist die Entstehung und Verwendung neuen Wissens. Als „statistische Messlatten“ werden in den Frascati-Richtlinien der finanzielle Einsatz in Form von Aufwendungen für FuE-Anlagen, -Sachmittel, -Personal und -Aufträge usw. sowie der personelle Einsatz in Form von FuE-Beschäftigten zugrunde gelegt.<sup>32</sup> 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.<sup>33</sup>

- 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.<sup>34</sup> Hinzu kommen Aufwendungen für Konstruktion und Design, Versuchsproduktion, Anlageinvestitionen, Markttests, Patente und Lizenzen oder die Weiterbildung des Personals. Diese „umsetzungsorientierten“ Ausgaben sind jedoch meist sehr eng mit der FuE-Tätigkeit gekoppelt oder aber Folge von FuE-Aktivitäten. FuE ist also die „Leitvariable“ für die meisten Innovationsaktivitäten, vor allem für die Verarbeitende Industrie. Unternehmen, die innovieren, exportieren, wachsen und Arbeitsplätze schaffen ohne FuE zu betreiben, sind selten.<sup>35</sup>
- 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.

<sup>30</sup> Vgl. die aktuelle Fassung der OECD (2002).

<sup>31</sup> 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.

<sup>32</sup> Zur Praxis der deutschen FuE-Statistik vgl. im Einzelnen Grenzmann (2004a, 2004b) und Revermann (2004).

<sup>33</sup> Vgl. z. B. European Commission (1997).

<sup>34</sup> Vgl. Rammer, Blind u. a. (2007), Rammer, Aschhoff u. a. (2011), Rammer, Köhler (2012).

<sup>35</sup> Vgl. Schasse (1998) sowie Beise, Rammer (2003) und Lachenmaier (2007).

- 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.<sup>36</sup>
- 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 „Industriellastigkeit“ auch in der praktischen statistischen Erfassung aufzulösen, sind Aktivitäten, die in Dienstleistungsbranchen dem Schaffen neuen Wissens gewidmet werden, weitaus schwieriger systematisch zu erfassen als in der Industrie, weil die präzisen Abgrenzungsregeln des Frascati-Manuals hier nur schwer greifen. Grundsätzlich hängen Innovationsaktivitäten im Dienstleistungssektor deutlich weniger stark von technologischer FuE ab als in der Industrie.<sup>37</sup>
- 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 Rolle<sup>38</sup> 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.<sup>39</sup> Denn technisches Wissen entwertet sich nicht von heute auf morgen, sondern akkumuliert sich über mehrere Perioden.

- Allerdings veraltet das Wissen in Branchen mit rapidem technischen Wandel und vielen Marktneuheiten (z. B. Computer, Neuerungen in der Elektronik und Nachrichtentechnik, auch Modellwechsel im Automobilbau werden manchmal dazu gezählt) schneller als in Industrien mit längeren Produktlebenszyklen (z. B. Chemiewaren und rohstoffintensive Güter wie Metalle, Papier, Ölprodukte usw.). Ähnlich verhält es sich auf Märkten (z.B. Metallwaren, 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.

---

<sup>36</sup> Vgl. Abschnitt 1.5: Zur Vermeidung von Doppelzählungen wurden für die Analyse von FuE in der deutschen Wirtschaft (Abschnitt 3) zusätzliche Anpassungen bei der Berechnung der Indikatoren vorgenommen.

<sup>37</sup> Vgl. Abb. 1.2.2; Freeman, Soete (2007).

<sup>38</sup> Vgl. Freeman, Soete (2007).

<sup>39</sup> Vgl. zum Folgenden Straßberger u. a. (1996).

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

#### 1.4 Datensituation

Für die im Folgenden erstellten Strukturdaten bei FuE wird auf die von der Wistat erhobenen Daten der deutschen FuE-Erhebung zurückgegriffen. Diese durch die OECD international harmonisierte Datenerhebung bildet die zentrale Quelle für die langfristige und sektoral differenzierte Analyse des FuE-Geschehens in Deutschland. Im Folgenden ist auf die weiteren in Deutschland verfügbaren Quellen von FuE-Daten einzugehen, auf die Erhebungsgrundsätze und -methoden der Wistat<sup>40</sup> sowie auf die Unwägbarkeiten, die sich bei der Analyse längerfristiger Datenreihen ergeben.

##### Die deutsche FuE-Statistik im Überblick

Die statistischen Daten zu den FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft werden in Deutschland in Eigenverantwortung der Wirtschaft erhoben. Diese Aufgabe liegt seit mehr als 40 Jahren beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, einer durch die Wirtschaft getragenen Institution zur Förderung der Wissenschaft. Der Stifterverband hat seinerseits seine Tochter, die Wistat, mit der Durchführung der statistischen Untersuchung betraut. Durch die Funktionsfähigkeit dieser subsidiären Aufgabenverteilung zwischen Wirtschaft und Staat wurde bisher eine Reglementierung auf gesetzlichem Wege entbehrlich.

Die statistischen Daten zu den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft werden jeweils für ungerade Berichtsjahre auf der Basis einer Vollerhebung ermittelt,<sup>41</sup> in diesem Sinne werden alle Unternehmen um Bereitstellung ihrer statistischen Angaben gebeten, bei denen erfahrungsgemäß FuE durchgeführt wird oder eine FuE-Aktivität anzunehmen ist. In den „Zwischenjahren“ – den geraden Erhebungsjahren – wird das FuE-Verhalten durch eine Kurzerhebung bei ausgewählten Unternehmen durchgeführt. Aus den Angaben dieser Unternehmen werden die Ergebnisse der ungeraden Jahre für die geraden Jahre fortgeschrieben. Da die Kurzerhebung nur einige Kerndaten zum FuE-Geschehen des jeweiligen Jahres bereitstellt, muss für differenzierte strukturelle Analysen auf die zweijährlichen Daten der Vollerhebung zurückgegriffen werden.<sup>42</sup>

- Zusätzlich zur Erhebung der Wistat werden auch vom Statistischen Bundesamt im Rahmen der Kostenstrukturerhebungen (KSE) einige wenige Eckdaten zu FuE erfragt.
- Gleichfalls aus einem anderen Gesamtzusammenhang kommend – der jährlichen deutschen Innovationserhebung (MIP) –, ermittelt das ZEW in einem Unternehmenspanel ebenfalls Eckdaten zum FuE-Verhalten im Industrie- und Dienstleistungssektor.
- Die Kreditanstalt für Wiederaufbau erhebt im Rahmen ihrer „Breitenprogramme“ Angaben zur FuE-Beteiligung der geförderten, meist Klein- und Mittelunternehmen. Durch die Anbindung an den Tatbestand der Förderung ergeben sich natürlich gewisse Verzerrungen.

<sup>40</sup> Vgl. auch Grenzmann (2004a), Kladroba, Grenzmann, Kreuels (2010).

<sup>41</sup> Zum Erhebungsrhythmus und den jeweiligen Erhebungsansätzen vgl. auch unten.

<sup>42</sup> Problematisch ist gelegentlich, dass die Ergebnisse der Öffentlichkeit auch in vorläufiger Form zu verschiedenen Auswertungszeitpunkten präsentiert werden. Die endgültigen Ergebnisse können nämlich im Vergleich zu den vorläufigen Ergebnissen deutlich abweichende Tendenzen aufweisen. Konfusion wird z. T. auch dadurch ausgelöst, dass die international vergleichenden Statistiken wegen des Publikations-Lags andere Interpretationen zulassen als die aktuellere nationale Statistik.

- Seit über einem Vierteljahrhundert werden FuE-Daten auch vom ifo Institut für Wirtschaftsforschung erhoben – früher über eine eigene Innovationserhebung, nun im Rahmen des Konjunkturtests.<sup>43</sup>
- In unregelmäßigen Abständen stellt das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) zur Ermittlung von „Beschäftigungstrends“ im Rahmen der Arbeitgeberbefragung (IAB-Betriebspanel) auch Fragen zu Innovationen im Betrieb, darunter auch zu FuE. Dies soll Informationen zum Fachkräfte- und Akademiker- sowie zum Weiterbildungsbedarf von Arbeitnehmern liefern. Zuletzt sind Daten zu den Berichtsjahren 2001, 2004, 2007 und 2009 erhoben worden.
- Die Euronorm GmbH verfolgt regelmäßig im Auftrage des BMWi und des BMWA, gleichsam als begleitende Untersuchung der FuE-Förderung in den östlichen Bundesländern, auch das FuE-Verhalten in der Wirtschaft der ostdeutschen Länder.<sup>44</sup>

Generell ist festzuhalten, dass trotz gleicher Begrifflichkeit von „Forschung und experimenteller Entwicklung“ die unterschiedlichen statistischen Erhebungen keineswegs zwingend zu den gleichen Ergebnissen führen müssen. Da das Berichtssystem der Wistat zu FuE die für die politische und wissenschaftliche Analyse notwendigen statistischen Daten in der erforderlichen Tiefe und in der Abgrenzung des internationalen Regelwerkes der OECD zur Verfügung stellt, wurden diese Daten für die weitere Betrachtung zugrunde gelegt. Hinzu kommt, dass die Daten einen Rückblick über mittlerweile 30 Jahre zulassen. Dem komplementären Charakter der anderen FuE-relevanten Informationen und Erhebungen entsprechend können deren Daten jedoch für ergänzende Problemanalysen zu Rate gezogen werden. Insbesondere bei der Interpretation „neuralgischer Fragen“ – bspw. beim FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen (Abschnitt 3.2) oder in den östlichen Bundesländern (Abschnitt 3.7) – sind z.T. auch Erkenntnisse aus den erwähnten „alternativen“ Erhebungen bei der Beurteilung berücksichtigt worden.

### **Methodische Erläuterungen zur deutschen FuE-Statistik**

Die Erhebung der FuE-Daten durch die Wistat wird auf der Basis des international abgestimmten Regelwerkes der OECD, dem Frascati-Handbuch,<sup>45</sup> durchgeführt. Danach sind dem Wirtschaftssektor Unternehmen, Organisationen und Institutionen zuzurechnen, deren Haupttätigkeit es ist, Güter und Dienstleistungen zu produzieren, um sie am Markt zu einem Preis anzubieten, der annähernd wenigstens die Herstellungskosten deckt. Zum Wirtschaftssektor zählen auch private Organisationen ohne Erwerbszweck, die in erster Linie für Unternehmen arbeiten. Beispiele für diese als Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG) bezeichnete Gruppe sind die Forschungsinstitute, die der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V.<sup>46</sup> zuzuordnen sind, aber auch Industrieverbände sowie Industrie- und Handelskammern. FuE wird im Wirtschaftssektor jedoch zu 99 % in den Unternehmen durchgeführt.

Die Grundgesamtheit, die der jeweiligen Erhebung für die ungeraden Jahre zugrunde liegt, wird gebildet aus Unternehmen, von denen angenommen werden konnte, dass sie FuE betreiben. Kriterien für

---

<sup>43</sup> Vgl. bspw. Penzkofer (2004), Penzkofer, Schmalholz (2009).

<sup>44</sup> Vgl. zuletzt Konzack, Herrmann-Koitz, Soder (2011).

<sup>45</sup> OECD (2002).

<sup>46</sup> AiF (2000). Insgesamt bestehen nicht ganz einheitlich angewendete Kriterien bei der Abgrenzung der IfG. „Graubereiche“ ergeben sich wegen des unterschiedlichen Agierens der Forschungsinstitute am FuE-Markt sowohl in die eine wie in die andere Richtung bei der Abgrenzung zu außeruniversitären Forschungseinrichtungen - die nicht zum Wirtschaftssektor zählen - und zu den externen Industrieforschungseinrichtungen in den neuen Bundesländern, deren FuE-Aktivitäten in großer Mehrheit bei den FuE-Dienstleistungsunternehmen verbucht werden.

die Auswahl der FuE-bezogenen Gesamtheit sind im Wesentlichen: Bei großen Unternehmen wird angenommen, dass die FuE-Wahrscheinlichkeit höher ist als bei Klein- und Mittelunternehmen. Bei Unternehmen aus forschungsintensiven Industrien wird ebenso eine hohe FuE-Wahrscheinlichkeit unterstellt. Weiterhin werden die Teilnahme an Förderprogrammen, Patentanmeldungen sowie Pressehinweise auf Forschungsergebnisse bzw. neue Produkte ausgewertet. Dies bedeutet, dass sich die „Klientel“ von Erhebung zu Erhebung ändert.

In dem Sinne, dass alle bekannten FuE-affinen Unternehmen in die Erhebung einbezogen werden, handelt es sich um eine Vollerhebung der FuE-Aktivitäten des Wirtschaftssektors. Dies bedeutet jedoch auch, dass etwaige FuE-Aktivitäten in Branchen bzw. Größenklassen mit eher geringer FuE-Neigung eventuell nicht erfasst werden. Dieses Verfahren deckt sich mit den Vorgaben des Frascati-Handbuches.

Zur Abschätzung, inwieweit der angeschriebene Adressbestand den gesamten Wirtschaftssektor abbildet, bietet sich der Abgleich der Adressen mit einem als vollständig akzeptierten Adressregister an. Da auf absehbare Zeit ein Zugriff auf das Unternehmensregister der statistischen Ämter des Bundes und der Länder aus rechtlichen Gründen verwehrt bleibt, ist ersatzweise eine Zuordnung zu dem Unternehmensregister des Verbandes der Vereine Creditreform (VVC) geschaffen worden. Dies ist die Basis zur Koppelung der FuE-Erhebung mit weiteren industriespezifischen Daten. Da die VVC-Datenbank auch Erhebungsgrundlage vieler wissenschaftlicher Institute ist, bestehen hier weitergehende Koppelungsmöglichkeiten.

Die Berichtseinheit bei den Unternehmen ist in der Regel die kleinste bilanzierende Einheit. Die Zuordnung zu den Wirtschaftszweigen erfolgt nach dem wirtschaftlichen Schwerpunkt der jeweiligen Berichtseinheit. Grundlage der Branchenzuordnung ist die Selbstangabe der Unternehmen nach der EU-einheitlichen „Klassifikation der Wirtschaftszweige“. Bis 2002 hat die deutsche Ausgabe „WZ93“ Verwendung gefunden, ab 2003 dann die Fassung „WZ2003“ und seit der aktuellen Erhebung 2009 die „WZ2008“.<sup>47</sup> Die IfG waren bis zum Erhebungsjahr 2007 im Allgemeinen den Branchen zugeordnet worden, für die sie überwiegend tätig sind. Ab 2009 werden sie – wie schon zuvor bei branchenübergreifenden Schwerpunkten – im Bereich der Dienstleistungen ausgewiesen.

Es wird angestrebt, bei Konzernen eine Aufgliederung in unterschiedliche Berichtseinheiten oder Geschäftsbereiche zu erreichen, um der internen Organisationsstruktur und der Branchenvielfalt der Konzerne gerecht werden zu können. Dies ist dann gegeben, wenn nach Wirtschaftszweigen getrennte Meldungen für konzernzugehörige Unternehmen, homogene Unternehmensgruppen oder Unternehmensteile abgegeben werden.

Die Erhebungsergebnisse werden aus den Angaben der Einzelwerte der Berichtseinheiten zusammengestellt. Quelle sind die an Unternehmen und IfG verschickten Fragebögen, die diverse detaillierte Fragen zu den komplexen Unternehmensdaten, FuE-Aufwendungen (Durchführung und Finanzierung), FuE-Personal, FuE nach Erzeugnisbereichen und Innovationsdaten enthalten. Die Frascati-Regeln der OECD zur Durchführung der FuE-Statistik empfehlen ausdrücklich die Einbeziehung von Unternehmensangaben aus weiteren FuE-relevanten Datenbeständen zur Vervollständigung der Datenbasis.<sup>48</sup> Deshalb werden Informationen aus Geschäftsberichten der Unternehmen aus öffentlich zugänglichen Datenbanken und vergleichbaren Quellen in die Datenbereitstellung einbezogen.

---

<sup>47</sup> Statistisches Bundesamt (2008).

<sup>48</sup> OECD (2002).

Den Unternehmen bzw. IfG werden problemorientierte Fragebögen zugesendet, die sich an der Größe oder Branche des betroffenen Unternehmens orientieren. Diese zielgruppenorientierten Fragebögen unterscheiden sich in erster Linie durch den Fragenumfang; gerade den mittelständischen und kleineren Unternehmen soll auf diese Weise die Beantwortung erleichtert werden. In der Vollerhebung kommen folgende zwei Fragebögen zur Verwendung:

- Langfragebogen für Unternehmen, von denen bekannt ist, dass sie FuE betreiben und der im Wesentlichen an größere Unternehmen gerichtet ist, und
- Kurzfragebogen für Unternehmen, der lediglich einige Kurzfragen zu den FuE-Aktivitäten enthält und Unternehmen zugestellt wird, bei denen FuE-Aktivitäten vermutet werden können, über deren tatsächliche Teilnahme am FuE-Prozess allerdings keine Klarheit besteht.

Die Entscheidung, welcher Fragebogen den einzelnen Berichtseinheiten zugestellt wird, erfolgt auf der Grundlage der zum Erhebungsbeginn vorliegenden Informationen. Angestrebt wird eine aktuelle Information bei der Eingliederung der Unternehmen in die verschiedenen Kategorien, jedoch wird gegebenenfalls auf eine ältere Informationsbasis zurückgegriffen.

Können von den angeschriebenen Unternehmen einzelne Fragen zu den Unternehmensdaten, zu FuE-Aufwendungen oder FuE-Personal nicht beantwortet werden, werden die fehlenden Daten durch Schätzungen auf der Basis von Angaben aus Geschäftsberichten, elektronischen Datenbanken, Internetinformationen sowie Angaben des Vorjahres und von Branchendurchschnitten ergänzt.

Die Statistik zu FuE wird in Deutschland auf freiwilliger Basis durchgeführt. Die Unterstützung durch die Spitzen- und Fachverbände der Wirtschaft und durch die Bundesressorts für Bildung und Forschung sowie Wirtschaft und Technologie sichern eine hohe Akzeptanz der Erhebung; gleichwohl bestehen bei Antwortverweigerung keine Sanktionsmechanismen, um eine Meldung durch die Unternehmen zu erzwingen. Dies führt vom Ansatz her dazu, dass trotz der grundsätzlichen Meldebereitschaft des Wirtschaftssektors nicht in jedem Fall eine Angabe zu FuE durch die Unternehmen erfolgt.

Diesem Nachteil wird durch verschiedene Maßnahmen entgegengewirkt. Neben mehrmaliger Ansprache im Rahmen der Erhebung wird den Unternehmen im Regelfall eine individuelle Schätzung zugeschickt mit der Bitte um Stellungnahme. Basis für die Schätzung sind im Allgemeinen bereits bekannte Eckdaten oder Vorjahreswerte. In Einzelfällen werden auch Informationen aus Pressemitteilungen, Geschäftsberichte oder Daten aus Förderprogrammen hinzugezogen. Die Befragung wird ergänzt durch die Einbeziehung der für die FuE-Statistik relevanten Angaben aus den Förderprogrammen des Bundes.<sup>49</sup> Die Art der Einbindung von geförderten Unternehmen in die Datenbasis der FuE-Erhebung kann nicht vollständig standardisiert werden, weil die Ausgangsdaten aus den Antragsunterlagen von Jahr zu Jahr und von Förderprogramm zu Förderprogramm wechseln. Jedoch setzt die Übernahme der Antragsdaten in den FuE-Datenbestand im Allgemeinen folgende Schritte voraus:

- Analyse der Ausgangsdaten,
- Entwicklung eines methodischen Vorgehens,
- Abgleich der „Förderantragsdatei“ mit den FuE-Meldungen, um Mehrfacherfassung des gleichen Unternehmens auszuschließen und
- Durchführung der Umsetzung und Einbindung in den FuE-Datenbestand.

---

<sup>49</sup> Die BMBF-Projektförderdatenbank ist mit Berichtsjahr 2007 um die AiF-Förderprogramme erweitert worden. Seit 2009 sind auch Informationen aus den Projektfördermaßnahmen des BMWi und des BMU integriert. Vgl. Eickelpasch, Grenzmann (2009).

Für das Vorgehen im Einzelnen wird beispielhaft auf die Dokumentationen in verschiedenen Jahrgängen der FuE-Datenreports der Wistat verwiesen.

Insgesamt werden im Rahmen der jüngsten FuE-Erhebungen rund 30.000 Berichtseinheiten angesprochen, von denen mehr als ein Drittel FuE-Aufwendungen verzeichnet. Die deutliche Zunahme gegenüber den Erhebungen vor 2007 beruht auf der umfangreicheren Erfassung von diskontinuierlich FuE-betreibenden Klein- und Mittelunternehmen, die früher an FuE-Förderprogrammen teilgenommen hatten, aber aufgrund von geänderten Programmstrukturen nicht mehr aus den Antragsunterlagen geschätzt werden konnten. Auch die Ausdehnung der Erhebung bei Dienstleistungsunternehmen hat zum Aufwuchs der Zahl der Berichtseinheiten beigetragen. Die Anzahl der ausgewerteten statistischen Berichtseinheiten ist jedoch nicht mit der Anzahl der erfassten Unternehmen gleichzusetzen. Denn in einem beantworteten Fragebogen können z. B. im Fall einer Meldung für eine Unternehmensgruppe die Daten für mehrere Tochterunternehmen enthalten sein, die möglichst in der gleichen Branche wie das Mutterunternehmen tätig sein sollten.

Die Vollständigkeit der Erhebung wird daher nicht über die Anzahl der Berichtseinheiten gemessen, sondern durch die Gegenüberstellung der durch die FuE-Erhebung erfassten Beschäftigten mit der in der amtlichen Statistik ausgewiesenen Zahl. Für die Erhebung des Jahres 2007 ergibt sich eine Repräsentanz, gemessen an den erfassten Beschäftigten der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe, von 56 % der Beschäftigten, die im Vergleich zur amtlichen Unternehmensstatistik durch die FuE-Statistik erfasst sind. Bei Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten steigt der Anteil auf 85 % und bei Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten werden durch die FuE-Erhebung gut 97 % der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe erreicht.<sup>50</sup>

Insgesamt sollte jedoch beachtet werden, dass es mit der gewählten Erhebungsmethode zwar gelingt, das Niveau, die Sektorstruktur und die Dynamik im FuE-Geschehen des Wirtschaftssektors abzubilden. Die Zahl der FuE-betreibenden Unternehmen – eine wichtige innovationspolitische Zielgröße – ist aber auf diese Weise nicht zuverlässig zu erfassen.<sup>51</sup>

### **Erhebungsrhythmus**

Die Erfassung auf der Basis einer Totalerhebung bei den Berichtseinheiten des Wirtschaftssektors, bei denen FuE vorliegt oder angenommen werden kann, bezieht sich auf die ungeraden Jahre. Damit stehen für diese Jahre FuE-Daten in einer tiefen Gliederung zur Verfügung. Auf der Grundlage dieser Erhebungen wird ergänzend nach den FuE-Planungen (FuE-Budget der Unternehmen) gefragt, so dass eine Basisinformation für die Entwicklung von FuE für die geraden Jahre zur Verfügung gestellt wird (Fortschreibung). Gleichwohl spiegeln die Budgetplanungen der Unternehmen nicht zwingend die tatsächlich eingetretene Entwicklung nach Ablauf des – geraden – Berichtsjahres wider. Dies war Anlass, den Sensor auch bei den geraden Berichtsjahren etwas präziser anzusetzen, ohne dass die Erhebung im Umfang der Vollerhebung jährlich durchgeführt wird. Seit 1986 wird daher in den Zwischenjahren eine „Kurzerhebung“ bei ausgewählten Unternehmen durchgeführt. Wurden zunächst rund 150 Großunternehmen angeschrieben mit der Bitte, einige Eckdaten zu nennen, wurde ab 1992 die Erhebung auch auf mittelständische Unternehmen ausgedehnt, um bei den Untersuchungen für die geraden Jahre eine Differenzierung nach Großunternehmen sowie Klein- und Mittelunternehmen zu ermöglichen; hierzu wurden rund 1.200 kleine und mittlere Unternehmen auch für die Datenbereitstellung der geraden Jahre angeschrieben. Grundlage der Fortschreibung für die geraden Jahre war die Steige-

---

<sup>50</sup> Vgl. Kladroba, Grenzmann, Kreuels (2010).

<sup>51</sup> Vgl. auch Revermann (2004).

rungsrate, die sich durch Gegenüberstellung der Meldungen des Unternehmens für zwei aufeinanderfolgende Jahre ergab. Seit 2008 erfolgt die Nachschätzung differenziert nach Wirtschaftszweigen und Beschäftigtengrößenklassen, wobei bei Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten so viele Unternehmen befragt werden, dass mindestens 10 % der gesamten FuE-Aufwendungen einer Wirtschaftszweig-Größenklassen-Kombination erfasst werden. Bei mittleren Betrieben mit 250 bis 500 Beschäftigten gilt dies für jeweils 20 % der FuE-Aufwendungen und bei großen Betrieben mit mehr als 500 Beschäftigten erfolgt eine Vollerhebung. Die differenzierte Betrachtung nach Branche und Unternehmensgrößenklasse ermöglicht eine Abschätzung der FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals auch für die geraden Jahre.

### **Einschränkungen der intertemporalen Vergleichbarkeit**

Trotz aller Kontinuität in der nationalen FuE-Statistik sind in regelmäßigen Abständen Weiterentwicklungen der statistischen Standards erforderlich. Diese ergeben sich aus den Änderungen im Umfeld von Forschung, Entwicklung und Innovation, und nicht zuletzt in den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. So wurde das Frascati-Handbuch, durch das die FuE-Statistik international vereinheitlicht wurde, seit der ersten Festlegung im Jahr 1963 mehrfach revidiert, zuletzt 2002.

Aus diesen Gründen sind bei einer längerfristigen Untersuchung des FuE-Verhaltens in Deutschland mehrere Brüche in den Zeitreihen zu berücksichtigen, die z. T. auch nicht durch Schätzungen zu überbrücken sind. Darüber hinaus ergeben sich Restriktionen aus Umstellungen in der Wirtschaftszweigsystematik – so aktuell auch für das Jahr 2009 (siehe unten). Deshalb muss man sich häufig mit der Analyse von aktuellen Querschnittsdaten begnügen.

Für die Analyse ergeben sich mehrere Einschnitte, die der intertemporalen Vergleichbarkeit Grenzen setzen:

- Zur Darstellung der aktuellen FuE-Intensitäten nach Wirtschaftszweigen wird auf Daten für die Jahre 2007 und 2009 zurückgegriffen. Die längerfristige intertemporale Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist damit auf der Ebene der Wirtschaftszweige stark eingeschränkt. Für 2009 wurden die Daten nach der neuen WZ2008 erhoben. Zusätzlich wurden auf dieser Grundlage die Daten für das Erhebungsjahr 2007 auf der Unternehmensebene rückwirkend mit einem Wirtschaftszweigschlüssel nach WZ2008 versehen und neu aggregiert. So können zum einen kurzfristige Veränderungen der FuE-Intensitäten nach Wirtschaftszweigen analysiert werden. Zum anderen liegen Daten für das „Übergangsjahr 2007“ sowohl nach der WZ2003 als auch der WZ2008 vor, was die Interpretation in zeitlicher Entwicklung erleichtert. Eine rückwirkende Rekodierung weiterer Erhebungsjahre wäre aufgrund von Zu- und Abgängen, Wechseln im Produktionsschwerpunkt der Unternehmen, Reorganisationen, Zusammenschlüssen oder Aufspaltungen von Unternehmen mit erheblichen Zuordnungsfehlern verbunden gewesen.
- Die Aufgliederung der entsprechenden Daten nach Unternehmensgrößenklassen beschränkt sich auf das aktuelle Berichtsjahr 2009 in der WZ2008. Bei Zeitreihenanalysen muss deshalb auf detaillierte kombinierte Größenklassen-/Sektoralbetrachtungen verzichtet werden. Dies erscheint durchaus vertretbar, weil der Einfluss des FuE-Verhaltens von Klein- und Mittelunternehmen auf die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität eher gering ist: Große Veränderungen dürften zu einem überragenden Anteil von großen Unternehmen ausgelöst werden, die – nimmt man die Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten als Abschneidegrenze – bei allerdings in jüngster Zeit abgeschwächter Tendenz 84 % der internen FuE-Aufwendungen und 91 % der externen FuE-Aufwendungen auf sich vereinen und 77 % der FuE-Personalressourcen beanspruchen.

- Zur Darstellung der längerfristigen Entwicklung der FuE-Intensitäten nach Wirtschaftszweigen wird auf gesamtdeutsche Daten der Jahre 1995 bis 2007 nach der WZ2003 zurückgegriffen. Diese wurden bereits im Jahr 2010 veröffentlicht, sind hier aber aus Vergleichsgründen noch einmal als Anhangtabelle (Tab. A.2.3.1 in Anhang) aufgenommen worden. Auf Basis dieser sieben Jahrgänge - die Daten werden, wie gesagt, in zweijährigem Turnus erhoben – konnte die längerfristige Entwicklung der FuE-Intensität schwerpunktmäßig untersucht werden.<sup>52</sup>
- Auf die Darstellung von Analysen, die sich auf die Zeit vor der deutschen Vereinigung beziehen, wird verzichtet. Sie sind in den vorausgegangenen Studien umfassend dokumentiert.<sup>53</sup> Ab 1995 lassen sich nach der Transformationsphase im Osten wieder sektorale Betrachtungen mit gesamtdeutschen Daten durchführen (Abschnitt 3.7).

## 1.5 Neuberechnung von Indikatoren

Neben der Umstellung der Wirtschaftszweigsystematik auf die WZ2008 (vgl. Abschnitt 1.4) wird in dieser Studie eine Reihe von Indikatoren neu berechnet, so dass sich eine Reihe von weiteren Strukturbrüchen ergibt, die im Einzelnen dokumentiert werden.

Die wichtigste Änderung resultiert aus der Tatsache, dass die FuE-Gesamtaufwendungen der Wirtschaft in den bisherigen Analysen als Summe der von den Unternehmen gemeldeten internen und externen FuE-Aufwendungen berechnet worden sind. Dabei stellte sich immer das Problem der Doppelzählung: Externe FuE-Aufwendungen, die von Unternehmen für Vorhaben ausgewiesen werden, die zwar nicht im eigenen Unternehmen, sondern in anderen Unternehmen des Wirtschaftssektors durchgeführt werden, werden sowohl im beauftragenden Unternehmen als externe Aufwendungen als auch im durchführenden Unternehmen als interne FuE-Aufwendungen gebucht. In den internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die extern finanziert werden, aber im Wirtschaftssektor („intern“) durchgeführt werden. Diese Aufwendungen werden also doppelt erfasst, wenn man aggregierte interne und externe FuE-Aufwendungen zur Summe der Gesamtaufwendungen addiert. Nach Neuberechnungen weist die Wistat nun einen um diese Doppelzählungen bereinigten Schätzwert für die gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft und für einzelne Branchen aus. Dieser ergibt sich aus der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. Danach werden für die Jahre 2003, 2005, 2007 und 2009 geänderte Anteilswerte hinsichtlich der Struktur der FuE-Finanzierung in der Wirtschaft (Abschnitt 3.4) und der externen FuE-Aufwendungen (Abschnitt 3.6) ausgewiesen.

Da die FuE-Statistik selbst nur Daten für FuE-betreibende Unternehmen ausweist, müssen zur Berechnung von Intensitäten als Anteil der FuE-Aufwendungen oder des FuE-Personal an der gesamten Wirtschaftsleistung bzw. der gesamten Beschäftigung Daten aus der amtlichen Statistik herangezogen werden.<sup>54</sup> Da entsprechende Bezugsdaten häufig nicht im gleichen Differenzierungsgrad vorliegen wie die FuE-Daten (z. B. nach Wirtschaftszweigen und Beschäftigtengrößenklassen) werden z.T. für die Berechnung des gleichen Indikators „FuE-Intensität“ je nach Art der Differenzierung unterschiedliche „Nenner“ aus der amtlichen Statistik herangezogen. Dies ist unausweichlich, bedeutet aber unterschiedliche numerische Werte. So wird z. B. für die Berechnung der gesamtwirtschaftlichen FuE-

---

<sup>52</sup> Vgl. Legler, Schasse u. a. (2010).

<sup>53</sup> Vgl. Legler, Schasse u. a. (2010).

<sup>54</sup> Vgl. die methodischen Erläuterungen in Abschnitt 1.4.

Aufwandsintensität auf Daten der VGR (Bruttowertschöpfung) zurückgegriffen. Bei weiterer Differenzierung nach Wirtschaftszweigen und Beschäftigtengrößenklassen stehen sowohl Daten der Kostenstrukturerhebung („Umsätze aus eigenen Erzeugnissen“) zur Verfügung als auch der Industriestatistik („Umsätze der Unternehmen aus eigenen Erzeugnissen“), auf die für eine tiefe sektorale Betrachtung nach Wirtschaftszweigen zurückgegriffen werden kann. Als weitere „nennerinduzierte“ Einschränkung kommt hinzu, dass die Bezugsdaten für die Umsätze nur für die Industrie und deren Wirtschaftszweige vorliegen. Wenn man entsprechende Indikatoren auch für Dienstleistungszweige errechnen wollte, müsste man auf weitere Datenquellen zurückgreifen, die wiederum nicht kompatibel zur Industriestatistik sind.

Diese Probleme stellen sich in vergleichbarer Form auch bei der Berechnung der FuE-Personalintensitäten als Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten, wenn nach Wirtschaftszweigen differenziert wird. Bisher wurde im Rahmen der Berichterstattung auch hier vor allem auf die im Rahmen der Industriestatistik ausgewiesene Zahl der „tätigen Personen“, bei Regionalbetrachtungen auch auf die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach der Beschäftigtenstatistik der BA abgestellt. Beide Quellen weisen unterschiedliche Vor- und Nachteile auf. Während es sich bei der Industriestatistik – wie bei der FuE-Statistik – um eine Unternehmensstatistik handelt, die allerdings den Dienstleistungssektor ausschließt, umfasst die Beschäftigtenstatistik fast alle Wirtschaftsbereiche, definiert die Wirtschaftszweigzugehörigkeit aber auf der Ebene der Betriebe, was wiederum nicht kompatibel zur FuE-Statistik ist. Nach einigen Jahren des Aufbaus und der Reorganisation stellt das inzwischen stabil laufende Unternehmensregister (URS) der statistischen Ämter des Bundes und der Länder u. a. Daten zur Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach dem Wirtschaftszweig der Unternehmen in sehr tiefer wirtschaftlicher Gliederung bereit. Zur Vereinfachung und um die FuE-Personalintensität in der Industrie und im Dienstleistungssektor bei tiefer wirtschaftlicher Gliederung an der gleichen Bezugsgröße zu messen, wird die FuE-Personalintensität in dieser Studie als Anteil des FuE-Personals an den im URS ausgewiesenen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten gemessen. Die in der Vergangenheit verwendete Berechnung auf Basis der tätigen Personen in der Industrie entfällt.

## 2 Eckdaten zur internationalen Entwicklung von FuE in Wirtschaft und Staat

Die Position Deutschlands im internationalen FuE-Wettbewerb war Gegenstand der im letzten Jahr verfassten ausführlichen Analyse.<sup>55</sup> Entsprechend dem zweijährlichen Erhebungsrhythmus der deutschen FuE-Statistik liegt der Schwerpunkt des diesjährigen Berichts auf FuE in Deutschland auf Basis der Vollerhebung der deutschen FuE-Statistik durch die Wistat (Abschnitt 3). An dieser Stelle werden deshalb nur *aktualisierte* internationale Eckdaten zu wichtigen Indikatoren herangezogen (Abschnitt 2.1). Sie beschreiben die Entwicklung der weltweiten FuE-Anstrengungen und bilden damit die Referenz, an der sich die deutschen FuE-Aktivitäten in Wirtschaft und Staat messen lassen müssen. Die abgebildeten Indikatoren liefern darüber hinaus wichtige Indizien zur Beantwortung der Frage nach den Folgen der Finanz- und Wirtschaftskrise für FuE und deren Bewältigung im internationalen Raum. Denn die weltweiten Reaktionen auf die Krise lassen sich nicht allein mit der generellen Konjunkturabhängigkeit der FuE-Investitionen der Wirtschaft erklären (Abschnitt 2.2).

### 2.1 FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich

In den meisten größeren OECD-Ländern ist die als Anteil der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am Bruttoinlandsprodukt gemessene FuE-Intensität im Krisenjahr 2009 gestiegen (Abb. 2.1.1). Mit Ausnahme von Japan und Schweden hat sie in den meisten anderen Ländern um rund 0,1 Prozentpunkte zugelegt. Deutschland kommt 2009 auf einen Anteil der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am BIP von 2,8 % und liegt etwa gleichauf mit den USA (2,9 %). Finnland (knapp 4 %) löst Schweden (3,6 %), das zudem 2010 auch von Korea überholt wurde, an der Spitze der größeren OECD-Länder ab. Dabei war der Anstieg der FuE-Intensitäten im Jahr 2009 in den meisten Ländern darauf zurückzuführen, dass im Krisenjahr die wirtschaftliche Leistung, gemessen am BIP, stärker *gesunken* ist als die gesamten FuE-Aufwendungen.<sup>56</sup> Die konjunkturelle Entwicklung im Jahr 2010 hat diesen Basiseffekt in den meisten Ländern allerdings schnell wieder relativiert, so dass die FuE-Intensität trotz Steigerung der realen FuE-Aufwendungen 2010 bestenfalls stagnierte, vielfach, soweit bisher bekannt, sogar leicht rückläufig war. Lediglich Korea und aller Wahrscheinlichkeit nach auch China haben ihre FuE-Intensivierung auch über die Wirtschaftskrise hinweg unvermindert fortgesetzt. Deutschland ist es gelungen, den im Vorjahr erreichten Anteil der FuE-Aufwendungen am BIP von 2,8 % auch 2010 zu halten.<sup>57</sup>

Im Jahr 2009 sind die gesamten Bruttoinlandsausgaben für FuE in den Ländern der OECD erstmals real gesunken (Abb. 2.1.2). Maßgeblich hierfür verantwortlich war die Entwicklung in Japan und den USA, während die FuE-Ausgaben in Europa (EU-15) stagnierten und in Korea sogar real weiter gestiegen sind. In Europa standen leichten Rückgänge in den nordischen Ländern durch weiter steigende FuE-Gesamtaufwendungen in Frankreich gegenüber, was in realer Rechnung unveränderte FuE-Ausgaben in der EU-15 im Jahr 2009 bedeutet. Im Jahr 2010 haben mit der konjunkturellen Erholung auch die FuE-Gesamtaufwendungen in Europa wieder leicht angezogen, vor allem getragen von Deutschland, Österreich und anderen mitteleuropäischen Ländern. Weiterhin rückläufige FuE-Aufwendungen gab es hingegen in Großbritannien und den Ländern der iberischen Halbinsel.

---

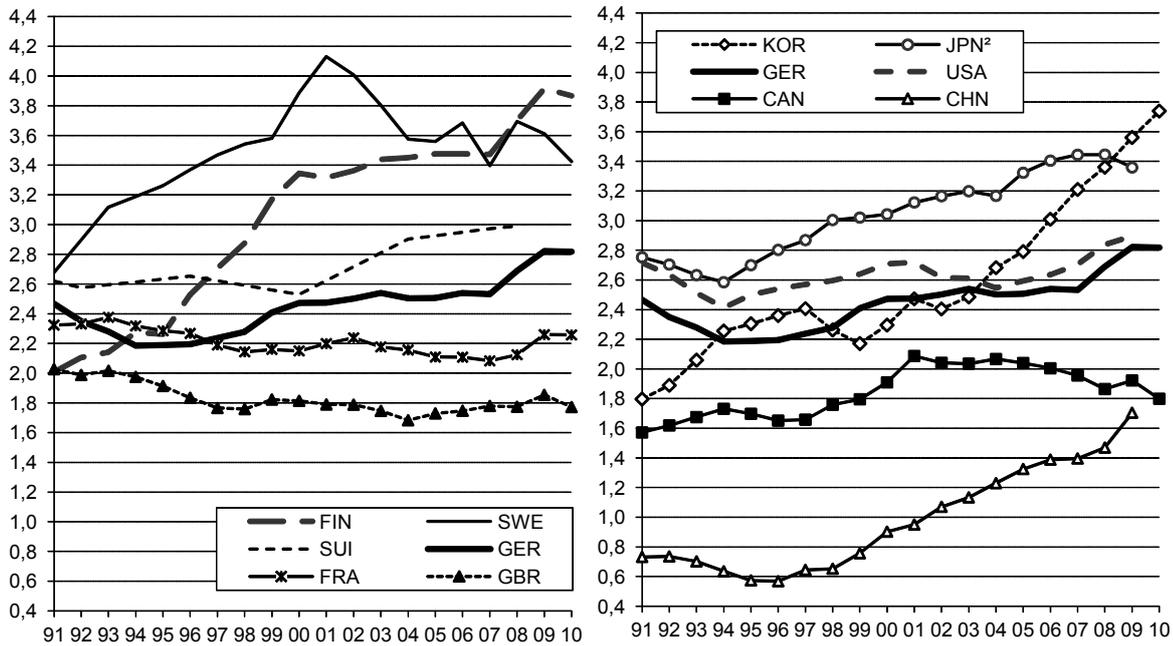
<sup>55</sup> Schasse u. a. (2011).

<sup>56</sup> In realer Rechnung (in Preisen von 2000) haben die FuE-Aufwendungen unter den größeren OECD-Ländern nur in Frankreich und Korea um mehr als 1 % zugelegt (OECD, MSTI 2011/2).

<sup>57</sup> Zur weiteren Analyse der aktuellen Entwicklung von FuE in Deutschland vgl. Abschnitt 4.

**Abb. 2.1.1: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 1991 bis 2010<sup>1)</sup>**

- Gesamte FuE-Ausgaben in % des Bruttoinlandsproduktes -

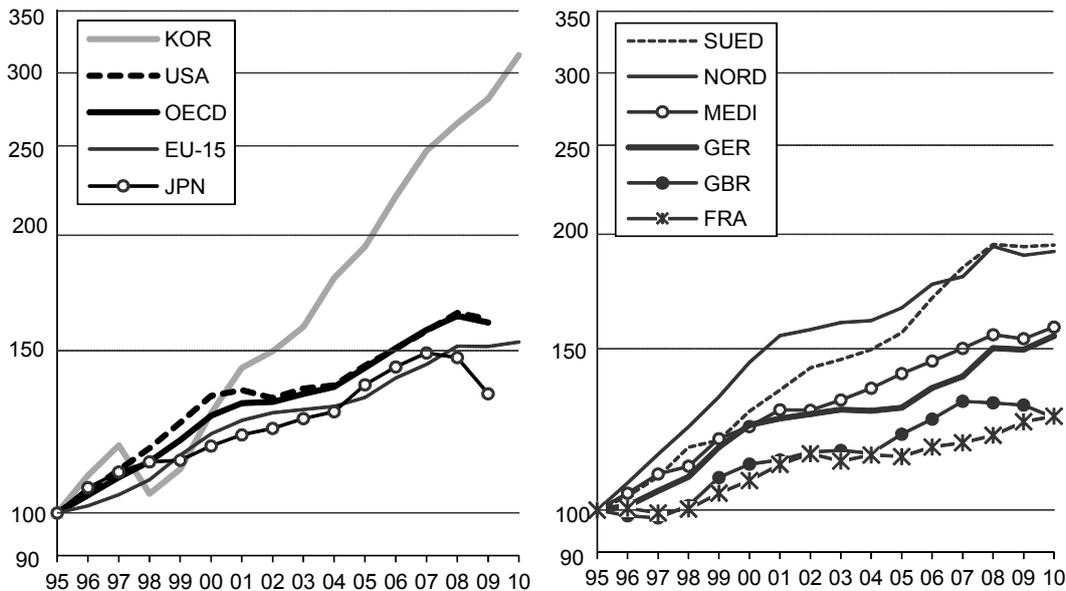


1) Daten zum Teil geschätzt. – 2) FuE-Ausgaben in Japan bis 1995 leicht überschätzt. 2008 Bruch in der Reihe.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2011/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Abb. 2.1.2: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2010**

- 1995=100 -



Halblogarithmisch.

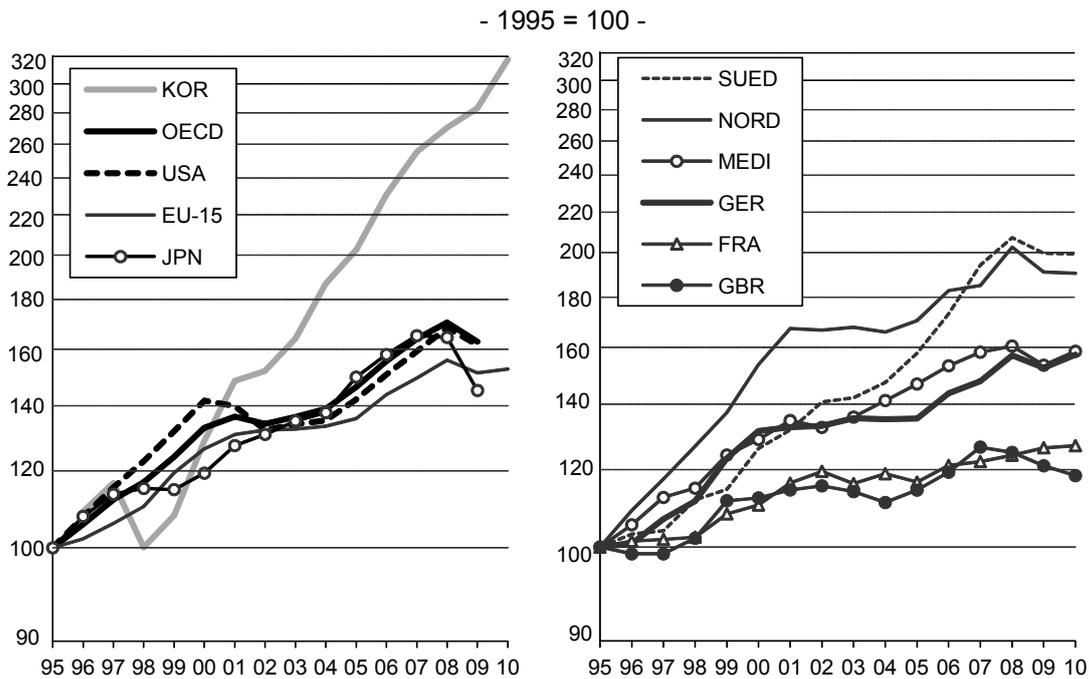
NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUEDE: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.

- Daten teilweise geschätzt.

Quelle: OECD, MSTI (2011/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

In fast allen betrachteten OECD Ländern haben Wirtschaft und Staat beim FuE-Einsatz sehr unterschiedlich auf die Finanz- und Wirtschaftskrise reagiert. Denn in den meisten Ländern hat die Wirtschaft im Krisenjahr 2009 deutlich weniger in FuE investiert als im Vorjahr, während die öffentlichen FuE-Aufwendungen in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen weiter gewachsen sind. Unter den großen OECD-Ländern haben nur Korea und Frankreichs Wirtschaft 2009 noch reale Zuwächse bei den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft zu verzeichnen gehabt (Abb. 2.1.3). Insgesamt sind die internen FuE-Aufwendungen in der OECD von 2008 nach 2009 zu konstanten Preisen und um Kaufkraftparitäten bereinigt um 4,5 % geschrumpft, dabei ist der Rückgang mit einem Minus von 12 % in Japan am deutlichsten ausgefallen. Mit einem Minus von real 2,9 % weist Deutschland hier einen deutlich geringeren Rückgang auf. Die positive Korrelation der Entwicklung der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft mit der konjunkturellen Entwicklung bestätigt sich auch im Folgejahr, denn 2010 sind die FuE-Aufwendungen in den meisten Ländern wieder merklich ausgeweitet worden. Reale Rückgänge hat es nur noch in Kanada, Großbritannien, Skandinavien und auf der iberischen Halbinsel gegeben. Deutschlands Wirtschaft weist dagegen mit +3,2 % einen deutlich über dem EU-Schnitt (EU-15 ca. +1 %) liegenden Zuwachs der internen FuE-Aufwendungen auf. Insoweit ist es der deutschen Wirtschaft gelungen, sowohl im Krisenjahr 2009 als auch in der darauf folgenden konjunkturellen Erholung ihre Position im internationalen FuE-Wettbewerb zu stabilisieren.

**Abb. 2.1.3: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2010**



Halblogarithmischer Maßstab. – Daten teilweise geschätzt.

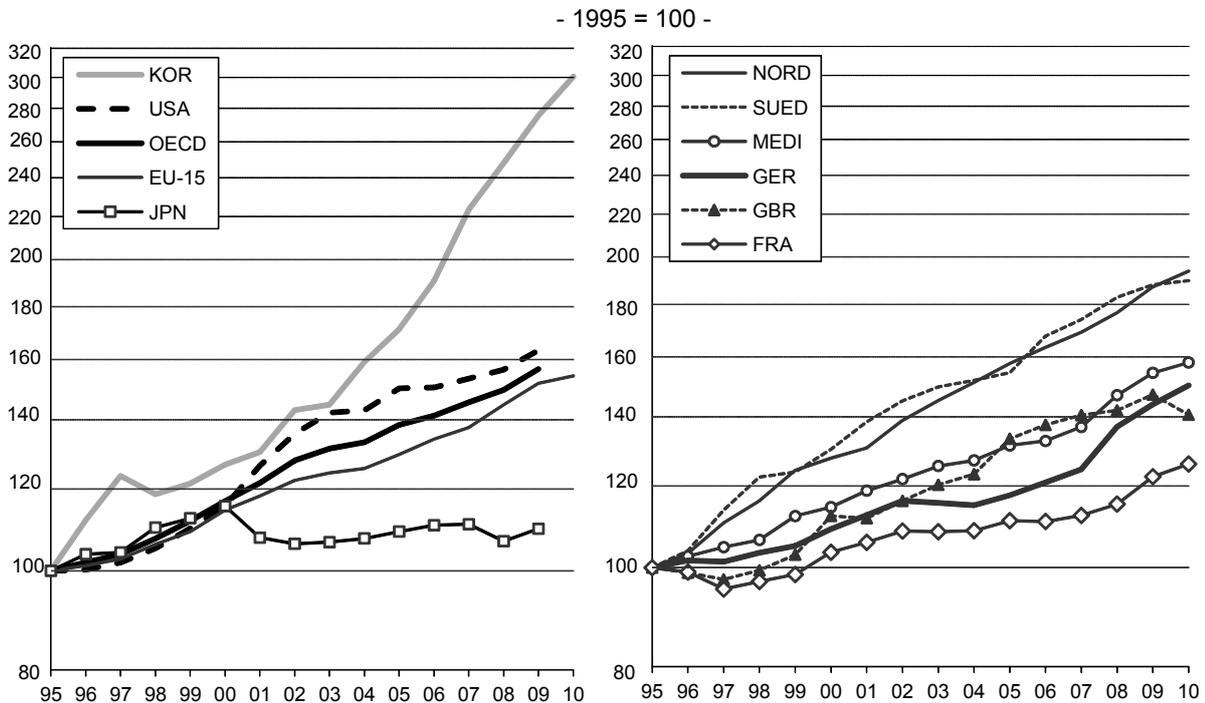
NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2011/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Im Gegensatz zur konjunktur reagiblen Wirtschaft haben die alle größeren OECD-Länder ihre FuE-Aufwendungen für Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen im Krisenjahr 2009 merklich gesteigert und so einen Teil der Verluste des Wirtschaftssektors kompensiert (Abb. 2.1.4). Auch im Folgejahr sind die Aufwendungen für die Durchführung von FuE in öffentlichen Einrichtungen weiter gestiegen, wenn auch mit geringerer Wachstumsrate als 2009. Einzig Großbritannien musste hier Ein-

bußen verzeichnen. In Deutschland sind die Aufwendungen für öffentliche FuE seit 2007 – verglichen mit dem OECD-Schnitt – sogar überdurchschnittlich ausgeweitet worden.

**Abb. 2.1.4: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen<sup>1)</sup> in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995-2010**



Halblogarithmischer Maßstab. Daten zum Teil geschätzt.

1) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck.

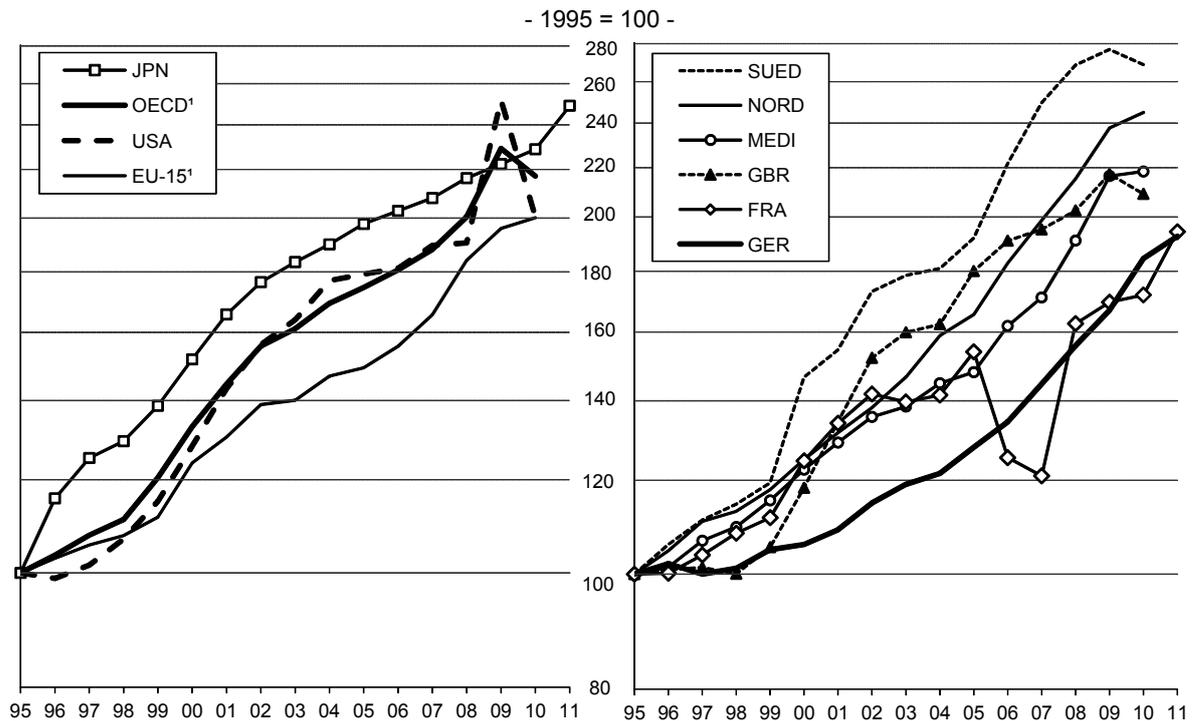
NORD: SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL. – SUED: ITA, POR, ESP, GRE. – MEDI: BEL, NED, AUT, SUI.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2011/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Die aktuellen Haushaltspläne der OECD-Länder lassen erkennen, dass die staatlichen Investitionen in FuE, die im Krisenjahr 2009 z.T. erheblich gesteigert worden sind, auch danach weiter zugenommen haben – allerdings mit im Schnitt deutlich geringeren Zuwachsraten (Abb. 2.1.5). In den USA hat insbesondere das Konjunkturpaket des „American Recovery and Reinvestment Act of 2009“<sup>58</sup> zu einem massiven Zuwachs (nominal +32 %) beigetragen, was sich aufgrund des großen Strukturgewichts der USA auch in der OECD-Gesamtentwicklung niedergeschlagen hat. Dem Einmal-Charakter des Programms entsprechend ist der Haushaltsansatz im Folgejahr wieder um über 20 % gesenkt worden. Auch in Südeuropa (Italien, Spanien) und in Großbritannien sind die Haushaltsansätze für zivile FuE nach 2009 rückläufig. Insbesondere in den südeuropäischen Ländern ist zu erwarten, dass sich diese Entwicklung vor dem Hintergrund der Staatsschuldenkrise und den damit verbundenen Haushaltskonsolidierungsmaßnahmen weiter fortgesetzt hat. Im Gegensatz dazu sind die deutschen Haushaltsansätze für zivile FuE nach 2009 (+7,1 %) sogar noch gesteigert worden (+10,5 % in 2010). Dies trägt dazu bei, die bis Mitte des letzten Jahrzehnts bestehenden Wachstumsrückstände gegenüber wichtigen Wettbewerbern zumindest teilweise zu kompensieren. Deutschland hat ihnen gegenüber weiterhin Nachholbedarf bei staatlichen FuE-Investitionen.

<sup>58</sup> Vgl. National Science Board (2012).

**Abb. 2.1.5: Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1995 bis 2011**



Halblogarithmischer Maßstab.

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

1) 2009 und 2010 geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2011/2). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

## 2.2 Zur Konjunkturabhängigkeit der FuE-Aufwendungen im internationalen Vergleich

Ein wesentlicher Bestimmungsgrund für das FuE-Aktivitätsniveau eines Landes und dessen Entwicklung liegt in der jeweiligen Wirtschaftsstruktur. Denn die Volkswirtschaften setzen unterschiedliche sektorale und technologische Schwerpunkte, die sich nur in längerfristiger Sicht ändern. Je nach Schwerpunkt kommt FuE dabei in unterschiedlicher Intensität zum Tragen und schlägt sich entsprechend in der Gesamtposition des Landes im internationalen Innovationswettbewerb nieder.<sup>59</sup>

Aber auch das konjunkturelle Umfeld beeinflusst den Umfang von privater FuE: So ist die globale Finanz- und Wirtschaftskrise nicht spurlos an den FuE-Investitionen der Wirtschaft vorbeigegangen (Abschnitt 2.1). Die Krise 2009 hat gezeigt, wie sich kurzfristiger Liquiditätsbedarf der Unternehmen gerade bei den FuE-Aufwendungen, die weitaus stärker aus Eigenmitteln der Unternehmen finanziert werden müssen als Sachinvestitionen, negativ auswirken kann. Deshalb wird der Frage der generellen Reagibilität der FuE-Aufwendungen auf konjunkturelle Veränderungen an dieser Stelle besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Die Anpassungsreaktionen bei FuE sind im internationalen Vergleich unterschiedlich ausgefallen. Zur Einordnung des FuE-Verhaltens in der deutschen Wirtschaft werden deshalb die internationalen Unterschiede in der Reagibilität der FuE-Investitionen auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung betrachtet, und gefragt in wie weit diese auch von der jeweiligen Wirtschafts-

<sup>59</sup> Vgl. Schasse u. a. (2011).

struktur beeinflusst wird.<sup>60</sup> 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.

Schon Ende des letzten Jahrhunderts wurde die konjunkturelle Abhängigkeit der FuE-Anstrengungen in der Wirtschaft deutlicher sichtbar.<sup>61</sup> Gedämpfte Wachstumserwartungen und hohe Realzinsen übten zu Beginn der 90er Jahre eine restriktive Wirkung auf das FuE-Verhalten der Unternehmen aus. 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 2003/04 bis 2008 verlaufen. Die in den meisten OECD-Ländern – Ausnahmen sind Japan und Korea – in diesem Zeitraum beobachtete weitgehende Parallelität in der Entwicklung von FuE und Wertschöpfung in der Wirtschaft deutet darauf hin, dass sich die Unternehmen bei den FuE-Investitionen verstärkt an kurzfristigen Nachfrageentwicklung und den Wachstumsaussichten in naher Zukunft orientiert haben. Prozyklische unternehmerische FuE-Aktivitäten haben damals mehr Gewicht erhalten, wobei sie kurzfristig nach unten und oben recht elastisch, d. h. überdurchschnittlich stark, reagiert haben. Dies würde im Umkehrschluss aber auch bedeuten, dass grundlegende FuE mit strategischer Orientierung zugunsten von angewandter, projektorientierter FuE an Bedeutung verloren hat.

Gründe für die Konjunkturabhängigkeit von FuE sind vor allem in den Finanzierungsmöglichkeiten zu suchen. Da FuE, insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen, in hohem Maße aus Eigenkapitalmitteln finanziert wird, besteht bei ungünstigen Wachstumserwartungen und Liquiditätsengpässen im Abschwung immer das Risiko kurzfristiger Budgetanpassungen, wenn die Mittel für die Sicherung des täglichen Geschäfts benötigt werden. Bei positiven Wachstumserwartungen im Aufschwung und bei guter Liquiditätslage hingegen können zurückgestellte FuE-Projekte nachgeholt oder beschleunigt vorangetrieben werden, was dann mit überproportional steigenden FuE-Ausgaben verbunden ist.<sup>62</sup>

Die OECD<sup>63</sup> kommt in einer Langfristanalyse für die große Mehrzahl der Mitgliedsländer zu dem Ergebnis, dass die insgesamt von der Wirtschaft finanzierten FuE-Aufwendungen zwischen 1981 und 2007 sehr viel stärker variiert haben als das Inlandsprodukt. Auch in Deutschland reagiert die von der Wirtschaft finanzierte FuE überdurchschnittlich elastisch auf konjunkturelle Schwankungen. Wie in Schweden, Großbritannien, Japan und den USA liegt die Elastizität bei der FuE-Finanzierung der Wirtschaft deutlich über 1.<sup>64</sup> Nur in wenigen Ländern (z. B. in Dänemark, Irland, Österreich, Italien und Portugal) ist von einer proportionalen Entwicklung auszugehen. Die Analyse differenziert allerdings nicht nach verschiedenen Wirtschaftsbereichen.

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, denn die Ursachen und die Besonderheiten der Krise mit einem extrem tiefen, aber relativ kurzen Einschnitt sprachen gegen einen „normalen“ konjunkturellen Abschwung. Es liegt aber die

---

<sup>60</sup> Vgl. auch Gehrke, Schasse (2011).

<sup>61</sup> Zum Zusammenhang zwischen FuE und der konjunkturellen Situation in den 90er Jahren vgl. Rammer, Grenzmann u. a. (2004).

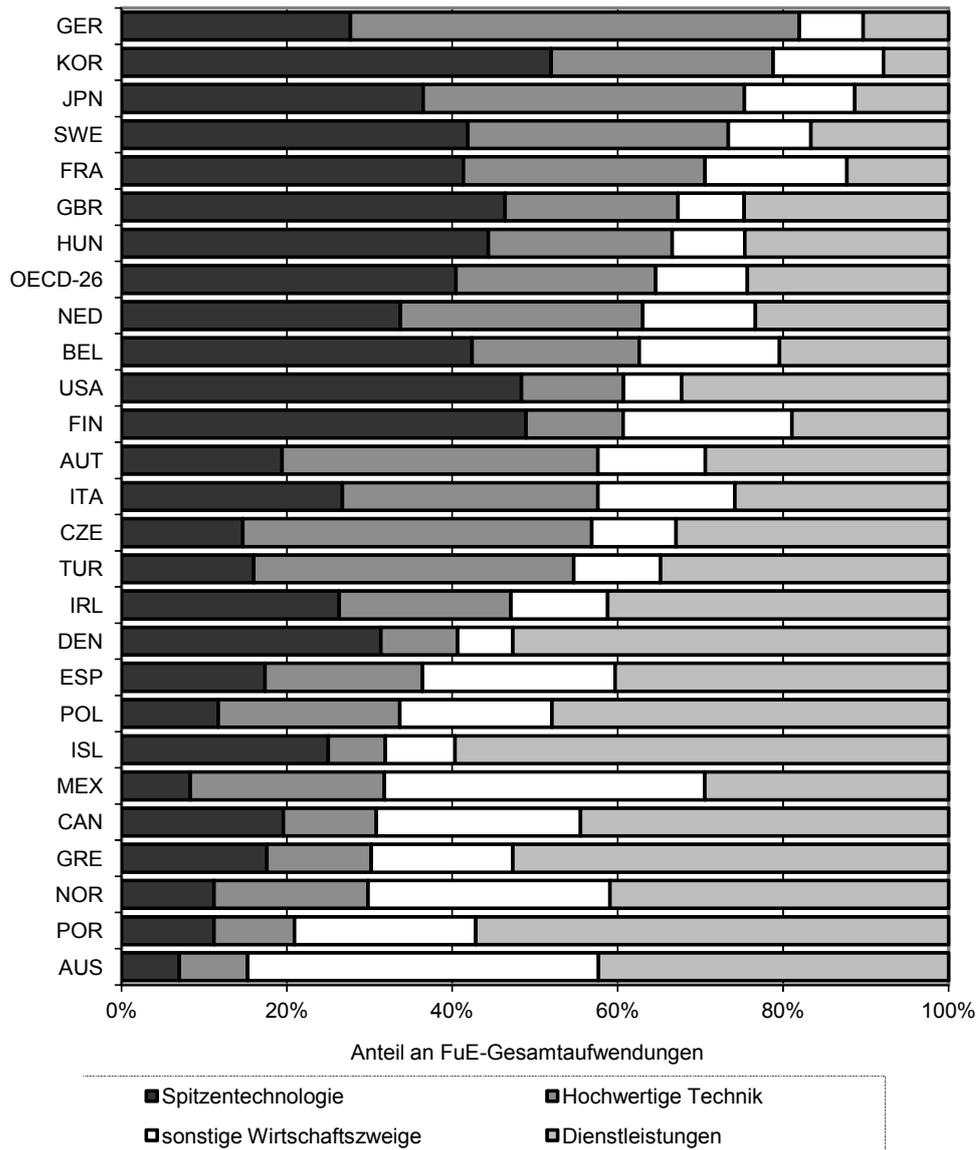
<sup>62</sup> Vgl. z. B. European Commission (2011), Czarnitzki, Hottenrott (2011). Aghion u. a. (2008) haben darauf hingewiesen, dass mit wachsenden Kreditbeschränkungen die FuE-Investitionen in zunehmendem Maße prozyklisch erfolgen.

<sup>63</sup> OECD (2009), OECD (2010), European Commission (2009, 2011).

<sup>64</sup> Vgl. European Commission (2011)

Vermutung nahe, dass zumindest Teile der unterschiedlichen FuE-Anpassungen der Länder durch abweichende Wirtschaftsstrukturen und damit verbundene unterschiedliche Krisenbetroffenheit zu erklären sind.<sup>65</sup> So entfallen in Deutschland über 50 % der jährlichen FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftszweige der Hochwertigen Technik, in den USA sind dies nur rund 12 %, denn dort dominieren mit fast 50 % Wirtschaftszweige der Spitzentechnologie, die wiederum in Deutschland weniger als 30 % der FuE-Aufwendungen ausmachen (Abb. 2.2.1).

**Abb. 2.2.1: Internationaler Vergleich der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2008<sup>1)</sup>**



1) 2008 oder letztes verfügbares Jahr

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

<sup>65</sup> Vgl. European Commission (2011).

Auch gibt es Hinweise darauf, dass kleine und mittlere Unternehmen eine höhere konjunkturelle Reagibilität der FuE-Aufwendungen aufgewiesen haben als Großunternehmen.<sup>66</sup> Hätten sich die Unternehmen wie in einer „normalen Rezession“ verhalten, könnte man schließen, dass Deutschlands Wirtschaft auch mit einem überdurchschnittlichen Abzug von FuE-Finanzierungsmitteln reagieren hätte müssen.

Im Schnitt der OECD-Länder haben die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft zwischen 1995 und 2008 mit einer Elastizität von 1,5 deutlich stärker variiert als das Bruttoinlandsprodukt (vgl. Tab. 2.2.1). Deutschland weicht hier ähnlich wie die USA und Japan nur wenig vom OECD-Schnitt ab. In anderen kleineren OECD-Ländern ist die Elastizität von FuE gegenüber dem BIP z. T. deutlich höher. Es zeigt sich, dass die Konjunkturreaktibilität nicht unabhängig von der Wirtschaftsstruktur ist: Im OECD-Schnitt reagieren Unternehmen aus Wirtschaftszweigen der Hochwertigen Technik mit einem Faktor 1,9 und solche aus Wirtschaftszweigen aus dem Bereich der Spitzentechnik sogar mit dem Faktor 2,5 auf konjunkturelle Schwankungen. Nach diesen Erfahrungswerten war demnach zu erwarten, dass die Unternehmen weltweit ihre FuE-Anstrengungen im Krisenjahr 2009 deutlich gesenkt haben.

**Tab. 2.2.1: Langfristige Reagibilität der FuE-Aufwendungen im Konjunkturverlauf, 1995 bis 2008 nach Wirtschaftsbereichen<sup>1)</sup>**

	Gewerbliche Wirtschaft	Hochwertige Technik	Spitzen- technologie	Dienstleistungen
Belgien	2,4	(1,8)	4,3	(0,4)
Kanada	2,9	8,7	(3,3)	(1,1)
Finnland	(1,4)	2,7	3,6	(4,0)
Deutschland	1,4	2,4	(-0,5)	(1,8)
Japan	1,4	2,2	1,5	(-4,2)
Korea	1,8	(1,5)	2,8	5,9
Niederlande	2,4	(0,8)	(2,2)	(1,3)
USA	1,6	4,0	(1,2)	(0,7)
OECD insgesamt	1,5	1,9	2,5	(0,7)

1) Jährliche Veränderung der FuE-Aufwendungen in Relation zur jährlichen Veränderung des Bruttoinlandsprodukts (in US\$ zu konstanten Preisen). Geschätzt als Parameter b der Funktion  $\ln(\text{FuE-Aufwendungen}) = a + b \cdot \ln(\text{BIP})$  für jedes Land mit  $d\ln$  = erste Differenzen des natürlichen Logarithmus; nur Länder mit signifikanten Koeffizienten für die Gewerbliche Wirtschaft oder in mindestens zwei der analysierten Wirtschaftsbereiche; zur Methodik vgl. OECD (2009)

( ). In Klammern: Parameter nicht signifikant auf dem 10%-Niveau

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

Dabei weisen die einzelnen Länder allerdings erhebliche Unterschiede auf. Für Deutschland ist eine überdurchschnittliche Konjunkturreaktibilität der FuE-Aufwendungen im wichtigen Bereich der Hochwertigen Technik (2,4) statistisch gesichert. Es wäre danach zu erwarten gewesen, dass in Deutschland besonders Wirtschaftszweige der Hochwertigen Technik im Krisenjahr 2009 überproportionale Rückgänge bei den FuE-Aufwendungen hinnehmen mussten.

Diese Erwartungen wurden nur zum Teil erfüllt (Tab. 2.2.2): So sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft im OECD-Schnitt stärker gesunken als das BIP. Zudem sind in Ländern, in denen sich die FuE-Kapazitäten in besonderem Maße auf Wirtschaftszweige der Hochwertigen Technik konzentrie-

<sup>66</sup> Vgl. European Commission (2011).

ren, sowohl die FuE-Aufwendungen als auch das BIP deutlich stärker zurückgegangen als in anderen Ländern, auch in solchen mit FuE-Schwerpunkt im Bereich der Spitzentechnik.<sup>67</sup>

**Tab. 2.2.2 Kurzfristige Veränderung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft und des Bruttoinlandsprodukts 2008/2009 in OECD-Ländern (US\$ zu konstanten Preisen 2005) in %**

	Deutschland	OECD <sup>1</sup>	darunter:		
			HT-Länder <sup>2)</sup>	ST-Länder <sup>3)</sup>	Andere Länder <sup>4)</sup>
FuE-Aufwendungen	-2,9	-4,4	-8,0	-2,8	-2,4
Bruttoinlandsprodukt	-5,1	-3,9	-5,4	-3,4	-2,3

1) 23 OECD-Länder. 2) Länder mit FuE-Schwerpunkt in Wirtschaftszweigen der Hochwertigen Technik (HT-Länder): JPN, NED, GER, ITA, AUT, TUR, CZE. 3) Länder mit FuE-Schwerpunkt in Wirtschaftszweigen der Spitzentechnologie (ST-Länder): FIN, KOR, USA, GBR, HUN, BEL, SWE, FRA. 4) Andere OECD-Länder: IRL, DEN, CAN, ESP, POR, POL, NOR, AUS.

Quelle: OECD, MSTI (2/2011) – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Deutschland, das ebenfalls zu den Ländern mit FuE-Schwerpunkt im Bereich der Hochwertigen Technik zählt, weicht jedoch in zweifacher Hinsicht deutlich vom internationalen Trend ab: Zum einen sind die FuE-Aufwendungen hier 2009 real mit einem Minus von 2,9 % deutlich weniger geschrumpft als das BIP mit -5,1 %. Zum anderen ist der FuE-Rückgang in Deutschland weitaus geringer ausgefallen als im OECD-Schnitt und noch viel deutlicher gegenüber anderen Ländern mit FuE-Schwerpunkten im Bereich der Hochwertigen Technik.

Offensichtlich haben die deutschen Unternehmen in der Krise länger an FuE festgehalten als es – für sich genommen – der wirtschaftlichen Entwicklung entsprochen hätte. Neben einer insgesamt positiveren Grundeinstellung zu FuE ist dabei eine Reihe von Faktoren zusammengekommen, die allesamt zur Verstärkung von FuE in der deutschen Wirtschaft beigetragen haben. Zu nennen sind dabei sowohl staatliche Gegensteuerungsmaßnahmen (Geldpolitik, Konjunkturprogramme, Arbeitsmarktregelungen) als auch die (sich bestätigende) Erwartung eines schnellen Wiederanziehens der Konjunktur. Hauptverantwortlich für den Rückgang der deutschen FuE-Aufwendungen in 2009 waren die Automobilindustrie (Hochwertige Technik) und die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (Spitzentechnik).<sup>68</sup> Im Gegensatz dazu haben die weniger konjunkturabhängigen Branchen wie die Pharmazeutische Industrie und die Ernährungsindustrie, aber auch die Metallherstellung und -bearbeitung ihre FuE-Aufwendungen 2009 gegen den Trend ausgeweitet. Auch die deutschen Dienstleistungsunternehmen (insbesondere IuK-Dienstleister) haben ihre internen FuE-Kapazitäten 2009 weiter ausgebaut, was dazu geführt hat, dass sich der sektorale FuE-Strukturwandel in der deutschen Wirtschaft im Gefolge der Finanz- und Wirtschaftskrise beschleunigt hat: So ist der Anteil von Dienstleistungsunternehmen an den internen FuE-Aufwendungen von 2007 bis 2009 von 10,5 % auf 12,1 % gestiegen, beim FuE-Personal sogar von 11,9 % auf 15,3 %. Dieser Effekt dürfte jedoch auch weltweit zu beobachten gewesen sein.

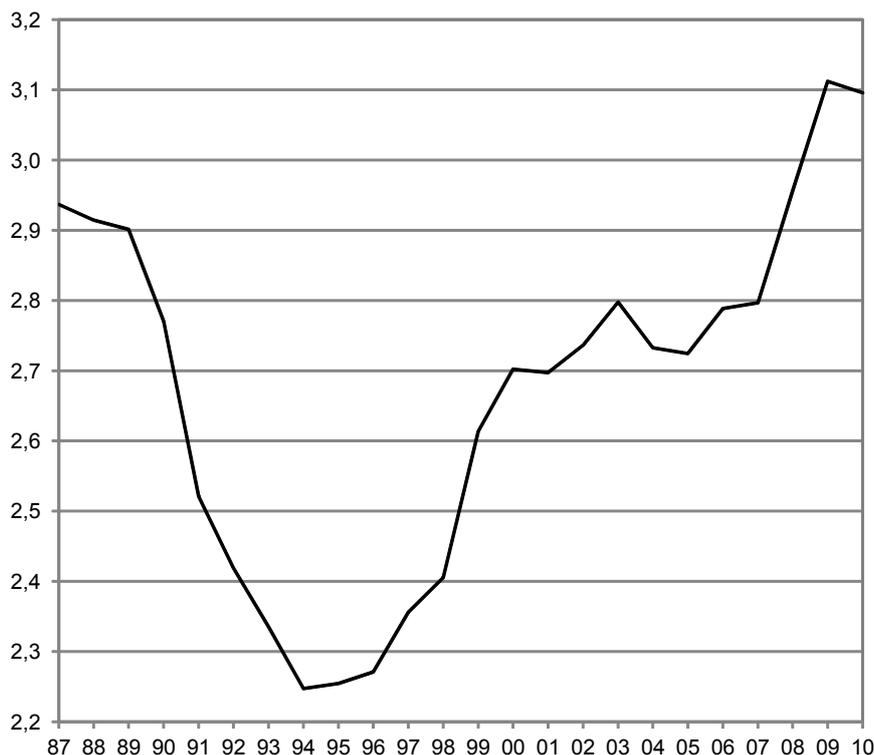
<sup>67</sup> Diese Differenzierung nach Ländern mit einem überdurchschnittlichen Anteil von Wirtschaftszweigen der Hochwertigen Technik (HT-Länder) und der Spitzentechnik (ST-Länder) an den gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft im Jahr 2008 wurde als Indikator für sektorale Wachstumsunterschiede gewählt (vgl. Tabelle 2.2.2), weil für die meisten OECD-Länder noch keine sektoral differenzierten FuE-Daten für 2009 verfügbar sind. Numerische Abweichungen zu Gehrke, Schasse (2011) aus der Verwendung vorläufiger Daten, die im Januar 2012 revidiert wurden.

<sup>68</sup> Vgl. Schasse u. a. (2011) und Wissenschaftsstatistik (2011).

### 3 FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft

Die langfristige Entwicklung der FuE-Aktivitäten in der deutschen Wirtschaft (Abb. 3.1) lässt vermuten, dass sich einerseits die Verhaltensweisen im Zeitablauf deutlich geändert haben und dass andererseits die Rahmenbedingungen für FuE (Verfügbarkeit von FuE-Ressourcen, Wachstumsaussichten usw.) stark variiert haben: Nach aus heutiger Sicht relativ hohen FuE-Anstrengungen in den 80er Jahren zeigen die Unternehmen in der ersten Hälfte der 90er Jahre eine starke Zurückhaltung, FuE weiterhin intensiv zu betreiben oder gar auszubauen. Erst in der zweiten Hälfte der 90er Jahre gelang FuE in Deutschland wieder ein beachtenswertes Comeback, geriet in diesem Jahrhundert zunächst allerdings in den Strudel von Rezession und Stagnation. FuE war deutlich instabiler geworden. Mit dem Aufschwung von 2005 bis 2008 sind die FuE-Aktivitäten der Unternehmen stärker ausgeweitet worden als die Wertschöpfung. Jährlich wurden dabei mehr FuE-Mittel eingesetzt als ursprünglich geplant. Dies ist ein Zeichen dafür, dass die Konjunktur in diesen Jahren besser gelaufen ist als vorhergesehen. Es kann aber auch als Indiz dafür gesehen werden, dass die Grundeinstellung der Unternehmen zu FuE positiv ist.

**Abb. 3.1 Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1987-2010**



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2011/2).- SV-Wissenschaftsstatistik. Berechnungen des NIW.

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.<sup>69</sup> Die internen FuE-Aufwendungen der

<sup>69</sup> Berechnungen auf Basis revidierter Daten vom 30.1.2012 (OECD MSTI 2011/2).

deutschen Wirtschaft sind 2009 gegenüber 2008 nominal um 1,7 %<sup>70</sup> von 46 Mrd. € auf 45 Mrd. € zurückgegangen. 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 auf Seiten des „Nenners“ der FuE-Intensität schon deutliche Spuren hinterlassen, denn die Bruttowertschöpfung ist in der gewerblichen Wirtschaft 2008 nur noch um 1,3 % 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 gekennzeichnet war, wies die deutsche Wirtschaft deshalb mit einem Anteil der FuE-Aufwendungen an der Bruttowertschöpfung<sup>71</sup> von 3,1 % den höchsten Wert seit über 20 Jahren auf.<sup>72</sup>

Die folgenden Abschnitte setzen sich mit den FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft in den letzten 20 Jahren auseinander, soweit sie sich aus den vorhandenen – in aggregierter Form verfügbaren – Daten der deutschen FuE-Statistik ablesen lassen. Die Analyse basiert nicht auf einzelwirtschaftlichen Daten und spiegelt deshalb nur indirekt das „Verhalten“ der Unternehmen wider. Vielmehr geht es um eine Betrachtung der verschiedenen Komponenten des FuE-Aktivitätsniveaus der deutschen Wirtschaft und ihrer Veränderung. Die Untersuchung ist prinzipiell langfristig angelegt, denn bei unternehmerischer FuE handelt es sich meist um mittel- bis langfristige Prozesse. Zum einen entwertet sich das vorhandene Wissen nur selten von heute auf morgen, sondern es akkumuliert meist als „Erfahrungswissen“. Zum anderen sind FuE-Projekte nur in wenigen Fällen kurzfristig plan- und realisierbar, zudem gibt es Wirkungsverzögerungen zwischen dem Einsatz von FuE-Mitteln einerseits und den auf den Märkten sichtbaren Erfolgen andererseits.

FuE in der Wirtschaft stellt den größten Teil des gesamten deutschen FuE-Potenzials (Abschnitt 3.1). Die wichtigste Beobachtungsgröße ist die FuE-Intensität – der Industrie insgesamt sowie ihrer einzelnen Zweige und Unternehmenstypen. Neben der Untersuchung nach *Unternehmensgrößenklassen* und der Rolle von Klein- und Mittelunternehmen (Abschnitt 3.2), denen in der Technologiepolitik immer mehr Bedeutung beigemessen wird, steht die *sektorale* Betrachtung im Vordergrund (Abschnitte 3.3 und 3.5). Dabei ist kurz auf die *staatliche Eingriffsintensität* bei FuE einzugehen, die signifikant Einfluss auf das FuE-Verhalten nimmt (Abschnitt 3.4). Zum zweiten werden die *Kostenstrukturen* in FuE (Vergabe von externen FuE-Aufträgen einerseits und die Verteilung der internen Aufwendungen auf Personal, Sachkapital und -mittel andererseits) sowie die Beanspruchung von *Ausbildungskapital*, d. h. die Qualifikationsstrukturen in FuE untersucht (Abschnitt 3.6). Ein kurzer Blick auf die regionale Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland (Abschnitt 3.7) rundet das Bild ab.

---

<sup>70</sup> Real (in Preisen von 2005 und wegen des internationalen Vergleichs in US-Dollar und unter Berücksichtigung international unterschiedlicher Kaufkraftparitäten berechnet) beträgt das Minus sogar 2,9 %, vgl. Abschnitt 2.

<sup>71</sup> 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.

<sup>72</sup> Zur Einschätzung der aktuellen Situation vgl. Abschnitt 4.

### 3.1 FuE in der Wirtschaft – Einordnung gegenüber FuE in öffentlichen Einrichtungen

FuE variiert je nach Art und Ort unterschiedlich. Zum besseren Verständnis von Rolle und Gewicht von industrieller FuE im deutschen Innovationssystem seien hierzu vorab noch einige Informationen gegeben (Tab. 3.1.1):

- Die deutsche Wirtschaft – der Begriff umfasst Unternehmen sowie IfG – hat im Jahr 2009 FuE-Aktivitäten in Höhe von 45 Mrd. € durchgeführt und damit 67,6 % der gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten bereitgestellt. Sie hat 2009 mit 332.491 Personen (in Vollzeitäquivalenten gerechnet) 62,2 % des gesamten FuE-Personals in Deutschland beschäftigt.
- In der Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und Einrichtungen der Wissenschaft und öffentlichen Forschung hatte sich das Gewicht seit Mitte der 90er Jahre zunächst deutlich zugunsten der Wirtschaft verlagert. Bei mittelfristiger Betrachtung ist das Verhältnis von Wirtschaft (64 % des FuE-Personals) und öffentlicher Forschung (36 %) seit Beginn des Jahrzehnts relativ konstant geblieben, wobei beide Seiten in der ersten Hälfte des Jahrzehnts FuE-Kapazitäten abgebaut haben. Erst mit dem dann folgenden Aufschwung bis 2008 sind die FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft wie auch in öffentlichen Einrichtungen wieder deutlich ausgeweitet worden, wobei der öffentliche Sektor z. T. sogar stärker als die Wirtschaft zugelegt hat. Erst im Krisenjahr 2009, als das FuE-Personal in der Wirtschaft stagnierte und der öffentliche Bereich massiv an Kapazitäten zugelegt hat, ist es zu einer deutliche Anteilsverschiebung zugunsten der FuE-Kapazitäten in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gekommen.

**Tab. 3.1.1: FuE-Aufwendungen und -Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Forschungseinrichtungen 2007 bis 2009**

	2007		2008		2009	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
<b>FuE-Aufwendungen (Mio. €)</b>						
Wirtschaft (interne Aufwendungen) 1)	43.035	70,0	46.073	69,2	45.275	67,6
Unternehmen	42.758	69,5	45.797	68,8	44.983	67,1
IfG	276	0,4	276	0,4	292	0,4
Wissenschaft, öffentliche Forschung	18.448	30,0	20.459	30,8	21.740	32,4
Hochschulen	9.908	16,1	11.112	16,7	11.808	17,6
Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck	8.540	13,9	9.346	14,0	9.932	14,8
Insgesamt	61.482	100,0	66.532	100,0	67.014	100,0
<b>FuE-Personal (Vollzeitäquivalente)</b>						
Wirtschaft 1)	321.853	63,6	332.909	63,7	332.491	62,2
Unternehmen	318.479	62,9	329.535	63,0	328.848	61,5
IfG	3.374	0,7	3.374	0,6	3.642	0,7
Wissenschaft, öffentliche Forschung	184.597	36,4	189.779	36,3	202.074	37,8
Hochschulen	103.953	20,5	106.712	20,4	115.441	21,6
Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck	80.644	15,9	83.066	15,9	86.633	16,2
Insgesamt	506.450	100,0	522.688	100,0	534.565	100,0

1) 2007 und 2009: Vollerhebung; 2008: Kurzerhebung

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt. – Berechnungen des NIW.

- In Unternehmen wurden 2009 insgesamt 48,3 % der FuE-Aufwendungen für angewandte Forschung und 46,3 % für experimentelle Entwicklung ausgegeben, für Grundlagenforschung blieben

5,4 %. Diese Relationen sind seit einigen Jahren relativ stabil.<sup>73</sup> 2009 ist der Anteil der Grundlagenforschung allerdings wieder leicht gestiegen, was damit zu erklären ist, dass Projekte der Grundlagenforschung i.d.R. langfristig angelegt sind und damit nur geringe Flexibilität für kurzfristige Anpassungen bei Finanzierungskrisen zur Verfügung steht. Insgesamt unterscheiden sich die Strukturen jedoch dadurch signifikant von denen in den meisten westlichen Industrieländern, dass deutsche Unternehmen die für angewandte Forschung verwendeten Mittel sehr viel höher und den für experimentelle Entwicklung reservierten Teil entsprechend geringer veranschlagen.<sup>74</sup>

- Etwas anders ist die Verteilung der Aktivitäten in den IfG. Dort sieht die Struktur so aus: 14,4 % Grundlagen-, 56,4 % angewandte Forschung und 29,2 % experimentelle Entwicklung. Hier konzentriert sich FuE also stärker auf das „F“. Allerdings entfallen auf diese Einrichtungen in Deutschland nur 0,7 % des gesamten FuE-Personals in Deutschland, bezogen auf die Wirtschaft allein sind es 1,1 %.

### 3.2 FuE in kleinen und mittelgroßen Unternehmen

Sowohl kleinen als auch großen Unternehmen ist in den jeweiligen „Innovationssystemen“ meist eine spezifische Rolle zugewiesen. Entsprechend nehmen sie in unterschiedlichem Umfang und vor allem mit unterschiedlicher Intensität – d. h. bezogen auf ihren Umsatz oder ihr Beschäftigungsvolumen insgesamt – die FuE-Ressourcen bzw. das FuE-Personal der Wirtschaft in Anspruch. Dies ist von Branche zu Branche sehr unterschiedlich.

#### Zur Rolle von Klein- und Mittelunternehmen im Innovationsprozess

Klein- und Mittelunternehmen sind für das FuE-Geschehen insofern von besonderer Bedeutung,<sup>75</sup> als sie „häufig an der Spitze der Entwicklung grundsätzlich neuer Technologien“ stehen sowie in neu entstehenden Märkten wie z. B. Bio- oder Nanotechnologie, der Mikrosystemtechnik oder neuen Formen der Energiegewinnung die FuE-Speerspitze darstellen. Klein- und Mittelunternehmen üben so eine wichtige Funktion in der FuE-Arbeitsteilung der Wirtschaft aus – selbst wenn sie in späteren Phasen samt ihrer technologischen Entwicklungen in Großunternehmen aufgehen sollten. Sie bilden aber auch das Reservoir, aus dem bei schnellem Wachstum forschungsintensive Großunternehmen entstehen können. In der Technologiepolitik stehen mittelständische Hightech-Unternehmen deshalb schon längere Zeit im Mittelpunkt.<sup>76</sup>

Auf der anderen Seite darf jedoch nicht übersehen werden, dass Klein- und Mittelunternehmen nicht nur im ganz engen Kreis der spitzentechnologischen Entwicklung eine große Rolle spielen. Vielmehr haben sie bei FuE einen weitaus größeren Schwerpunkt vor allem in Branchen, die im Allgemeinen wenig FuE-intensiv produzieren<sup>77</sup> und sich „auf eine angewandte Forschung, die auf inkrementale Verbesserungen bestehender Produkte und Verfahren gerichtet ist“, beschränken.<sup>78</sup> Hier kommt ihnen insbesondere eine „Wissenstransferfunktion“ zu, d. h. die Anwendung, Verbreitung und Weiterentwicklung von neuen Technologien in die Breite der Wirtschaft.

<sup>73</sup> Kladroba u. a. (2010) oder Wissenschaftsstatistik (2011).

<sup>74</sup> Vgl. Legler, Krawczyk (2006), Schasse u. a. (2011).

<sup>75</sup> Vgl. hierzu und zum Folgenden Rammer, Spielkamp (2006) sowie Dürig u. a. (2008).

<sup>76</sup> Dürig u. a. (2008).

<sup>77</sup> Vgl. die Aufstellung bei Rammer, Spielkamp (2006).

<sup>78</sup> Vgl. Dürig u. a. (2008).

Tab. 3.2.1: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1991 bis 2009

	Deutschland									
	Anteile in %									
	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009
<b>Finanzierung von FuE in der Wirtschaft 1)</b>										
Wirtschaft	88,2	90,6	90,3	88,0	90,7	92,9	93,1	92,3	92,1	91,9
Staat	8,8	7,3	7,5	8,3	6,4	4,1	4,3	4,1	3,9	3,8
davon in Klein- und Mittelunternehmen	8,2	6,1	7,4	9,2	7,2	5,5	6,5	5,6	6,4	7,5
Unternehmen > 500	8,3	6,8	7,0	7,7	6,3	3,3	3,5	3,3	3,0	3,1
Ausland	2,7	2,0	2,1	3,6	2,7	2,9	2,5	3,5	3,8	4,2
<b>Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen</b>										
weniger als 100 Beschäftigte	5,7	7,7	8,1	8,6	7,1	6,3	5,7	6,3	8,3	8,9
100 bis unter 500 Beschäftigte	12,1	11,0	11,7	11,4	11,2	11,6	11,8	13,5	13,7	13,6
500 bis unter 1.000 Beschäftigte	6,1	5,8	6,2	6,9	7,1	6,8	7,8	6,9	7,5	6,9
1.000 und mehr Beschäftigte	76,1	75,6	74,1	73,1	74,6	75,3	74,8	73,3	70,5	70,5
<b>Anteil der Wirtschaftszweige am FuE-Personal (nach WZ 2003)</b>										
Chemie, Mineralöl	19,4	18,6	17,5	16,8	14,5	13,9	14,2	13,2	13,0	
Maschinenbau	13,1	11,9	13,7	13,6	12,1	12,0	11,7	11,8	12,9	
Elektro, Elektronik, Instrumente, Computer	29	30	29,0	25,0	23,5	25,9	23,1	22,1	22,0	
Fahrzeugbau	21	22	25,0	28,5	29,6	28,7	32,0	32,8	30,1	
übr. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	12	12	8,2	8,2	8,3	7,6	7,7	7,5	8,2	
übr. Warenproduzierendes Gewerbe	1	1	0,8	0,9	0,9	0,6	0,6	0,5	0,7	
Dienstleistungen	3	3	4,4	5,8	9,7	9,8	9,5	10,8	12,0	
Gemeinschaftsforschung	1,5	1,6	1,4	1,3	1,3	1,5	1,2	1,5	1,0	
<b>Anteil der Wirtschaftszweige am FuE-Personal (nach WZ 2008)</b>										
Chemie und Pharma (CE,CF)									12,9	12,2
Maschinenbau									12,0	11,4
Elektro, Elektronik, Instrumente, Computer (CI, CJ)									20,2	19,0
Fahrzeugbau									30,5	29,8
übr. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe									10,6	10,3
übr. Warenproduzierendes Gewerbe									0,7	0,9
Dienstleistungen									11,9	15,3
Gemeinschaftsforschung									1,0	1,1
<b>Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 1)</b>										
insgesamt	10,2	12,2	10,5	13,3	14,9	17,0	20,6	22,9	22,0	22,6
Klein- und Mittelunternehmen		8,5	8,1	8,4	8,2	11,9	10,8	11,1	12,5	12,8
Unternehmen > 500		12,4	10,5	14,1	15,5	17,5	21,6	24,7	23,5	24,1
<b>Durchführung externer FuE der Wirtschaft</b>										
Wirtschaft	62,9	65,4	59,9	64,0	68,3	71,0	61,7	59,2	58,3	61,1
Hochschulsektor	10,4	9,0	13,1	9,3	7,4	7,7	10,5	11,3	11,1	9,7
sonstige FuE-Einrichtungen	8,8	6,8	8,6	5,6	4,1	4,0	5,0	10,1	9,1	8,1
sonstige Inländer	1,5	1,3	3,3	2,1	1,4	0,9	0,6	0,9	1,7	1,5
Ausland	16,4	17,4	15,2	18,9	18,7	16,4	22,2	18,5	19,8	19,7
<b>Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen</b>										
Personal	57,9	59,9	59,8	61,5	59,2	58,5	58,6	60,8	59,5	60,1
Sachmittel	32,9	33,0	33,4	31,2	32,2	33,4	32,9	31,0	32,7	32,5
Investitionen	9,3	7,1	6,8	7,3	8,6	8,1	8,5	8,1	7,8	7,4
<b>Struktur des FuE-Personals in Unternehmen</b>										
Wissenschaftler/Ingenieure	43,8	43,9	45,7	46,2	48,7	51,3	54,3	54,8	54,2	55,0
Techniker	26,9	27,9	27,6	27,6	26,3	24,1	23,5	25,0	26,0	26,5
sonstige	29,3	28,2	26,7	26,1	25,1	24,6	22,2	20,2	19,9	18,5
<b>Struktur des FuE-Personals nach Regionen</b>										
östliche Bundesländer	13,3	10,9	11,5	12,5	11,6	12,0	10,2	9,7	9,8	10,0
nordwestliche Bundesländer (SH,HH,HB,NI,NW)	26,6	26,7	27,2	26,4	25,4	25,2	25,4	24,8	25,9	25,9
südwestliche Bundesländer (HE, BW, BY, RP, SL)	60,1	62,4	61,3	61,1	63,1	62,8	64,4	65,5	64,3	64,1
<b>Auslandsverflechtungen</b>										
Anteil von Unternehmen im ausländischen Besitz an den FuE-Gesamtaufwendungen		16	17	17	18	26	26	26	25	27
Anteil von FuE im Ausland an den globalen Gesamtaufwendungen deutscher Unternehmen mit Auslandsforschung 2)			23*	23*	25*	26,7	30,0	29,9	24,4	27,3

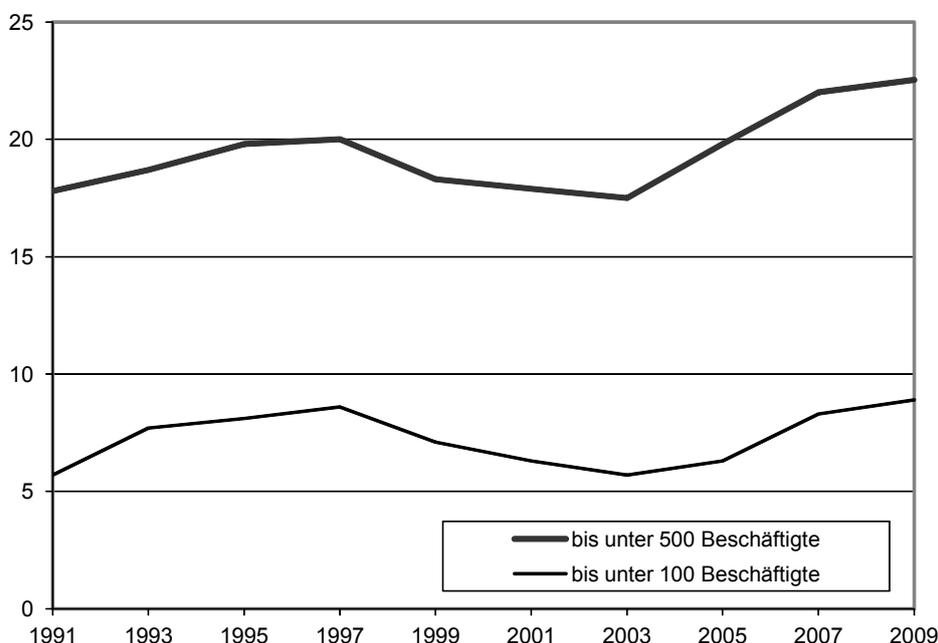
Kursivdruck: Unternehmensangaben, ohne IfG.

1) ab 2003 Anteil an der Summe der internen Aufwendungen zuzüglich der externen Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet worden sind. 2) ab 2003 auf aktueller Datenbasis neu berechnet. \*) Eingeschränkte Vergleichbarkeit zur ab 2001 verwendeten Methode.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – DIW Berlin. – BMBF, Faktenberichte und Bundesforschungsberichte. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Die jeweilige Bedeutung von Klein- und Mittelunternehmen für industrielle FuE variiert im Übrigen nicht nur zwischen den Branchen, sondern auch zwischen den Industrieländern sehr stark.<sup>79</sup> In Deutschland werden die FuE-Aktivitäten mit überwiegender Mehrheit von Großunternehmen (mit 1.000 und mehr Beschäftigten) durchgeführt: 78,4 % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Höhe von 45 Mrd. € und 88 % der gesamten externen FuE-Aufwendungen in Höhe von 11 Mrd. €. <sup>80</sup> Insgesamt 70,5 % des FuE-Personals (Tab. 3.2.1) entfallen auf Unternehmen dieser Größenordnung. Nach der gängigen Demarkationslinie zwischen Großunternehmen und KMU von 500 Beschäftigten belief sich der FuE-Personalanteil von Klein- und Mittelunternehmen 2009 auf 22,5 %, die Anteile an den internen FuE-Aufwendungen auf 15,6 % und an den externen Aufwendungen 8,7 %. Das Gewicht von Klein- und Mittelunternehmen hat damit erneut leicht zugenommen (Abb. 3.2.1).

**Abb. 3.2.1: Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal der Unternehmen in Deutschland 1991 bis 2009 (in %)**



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des NIW.

Wie in den meisten anderen Ländern nimmt die FuE-Intensität der *forschenden Unternehmen* auch in Deutschland typischerweise einen leicht U-förmigen Verlauf (Tab. 3.2.2, Abb. 3.2.2):

<sup>79</sup> Grundsätzlich sind die FuE-Kapazitäten in Deutschland wie in kaum einem anderen Land auf Großunternehmen konzentriert. So ist der FuE-Anteil von Klein- und Mittelunternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten lediglich in Japan höher (OECD 2009, 2011). Die geringe Verankerung der deutschen Wirtschaft im Dienstleistungssektor und bei Spitzentechnologien, die Dominanz des Automobilbaus und der „Hochwertigen Technik“ sowie die lange Zeit stark auf Großunternehmen ausgerichtete staatliche FuE-Förderung mit ihrem geringen Anteil indirekter Fördermaßnahmen sind die wichtigsten Erklärungsansätze. Vgl. z. B. Gehrke, Legler, Grenzmann u. a. (2009).

<sup>80</sup> Nimmt man zur Vermeidung von Doppelzählungen nur die internen Aufwendungen zuzüglich derjenigen externen Aufwendungen für FuE-Vorhaben, die außerhalb der Wirtschaft durchgeführt werden in Höhe von 49,2 Mrd. €, so beträgt der Anteil der Großunternehmen 79 %.

**Tab. 3.2.2: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung in Bergbau und Verarbeitender Industrie in Deutschland nach Unternehmensgrößenklassen 1995 bis 2009**

Beschäftigten- größenklasse	FuE-Intensität* forschender Unternehmen								Anteil forschender Unternehmen**								FuE-Intensität* aller Unternehmen							
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009
unter 100	8,8	9,1	8,6	8,5	10,4	9,1	9,8	9,7	21	20	16	15	12	12	17	18	1,5	1,5	1,2	1,1	0,9	1,0	1,4	1,4
100 bis unter 500	4,4	4,8	4,5	5,1	5,7	5,9	6,1	6,0	34	31	30	29	28	29	27	28	1,6	1,5	1,5	1,7	1,6	1,9	1,8	1,9
500 bis unter 1.000	4,7	5,7	5,1	5,9	7,0	6,2	6,4	6,5	40	40	47	38	42	42	46	47	1,9	2,2	2,4	2,3	2,6	2,5	2,9	3,1
1.000 und mehr	7,2	8,1	8,9	9,1	9,4	9,7	9,5	9,7	73	67	72	66	71	75	76	76	7,0	7,5	8,4	8,1	8,3	8,2	8,9	9,6
<b>insgesamt</b>	<b>6,6</b>	<b>7,4</b>	<b>7,5</b>	<b>8,0</b>	<b>8,3</b>	<b>8,4</b>	<b>8,6</b>	<b>8,7</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>3,9</b>	<b>4,0</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,5</b>	<b>4,7</b>

\*) FuE-Personalanteil in % der Beschäftigten laut Kostenstrukturerhebung des Statistischen Bundesamtes insgesamt, ab 2007 Verarbeitendes Gewerbe. – \*\*) Forschende Unternehmen in % der Unternehmen insgesamt. Strukturbruch 2005 – 2007

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 1995 bis 2009). – Berechnungen des NIW

- Kleinunternehmen konzentrieren ihre FuE-Aktivitäten sehr stark auf Güter der Spitzentechnologie wie Pharmazeutika, Instrumente und Computertechnik, während mittlere und größere Unternehmen ihre Schwerpunkte häufiger anwendungsorientiert in der „Hochwertigen Technik“, d. h. in den „klassischen“ deutschen Domänen suchen.<sup>81</sup> Diese Tendenz unterstreicht die zunehmend wichtiger gewordene Rolle, die forschende Kleinunternehmen gerade im Spitzentechnologiebereich einnehmen.
- In bestimmten Technologiefeldern sind insbesondere Flexibilität, Unkonventionalität und Risikobereitschaft von Vorteil, wenn es darum geht, FuE für technologische Nischenanwendungen und kleinvolumige Nachfragepotenziale zu betreiben.<sup>82</sup> Diese Merkmale zeichnen Klein- und Mittelunternehmen eher aus als große, sie tasten sich schrittweise in neue Wissensgebiete vor.<sup>83</sup> Wenn innovative *Kleinunternehmen* forschen und entwickeln, dann tun sie dies meist besonders intensiv, sie werden oft erst im Zusammenhang mit einem Innovationsprojekt aus der Taufe gehoben. Bei den forschenden Unternehmen der Verarbeitenden Industrie lag der Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz in der Beschäftigungsgrößenklasse bis 100 im Jahr 2009 bei 4,8 %, der Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten bei über 9,7 %.<sup>84</sup> Sie gaben insgesamt etwas über 1,3 Mrd. € für eigene FuE aus und beschäftigten damit 16.300 Personen. Gegenüber 2007 bedeutet dies ein deutlicher Rückgang der Aufwandsintensität (von vormals 5,2 %) und Stagnation der am FuE-Personal gemessenen FuE-Intensität (vorher 9,8 %).

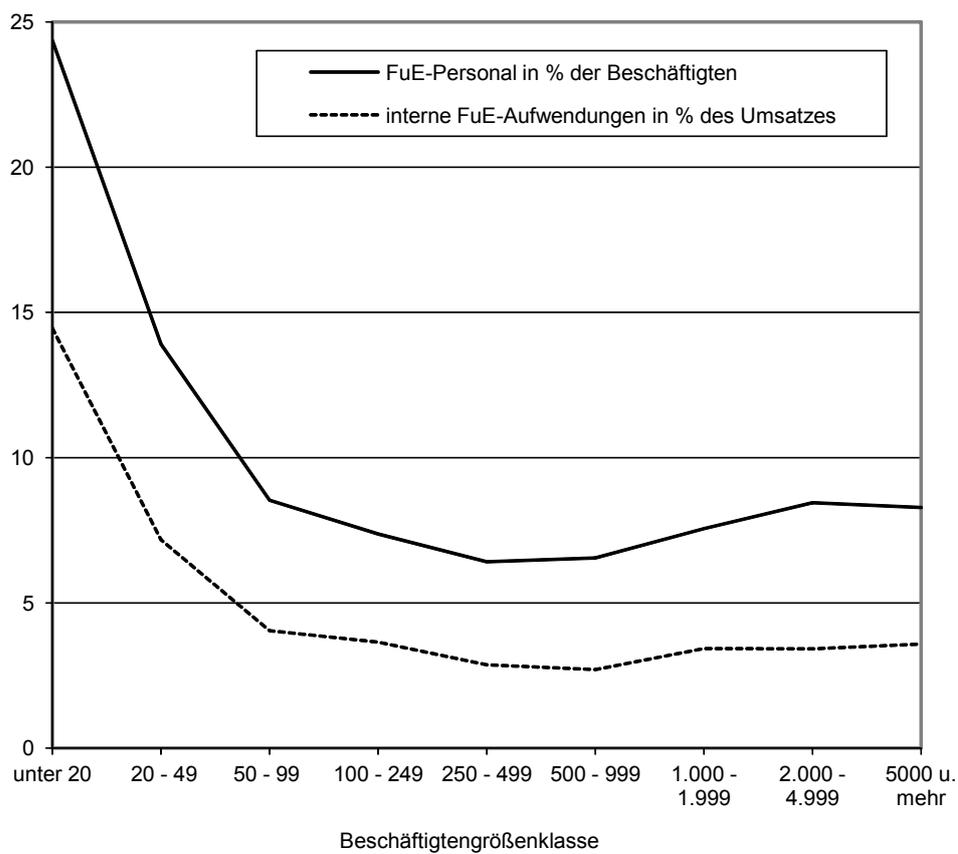
<sup>81</sup> Vgl. Revermann, Wudtke (1997), Rammer, Spielkamp (2006)

<sup>82</sup> Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

<sup>83</sup> Vgl. Dürig u. a. (2008).

<sup>84</sup> Im Dienstleistungssektor - in dem der Anteil forschender Unternehmen deutlich niedriger liegt als in der Industrie und FuE weniger systematisch betrieben wird (Abschnitt 2.2) - ist der FuE-Personalanteil bei den forschenden Unternehmen gar noch höher. Denn hierzu zählen auch spezialisierte Unternehmen, deren Hauptgeschäft FuE-Dienstleistungen sind.

**Abb. 3.2.2: FuE-Intensität forschender Unternehmen in Deutschland 2009 nach Unternehmensgrößenklassen**



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des NIW.

- Mittelgroße Industrieunternehmen** mit 100 bis 500 Beschäftigten gaben im Jahr 2009 (2007) gut 3,6 Mrd. € (4,1 Mrd. €) für die Durchführung eigener FuE aus und beschäftigten damit über 35.200 (36.100) Personen. In dieser Gruppe befinden sich typischerweise eher „Technologieanwender“, d. h. sie betreiben selbst nicht in dem Umfang FuE wie kreative Kleinunternehmen, sondern sind eher in der Technologieverwertung und in der Produktion aktiv. Selbst im Durchschnitt der forschenden Unternehmen sinkt die FuE-Intensität (interne FuE-Aufwendungen bezogen auf den Umsatz) im Aggregat auf unter 3 %, die FuE-Personalintensität lag bei 6,0 % (6,1 %). Auch bei diesen Unternehmen ist der Rückgang der FuE-Aufwendungen gegenüber dem Jahr 2007 deutlich stärker ausgefallen als die vergleichbare Personalanpassung.
- Große Industrieunternehmen** mit 1.000 und mehr Beschäftigten, die 2009 fast 32 Mrd. € für eigene FuE aufgewendet haben und damit über 200.000 Personen beschäftigt haben, sind wiederum im Vorteil, wenn die Forschung hohe Aufwendungen erfordert und eine routinierte und formalisierte Vorgehensweise am ehesten zum Innovationserfolg führt. Sie können und müssen große FuE-Abteilungen unterhalten, so dass zum Ende der Kurve typischerweise ein höherer Wert erreicht wird. Sie haben 2009 im Schnitt 4,7 % ihres Umsatzes für FuE aufgewendet (FuE-Personalintensität: 9,7 %). Gegenüber 2007 ist die FuE-Ausgabenintensität damit auch hier deutlich gesunken, während der für FuE eingesetzte Anteil des Personals sogar zugelegt hat.

Entscheidend für das FuE-Aufkommen von Klein- und Mittelunternehmen ist einerseits die Frage, *ob* sie sich am FuE-Prozess beteiligen und zum anderen, mit welcher *Intensität* sie dies dann tun. Die wichtigste Determinante sowohl für die FuE-Beteiligung als auch für FuE-Intensität ist die jeweilige

Marktconstellation, also die Branchenzugehörigkeit. Forschungsintensive Zweige, insbesondere die der Spitzentechnologie, stehen natürlich in der FuE-Beteiligung ganz oben (Tab. A.3.2.1). Abgesehen vom Automobilbau und dem übrigen Fahrzeugbau liegt die durchschnittliche FuE-Intensität der *forschenden* Kleinunternehmen immer oberhalb des jeweiligen Industriedurchschnitts (Tab. 3.2.3). Dies gilt in besonderem Maße für Dienstleistungsunternehmen im Bereich der IuK-Dienstleistungen und der technischen Dienstleistungen, wo forschende Kleinunternehmen mehr als doppelt so viel FuE-Kapazitäten einsetzen als im Sektordurchschnitt. Somit steht fast in jeder Branche die Gruppe der forschenden Kleinunternehmen in der FuE-Intensität ganz vorne in der Hierarchie der FuE-Intensitäten.<sup>85</sup>

**Tab. 3.2.3: FuE-Intensität von forschenden Unternehmen nach Wirtschaftszweigen und Technologieklassen 2009**

- FuE-Personal in % der Beschäftigten -

Wirtschaftszweig Technologieklasse	FuE-Intensität nach Größenklassen					
	insgesamt	< 100	100 - 249	250 - 499	500 - 999	> 1.000
alle forschenden Unternehmen	8,1	12,6	7,4	6,4	6,5	8,2
Wirtschaftszweig (WZ 2008)						
Verarbeitendes Gewerbe	8,7	9,7	6,3	5,8	6,5	9,7
Chemische Industrie	8,8	12,4	7,7	6,3	7,8	9,1
Pharmazeutische Industrie	16,6	20,9	10,2	8,5	11,6	18,0
DV, Elektronik, Optik	13,1	16,8	13,8	13,8	12,8	12,4
Elektrotechnik	8,1	10,5	7,7	7,2	7,7	8,3
Maschinenbau	6,9	7,8	5,5	6,1	6,9	7,3
Automobilbau	12,2	9,4	8,4	6,9	8,1	12,6
Sonstiger Fahrzeugbau	10,7	8,3	4,7	6,6	3,8	11,5
übrige Industrie	3,9	6,3	3,4	3,1	3,5	4,1
IuK-Dienstleistungen	9,6	21,5	13,7	14,8	9,7	7,9
Freiberufl., wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	12,2	25,7	26,5	33,1	7,9	
übrige Wirtschaftszweige	1,7	11,6	5,4	3,4	1,1	
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie						
niedrige und mittlere Technologie	3,9	6,3	3,4	3,1	3,5	4,1
Hochwertige Technik	9,5	9,1	6,3	6,4	7,3	10,5
Spitzentechnologie	13,8	16,9	13,4	12,6	12,1	13,8

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Klein- und Mittelunternehmen sind allerdings keine homogene Gruppe: Darunter finden sich Töchter von Konzernen, technologieintensive Start-Ups, typische Mittelständler mit langer Tradition, Aus- und Umgründungen usw. Und so gilt alles bislang zur Rolle von Klein- und Mittelunternehmen Gesagte unter der Annahme: „wenn sie FuE betreiben“. Das gängige Muster, nach dem in kleinen Unternehmen am intensivsten Forschung und experimentelle Entwicklung betrieben wird, relativiert sich hingegen in dem Maße, in dem die Beteiligung der Unternehmen am FuE-Prozess variiert (vgl. unten sowie Tab. 3.2.2). Klein- und Mittelunternehmen neigen auf der einen Seite eher zu einem diskontinuierlichen, projektbezogenen FuE-Verhalten. Auf der anderen Seite sind sie zahlenmäßig nur zu einem kleinen Teil in die (Spitzen-)Technologieproduktion im engeren Sinne eingebunden, zu einem hohen Anteil jedoch in der Anwendung und Verbreitung von Technologien aktiv. Insgesamt nimmt daher über *alle Unternehmen* betrachtet die FuE-Intensität keinen „U-förmigen“ Verlauf, sondern mit steigender Unternehmensgröße zu. Zunächst erfolgt dies recht zögerlich. Insbesondere in den forschungs-

<sup>85</sup> Vgl. auch Tab. A.3.2.1; dort ist allerdings die FuE-Intensitäten *aller* Unternehmen - also einschließlich der nicht-FuE-betreibenden - aufgeführt.

intensiven Sektoren (Tab. A.3.2.1) variiert sie weniger heftig über die Unternehmensgrößen als in den übrigen Industrien. Bei den Großunternehmen klettert sie dann auch dort meist recht schnell in die Höhe.

In der Gesamtbetrachtung ist also eine klare Abstufung zwischen Groß, Mittel und Klein zu erkennen:

- Großunternehmen entscheiden durch ihr FuE-Verhalten über das gesamtwirtschaftliche FuE-Volumen und die FuE-Intensität.
- Die Masse der Klein- und Mittelunternehmen bestimmt hingegen die Breite, mit der FuE in der Wirtschaft verankert ist. Insofern ist für die Innovationspolitik die FuE-Beteiligung eine kritische Größe.

Im *Dienstleistungssektor*, in dem vor allem die unternehmensorientierten Dienstleistungen im Bereich der IuK-Dienstleistungen und der technischen Dienstleistungen<sup>86</sup> den Umfang der FuE-Aktivitäten bestimmen, ergibt sich ein anderes Bild (Tab. 2.2.3): Die FuE-Intensität nimmt mit zunehmender Unternehmensgröße ab (IuK-Dienstleistungen) bzw. fällt bei großen Unternehmen extrem stark gegenüber kleinen und mittleren Unternehmen zurück (technische Dienstleistungen). Hier findet sich der überwiegende Teil der Produktionskapazitäten in KMU, was sich letztlich auch in der Konzentration der FuE-Aktivitäten in diesen Beschäftigtenengrößenklassen niederschlägt. Im Dienstleistungssektor sind zudem die Einstiegsbarrieren für FuE – etwa in Bezug auf Mindestprojektgrößen, Finanzierungsbedarf und technologische Komplexität – in der Regel niedriger, was Klein- und Mittelunternehmen zugute kommt.<sup>87</sup>

### **Zur Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE**

Im Allgemeinen nimmt in Deutschland – wie bereits ausgeführt – die FuE-Beteiligung mit der Unternehmensgröße zu (vgl. Tab. 3.2.2 und A.3.2.1): Sie liegt nach der deutschen FuE-Statistik im Jahr 2009 in der *Industrie* im Schnitt bei 22 % der Unternehmen,<sup>88</sup> weist jedoch eine Bandbreite von 18 % bei Kleinunternehmen, 25 % bis 38 % bei mittleren Unternehmen, 47 % bei größeren Unternehmen mit einer Beschäftigtenzahl von 500 bis unter 1.000 bis auf 76 % bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten auf. Am sprunghaften Anstieg der FuE-Beteiligungsquote bei Klein- und Mittelunternehmen im Jahr 2007 wird der erwähnte statistische Effekt der zusätzlichen Erfassung der AiF-geförderten Unternehmen deutlich.

Besonders hoch ist die FuE-Beteiligung unter den Kleinunternehmen (Tab. A.3.2.1) in den sehr forschungsintensiven Industriezweigen der Datenverarbeitung, Elektronik, Optik, der Pharmazie und der Luft und Raumfahrt. Auch in den übrigen forschungsintensiven Industrien (Chemische Industrie, Maschinenbau, Elektroindustrie) ist die FuE-Beteiligung überdurchschnittlich hoch. Der Automobilbau liegt in dieser Hinsicht unter den forschungsintensiven Industrien am unteren Ende (Tab. A.3.2.1): Insbesondere in der Kfz-Industrie spielen Kleinunternehmen bei FuE keine besonders starke Rolle. Sieht man von den sich durch die veränderte Wirtschaftszweigsystematik ergebenden numerischen Unterschieden ab, hat sich die sektorale Struktur der FuE-Beteiligung in den letzten Jahren wenig verändert.

<sup>86</sup> Zusammengefasst im Wirtschaftszweig „Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen (M)“ der insbesondere die Wirtschaftsgruppen „Architektur-, Ingenieurbüros; technische, physikalische, chemische Untersuchung (71)“ und „Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung (72)“ beinhaltet.

<sup>87</sup> Vgl. die Argumentation bei Rammer, Spielkamp (2006).

<sup>88</sup> Kleinbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten sind in der Bezugsgröße nicht erfasst. Tatsächlich sind also erheblich weniger als 22 % der Industrieunternehmen den forschenden zuzurechnen. Dies gilt jedenfalls dann, wenn man die aufgrund der Erhebungsmethode nicht von der FuE-Statistik erfassten Klein- und Mittelunternehmen bei der Berechnung der Prozentangaben außer Acht lässt.

Die FuE-Tätigkeit hatte sich bis zur Mitte des letzten Jahrzehnts von Jahr zu Jahr auf immer weniger Unternehmen konzentriert, denn die Zahl von forschenden industriellen Klein- und Mittelunternehmen hat nach der deutschen FuE-Statistik stark abgenommen: Von 21 % (1995) auf 12 % (2005). FuE-Aktivitäten hatten in dieser Periode in der Wirtschaft an Breite verloren. In jüngster Zeit hat sich dieser Abschmelzungsprozess verlangsamt. Der numerische Zuwachs in 2007 ist allein auf die systematische Einbeziehung der AiF-Förderdaten in die FuE-Erhebung des Stifterverbandes zurückzuführen. Ohne dies hätte die FuE-Beteiligungsquote der Kleinunternehmen weiterhin bei 12 % gelegen.<sup>89</sup> Die Vielzahl von Unternehmen, die seit 2005 im Zusammenhang mit staatlichen Fördermaßnahmen zu FuE ermutigt worden waren und die bislang noch nicht FuE-auffällig geworden waren, stellt die FuE-Statistik auf eine neue Basis, die nur sehr bedingt mit den bislang verfügbaren Daten vergleichbar ist. *Auf dieser Basis kann der trotz der Wirtschaftskrise geringe Zuwachs der FuE-Beteiligungsquote der Klein- und Mittelunternehmen in 2009 allerdings als Indiz für eine weitere Stabilisierung angesehen werden.* Dies ist aber auch kein Anlass zur Entwarnung, da die FuE-Beteiligungserhöhung auch in Zusammenhang mit kurzfristigen, befristeten Fördermaßnahmen in Verbindung gebracht werden kann. Denn erfahrungsgemäß ist bei dieser Klientel eher mit einem labilen FuE-Verhalten zu rechnen. So haben sich schon Ende der 80er Jahre viele von jenen Klein- und Mittelunternehmen aus FuE zurückgezogen, denen seit Beginn der 80er Jahre durch FuE-Personalfördermaßnahmen der Einstieg in FuE stark erleichtert worden war. Generell sollte man jedoch die Daten zur FuE-Beteiligung vorsichtig interpretieren.

Die Beteiligung von Unternehmen an FuE ist eine kritische Größe, weil die Innovationsfähigkeit der Unternehmen mittel- bis langfristig recht eng an die Beteiligung an FuE und an die Verfügbarkeit von entsprechend ausgebildetem und erfahrenem Personal geknüpft ist. Insbesondere ist die Anwendung externen Wissens vielfach komplementär zu eigenen FuE-Anstrengungen.<sup>90</sup> Die Kooperationsfähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen mit Forschungseinrichtungen und Industriebetrieben in FuE nimmt in dem Maße zu, in dem sich die Beteiligung an FuE verstetigt. Kooperationsprojekte werden immer wichtiger. Ein bedeutender Teil der finanziellen Innovationsfördermaßnahmen wird deshalb auch für die Förderung von FuE- und Innovationskooperationen aufgewandt.<sup>91</sup>

In Deutschland befasst sich eine Reihe von regelmäßigen Erhebungen von Statistikern und Forschungsinstituten auch mit FuE (Abschnitt 1.3). Diese schließen sich – was die FuE-Beteiligung angeht – nicht in jedem Fall der FuE-Statistik an. In dieser Frage besteht weiterer *Forschungsbedarf*: So deuten die Ergebnisse des Mannheimer Innovationspanels (MIP) auf eine seit Mitte des letzten Jahrzehnts tendenziell eher steigenden Anteil der Unternehmen hin, die sich kontinuierlich an FuE beteiligen (Abb. 3.2.3). Dies war aber nicht immer so: Nach Rückgängen und starken Schwankungen bis in die 90er Jahren hinein war die Entwicklung in der ersten Hälfte des letzten Jahrzehnts nur noch durch geringe Veränderungen gekennzeichnet. Nach den revidierten Daten des MIP<sup>92</sup> ist der Anteil der kontinuierlich FuE betreibenden Unternehmen an den innovativen Unternehmen vor allem in forschungs-

---

<sup>89</sup> Vgl. Legler, Schasse u. a. (2010), dort insbesondere Tab. A.3.2.2

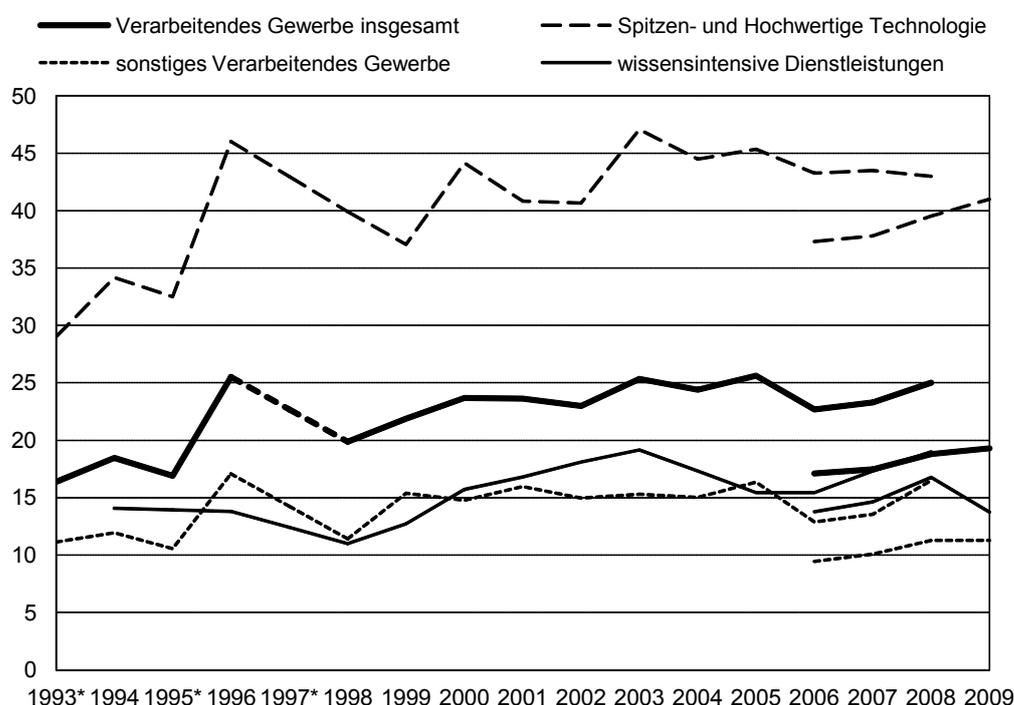
<sup>90</sup> Das Mannheimer Innovationspanel (MIP) weist für die Periode 2002-2004 nur 1 % der Unternehmen aus forschungsintensiven Industrien aus, die FuE-Aufträge nach außen vergeben, ohne gleichzeitig eigene FuE-Kapazitäten zu haben und die dennoch innovieren. 48 % betreiben hingegen nur interne FuE, 34 % verstärken interne FuE-Aktivitäten durch Aufträge an FuE-Kooperationspartner. Rammer, Blind u. a. (2007).

<sup>91</sup> Vgl. Rammer, Binz (2006).

<sup>92</sup> 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.

intensiven Branchen seit 2006 gestiegen.<sup>93</sup> Allerdings hat nach der deutschen Innovationserhebung der Anteil derjenigen Unternehmen, die diskontinuierlich FuE betreiben tendenziell abgenommen (Abb. 1.1.2). Das Nebeneinander von wachsender *Stabilität* bei regelmäßig forschenden Unternehmen und *Labilität* bei den gelegentlich FuE-betreibenden Unternehmen zeigt einerseits, dass FuE immer wichtiger geworden ist. Andererseits gibt es Hinweise darauf, dass Klein- und Mittelunternehmen jeweils sehr feinfühlig auf die aktuelle wirtschaftliche Situation und die für FuE-Entscheidungen relevanten Rahmenbedingungen und Erwartungen reagieren. Größere Unternehmen sind hingegen eher in der Lage, langfristige Forschungsziele zu definieren und grundsätzlich neue Wissensgebiete zu erschließen.<sup>94</sup>

**Abb. 3.2.3: Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE im Verarbeitenden Gewerbe sowie in wissensintensiven Dienstleistungen Deutschlands 1993-2009 nach dem Mannheimer Innovationspanel (in %) – ab 2007 auch nach neuem Erhebungskonzept**



\*) 1993 und 1995 für wissensintensive Dienstleistungen, 1997 für Verarbeitendes Gewerbe und wissensintensive Dienstleistungen nicht erhoben.

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

Beim Vergleich der Daten aus unterschiedlichen Erhebungen ist zu berücksichtigen, dass in den jeweiligen Untersuchungen meist ein spezieller Zugang zu FuE gesucht wird und FuE häufig nicht der eigentliche Zweck der Analyse ist, die Unternehmen daher vielfach aus einem anderen Verständnis heraus nach FuE befragt und die Fragen von unterschiedlichen Personen oder Stellen im Unternehmen beantwortet werden (bspw. Personalleiter im IAB-Betriebspanel usw.).<sup>95</sup> So stellt das MIP nicht FuE, sondern Innovationen in den Mittelpunkt der Untersuchung, während die FuE-Statistik bei FuE von

<sup>93</sup> Vgl. auch Rammer, Aschhoff u. a. (2012).

<sup>94</sup> Vgl. Dürig u. a. (2008).

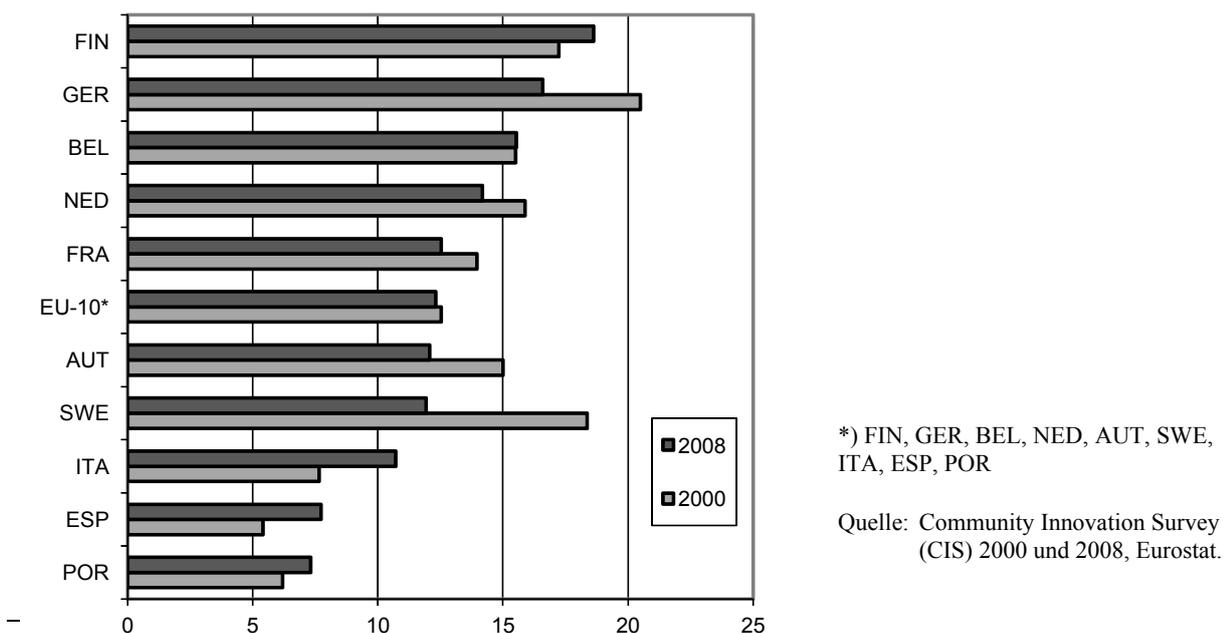
<sup>95</sup> Vgl. Legler, Schasse u. a. (2010) für einen Überblick über die Ergebnisse auf Basis weiterer Erhebungen, so der Kostenstrukturerhebung des Statistischen Bundesamtes, der Auswertung der Förderanträge im Rahmen der Breitenprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau, des ifo-Konjunkturtests und des IAB-Betriebspanels.

„Schaffen neuen Wissens“ ausgeht, wie es der Vorgabe des Frascati-Handbuchs entspricht. FuE-Aufwendungen und FuE-Personal sind daher Input-Größen für den Innovationsprozess. Viele MIP-Unternehmen dürften den Begriff „Forschung und experimentelle Entwicklung“ häufig „in einem weiteren Sinne“ interpretieren und rechnen sich nach ihrem eigenen Selbstverständnis auch dann zum FuE-Teilnehmerkreis, wenn sie den „scharfen“ Frascati-Prüfkriterien der FuE-Statistik nicht standhalten können. Dies können meist nur diejenigen, die kontinuierlich FuE betreiben oder gar eigene FuE-Abteilungen aufgebaut haben. Viele gelegentlich FuE betreibende Unternehmen können aus dem MIP-Selbstverständnis heraus die FuE-Frage leichter positiv beantworten als in der FuE-Statistik. Für regelmäßig und gelegentlich FuE-Betreibende gilt im MIP, dass sich in Teilbereichen begriffliche Abweichungen zur „harten“ FuE-Definition ergeben können.

Im *internationalen Vergleich* ist die regelmäßige Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE in Deutschland immer noch als hoch einzuschätzen (Tab. A.3.2.2).<sup>96</sup> Darauf deuten die Ergebnisse des Sechsten Community Innovation Survey (CIS)<sup>97</sup> hin. Für den Referenzzeitraum 2006-2008 sowie für die Gruppe der Unternehmen mit zehn und mehr Beschäftigten lag Deutschland mit einem Anteil von 17 % kontinuierlich forschender Unternehmen nach Finnland (19 %) an der Spitze. Dies gilt im Übrigen auch für kleine Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten (12 %). Bei mittleren Unternehmen und großen Unternehmen findet sich Deutschland ebenfalls mit im vorderen Bereich der EU-Länder, wobei der Anteil kontinuierlich FuE-betreibender Unternehmen auch in einer ganzen Reihe anderer EU-Ländern ähnlich hoch ist.

Allerdings ist der Anteil kontinuierlich FuE-betreibender Unternehmen von 2000 bis 2008 in Deutschland von 21 % auf 17 % deutlich zurückgegangen. Wachsende Anteile hat es nur in Finnland und den südeuropäischen Ländern gegeben (Abb. 3.2.4). In Frankreich und den Niederlanden ist der Anteil weniger deutlich gesunken; nur Schweden hat einen noch höheren Anteilsverlust zu verzeichnen gehabt. Deutschlands Vorsprung bei der FuE-Beteiligung konnte also nicht ganz gehalten werden. Ein für das „deutsche Innovationssystem“ bedeutender Vorteil ist insofern gemindert worden.

**Abb. 3.2.4 Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen im europäischen Vergleich 2000 und 2008 in %**



<sup>96</sup> Vgl. Gehrke, Legler, Grenzmann u. a. (2009).

<sup>97</sup> Vgl. Rammer, Pesau (2011).

## Zwischenfazit

Das FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen ist von zentraler Bedeutung für die Ausrichtung und auch für Wirksamkeit der Innovationspolitik, die sowohl auf Seiten des Bundes, insbesondere aber der Länder maßgeblich auf diese Klientel ausgerichtet ist.<sup>98</sup> Dabei ist die im internationalen Vergleich immer noch relativ hohe FuE-Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen weiterhin als Vorteil für das „deutsche Innovationssystem“ zu werten. Der Anteil der KMU am gesamten deutschen FuE-Personal ist in der zweiten Hälfte des letzten Jahrzehnts gestiegen. Die aktuellen Ergebnisse belegen auch, dass sich die FuE-Beteiligung von KMU nach Jahren des Rückgangs zumindest stabilisiert hat. Vor dem Hintergrund der internationalen Entwicklung spricht aber vieles dafür, dass dies nicht ausreicht, die vergleichsweise gute Position zu halten, denn in einer ganzen Reihe von anderen europäischen Ländern hat sich die FuE-Beteiligung von KMU besser entwickelt als in Deutschland. Auch die Entwicklung der Gründungstätigkeit weist nur bedingt auf einen Zuwachs an FuE betreibenden KMU hin:<sup>99</sup> So sind bis 2009 zwar deutliche Zuwächse bei den Gründungen im Bereich der forschungsintensiven Industrie auszumachen, diese konzentrieren sich aber überwiegend in Branchen der Hochwertigen Technik, wo weniger intensiv FuE betrieben wird als in der Spitzentechnik, bei der weiterhin keine signifikante Steigerung des Gründungsniveaus auszumachen ist. Gerade junge Unternehmen der Spitzentechnik werden aber häufig schon in Zusammenhang mit FuE gegründet und deren Fehlen wirkt sich dann besonders aus.<sup>100</sup> FuE ist eine strategische Entscheidung in der Gründungsphase des Unternehmens. Nur wenige Unternehmen finden noch in späteren Lebensphasen den Weg zu kontinuierlicher FuE.

### 3.3 FuE-Intensitäten im sektoralen Vergleich

Die sektoralen Hierarchien der FuE-Intensitäten sind in den meisten Ländern recht ähnlich.<sup>101</sup> Aus den jeweiligen nationalen Statistiken lassen sich die FuE-Intensitäten der Industrien jedoch z. T. detaillierter und vor allem aktueller angeben, als es die auf einen kleinen gemeinsamen Nenner zusammen gezogenen internationalen Daten vermögen. Die FuE-Statistik liefert die Daten, die – in Zusammenschau mit industriestatistischen Kennziffern – für Berechnungen der FuE-Intensität in der Verarbeitenden Industrie Deutschlands zugrunde gelegt werden können.<sup>102</sup> Für die Jahre 1995 bis 2007 standen durchgängig tief disaggregierte Daten für Gesamtdeutschland in der WZ2003-Systematik zur Verfügung.<sup>103</sup> Hier hat es mit der Umstellung auf die WZ2008-Systematik einen systematischen Bruch gegeben, der eine direkte Fortführung der bisherigen Zeitreihen ausschließt. Die Tatsache, dass für das Jahr 2007

---

<sup>98</sup> Vgl. BMBF (2010b).

<sup>99</sup> Vgl. Müller, Höwer (2011), Müller u. a. (2012).

<sup>100</sup> Zum Zusammenhang von Unternehmensalter und FuE-Beteiligung vgl. Niefert, Zimmermann (2009).

<sup>101</sup> Vgl. Schasse u. a. (2011).

<sup>102</sup> Die Ergebnisse sind aus im Einzelnen unterschiedlichen Gründen nicht mit den aus internationalen Vergleichsdaten abgeleiteten Intensitäten für Deutschland vergleichbar. Die Untersuchungen zu den Unterschieden zwischen den FuE-Erhebungen der Wistat und im Rahmen der KSE legen es nahe, geringe Unterschiede in den FuE-Intensitäten zwischen den Wirtschaftszweigen nicht auf die Goldwaage zu legen. Im Kern kommen beide Datensätze zu sehr ähnlichen Branchenhierarchien der FuE-Intensität, vgl. z. B. Revermann (2004) bzw. Revermann, Haug (2003). Eine aktuellere Zusammenstellung findet sich bei Eickelpasch, Grenzmann (2009).

<sup>103</sup> Vgl. Tab. A.3.3.1, unverändert übernommen aus Legler, Schasse u. a. (2010).

ein Teil der sektoralen Daten sowohl nach der WZ2003 als auch nach der WZ2008 verfügbar ist, erlaubt hier allerdings einen interpretierbaren Anschluss.<sup>104</sup>

Die Daten werden von der Wistat nicht nur nach „institutionellen“ Kriterien (*schwerpunktmäßige* Zugehörigkeit der Unternehmen zu *Wirtschaftszweigen*, der „Quelle“, Abb. 3.3.1 und Tab. A.3.3.2) erhoben, sondern auch in „funktionaler Gliederung“ (Tab. 3.3.1). Beide unterscheiden sich in den sektoralen Differenzierungsmöglichkeiten, so dass – um das Informationsmaximum auszuschöpfen – in der hier vorgenommenen Zusammenstellung beide Quellen parallel verwendet werden. Die FuE-Intensität nach funktionaler Gliederung hat den großen Vorteil, dass die FuE-Anstrengungen nach den *Erzeugnisbereichen* (das „Ziel“) erfasst werden, für die in den Unternehmen tatsächlich FuE durchgeführt wurde, und nicht nach der (rechnerischen) Zugehörigkeit der Unternehmen zu Wirtschaftszweigen. Ein Teil der durchaus beachtlichen Zuordnungsprobleme von Unternehmen bzw. Unternehmensteilen zu Wirtschaftszweigen kann damit sicher ausgeschaltet werden. Auch hier hat die mit dem Jahr 2009 erfolgte Ablösung der Systematik des Güterverzeichnisses für die Produktionsstatistik 2002 (GP 2002) durch die neue Systematik (GP 2009) eine Fortführung der Zeitreihen verhindert und einen „Neustart“ notwendig gemacht. Je nach angestrebtem Differenzierungsgrad und Fragestellung kann man so Informationen aus beiden Auswertungsmöglichkeit von FuE- und Industriestatistik nutzen. So erlaubt eine Kombination von institutioneller und funktionaler Auswertung zusätzlich Aussagen darüber, in welchem Umfang die Unternehmen in ihren angestammten Erzeugnisbereichen FuE betreiben bzw. entweder in „branchenfremde“, neue Bereiche vordringen oder noch in Sparten in FuE tätig sind, die früher den Schwerpunkt des Unternehmens gebildet haben.

#### **Aktuelle FuE-Intensitäten nach durchführenden Wirtschaftszweigen**

Sowohl im Hinblick auf die tatsächlich in den Unternehmen durchgeführte (interne) FuE als auch auf die Summe der aufgewendeten Gesamtmittel<sup>105</sup> weisen die typischerweise im Bereich der Spitzentechnik zusammengefassten Wirtschaftszweige die höchsten FuE-Intensitäten auf (Tab. A.3.3.2). Der sehr kleine Chemiezeitweiger Hersteller von Schädlingsbekämpfung-, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln muss hier mit einer FuE-Intensität von über 60 % als Ausnahme angesehen werden. Offenbar steht dem FuE-Einsatz hier keine eigene Produktion gegenüber, die wahrscheinlich in anderen Wirtschaftszweigen erfolgt.

In der Hierarchie der Wirtschaftszweige folgen die Hersteller von DV-Geräten (21 % Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz), Medizintechnik (21 %), pharmazeutischen Grundstoffen (22 %) und Telekommunikationstechnik (19 %) sowie die Anbieter von MSR-Technik (15 %). Auch der übrige Pharmaindustrie und der Luft- und Raumfahrzeugbau weisen Anteile der internen FuE-Ausgaben von über 10 % des Umsatzes auf. Aktuell weist auch ein Teil der Automobilzulieferer (WZ 29.3) eine weit überdurchschnittliche FuE-Intensität auf (10 %), die deutlich über derjenigen der Kfz-Hersteller (5,5 %) liegt. Überdurchschnittliche FuE-Intensitäten finden sich auch bei optischen Instrumenten (9 %), Waffen und Munition (6 %), elektronischen Bauelementen (6 %), Lampen/Leuchten (5 %), sonstigen chemischen Erzeugnissen (5 %), bei der Installation von Maschinen und Ausrüstungen (5 %), in Teilen des Maschinenbaus (4-5 %) und medizinischen und zahnmedizinischen Apparaten (3,5 %). Trotz neuer Abgrenzung der Wirtschaftszweige und damit verbundener numerischer Abweichungen bilden damit weitestgehend die gleichen Branchen die Spitze der FuE-Hierarchie wie in den Jahren zuvor.

---

<sup>104</sup> Um diesen zu Erleichtern, werden die am FuE-Aufwand gemessenen FuE-Intensitäten – wie in den früheren Analysen – auch für die Gesamtaufwendungen (Summe der internen und der externen FuE-Aufwendungen) ausgewiesen.

<sup>105</sup> Vgl. Abschnitt 1.5 zur Problematik der Doppelzählungen beim Ausweis der FuE-Gesamtausgaben.

Abweichungen ergeben sich aber nicht nur aufgrund statistischer Besonderheiten. So zählt die Grundstoffchemie wegen starker Rückgänge der FuE-Aufwendungen in der Vergangenheit nicht mehr zu den überdurchschnittlich FuE-(Aufwendungs-)intensiven Zweigen. Dies hat zu einem Großteil mit dem Abbau der eigenen Kapazitäten im Unternehmen zu tun und parallel dazu mit einem deutlich geringeren Volumen an FuE-Aufträgen an die Wirtschaft im In- und Ausland.<sup>106</sup> Den Zahlen kann man allerdings nicht ansehen, ob nicht auch Bereichswechsel aufgrund von Schwerpunktverlagerungen (bspw. in die Pharmaindustrie, die Kunststoff- oder Gummiverarbeitung) stattgefunden haben, die zwar das statistische Gewicht der Grundstoffchemie senken, auf der Unternehmensebene jedoch keine Auswirkung haben.

Im Maschinenbau ist die FuE-Intensität nicht flächendeckend, sondern nur in einigen Fachzweigen (Landmaschinen, Werkzeugmaschinen, Maschinen für einzelne Industriezweige, Waffen/Munition) überdurchschnittlich hoch. Der Maschinenbau wird nach diesem Raster nicht ganz so hoch eingestuft, wie es seiner Rolle im Innovationsprozess zukommt. Denn die statistische Erfassung von Forschung und Entwicklung ist bei der dort häufig vorkommenden kundenspezifischen Einzelfertigung kaum möglich: In dem Maße, in dem sich Maschinenbauer auf Unikate statt auf standardisierte Güter spezialisieren, wird ein immer größerer Teil der FuE außerhalb eigenständiger FuE-Abteilungen gleichsam am Produkt vollzogen und damit für die Statistik nicht oder weniger genau erfassbar. Der Maschinenbau greift jedoch außergewöhnlich intensiv auf Personal mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess (Naturwissenschaftler, Ingenieure usw.) zurück.<sup>107</sup> Orientiert man sich an diesen „fundamentals“ für das Innovationsgeschehen – nämlich am intensiven Einsatz von naturwissenschaftlich-technisch ausgebildeten Akademikern –, dann kann es keinen Zweifel geben, dass der Maschinenbau in Deutschland zu denjenigen Industriezweigen gehört, die ein besonders hohes Innovationspotenzial besitzen. Die Innovationsfähigkeit ist im Maschinenbau danach insgesamt deutlich höher einzuschätzen als im Industriedurchschnitt. Dies kommt nach den Daten über den Einsatz von FuE im Produktionsprozess nicht ganz so zum Ausdruck.

Kurzfristig, d. h. von 2007 bis 2009, sind die FuE-Intensitäten in fast allen Wirtschaftszweigen gestiegen, was vor allem den durch die Finanz- und Wirtschaftskrise bedingten Umsatzeinbrüchen geschuldet ist (Abb. 3.3.1 und Tab. A.3.3.2). Während die FuE-Aufwendungen 2009 trotz leichter Rückgänge gegenüber dem Vorjahr nominal immer noch über denjenigen des Jahres 2007 lagen, mussten die Umsätze ein deutliches Minus verzeichnen. Bei den wichtigen forschungsintensiven Branchen ist die Intensität lediglich im Luft- und Raumfahrzeugbau gesunken, weil hier die Umsätze 2009 gegen die allgemeine Entwicklung deutlich gestiegen sind. Eine FuE-seitige Interpretation dieser in den allermeisten Branchen mehr oder weniger ausgeprägten Rezessionsfolge ist wenig zielführend, da es sich bei unternehmerischer FuE, trotz kurzfristiger Krisenreaktionen prinzipiell meist um mittel- bis langfristige Prozesse handelt. Inwieweit sich durch sektoral unterschiedliche Krisenreaktionen längerfristige Folgen für die Verteilung von FuE in der deutschen Wirtschaft ergeben, kann derzeit noch nicht untersucht werden. Die bis 2007 zu beobachtenden längerfristigen Entwicklungstrends sind im Vorgängerbericht ausführlich dargestellt worden.<sup>108</sup>

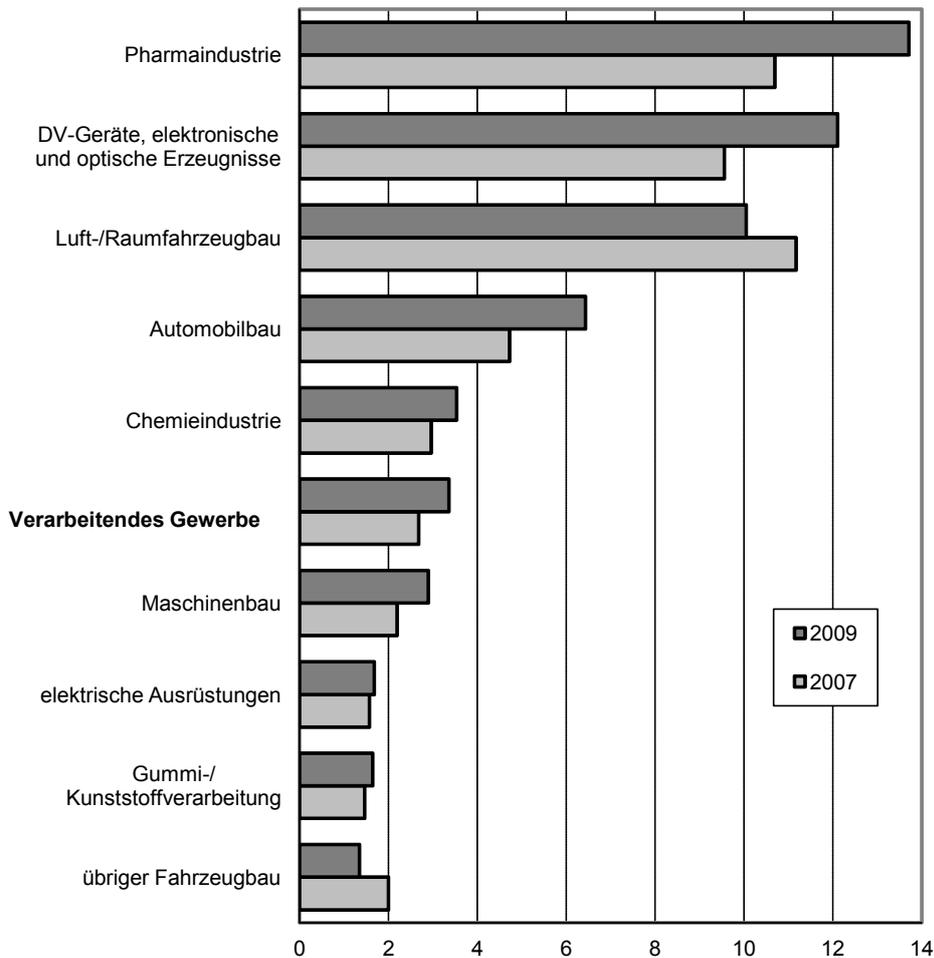
---

<sup>106</sup> Vgl. Legler, Schasse u. a. (2010); Rammer, Legler u. a. (2009).

<sup>107</sup> Vgl. Legler, Frietsch (2006), Cordes, Gehrke (2012).

<sup>108</sup> Vgl. Legler, Schasse u. a. (2010) sowie Tab A.2.3.1 im Anhang.

**Abb. 3.3.1: Interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2007 und 2009**



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3 sowie unveröffentlichte Unternehmensergebnisse. – Berechnungen des NIW.

- Dass die Verarbeitende Industrie insgesamt zumindest bis 2003 eine leichte kontinuierliche Steigerung der FuE-Intensität aufweist, hängt mit der hohen Bedeutung des Automobilbaus zusammen: Er ist zum einen deutlich stärker gewachsen als viele andere Industriezweige und hat zum anderen bis dahin im Expansionsprozess seine FuE-Kapazitäten auch noch überdurchschnittlich stark und meist über dieses Wachstum hinaus ausgeweitet. Über die vergangenen 25 Jahre ist der Fahrzeugbau unter den großen Technologiesektoren der einzige signifikante Strukturwandelgewinner: Sein Anteil am FuE-Personal hat zwischen 1979 und 2005 um 15 Prozentpunkte auf über 32 % zugelegt. Dies ging zulasten aller anderen Industriezweige. Denn ansonsten konnte nur der Dienstleistungssektor kräftig zulegen. Danach hat der Maschinenbau dem Fahrzeugbau allerdings wieder FuE-Personalanteile abringen können.
- Die FuE-Intensität der deutschen Industrie – gemessen an den Ausgaben im Verhältnis zum Umsatz – hat sich von 2003 bis 2007 nicht mehr nach oben bewegt. Gleichzeitig ist jedoch das meist hoch qualifizierte FuE-Personal weniger schnell abgebaut worden als die Beschäftigung in der industriellen Produktion. Deshalb hat der FuE-Personalanteil in dieser Zeit gar leicht zugelegt. Inso-

fern hat die FuE-Personalintensität vor dem Krisenjahr 2009 in eine andere Richtung als die FuE-Ausgabenintensität gewiesen.<sup>109</sup>

- Die FuE-(Ausgaben-)Intensität im Luft- und Raumfahrzeugbau ist kontinuierlich stark zurückgegangen, was im FuE-Personaleinsatz nicht ganz so deutlich wird: Vor allem die investiven, aber auch die Sachaufwendungen haben auf der einen Seite offensichtlich nach Abschluss des Aufbaus neuer FuE-Kapazitäten stark nachgelassen. Auf der anderen Seite hat es ein beachtliches Produktionswachstum gegeben, das rechnerisch auf die FuE-Intensität drückt. Weltweit entwickeln sich die FuE-Ausgaben im Luft- und Raumfahrzeugbau sehr unet, sie sind neben der starken Konjunkturabhängigkeit besonders von politischen Entscheidungen und dem damit verbundenen Einsatz öffentlicher Mittel sowie von den FuE-Standortentscheidungen multinationaler Konzerne abhängig.
- Zwischen 1995 und der Mitte des letzten Jahrzehnts hat es Verschiebungen in der FuE-Intensitäten-Rangfolge der Industrien in Deutschland gegeben: Luft- und Raumfahrzeugbau, Elektronik/Nachrichtentechnik und Computer/Büromaschinen sind zurückgefallen während die Pharmazeutische Industrie, der Instrumentenbau und Teile der Automobilindustrie in dieser Zeit an Intensität zugelegt haben. Langfristig haben auch Radio/TV sowie Kunststoff/Gummi den FuE-Anteil am Umsatz steigern können.
- Eine ganze Reihe von Industrien ist dabei in dem Sinne zurückgefallen, dass die Ausweitung der FuE-Kapazitäten nicht mit der (meist nicht einmal sehr dynamischen) Umsatzexpansion hat Schritt halten können. Neben dem Luft- und Raumfahrzeugbau, Elektronik/Medientechnik und Büromaschinen/EDV sind dies aus dem forschungsintensiven Sektor mit der Chemischen Industrie, dem Maschinenbau, der Elektrotechnik sowie Schienen- und Wasserfahrzeugen Wirtschaftszweige, die im internationalen Wettbewerb zu Deutschlands Stärken zu zählen sind und über Jahrzehnte maßgeblich Deutschlands technologische Kompetenzen repräsentiert haben.
- Weiterhin ist die „traditionelle Elektrotechnik“ stark in der Hierarchie der forschungsintensiven Industrien zurückgefallen. Nach heutigen Erkenntnissen würden nur noch Lampen/Leuchten zum Sektor der forschungsintensiven Erzeugnisse zählen. Allerdings sind beim Sektor Elektrotechnik mögliche Unschärfen bei der Zuordnung der FuE-Statistik, in der tendenziell die Frage gestellt wird, wofür die FuE-Aufwendungen getätigt werden (Ziel), mit der Industriestatistik nicht auszuschießen. Die Industriestatistik lässt mit ihren institutionellen Gliederungsprinzipien eigentlich nur die Frage zu, wo geforscht und entwickelt wird (Quelle). Hierin dürften auch die größten strukturellen Unterschiede zwischen Wistat und KSE zu suchen sein. Und in der Elektrotechnik dürften die sektoralen und funktionalen Überschneidungen mit am gewichtigsten wirksam sein.<sup>110</sup>

### Aktuelle FuE-Intensitäten nach Erzeugnisbereichen

Die Erfassung der FuE-Anstrengungen nach den Erzeugnisbereichen, für die in den Unternehmen tatsächlich FuE durchgeführt wurde, löst eine Reihe von Zuordnungsproblemen aus, die sich aus der (rechnerischen) Zugehörigkeit der Unternehmen zu Wirtschaftszweigen ergeben. Die FuE-Intensität nach *funktionaler* Gliederung wird auf der Basis der internen FuE-Aufwendungen nach Gütergruppen und den jeweiligen in der Produktionsstatistik ermittelten Produktionswerten ermittelt und weicht auch deshalb numerisch von den auf Basis der Wirtschaftszweige errechneten FuE-Intensitäten ab (Tab. 3.3.1). Grundsätzlich stellt auch die Analyse der FuE-Intensitäten nach Erzeugnisbereichen die-

<sup>109</sup> Zur Zerlegung der „Komponenten“ des Einsatzes von FuE-Personal in der deutschen Industrie vgl. Legler, Schasse u. a. (2010).

<sup>110</sup> Vgl. Greulich (2001). Aktuelle Tendenzen in der FuE-Statistik bestätigen dieses Bild. So hat es Verschiebungen von FuE-Kapazitäten aus der Elektroindustrie in den Bereich der IuK-Dienstleistungen gegeben mit den entsprechenden Folgen für die sektorale Verteilung, die aber nicht auf reale Veränderungen beruhen, vgl. Kladroba, Stenke (2011).

jenigen Gütergruppen in den Vordergrund, die den forschungsintensiven Wirtschaftszweigen entsprechen. Dies betrifft die Pharmazeutischen Erzeugnisse, Datenverarbeitungstechnik und Elektronik, Instrumente und Luft- und Raumfahrzeuge, aber auch Teile des Maschinenbaus und Automobile und Automobilteile. Anders als bei der Analyse nach den durchführenden Wirtschaftszweigen wird dabei auch die hohe FuE-Intensität bei der Produktion von Waffen und Munition sowie bei Geräten der Unterhaltungselektronik deutlich. Offenbar kann deren Produktion auf der Basis von Wirtschaftszweigen nicht adäquat erfasst werden.

**Tab. 3.3.1: Angewandte interne FuE in Unternehmen 2009 in % des Wertes der zum Absatz bestimmten Produktion in Deutschland nach Erzeugnisbereichen/Gütergruppen (GP 2009)**

GP 2009	Erzeugnisbereich	FuE-	
		Intensität in %	FuE-Anteil in %
05-09	Erzeugnisse des Bergbaus, Steine und Erden	0,4	0,1
10-12	Nahrungs- und Genußmittel	0,3	0,8
13-15	Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren	1,1	0,3
16-18	Holz, Papier- und Verlags- u. Druckereierzeugnisse	0,3	0,5
19	Kokerei-, Mineralölerzeugnisse	0,4	0,3
20	Chemische Erzeugnisse	2,9	6,2
21	Pharmazeutische Erzeugnisse	18,5	12,5
22.1	Gummiwaren	4,3	1,0
22.2	Kunststoffwaren	1,2	1,2
23	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	1,0	0,7
24	Eisen und Stahl	1,0	1,5
25.1-.3,25.5-.9	Metallerzeugnisse ohne Waffen und Munition	0,6	1,1
25.4	Waffen und Munition	57,3	0,5
26.1	Elektronische Bauelemente u. Leiterplatten	9,5	2,6
26.2	Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen	12,2	1,6
26.3	Geräte u. Einrichtungen d. Telekommunikationstechnik	15,5	1,7
26.4	Geräte der Unterhaltungselektronik	36,7	2,2
26.5	Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumente u. Vorricht.; Uhren	10,3	3,9
26.6	Elektromedizinische (Therapie-) Geräte	17,3	1,6
26.7	Optische u. fotografische Instrumente u. Geräte	14,1	0,8
26.8	Magnetische u. optische Datenträger	2,7	0,0
27.1	El.-mot.,Generat., Transformatoren, Elektrizitätsverteilungs- u. -schaltinr.	2,4	1,6
27.2-.4-27.9	Akkum., Batt., elektr. Lampen, Ausrüstungen, Kabel usw.	2,3	1,3
27.5	Haushaltsgeräte	3,1	0,7
28.3	Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	4,4	0,8
28.4	Werkzeugmaschinen	3,7	1,2
28.1, 28.2, 28.9	übrige Erzeugnisse des Maschinenbaus	2,9	9,4
29	Kraftwagen, Kraftwagenteile	7,5	36,5
30.2	Schienenfahrzeuge	5,9	0,7
30.3	Luft- und Raumfahrzeuge	14,1	4,6
30.1, 30.4, 30.9	Sonstige Fahrzeuge oh. Schienen-, Luft- u. Raumfahrzeuge	4,6	0,6
31, 32-.4	Möbel, Münzen, Schmuck, Musikinstrumente, Sport- u. Spielwaren	0,4	0,2
32.5	Medizinische u. zahnmedizinische Apparate u. Materialien	3,7	1,0
32.9, 33	Sonstige Erzeugnisse; Reparatur- Instandhaltungsarbeiten an Metallerzeugn./Masch./Ausrüstungen	0,3	0,3
	<b>Insgesamt</b>	<b>3,7</b>	<b>100,0</b>

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertungen für das NIW. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1 (2009). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

### FuE-Vernetzung zwischen den Branchen

Die Definition von forschungsintensiven Wirtschaftszweigen und die Ermittlung von FuE-Intensitäten für Produktgruppen aus Betriebs- und Unternehmensdaten ist im strengen Sinne nur dann zulässig, wenn die Unternehmen eines Wirtschaftszweiges jeweils nur für ihre angestammte Produktpalette FuE betreiben und auch nur „branchentypische“ Produkte herstellen. Dies ist keineswegs überall der Fall. Vielmehr gibt es nicht nur in der Produktion eine gewisse Überschneidung von Produktgruppen und Wirtschaftszweigen, sondern auch bei FuE. Die Verflechtung von FuE und Produktion über Branchengrenzen hinweg könnte daher bei der Analyse der Strukturwandeldynamik zwischen und innerhalb von Branchen von Bedeutung sein.

Die höchsten Anteile „branchenfremder“ FuE, d. h. für Erzeugnisse, die nicht dem eigenen Wirtschaftszweig zugeordnet sind, sind typischerweise in eher „dienstleistenden“ Wirtschaftszweigen zu finden: „Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung“ ist definitionsgemäß für andere Wirtschaftszweige tätig. Wenn bei „Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen“ FuE betrieben wird, dann zu 50 % für andere Branchen, in Architektur- und Ingenieurbüros sind es 34 % (Tab. 3.3.2).

Aber auch in wichtigen Industriezweigen wird in erheblichem Maße FuE für branchenfremde Erzeugnisse betrieben. Dies betrifft die Chemieindustrie (31 %), wobei ein sehr großer Teil der Mittel (28 %) für Erzeugnisse der Pharmaindustrie eingesetzt wird. Entsprechend wird 21 % der FuE für die Pharmaindustrie in anderen Wirtschaftszweigen (insbesondere also der Chemieindustrie) durchgeführt. Ähnlich eng gestalten sich die FuE-Beziehungen zwischen der Elektro-, der Metallindustrie, dem Automobilbau und dem Maschinenbau: Hersteller von elektrischen Ausrüstungen setzen 30 % ihrer internen FuE-Mittel für Erzeugnisse anderer Branchen ein, vorzugsweise für Kfz- und Kfz-Teile (13 %) und DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse (8 %). Gleichzeitig erfolgt ein Drittel der FuE für elektrische Ausrüstungen in anderen Branchen. Ähnliche Vernetzungen ergeben sich – auf etwas niedrigerem Niveau – auch zwischen der Elektronikindustrie, dem Maschinenbau und der Metallindustrie. Hier spielt die Mikroelektronik als Basis- und Querschnittstechnologie eine immer größere Rolle. Insgesamt zeigt sich ein intensiver Technologie- und Wissenstransfer gerade zwischen forschungsintensiven Industriezweigen, die sowohl für „branchenfremde“ Erzeugnisse FuE betreiben als auch in besonders hohem Maße FuE-Vorleistungen aus anderen Branchen benötigen.

Tab. 3.3.2 zeigt dabei, dass eine Reihe von Produktgruppen sehr stark auf die technologische Forschung in anderen Branchen angewiesen ist: Dies sind zum einen wenig forschungsintensive Industrien wie Bergbau, Holz/Papier/Druck, Mineralöl, Energie, Eisen und Stahl. Hinzu kommen außerhalb der Verarbeitenden Industrie die Energie- und Wasserversorgung, das Baugewerbe.

Insgesamt haben nach Rückgängen in den 90er Jahren die „Fremdforschungsanteile“ seit Beginn des letzten Jahrzehnts von 10 % (2001) über 13 % (2005 und 2007) auf 15 % (2009) wieder zugenommen. Bereits in den 80er Jahren war vielfach von „technologischer Fusion“ die Rede, d. h. vom Zusammenwachsen von Kompetenzen aus verschiedenen Technologielinien in einem Sektor.<sup>111</sup> Dieser Trend war über eine längere Periode hinweg unterbrochen, die Strategie „Konzentration auf Kernkompetenzen“ wurde auch in FuE praktiziert. Dies hängt mit den Bemühungen der Unternehmen zusammen, die Effizienz von FuE zu steigern. Der Indikator spricht dafür, dass die Unternehmen FuE wieder stärker „in der Breite“ betreiben um damit ihr Innovationspotenzial auch außerhalb der Kernkompetenzen auszuweiten versuchen.

<sup>111</sup> Vgl. Grupp, Legler (1987).

**Tab. 3.3.2: Branchentypische und branchenfremde FuE nach Wirtschaftszweigen und Gütergruppen 2009**

Wirtschaftszweig/Erzeugnisbereich	Anteil "branchen- fremder" FuE*	Anteil "branchen- typischer" FuE in fremden Branchen**
	in %	in %
Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugnisse	0	5
Erzeugnisse des Bergbaus, Steine und Erden	28	60
Nahrungs- und Genussmittel	3	5
Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren	9	7
Holzwaren, Papier, Pappe, Druckerzeugnisse	19	19
Kokerei-, Mineralölerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	12	20
Chemische Erzeugnisse	31	9
Pharmazeutische Erzeugnisse	0	21
Gummi- und Kunststoffwaren	11	14
Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	8	6
Eisen- u. Stahl, NE-Metalle	14	30
Metallerzeugnisse	28	17
DV-Geräte, elektronische u. optische Erzeugnisse	20	17
Elektrische Ausrüstungen	30	33
Maschinen	10	10
Kraftwagen, Kraftwagenteile	2	5
Luft- und Raumfahrzeuge	11	7
Sonstige Waren, Reparatur u. Installation von Maschinen u. Ausrüstungen	50	10
Energie- und Wasserversorgung, Abwasser- und Abfallentsorgung	9	40
Baugewerbe/Bau	13	26
Information und Kommunikation	9	7
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	21	1
Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	34	11
Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	100	0
sonstige	42	59
insgesamt	15	15

\* interne angewandte FuE für Produktgruppen außerhalb der eigenen Branche.

\*\* interne angewandte FuE für branchentypische Erzeugnisse, durchgeführt in anderen Branchen.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

### 3.4 Staatliche Finanzierungsbeiträge und FuE-Intensität

In fast allen Ländern fördert der Staat mehr oder weniger massiv und im Zeitablauf nicht immer stabil den FuE-Prozess in der Wirtschaft mit unterschiedlichen Instrumenten und Anreizen. Ausgangspunkt der ökonomischen Theorie der staatlichen Rolle im Wissenschafts- und Forschungssystem ist eine „Lücke“ zwischen volkswirtschaftlichen und privatwirtschaftlichen Erträgen von Forschungsaktivitäten.<sup>112</sup> Dies wird vor allem für die Grundlagenforschung angenommen, die deshalb in besonderem Maße durch staatliche Mittel finanziert wird.<sup>113</sup> Auch gesellschaftliche Bereiche wie äußere und innere Sicherheit, Gesundheit oder Umweltschutz, die sich zunächst zwar einer ökonomischen Bewertung

<sup>112</sup> Diese Lücke kann man auch als „soziale Zusatzbeiträge“ der privaten FuE-Tätigkeit ansehen. Vgl. Peters, Licht u. a. (2009); Nooteboom, Stam (2008).

<sup>113</sup> Grundlagenforschung ermöglicht es der Wirtschaft, neue Entwicklungspfade einzuschlagen und die daraus erwachsenen neuen Technologien durch eigene FuE bis zur Marktreife zu führen. Die staatliche Vorreiterrolle hat sich in Deutschland insbesondere in Technologiefeldern wie Biotechnologie, Organische Chemie sowie Messen/Regeln sowie weiterhin für die Felder Halbleiter, Telekommunikation, Optik, Werkstoffe, Oberflächen- und Medizintechnik gezeigt. Vgl. Frietsch, Schmoch (2003).

entziehen, in langfristiger Perspektive aber durchaus auch aus privatwirtschaftlicher Sicht profitabel sein können, begründen die öffentliche Förderung von FuE in diesen Feldern.

Staatliche Finanzierungshilfen an die Unternehmen senken bei diesen 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 und wegen unsicherer Marktaussichten und Erträge – auch aufgrund möglicher Trittbrettfahreffekte – eher zu zögerlichem FuE-Verhalten, zu „Unterinvestitionen“ in FuE. Diesem können staatliche FuE-Finanzierungshilfen entgegenwirken.

Aus diesen Erfahrungen heraus ergibt sich insbesondere eine Rechtfertigung für das Engagement des Staates in langfristig angewandter Forschung,<sup>114</sup> aber auch für die Förderung von betrieblichen FuE-Projekten. Finanzierung von unternehmerischer FuE durch den Staat bedeutet nicht nur Förderung von Projekten oder des Einsatzes von Personal, Sachmitteln oder FuE-Ausrüstungen und -Anlagen, von FuE-Kooperationen oder industrieller Gemeinschaftsforschung zur Förderung der industriellen Technologieentwicklung. Sie umfasst auch die direkte Vergabe von FuE-Aufträgen an die Wirtschaft auf der Basis einer eigenständigen staatlichen Zielstruktur.<sup>115</sup> Entsprechend reichen die staatlichen Ansatzpunkte zur Förderung von FuE in der Industrie von der Finanzierung und Durchführung von FuE für die Produktion öffentlicher Güter bis zum Ausgleich von „klassischem Marktversagen“, indem der Staat versucht, das FuE-Budget der Privaten an das gesellschaftliche Optimum heranzuführen.<sup>116</sup> Dabei variiert die Förderintensität erheblich und kann bis zu 100 % erreichen, wenn es z. B. um Auftragsforschung im Bereich von Technologien zur inneren und äußeren Sicherheit geht.

Der Staat ist auch in Deutschland nicht unerheblich an der Finanzierung von FuE in der Wirtschaft beteiligt – nach den Angaben der Wirtschaft in der FuE-Erhebung („Empfängerstatistik“) war dieser Betrag im Jahr 2009 mit gut 2,1 Mrd. € deutlich höher als noch 2007 mit 1,85 Mrd. €. Im Jahr 1999 waren es allerdings noch 2,5 Mrd. €.<sup>117</sup> Die Gelder machen 4,2 % der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft (Unternehmen einschließlich IfG) aus.<sup>118</sup> Damit ist aber noch nicht der gesamte staatliche Finanzierungsanteil erfasst, so fehlen noch die Rückflüsse aus Mitteln, die der Staat supranationalen Behörden (wie EU, ESA o. ä.) zur Verfügung stellt. Deshalb kommen mindestens noch die aus EU-Förderprogrammen erhaltenen FuE-Mittel hinzu, die als Teil der vom Ausland finanzierten FuE erfasst werden und 2009 insgesamt zusätzliche 0,5 Mrd. € ausmachten. Einschließlich dieser Mittel würde der staatliche Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft auf über 5 % steigen.

---

<sup>114</sup> Vgl. Callon (1994).

<sup>115</sup> Vgl. Nooteboom, Stam (2008).

<sup>116</sup> Vgl. Arrow (1962) sowie Peters, Licht u. a. (2009).

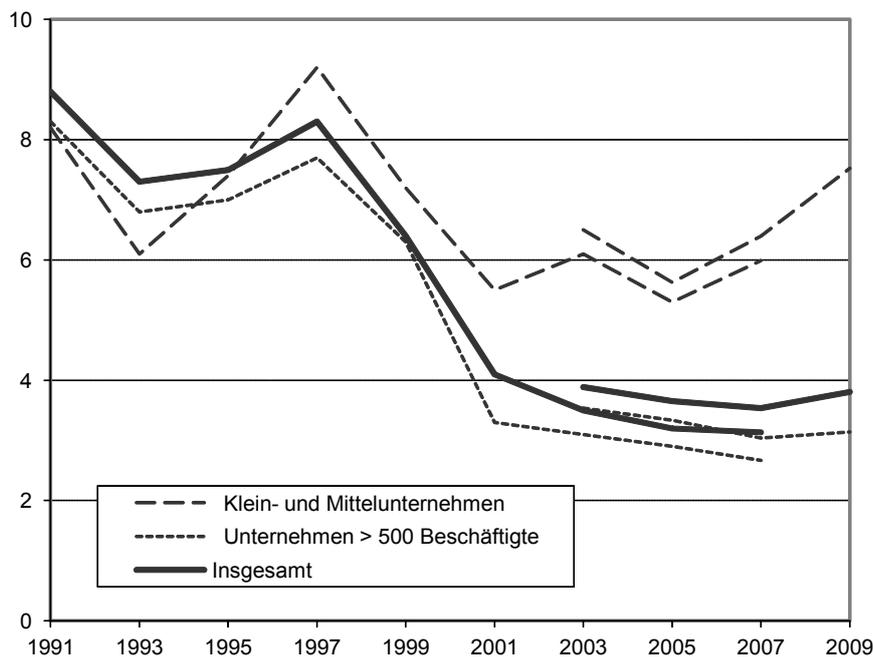
<sup>117</sup> Diese Angaben müssen nicht notwendigerweise mit den Rechnungsergebnissen in den öffentlichen Haushalten übereinstimmen. Durch unterschiedliche Erhebungskonzepte ergeben sich Abweichungen von den Angaben der Unternehmen in der FuE-Statistik („Empfängerstatistik“) zur „Geberstatistik“, die sich aus den jeweiligen Titeln von Bund und Ländern zusammensetzt. Prinzipiell gibt es wohl Probleme, den effektiven Finanzierungsbeitrag des Staates zu erfassen. Ein Beispiel ist die Förderung von FuE über die AiF. Aus der Sicht des Staates sind es Ausgaben, die den Unternehmen über die AiF zugute kommen. Aus dem Zahlungsmodus kann jedoch aus der Sicht der Unternehmen abgeleitet werden, dass die Förderung wie eine Minderung der Steuerbelastung wirkt. Dies wurde als statistische Konvention auf alle indirekt-spezifischen Fördermaßnahmen übertragen. Vgl. Eickelpasch, Grenzmann (2009). Dennoch weichen Geber- und Empfängerstatistik gar nicht so schrecklich weit voneinander ab. So weisen Eickelpasch, Grenzmann (2009) Ausgaben des Bundes für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft in Höhe von 2,2 Mrd. € (2007) aus, im Jahr 2008 waren es laut BMBF (2010b) knapp 2,3 Mrd. €.

<sup>118</sup> Dabei ist zu beachten, dass die als Bezugsbasis dienenden gesamten FuE-Aufwendungen, anders als in den Vorgängerstudien, um mögliche Doppelzählungen bereinigt worden sind. Sie umfassen alle internen FuE-Aufwendungen zuzüglich derjenigen externen FuE-Aufwendungen, die nicht im Wirtschaftssektor Anwendung finden, weil diese bereits in den Angaben der Unternehmen zu den internen FuE-Aufwendungen enthalten sind. Die Vergleichbarkeit mit den Vorgängerstudien ist deshalb eingeschränkt. Vgl. Abschnitt 1.3.

Insgesamt belief sich der Auslandsbeitrag im Jahr 2009 auf über 2 Mrd. € (4,2 % der FuE-Aufwendungen), wobei zwei Drittel auf Zuflüsse aus verbundenen Unternehmen stammen und die FuE-Fördermittel rund ein Viertel ausmachen. Es dominieren die multinationalen Unternehmen.<sup>119</sup>

Längerfristig hat sich der Anteil der durch den Staat finanzierten FuE bei den Unternehmen (ohne IfGs und EU-Fördermittel) von gut 14 % Ende der 70er Jahre auf 8,3 % (1991) auf unter 4 % (2009) und damit in den letzten 20 Jahren um mehr als die Hälfte reduziert (Abb. 3.4.1). Der langfristige Trend ist nach unten gerichtet – nur unterbrochen von 1993 bis 1997 –, stagniert aber in den letzten Jahren. Bei kleinen und mittleren Unternehmen ist der Anteil der staatlich finanzierten FuE in den letzten Jahren wieder von 6,5 % (2005) auf 7,5 % (2009) gestiegen.

**Abb. 3.4.1: Staatliche FuE-Finanzierungsanteile an den FuE-Aufwendungen<sup>1)</sup> bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1991 bis 2009 in %**



\*) bis unter 500 Beschäftigte. – \*\*) 500 und mehr Beschäftigte.

1) Zeitreihen 1991 bis 2007: Anteil an den FuE-Gesamtaufwendungen als Summe der internen und externen FuE-Aufwendungen; Zeitreihen von 2003 bis 2009: Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. In den internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die extern finanziert werden, aber im Wirtschaftssektor („intern“) durchgeführt werden; ohne Mittel, die an Institutionen der Gemeinschaftsforschung geflossen sind. Die Änderung erfolgt, um die Bezugsbasis um Doppelzählungen zu bereinigen, vgl. Abschnitt 1.5.

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

Im *internationalen Vergleich* betrachtet,<sup>120</sup> liegt Deutschland hinsichtlich des staatlichen Finanzierungsbeitrages unternehmerischer FuE recht weit hinten. Die Unterschiede zwischen den großen Industrieländern sind beachtlich: Während in Deutschland nach den der OECD gemeldeten Daten 4,5 % der internen FuE-Aufwendungen staatlich finanziert sind, sind es im OECD-Durchschnitt rund 6,5 %; insbesondere die USA, Großbritannien und Frankreich liegen sogar noch darüber. Starke Unterschiede gibt es zudem bei steuerlichen Begünstigungen von FuE, die sich immer mehr durchsetzen,<sup>121</sup> in der

<sup>119</sup> Vgl. Belitz (2012).

<sup>120</sup> Vgl. Legler, Krawczyk (2009). Schasse u. a. (2011).

<sup>121</sup> Vgl. Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), Schasse u. a. (2011).

staatlichen Ausgabenstatistik jedoch ebenso keine Berücksichtigung finden können wie die öffentlich geförderte Kredit- und Beteiligungsfinanzierung von FuE-Projekten.

Ein einheitliches Muster der *staatlichen Begünstigung* von FuE in Deutschland ist auf der Basis *sektoraler Daten* aus der „Empfängerstatistik“ nicht zu erkennen (vgl. auch Tab. 3.4.1):

**Tab. 3.4.1: Finanzierung von FuE in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2009**

- Anteile in % -

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologiekategorie	Wirtschaft	Staat	andere Inländer	Ausland
alle forschenden Unternehmen	91,9	3,8	0,1	4,2
<b>Wirtschaftszweig (WZ 2008)</b>				
Verarbeitendes Gewerbe	93,4	3,2	0,1	3,3
Chemische Industrie	97,3	1,4	0,0	1,3
Pharmazeutische Industrie	98,9	0,4	0,0	0,6
DV, Elektronik, Optik	95,1	3,0	0,0	1,8
Elektrotechnik	95,9	1,7	0,0	2,4
Maschinenbau	95,2	1,8	0,1	2,9
Automobilbau	96,2	0,4	0,1	3,3
Sonstiger Fahrzeugbau	59,9	26,8	0,0	13,2
übrige Industrie	92,8	3,5	0,0	3,6
IuK-Dienstleistungen	80,3	2,9	0,3	16,6
Freiberufl., wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	81,6	11,6	0,2	6,7
übrige Wirtschaftszweige	90,7	7,9	0,0	1,3
<b>Unternehmensgrößenklasse</b>				
< 100	83,3	12,6	0,2	3,9
100 - 499	89,5	5,0	0,1	5,4
500 - 999	92,2	4,1	0,1	3,6
1000 und mehr	92,8	3,1	0,1	4,1
<b>Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie</b>				
niedrige und mittlere Technologie	92,8	3,5	0,0	3,6
Hochwertige Technik	96,1	0,9	0,1	2,9
Spitzentechnologie	88,9	7,3	0,0	3,9

1) Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. In der Summe der internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die aus Sicht des einzelnen Unternehmens zwar von anderen Wirtschaftsunternehmen („extern“) finanziert werden, aber im eigenen Unternehmen („intern“) durchgeführt werden; ohne Mittel, die an Institutionen der Gemeinschaftsforschung geflossen sind. Die Änderung erfolgt, um die Bezugsbasis um Doppelzählungen zu bereinigen, vgl. Abschnitt 1.5.

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

- Die staatlichen Mittel fließen zum einen in die Industrien mit den größten FuE-Kapazitäten bzw. in Industrien, die besonders forschungsintensiv produzieren. Allein die Luft- und Raumfahrtindustrie vereint 2009 mit fast 780 Mio. € über 40 % der gesamten staatlichen FuE-Ausgaben an die Wirtschaft auf sich. Damit werden 28 % der FuE-Aktivitäten in diesem Sektor durch den Staat – ohne Berücksichtigung der Rückflüsse aus supranationalen Behörden wie ESA o. ä. – getragen. Hieran hat sich gegenüber den Vorjahren wenig verändert. Einschließlich supranationaler Behörden dürfte sich das FuE-Engagement des öffentlichen Sektors im Luft- und Raumfahrzeugbau auf mehr als die Hälfte belaufen. Derartige Begünstigungsvolumina haben natürlich einen besonders hohen Einfluss auf die FuE-Intensität. Andere Sektoren fallen dahinter weit zurück. Allein FuE in Dienstleistungsunternehmen erreicht noch einen Anteil staatlicher Finanzierung von fast 12 %, weil

hierunter auch der Wirtschaftszweig „Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung“ subsummiert wird, in den auch ein nicht unerheblicher Teil staatlich finanzierte Forschungsprojekte fällt.<sup>122</sup>

- Im Schnitt aller Spitzentechniksektoren werden – durch das starke staatliche Engagement in diesen beiden Industrien forciert – 7,3 % der FuE-Gesamtaufwendungen durch den Staat finanziert; repräsentativ ist dies jedoch nicht. In der Hochwertigen Technik sind es allerdings nur 0,9 %, in niedriger und mittlerer Technologie 3,5 %.
- Aus den aus Gründen der Vertraulichkeit von Einzeldaten spärlichen Angaben über die sektoralen „Eingriffsintensitäten“ bei FuE ist ansonsten nur schwer ein Schluss zu ziehen. Wahrscheinlich ist das sektorale staatliche FuE-Begünstigungsmuster außerhalb der forschungsintensiven Sektoren (übrige Industrie, z. B. Textilindustrie und Metallverarbeitung sowie übrige Wirtschaftszweige wie Energie- und Bauwirtschaft) jedoch weniger durch technologische Ziele determiniert, vielmehr dürfte es durch andere Absichten (KMU-Förderung, Regionalpolitik) überlagert sein, in denen Innovationen nur ein Teilelement sind.

Der volumenmäßig überragende Teil der staatlichen Finanzierung von FuE in der Wirtschaft entfällt zu fast zwei Dritteln auf *Großunternehmen*. Auf Seiten der Empfänger stellt dieser aber nur 3,1 % der FuE-Aufwendungen dar (Tab. 3.4.1, Abb. 3.4.2). Dagegen beläuft sich der staatliche Finanzierungsanteil bei FuE im Jahr 2009 bei Kleinunternehmen auf 12,6 % der FuE-Aufwendungen und bei Mittelunternehmen auf 5 %. Ähnlich hoch ist der staatliche Finanzierungsbeitrag bei Großunternehmen mit 500 bis zu unter 1.000 Beschäftigten (4,1 %). Zahlenmäßig sind – nach Angaben der öffentlichen Hand – immer mehr Unternehmen in den Genuss von öffentlichen Finanzierungsmitteln gelangt. Die Zahl der direkt geförderten Unternehmen hat sich seit 1990 verdreifacht,<sup>123</sup> vornehmlich durch die stärkere Fokussierung auf Klein- und Mittelunternehmen, auf Gründungen und auf Unternehmen in Ostdeutschland.

Angesichts der „Hebelwirkung“, die der öffentlichen FuE-Förderung zugesprochen wird,<sup>124</sup> ist der langfristige Rückgang der staatlichen Beteiligung an der Finanzierung von FuE in Deutschland nicht unkritisch. Die Mittel kommen vor allem der vorwettbewerblichen Forschung zugute. Hinzu kommen dann noch unternehmensinterne Mittel für experimentelle Entwicklung und für die Umsetzung der Forschungsergebnisse in Innovationen und Investitionen, die in ihrer Höhe stark vom Technologiefeld, vom Stand der technologischen Entwicklung, von der Marktsituation u. ä. abhängen und daher kaum verallgemeinerbar sind. Trotz des zuletzt stagnierenden und bei kleinen und mittleren Unternehmen sogar leicht zunehmenden staatlichen Finanzierungsbeitrags kann hier noch lange nicht von einer Trendumkehr gesprochen werden, denn in wichtigen Konkurrenzländern sind die staatlichen Finanzierungsbeiträge wieder deutlich gestiegen.<sup>125</sup> Diese werden in mittlerweile über 20 OECD-Ländern durch steuerliche FuE-Subventionen noch verstärkt. Insbesondere steuerliche Hilfen sind einer Finanzierungsrechnung nur schwer zugänglich.<sup>126</sup>

---

<sup>122</sup> Zählt man zusätzlich noch die IfG dazu, deren FuE-Aktivitäten zu über der Hälfte aus staatlichen Mitteln finanziert werden, so steigt dieser Anteil auf 17 %.

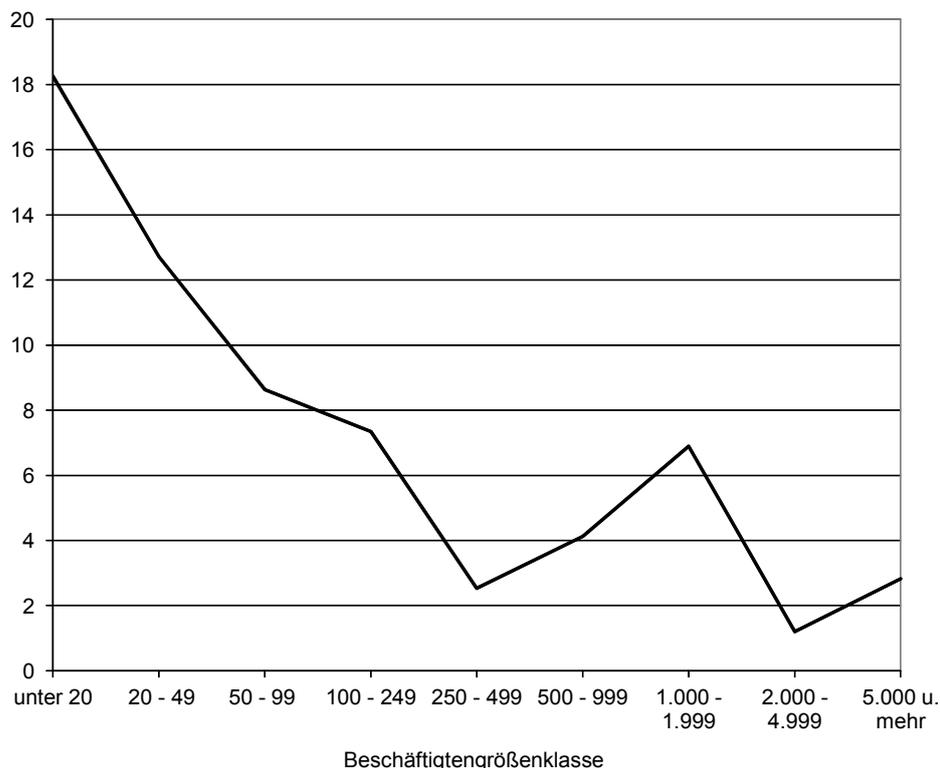
<sup>123</sup> Vgl. Rammer, Binz (2006).

<sup>124</sup> Fier, Eckert (2002).

<sup>125</sup> Vgl. auch Deutsche Telekom Stiftung und Bundesverband der Deutschen Industrie (2011), S.6: „Der Staat bietet im internationalen Vergleich wenig Unterstützung für die FuE-Aktivitäten der Unternehmen“.

<sup>126</sup> Vgl. zu einer ausführlichen Auseinandersetzung mit steuerlichen FuE-Finanzierungshilfen Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007) sowie EFI (2008); Spengel (2009); OECD (2010); Schasse u. a. (2011).

**Abb. 3.4.2: Staatlicher Finanzierungsbeitrag zu den FuE-Aufwendungen in Deutschland 2009 nach Unternehmensgrößenklassen (in %)**



1) Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. In der Summe der internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die aus Sicht des einzelnen Unternehmens zwar von anderen Wirtschaftsunternehmen („extern“) finanziert werden, aber im eigenen Unternehmen („intern“) durchgeführt werden. Die Änderung erfolgt, um die Bezugsbasis um Doppelzählungen zu bereinigen.

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

### 3.5 Die Bedeutung von FuE im Dienstleistungssektor

Der sektorale Strukturwandel hin zu wissensintensiven Dienstleistungen ist auch bei FuE ungebrochen (Tab. 3.2.1). Dienstleistungen tragen dabei auch als Anwender innovativer Technologien zur Diffusion bei, definieren aber auch neue Anforderungen an Technologien. Dies hat auch seine Rückwirkungen auf die Industrieforschung gehabt. Denn hochwertige Dienstleistungen stehen vor allem mit jenen Industriezweigen in Kontakt, in denen besonders anspruchsvoll – und damit aufwändig – FuE betrieben wird („Spitzentechnologiesektoren“ wie z. B. Biotechnologie/Pharmazie, Elektrotechnik/Nachrichtentechnik, Luft- und Raumfahrzeugbau). Zum anderen intensiviert sich aus Effizienzgründen (Qualitäts- und Spezialisierungsvorteile) die Arbeitsteilung zwischen der Industrie und spezialisierten wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen.

Technologische FuE ist für Dienstleistungsunternehmen jedoch oft schwer zu identifizieren, denn das statistische Messkonzept ist bei FuE sehr stark an den Innovationsaktivitäten der Industrie orientiert. Zusätzlich dürften allerdings auch Erfassungsprobleme sowie Zuordnungen von Dienstleistungstätigkeiten zu Wirtschaftssektoren eine große Rolle spielen.<sup>127</sup> Im Dienstleistungssektor hängen Innovati-

<sup>127</sup> Vgl. OECD (2000).

onsaktivitäten auch deutlich weniger stark von FuE-Aktivitäten ab als Innovationen in der Industrie.<sup>128</sup> Innovationen beanspruchen im Dienstleistungssektor viel stärker andere „Wissenskanäle“ als eigene FuE, vor allem sind dies die Beschaffung von Ausrüstungen und Software sowie Weiterbildung und Qualifizierung. Gerade über die Nachfrage nach Ausrüstungsgütern werden hohe Anforderungen an FuE und Innovationen in der Industrie gestellt (ein Teil der „Interaktionsthese“). Die vom wissensintensiven Dienstleistungssektor über die Nachfrage nach Industriegütern an die Industrie gesendeten FuE-Impulse sind für das Innovationssystem meist wichtiger als die FuE-Aktivitäten des Dienstleistungssektors: Industrielle FuE ist immer stärker auf die Bedürfnisse des Dienstleistungssektors zugeschnitten. Im Dienstleistungssektor spiegeln der Einsatz von FuE-Personal sowie FuE-Ausgaben in der Regel das Innovationspotenzial daher deutlich weniger wider als in der Industrie.

Die gewichtige Ausnahme bilden weltweit Informations- und Kommunikationsdienstleistungen sowie technische Dienstleistungen, wie sie z. B. von Ingenieurbüros und expliziten FuE-Dienstleistern erbracht werden und zu den forschungsintensivsten Branchen überhaupt gehören. Innovationen im Dienstleistungssektor sind ansonsten vielfach Teil des Produktionsprozesses, bei kundenspezifisch erbrachten Leistungen (Unikaten) ist auch der FuE-Anteil der Leistung kaum messbar. Dies ähnelt der Situation im Maschinenbau.

Aus den immer enger werdenden Verflechtungen der Industrie mit dem Dienstleistungssektor<sup>129</sup> werden aber auch in den Dienstleistungsunternehmen zusätzliche Innovationsprozesse angestoßen: Dienstleistungen stellen hohe Anforderungen an FuE und Innovationen in der Industrie, industrielle technologische Neuerungen liefern dann Lösungsansätze, die im Dienstleistungssektor angewendet, dort in Arbeitsplätze umgesetzt und überregional gehandelt werden.<sup>130</sup> Daraus können sich dann weitere FuE-Aktivitäten im Dienstleistungssektor ergeben. Allerdings hält sich der dafür erforderliche Einsatz von Ressourcen (FuE-Personal und FuE-Aufwendungen) in Grenzen, denn nach der Übernahme von Technologien aus der Industrie wird erst allmählich zu eigenen Entwicklungsaktivitäten übergegangen.<sup>131</sup> Dies bedeutet eine höhere Innovationsbeteiligung bei niedriger Innovationsintensität mit relativ geringem FuE-Einsatz. Anders als in der Industrie ergibt sich dabei zunächst vor allem eine positive Wirkung auf die FuE-Beteiligung im Dienstleistungssektor.

In der Statistik erscheinen im Jahr 2009 mit 51.000 FuE-Beschäftigten insgesamt 15,3 % des FuE-Personals der Unternehmen insgesamt im Dienstleistungssektor (Tab. A.3.5.1). Nähme man das FuE-Personal in den Institutionen für Gemeinschaftsforschung hinzu, die ja ebenfalls Dienstleistungsfunktionen ausüben, käme man auf 54.600 Personen (16,4 %). Dabei konzentriert sich das FuE-Personal in nur sehr wenigen Wirtschaftszweigen: Über 22.100 (43 % des FuE-Personals in Dienstleistungsunternehmen) in „Information und Kommunikation“, 11.300 (22 %,) in Unternehmen, die wissenschaftliche Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen (vor allem FuE in Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin) anbieten, sowie 11.000 (22 %) in „Architektur- und Ingenieurbüros und technischen Untersuchungen“ (vor allem Ingenieurbüros).

---

<sup>128</sup> Vgl. Abschnitt 1.2, zum Folgenden auch die Ausführungen von Gehrke, Legler, Schasse, Cordes (2009).

<sup>129</sup> Vgl. die Auswertung der „Bezüge“ von FuE-Leistungen über die intersektorale Verflechtung bei Rammer, Legler u. a. (2009).

<sup>130</sup> Dieser Zusammenhang ist Teil der „Interaktionsthese“ zwischen Industrie und Dienstleistungen. Vgl. dazu z. B. Klodt, Maurer, Schimelpfennig (1997) oder Grömling, Lichtblau, Stolte (2000).

<sup>131</sup> Dies ist Konsequenz des sog. „reverse product cycle“ im Dienstleistungssektor, nach dem neue Technologien aus der Industrie zunächst Effizienz- und Qualitätsverbesserungen bei den angebotenen Dienstleistungen bewirken und erst danach die Dienstleistungsunternehmen anregen, auch neue Dienstleistungen zu gestalten, vgl. Barras (1986), auch Gehrke, Legler, Schasse, Cordes (2009).

Seit Jahren nimmt die Bedeutung von FuE im Dienstleistungssektor kontinuierlich zu (vgl. Tab. 3.2.1): Laut FuE-Statistik war Anfang der 90er Jahre noch weniger als 5 % des deutschen FuE-Personals in Dienstleistungsunternehmen beschäftigt, zu Beginn des letzten Jahrzehnts waren es schon 10 %. Für 2009 wurde ein Anteil von 15 % ermittelt. Ohne die besonderen Probleme bei der Abgrenzung von Dienstleistungs-FuE aus den Augen zu verlieren, dürfte Deutschland damit im internationalen Vergleich weiterhin zu den Ländern mit einem geringen Anteil des Dienstleistungssektors an den gesamten FuE-Kapazitäten zählen.<sup>132</sup>

Die Ergebnisse des MIP belegen die weniger hohe Bedeutung von FuE-Anstrengungen für die Innovationstätigkeit im Dienstleistungssektor. Sie weisen für wissensintensive Dienstleistungen im Jahr 2009 zwar 57 % der Unternehmen als Innovatoren aus, aber nur 14 % der befragten Unternehmen betreiben kontinuierlich FuE. Zusätzlich geben 9 % der Unternehmen an, gelegentlich FuE-aktiv zu sein. Offensichtlich führen viele Dienstleistungsunternehmen FuE nicht regelmäßig, sondern nur projektbezogen durch. In der forschungsintensiven Industrie ist der Anteil der regelmäßigen FuE-Betreiber in der deutschen Innovationserhebung mit 41 % deutlich höher (bei 82 % Innovatoren).<sup>133</sup>

### 3.6 Interne und externe FuE: Faktoreinsatz und Kooperationsverhalten

#### Interne FuE: Anlageinvestitionen und Personal

Die Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen schwankt im Zeitverlauf, wobei allerdings kein eindeutiger Trend zu erkennen ist (Tab. 3.2.1). Die investive Komponente in den FuE-Budgets der Unternehmen hat zwar in den 90er Jahren erkennbar an Gewicht verloren – ihr Anteil an den gesamten internen FuE-Aufwendungen ist von über 11 % in den späten 80ern auf 7 % gesunken – hat dann aber unter Schwankungen bis Mitte des letzten Jahrzehnts wieder zugelegt. Seit 2003 ist der Anteil der Investitionen wieder von 8,5 % auf nur noch 7,4 % in 2009 gesunken. Sollte sich diese Entwicklung fortsetzen und rückläufige FuE-Anlageinvestitionen bewirken, so könnte dies als Indiz für eine nachlassende Standortbindung der Unternehmen angesehen werden. Der investive Anteil an den internen FuE-Aufwendungen ist bei Klein- und Mittelunternehmen mit 9 % etwas höher als bei Großunternehmen (7 %). Das Gleiche gilt für die Personalaufwendungen (66 % zu 59 %).

Auf Sachaufwendungen entfallen durchgängig knapp ein Drittel der unternehmensinternen FuE-Aufwendungen, auf das Personal hingegen rund 60 % (Tab. 3.2.1). Dieser Anteil hat auch in solchen Zeiten zugenommen, in denen das FuE-Personal reduziert worden ist. Hoch qualifiziertes Personal war knapp und damit relativ teurer geworden. Dies hat auch dazu beigetragen, dass der FuE-Personalstand im Krisenjahr 2009 nicht nennenswert gesunken ist und der Personalkostenanteil sogar noch gestiegen ist.

Diese FuE-typische Kostenstruktur führt zu Besonderheiten bei der Finanzierung von FuE-Vorhaben.<sup>134</sup> Der hohe Anteil von laufenden Ausgaben (Personal, Sachmittel, FuE-Aufträge) belastet unmittelbar die Gewinn- und Verlustrechnung der Unternehmen ohne dass gleichzeitig dingliche Sicherheiten für die Aufnahme von Fremdkapital gebildet werden können. Zudem ist die technologische und ökonomische Unsicherheit bei FuE-Projekten kaum abzuschätzen, insbesondere bei „radikalen“ Neuerungen, so dass Kreditgeber kaum Anhaltspunkte für die „Risikoprämie“ haben. FuE-Aktivitäten

<sup>132</sup> Vgl. Gehrke, Legler, Schasse, Cordes (2009).

<sup>133</sup> Zu den Ergebnissen vgl. im Einzelnen Rammer, Aschhoff u. a. (2011). Zum Anteil der FuE-betreibenden Unternehmen an den Innovatoren auch Abb. 1.1.2.

<sup>134</sup> Vgl. Rammer, Spielkamp (2006); Spielkamp, Rammer (2009); Zimmermann (2010).

müssen daher hauptsächlich aus Innenfinanzierungsmitteln bestritten werden und sind somit stark von der Ertragslage abhängig. Da diese einerseits mit der Konjunktur schwankt und andererseits FuE sowohl ein Mindestvolumen an finanziellen Mitteln bindet und auch nicht beliebig geteilt und abgebrochen/unterbrochen werden kann, ist dies gerade für Klein- und Mittelunternehmen ein Hemmfaktor. Insofern sind Klein- und Mittelunternehmen deutlich stärker auf Beteiligungsfinanzierung und auf staatliche FuE-Finanzierungshilfen angewiesen.

„Humankapital“ ist der wichtigste Inputfaktor für den FuE-Prozess. In den 90er Jahren konnte fast die Hälfte der Zunahme der Hochqualifiziertenquote in der deutschen Industrie auf FuE-Aktivitäten zurückgeführt werden.<sup>135</sup> Auch in den Forschungsabteilungen der Industrie selbst erhöhte sich der „Akademisierungsgrad“ bzw. die „Humankapitalintensivierung“ (Tab. 3.2.1): In den letzten 20 Jahren ist kontinuierlich Hilfspersonal abgebaut worden, dessen Anteil am FuE-Personal von 29 % (1991) auf 18,5 % (2009) gesunken ist. Hier hat sich der verstärkte Einsatz von IuK-Technologien bemerkbar gemacht. Der Stamm der akademisch ausgebildeten Arbeitskräfte mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess wird nach wie vor soweit wie möglich „gehörtet“ oder gar erweitert: Ihr Anteil am FuE-Personal ist seit 1991 von 44 % auf zuletzt 60 % gestiegen. Der steigende Bedarf an akademischem Wissen im FuE-Prozess ist ungebrochen. Dies ist vor dem Hintergrund der Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung als kritisch und als Engpassfaktor anzusehen.<sup>136</sup>

Die Personalstruktur forschender Unternehmen variiert recht kräftig, wenn man sie sich nach Technologieklassen ansieht (Tab. 3.6.1). So ist bspw. der Akademikeranteil in Sparten der mittleren/niedrigen Technologie deutlich niedriger als in der Spitzentechnologie, Techniker spielen in diesen Sektoren eine besonders große Rolle. Die spezifischen FuE-Belange erfordern in der Hochwertigen Technik einen beinahe ebenso hohen Anteil akademisch ausgebildeten Personals wie in der Spitzentechnik.

Nach einzelnen Industriegruppen betrachtet fallen die Qualifikationsanforderungen im FuE-Bereich durchaus unterschiedlich aus: In der Chemischen Industrie hatten (2009) 30 % des FuE-Personals eine akademische Ausbildung, wobei dieser Anteil erst in letzter Zeit wieder deutlich zugenommen hat.<sup>137</sup> Im Maschinenbau verfügten hingegen über die Hälfte, in den Zweigen des Fahrzeugbaus und der Elektrotechnik fast 60 % über einen Hochschulabschluss. Die höchsten Anteile an Wissenschaftlern und Ingenieuren am FuE-Personal sind mit deutlich über 60 % aber bei den Herstellern von Datenverarbeitungstechnik und Elektronik sowie bei wissensintensiven Dienstleistungen zu finden. Auch angesichts der zunehmenden Verbreitung von FuE und Innovationen im Dienstleistungssektor und nicht nur wegen des hohen Akademikerbedarfs in der Fertigungstechnik sind die zu erwartenden Akademikerengpässe<sup>138</sup> als schwerwiegendes Innovationshemmnis zu werten.

---

<sup>135</sup> Vgl. Pfeiffer, Falk (1999).

<sup>136</sup> Vgl. Leszczensky, Frietsch u. a. (2009), Leszczensky, Cordes (2012).

<sup>137</sup> Vgl. Legler, Schasse u. a. (2010).

<sup>138</sup> Vgl. Leszczensky, Frietsch u. a. (2009); Leszczensky, Cordes (2012).

**Tab. 3.6.1: FuE-Personalstruktur in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2009**

- Anteile in % -

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologiekategorie	Qualifikationsstruktur			Frauen
	Wissenschaftler, Ingenieure	Techniker	sonstige	
alle forschenden Unternehmen	55,0	26,5	18,5	18,5
<b>Wirtschaftszweig</b>				
Verarbeitendes Gewerbe	53,3	28,0	18,7	17,7
Chemische Industrie	29,7	44,6	25,7	39,7
Pharmazeutische Industrie	35,0	45,8	19,1	48,0
DV, Elektronik, Optik	63,7	25,4	10,9	12,5
Elektrotechnik	58,4	28,9	12,7	13,2
Maschinenbau	50,8	31,3	17,8	13,4
Automobilbau	59,8	17,5	22,6	11,0
Sonstiger Fahrzeugbau	59,4	23,5	17,1	12,8
übrige Industrie	45,0	35,7	19,2	19,8
IuK-Dienstleistungen	64,9	18,3	16,8	20,4
Freiberufl., wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	66,3	18,5	15,3	23,9
übrige Wirtschaftszweige	54,6	21,4	24,0	26,1
<b>Unternehmensgrößenklasse</b>				
< 100	56,9	27,2	16,0	20,6
100 - 499	53,5	30,3	16,2	19,2
500 - 999	50,1	32,9	17,0	19,4
1000 und mehr	55,6	25,0	19,4	18,1
<b>Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie</b>				
niedrige und mittlere Technologie	45,0	35,7	19,2	19,8
Hochwertige Technik	53,5	25,5	21,0	15,6
Spitzentechnologie	56,4	29,9	13,7	21,1

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des NIW.

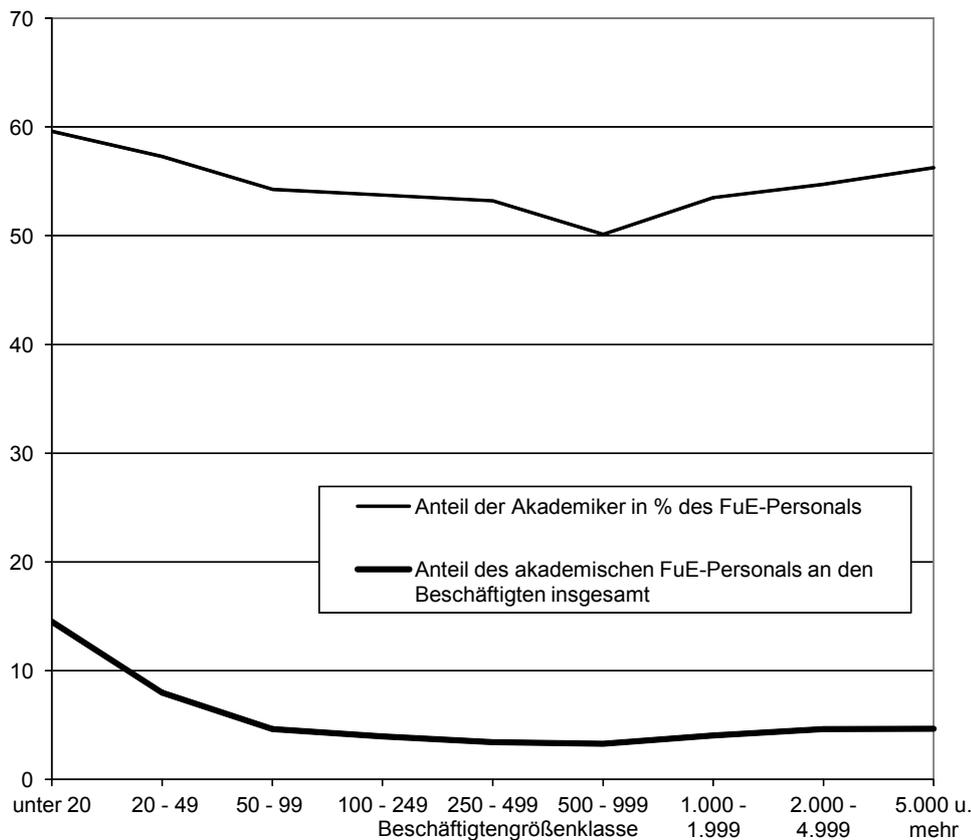
Der angedeutete Mangel an Schlüsselqualifikationen dürfte auch der Grund dafür sein, dass Klein- und Mittelunternehmen im FuE-Prozess weniger zum Zuge gekommen sind.

- Im Schnitt ist der Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Kleinstbetrieben mit knapp 60 % (vgl. Abb. 3.6.1) besonders hoch, 57 % sind es in der Gesamtgruppe der Unternehmen mit unter 100 Beschäftigten. Da diese meist nur wenige FuE-Projekte haben, bedeutet dies gleichzeitig auch besonders hohe „Einstiegskosten“<sup>139</sup> und somit auch gewisse Hürden, die Kleinunternehmen erst einmal überspringen müssen. Denn hinzu kommt der überdurchschnittlich hohe Fixkostenanteil durch investive FuE-Ausgaben.
- Der Anteil der Hochschulabsolventen am FuE-Personal nimmt mit zunehmender Betriebsgröße auf 50 % in Unternehmen der Klasse mit 500 bis unter 1.000 Beschäftigten ab.
- Bei großen Unternehmen nimmt der „Akademisierungsgrad“ bei FuE dann wieder zu und erreicht in der höchsten Beschäftigungsgrößenklasse wieder 56 % (Abb. 3.6.1).

Ein Problem ist wohl vor allem, dass akademisches Personal für forschende Klein- und Mittelunternehmen zwar besonders wichtig ist, sich jedoch schlechter rekrutieren lässt als dies für Großunternehmen möglich ist, die höhere Gehälter bezahlen können und auch bessere unternehmensinterne Aufstiegsmöglichkeiten bieten. FuE-Tätigkeit ist vielfach ein Sprungbrett in andere dispositive Tätigkeiten im Unternehmen.<sup>140</sup> Größenbedingte Nachteile wirken sich deshalb bei zunehmender Knappheit des Nachwuchses besonders aus.

<sup>139</sup> Vgl. Rammer, Spielkamp (2006); Dürig u. a. (2008); Rammer, Köhler u. a. (2011).

<sup>140</sup> Vgl. Heidenreich, Wimmers (2007).

**Abb. 3.6.1: Bedeutung des akademischen FuE-Personals in Deutschland 2009 nach Unternehmensgrößenklassen**

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

### Externe FuE, FuE-Outsourcing und FuE-Kooperationen

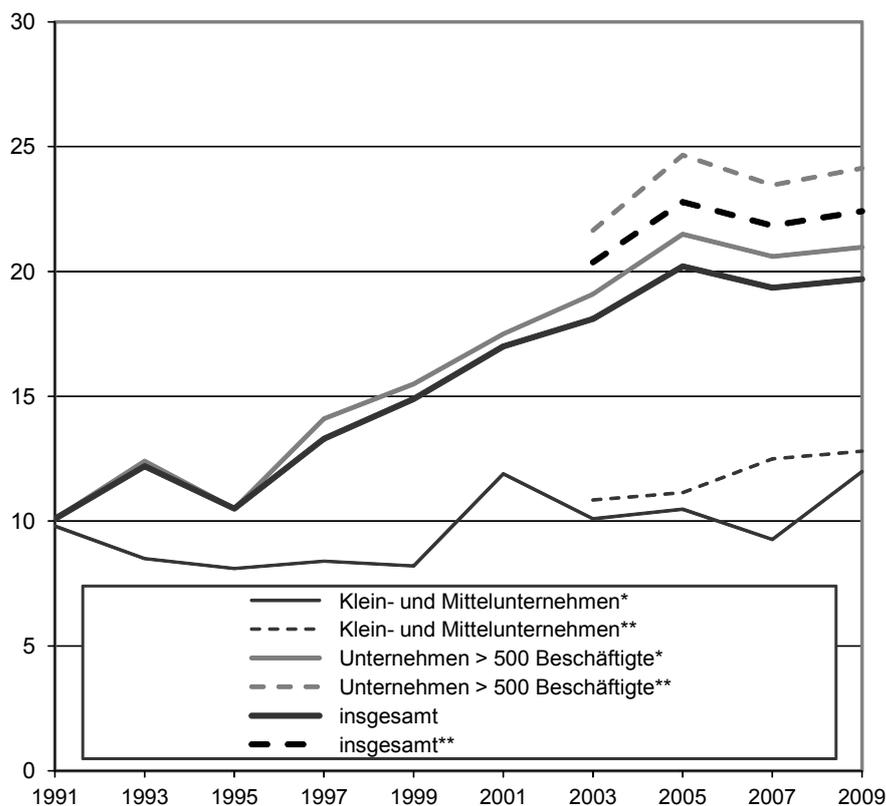
Die Vergabe von FuE-Aufträgen und FuE-Kooperationen sind wichtige Instrumente der Unternehmen zur effizienten Gestaltung der eigenen FuE-Prozesse. Sie gewinnen angesichts des scharfen Wettbewerbs, der hohen Fixkostenbelastung sowie der knappen Personal- und Kapitalressourcen zunehmend an Bedeutung. Dort, wo sich Unternehmen bei der internen FuE auf ihre „Kernkompetenzen“ konzentrieren, sind sie nicht unbedingt an einer Ausweitung ihrer eigenen FuE-Aktivitäten interessiert, sondern an einer Optimierung und an einer Minimierung der Risiken – z. B. durch Vergabe von FuE-Aufträgen an Unternehmen (auch aus der eigenen Gruppe!) sowie an Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen im In- und Ausland bis hin zu „open innovation“-Kooperationen.<sup>141</sup> Seit Jahren wird ein immer größerer Teil des technischen Wissens auf dem „Forschungsmarkt“ eingekauft.<sup>142</sup> Während der von Dritten durchgeführte Anteil an den FuE-Projekten Ende der 70er Jahre noch 5,7 % betrug, ist er bis 1991 auf 10 % gestiegen. Bis 2009 hat sich dieser Anteil mit 20 % (bzw. 22 % nach geänderter Berechnungsgrundlage)<sup>143</sup> noch einmal verdoppelt (vgl. Tab. 3.2.1 für die Wirtschaft insgesamt, d. h. einschließlich IfGs, sowie Abb. 3.6.2 und Tab. 3.6.2 für Unternehmen, d. h. ohne IfGs).

<sup>141</sup> Vgl. Freeman, Soete (2007).

<sup>142</sup> Streng genommen ist natürlich zu unterscheiden zwischen FuE-Kooperationen und FuE-Auftragsforschung, denn FuE-Kooperationen umfassen z. T. ein deutlich breiteres Spektrum gemeinsamer Aktivitäten von Unternehmen als die reine Bearbeitung von in Auftrag gegebenen FuE-Projekten.

<sup>143</sup> Vgl. die Fußnote zu Abb. 3.6.2.

**Abb. 3.6.2: Anteil externer FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland  
1991 bis 2009 an den gesamten FuE-Aufwendungen in %**



\*) Zeitreihen 1991 bis 2007: Anteil an den FuE-Gesamtaufwendungen als Summe der internen und externen FuE-Aufwendungen;

\*\*) Zeitreihen von 2003 bis 2009: Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. In der Summe der internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die aus Sicht des einzelnen Unternehmens zwar von anderen Wirtschaftsunternehmen („extern“) finanziert werden, aber im eigenen Unternehmen („intern“) durchgeführt werden. Die Änderung erfolgt, um die Bezugsbasis um Doppelzählungen zu bereinigen; vgl. Abschnitt 1.5.

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

Seit der zweiten Hälfte der 90er Jahre hat sich eine kräftige Beschleunigung eingestellt. Insbesondere Großunternehmen gingen zunehmend dazu über, FuE-Aufträge an Dritte zu erteilen. Diese Entwicklung hat sich bis 2005 fortgesetzt, seitdem stagniert der Anteil externer FuE bei Großunternehmen bei 22 % bzw. 24 % nach geänderter Berechnungsgrundlage. Bei Klein- und Mittelunternehmen war bis Ende der 90er Jahre praktisch keinen Bedeutungsgewinn für externe FuE gegeben. Erst danach hat es unter Schwankungen auch hier einen Anstieg der „Externenquote“ gegeben. Sie ist in den letzten Jahren von gut 10 % auf 13 % gestiegen. Gerade kleine und mittlere Unternehmen sehen in externen FuE-Aktivitäten häufiger die Möglichkeit FuE-Hemmnissen auszuweichen, sind dabei aber auch den Risiken hoher Transaktionskosten ausgesetzt und sorgen sich vor der Preisgabe von betrieblichem Know-how.<sup>144</sup>

<sup>144</sup> Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

**Tab. 3.6.2: Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2009**

- Anteile in % -

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologiekategorie	Anteil an den FuE-Gesamt- aufwen- dungen*	Struktur der Auftragnehmer					
		Wirtschaft	Ausland	Wissenschaft			
				zusammen	davon:		
				Hoch- schulen	außeruni- versitär	sonstige Inländerin- nen und Inländer	
alle forschenden Unternehmen	22,4	61,7	19,8	18,5	9,0	8,1	1,4
<b>Wirtschaftszweig</b>							
Verarbeitendes Gewerbe	22,8	63,8	20,0	16,3	8,0	6,7	1,5
Chemische Industrie	11,5	39,7	50,7	9,6	5,4	3,2	1,0
Pharmazeutische Industrie	26,4	46,2	46,2	7,6	2,1	5,2	0,3
DV, Elektronik, Optik	15,9	51,2	5,5	43,3	6,3	36,0	1,0
Elektrotechnik	8,8	58,5	9,6	31,9	10,0	20,9	1,0
Maschinenbau	9,6	70,2	14,1	15,7	9,5	4,8	1,3
Automobilbau	34,2	83,3	11,2	5,4	3,3	1,2	1,0
Sonstiger Fahrzeugbau	32,1	8,3	43,3	48,4	40,0	1,0	7,4
übrige Industrie	11,9	53,6	13,7	32,7	12,6	18,8	1,3
IuK-Dienstleistungen	24,0	49,1	9,0	42,0	11,9	30,0	0,1
Freiberufl., wissenschaftl. u. techn. Dienstleist.	13,8	42,7	33,2	24,1	18,9	4,2	1,0
übrige Wirtschaftszweige	25,5	50,1	22,5	27,3	21,5	5,5	0,3
<b>Unternehmensgrößenklasse</b>							
< 100	12,3	52,0	22,2	25,8	14,4	9,5	1,9
100 < 500	13,1	54,2	23,0	22,8	10,4	10,8	1,6
500 < 1000	12,6	54,2	24,5	21,3	9,4	10,7	1,2
1000 und mehr	25,0	62,8	19,4	17,9	8,7	7,8	1,4
<b>Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie</b>							
niedrige und mittlere Technologie	11,9	53,6	13,7	32,7	12,6	18,8	1,3
Hochwertige Technik	24,7	78,8	14,0	7,1	4,1	2,0	1,0
Spitztechnologie	22,9	36,4	32,4	31,2	14,7	13,8	2,7

\*) Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. In der Summe der internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die aus Sicht des einzelnen Unternehmens zwar von anderen Wirtschaftsunternehmen („extern“) finanziert werden, aber im eigenen Unternehmen („intern“) durchgeführt werden; ohne Mittel, die an Institutionen der Gemeinschaftsforschung geflossen sind. Die Änderung erfolgt, um die Bezugsbasis um Doppelzählungen zu bereinigen.

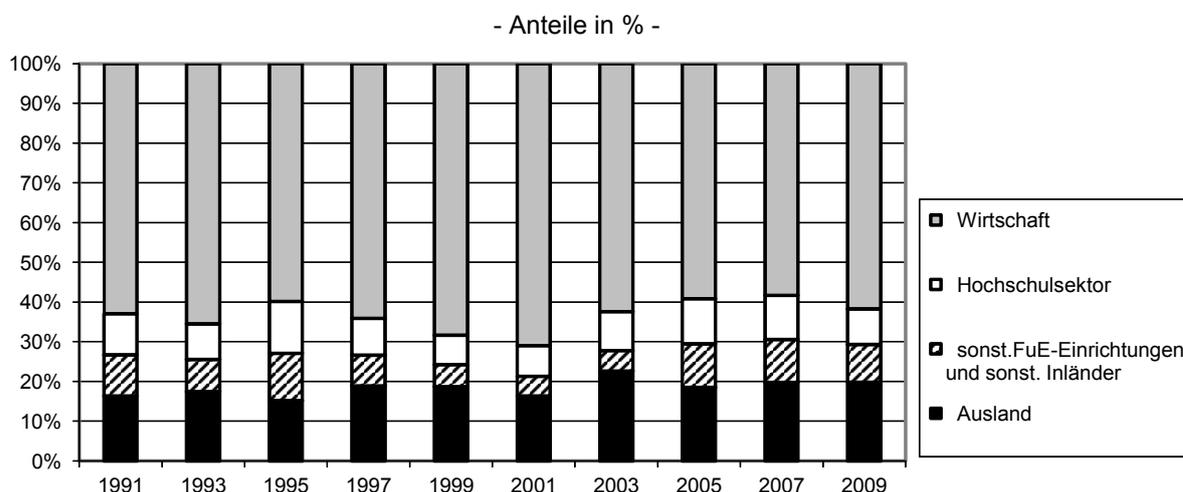
Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des NIW.

Die in den letzten 20 Jahren zu beobachtende Struktur der Auftragnehmer für externe FuE ist nicht sehr stabil. Verschiedene Effekte sind dafür verantwortlich, die sich auch in der zu beobachtenden Mittelverteilung spiegeln (Abb. 3.6.3). So ist es insbesondere zu einer Intensivierung der FuE-Beziehungen der Unternehmen mit verbundenen Unternehmen und Zulieferern gekommen, die auch eine intensivere Verzahnung mit Unternehmen aus dem Ausland mit sich brachte. Darüber hinaus führte partielles „outsourcing“ eigener FuE-Abteilungen zu einer verstärkten externen Auftragsvergabe. Diese drei Phänomene können auch erklären, dass externe Vertragsforschung gerade bei Großunternehmen immer mehr an Gewicht gewonnen hat.

- Die Vergabe von FuE-Aufträgen zwischen Wirtschaftsunternehmen sind sehr viel weiter verbreitet als FuE-Kooperationen zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen. Sie hatten immer schon den größten Anteil an den externen FuE-Aufwendungen. Seit Anfang der 90er Jahre war er wieder stark im Steigen begriffen, im Jahr 2001 hatte die Quote über 70 % erreicht. Generell steckten natürlich auch damals schon Outsourcing-Strategien dahinter, bei denen FuE-Aktivitäten von geringerer strategischer Bedeutung auf externe Partner verlagert werden, z. B. in spezialisierte Dienstleistungsunternehmen. Auch konzerninterne, z. T. Grenzen überschreitende FuE-Koopera-

tionen haben schon in den 90er Jahren stark zugenommen.<sup>145</sup> Im Jahr 2009 wurden mit 45 % fast die Hälfte *aller* FuE-Aufträge mit verbundenen Unternehmen im In- und Ausland abgewickelt, in der Chemischen Industrie waren es sogar 76 % und im Automobilbau 58 %. Angesichts der intensiven konzerninternen Verflechtungen kann aus den stark steigenden externen FuE-Aufwendungen nur sehr bedingt auf eine starke Expansion des Marktes für FuE-Dienstleistungen geschlossen werden. Man kann auch sagen: Aus der Sicht der Unternehmen werden im Verbund vergebene Aufträge wohl kaum als „externe“ FuE angesehen. Die Statistik tut es dennoch, weist jedoch den konzerninternen „Markt“ gesondert aus. Hinzu kommen gemeinschaftliche vorwettbewerbliche Forschungsaktivitäten konkurrierender Hersteller, etwa um gemeinsame Standards durchzusetzen. Von 2001 bis 2007 hat die inländische Wirtschaft ihren Anteil an allen externen FuE-Aufwendungen deutlich von 71 % auf 59 % reduziert. Diese Anteile landeten im Ausland bzw. in wissenschaftlichen Einrichtungen im Inland. In 2009 hat die Wirtschaft aber wieder deutlich zugelegt – zulasten der wissenschaftlichen Einrichtungen, nicht aber des Auslands.

**Abb. 3.6.3: Durchführung externer FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1991 bis 2007**



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

- Die Unternehmen zeigten parallel zur zunehmenden Globalisierung in den 90er Jahren eine kräftige Präferenzverschiebung zugunsten des *Auslandes*: Der Anteil von Auslandskooperationspartnern an allen FuE-Aufträgen ist in Schüben bis 2003 auf 22 % gestiegen, danach ist er jedoch wieder leicht zurückgegangen und lag 2009 wie schon 2007 bei 20 %. Dies ist immer noch deutlich mehr als in den 80er oder 90er Jahren des letzten Jahrhunderts. Dahinter stecken zum einen FuE-Aufträge an FuE-Einrichtungen und unabhängige Unternehmen. Im Wesentlichen dürfte dies mit zunehmenden „mergers & acquisitions“, also wachsenden Konzernverflechtungen, zusammenhängen, die zu FuE-Aufträgen an Mütter und Töchter führen.
- Im Jahr 2009 wurde fast 70 % der *Auslandsvertrags-FuE* in verbundenen Unternehmen durchgeführt (bzw. mit diesen verrechnet), der Rest entfällt auf andere Unternehmen bzw. Einrichtungen der Wissenschaft und Forschung. Ausländische FuE-Partner kommen allerdings nur in wenigen

<sup>145</sup> Vgl. Reinhard (2002). Speziell Outsourcing von FuE bei einigen Großunternehmen im Zusammenhang mit organisatorischen Veränderungen ist eine wichtige Ursache für die kräftige Dynamisierung der externen FuE. Insofern überzeichnen die externen FuE-Aufwendungen die seit Mitte der 90er Jahre zu beobachtende Zunahme der Kooperation bei FuE zwischen Unternehmen.

Branchen sehr konzentriert als Partner in Frage: In der Chemie- (51 %) und Pharmaindustrie (46 %), im sonstigen Fahrzeugbau (44 %, von der Luft- und Raumfahrtindustrie dominiert) sowie in der Holz-, Papier- und Pappeindustrie (63 %) übersteigt dieser Anteil deutlich den Industriedurchschnitt (20 %). Auch bei FuE-Dienstleistungsunternehmen ist der Anteil des Auslands an den externen FuE-Aufträgen mit 37 % hoch, wobei nicht auszuschließen ist, dass es sich dabei in einem nicht unerheblichen Teil um Mittel der EU-Forschungsförderung handelt. Der Automobilbau hat sich nach 2005 wieder stärker seiner inländischen Kooperationspartner besonnen. Hierzu mag auch beigetragen haben, dass ein Teil der Auslands-FuE-Kapazitäten in verbundenen Unternehmen wieder abgegeben worden ist.<sup>146</sup>

- Angesichts der in den 90er Jahren stark ausgeweiteten „wirtschaftsinternen“ Vergabe von Forschungsprojekten an in- und ausländische Unternehmen hatte die Auftragsvergabe an die *Wissenschaft* (Hochschulen, staatliche außeruniversitäre Forschungsinstitute, private Organisationen ohne Erwerbszweck) anteilmäßig zunächst stark an Bedeutung verloren. Im Jahr 1995 lag der Anteil von Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen an den externen FuE-Aufwendungen noch bei über 22 %, bis 2001 halbierte er sich auf unter 12 %. Wegen der starken Zunahme der externen FuE-Aufwendungen insgesamt war es bei den Aufträgen an die inländischen wissenschaftlichen Forschungsinstitute zwar absolut gesehen zu keinem Rückgang gekommen; jedoch hatten diese Institute insgesamt nicht die gleiche Attraktivität als Lieferant von technischem Wissen wie FuE-Dienstleistungen innerhalb des Wirtschaftssektors. Danach hat sich die Entwicklung aber wieder umgekehrt, Wissenschaft und Forschung haben in kurzer Frist bis 2005 wieder zehn Prozentpunkte hinzugewonnen. In den Folgejahren ist dann wieder ein leichter Rückgang des Anteils der Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen an den externen FuE-Aufträgen der Wirtschaft festzustellen, 2009 lag ihr Anteil zusammen bei 17 %. Die FuE-Verflechtungen innerhalb der Wirtschaft sind mit dem FuE-Aufschwung in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts wieder stärker zum Tragen gekommen.
- Hochschulen und Professoren haben unter Schwankungen zuletzt einen Anteil 9 % an den externen FuE-Aufwendungen. Dies ist weniger als noch 2005 und 2007, wo sie 11 % der externen FuE-Mittel der Wirtschaft akquirieren konnten. Für die Hochschulen selbst ist bspw. die Sicherung des wissenschaftlichen Nachwuchses für die Unternehmen ein wichtiges Kooperationsmotiv. Im internationalen Vergleich ist der Anteil von 12,5 %, zu dem die deutsche Wirtschaft zur Finanzierung der in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen durchgeführten FuE beiträgt,<sup>147</sup> als durchaus beachtlich zu bezeichnen. Er liegt damit erheblich über dem, was sich in den hochentwickelten Industrieländern als üblich herausgebildet hat.<sup>148</sup> Die Kooperationsformen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sind in Deutschland also gut eingeübt, sie haben sich bei FuE gar sehr dynamisch entwickelt.
- Der Anteil außeruniversitärer FuE-Einrichtungen an den externen FuE-Aufwendungen der Industrie ist von 2001 bis 2005 deutlich auf 10 % gestiegen, 2009 waren es aber nur noch 8 %. Die Kundenstruktur ist jedoch stark konzentriert: Fast zwei Drittel der FuE-Aufträge an wissenschaftliche Einrichtungen kamen aus dem Bereich der Datenverarbeitung/Elektronik/Optik und der IuK-Dienstleister. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Einrichtungen in Deutschland häufig vielfältige

---

<sup>146</sup> Vgl. Belitz (2012).

<sup>147</sup> OECD (2011).

<sup>148</sup> Der OECD-Durchschnitt liegt bei 5,4 % (OECD, 2011). Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass dies der Finanzierungsanteil der Wirtschaft. Er gibt nur grobe Hinweise auf die Bedeutung der externen Vertragsforschung an Hochschulen *für die Wirtschaft*.

innovationsunterstützende Dienstleistungen erbringen, die nur z. T. FuE betreffen und auch in der Wahrnehmung der Unternehmen nicht als FuE gebucht werden. Insofern dürfte die Bedeutung der außeruniversitären FuE-Einrichtungen für den Innovationsprozess bei Betrachtung der FuE-Aufträge aus der Wirtschaft etwas unterschätzt sein.

Ein Blick auf einzelne *Branchen* lässt deutliche Unterschiede in den Mustern der externen FuE-Aufwendungen erkennen:

- Im Fahrzeugbau, der sowohl den Kraftfahrzeugbau als auch die Luft- und Raumfahrtindustrie einschließt, werden mit über einem Drittel der FuE-Aufwendungen<sup>149</sup> deutlich überdurchschnittlich viele FuE-Aktivitäten außerhalb des eigenen Unternehmens durchgeführt (Tab. 3.6.2). Innerhalb des großen Blocks an externer FuE spielen die Aufträge an Hochschulen im Bereich des sonstigen Fahrzeugbaus, der vor allem die Luft- und Raumfahrtindustrie umfasst, eine beachtliche, außeruniversitäre Forschungsinstitute hingegen eine nicht ganz so starke Rolle. Die auffällige Zunahme der externen FuE-Aufwendungen zwischen 1995 und 2001 ist primär auf die Zunahme von Aufträgen innerhalb des Wirtschaftssektors zurückzuführen. Hier schlägt sich nieder, dass die Kfz-Hersteller in der Entwicklung bestimmter Kfz-Teile auf das Know-how von spezialisierten Forschungsunternehmen zurückgreifen, die in ihrem Themenbereich führend sind. Die Beziehungen zwischen Herstellern und Zulieferern haben sich in dieser Zeit erkennbar gewandelt und machen sich auch bei der Produktentwicklung bemerkbar. Zunehmend ist FuE auf spezialisierte Zulieferer übertragen worden, die mindestens genauso FuE-intensiv arbeiten wie die Kfz-Hersteller (vgl. auch Tab. A.3.3.1). Dieser Prozess hat sich in den letzten Jahren aber offenbar nicht weiter beschleunigt.
- Die Pharmazeutische Industrie lässt ebenfalls einen sehr hohen Anteil ihrer FuE-Aktivitäten außerhalb des eigenen Unternehmens durchführen (26 %). Zusammen mit dem Automobilbau bestimmt sie praktisch den Industriedurchschnitt. Die Pharmazeutische Industrie ist generell sehr stark international orientiert. Sie ist in Deutschland zusammen mit der Chemieindustrie quasi der Vorreiter der Globalisierung von FuE gewesen<sup>150</sup> und vergibt entsprechend einen vergleichsweise hohen Anteil an FuE-Aufträgen (Pharmazeutische Industrie 46 %, Chemische Industrie 51 %) an das Ausland. Dies gilt trotz der Unstetigkeit der externen FuE-Aufwendungen, die jeweils durch Entscheidungen in wenigen Großunternehmen ausgelöst wird. Auf der anderen Seite ist der mit 40 % im Vergleich zu anderen Branchen niedrige Anteil der wirtschaftsinternen Flüsse der Chemischen Industrie auffällig. Dies hängt mit der stark globalisierten Grundstoffindustrie zusammen, während in der Pharmaindustrie häufig spezialisierte Klein- und Mittelunternehmen für Großunternehmen die Arzneimittelforschung durchführen.<sup>151</sup> Auch der Anteil der Aufträge der Chemischen Industrie an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungsinstitute ist mit 10 % deutlich unterdurchschnittlich.
- Im Maschinenbau hat die Vergabe von externen FuE-Aufträgen eine sehr viel geringere Bedeutung für das FuE-Geschehen (10 %). Vor allem die Auftragsvergabe an das Ausland ist nicht so stark ausgeprägt; hingegen hat diese Branche seit Mitte der 90er Jahre deutlich mehr Aufträge an Hochschulen, z. T. auch an außeruniversitäre Forschungsinstitute vergeben.
- Industrieunternehmen der Datenverarbeitung/Elektronik/Optik und der IuK-Dienstleistungen neigten mit einem Anteil externer FuE von 16 % bzw. 24 % stärker zu interner FuE-Durchführung. Vor

---

<sup>149</sup> Es ist zu beachten, dass die Anteile an den gesamten FuE-Aufwendungen auf einer neuen Basis berechnet worden sind, die Doppelzählungen vermeidet, vgl. Abschnitt 1.3. Die Werte sind deshalb nicht nur aufgrund der neuen Wirtschaftszweigsystematik WZ2008 nicht mit denjenigen vorausgehender Studien vergleichbar.

<sup>150</sup> Vgl. Belitz (2006).

<sup>151</sup> Vgl. zum Folgenden auch Reinhard (2000).

allem durch Forschungsaufträge an außeruniversitäre Forschungsinstitute ist der externe Anteil jedoch wieder sehr stark gestiegen. Mit 36 % bzw. 30 % bei IuK-Dienstleistern ist dieser Bereich unter den großen Branchen Spitzenreiter. Hier spielen langfristig angelegte Kooperationsnetze eine wichtige Rolle: Eine langfristige FuE-Orientierung wird eher durch Zusammenarbeit mit außeruniversitären Instituten angestrebt als mit Hochschulinstituten.

Die Betrachtung nach *Technologieklassen* zeigt ein extremes Gefälle hinsichtlich des Anteils externer FuE zwischen Unternehmen aus Wirtschaftszweigen, die relativ niedrige FuE-Intensitäten aufweisen, und solchen, die der Spitzen- und der Hochwertigen Technik zugerechnet werden: In der Spitzentechnologie wird besonders intensiv mit Kooperationspartnern aus dem Ausland und aus der Wissenschaft geforscht. Spitzentechnikunternehmen wickeln ebenso wie Unternehmen aus Branchen mit relativ niedriger FuE-Intensität einen recht hohen Teil der Projekte mit der Wissenschaft ab (31 % bzw. 33 %), während Unternehmen der Hochwertigen Technik stärker mit der Wirtschaft kooperieren.

Die Höhe der externen FuE-Aufwendungen und ihre Verteilung wird weitgehend vom Verhalten der *Großindustrie* bei der Vergabe von FuE-Aufträgen bestimmt. Nicht ersichtlich ist dabei, ob und in welchem Umfang die Zahl der FuE-Kooperationen zugenommen hat und wie sich dabei die Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen entwickelt hat. Insgesamt hat externer FuE bei Großunternehmen eine weitaus größere Bedeutung als bei kleinen und mittleren Unternehmen (Tab. 3.6.2), was vor allem mit der Internationalisierung der Forschung und der intensiveren FuE-Verflechtung von großen Unternehmen untereinander zu tun hat. Wenn sich kleine und mittlere Unternehmen beteiligen, setzen sie vergleichsweise stärker auf Partner außerhalb der Wirtschaft:

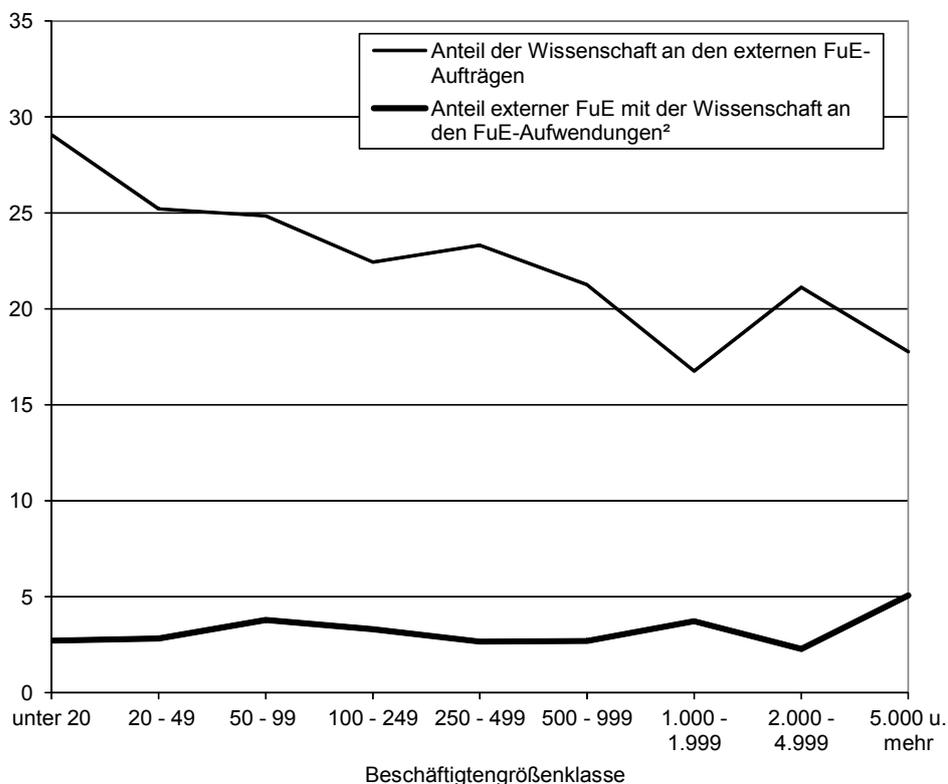
- Kleine und mittlere Unternehmen lassen nur einen vergleichsweise niedrigen Anteil (etwas mehr als die Hälfte) ihrer externen FuE-Aktivitäten in anderen Unternehmen im Inland durchführen, vornehmlich bei spezialisierten FuE-Dienstleistern.
- Die Wissenschaft hat bei Kleinunternehmen mit 26 % der externen FuE-Aufwendungen als Kooperationspartner einen höheren Stellenwert als bei Großunternehmen mit 21 % (Unternehmen mit 500 bis unter 1000 Beschäftigte) bzw. 18 % (Unternehmen mit 1000 und mehr Beschäftigten). Dies ist in Zusammenhang mit der auf KMU fokussierten deutschen Innovationsförderung zu sehen, die besonderen Wert auf Kooperationen mit Wissenschaft und Forschung legt.<sup>152</sup>
- Berücksichtigt man den insgesamt geringeren (größeren) Anteil des Einsatzes externer FuE-Aufwendungen bei KMU (Großunternehmen) und die gleichzeitige stärkere (geringere) Wissenschaftsorientierung der eingesetzten externen FuE-Mittel, so lassen sich kaum noch Unterschiede im Anteil der Wissenschaft an den gesamten FuE-Aufwendungen der Unternehmen ausmachen: Die quantitative Bedeutung von externen FuE-Aufträgen an die Wissenschaft für die betrieblichen FuE-Prozesse erweist sich deshalb als relativ unabhängig von der Unternehmensgröße (Abb. 3.6.4).

---

<sup>152</sup> Vgl. Rammer, Binz (2006), Rammer (2007).

**Abb. 3.6.4: Wissenschaft<sup>1)</sup> als Auftragnehmer für externe FuE in Deutschland nach Unternehmensgrößenklassen 2009**

- Anteile in % -



1) Hochschulen, außeruniversitäre Einrichtungen, sonstige Institute.

2) Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. In der Summe der internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die aus Sicht des einzelnen Unternehmens zwar von anderen Wirtschaftsunternehmen („extern“) finanziert werden, aber im eigenen Unternehmen („intern“) durchgeführt werden; ohne Mittel, die an Institutionen der Gemeinschaftsforschung geflossen sind. Die Änderung erfolgt, um die Bezugsbasis um Doppelzählungen zu bereinigen.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

### 3.7 Regionale Verteilung von FuE in Deutschland

FuE-Kapazitäten sind in keinem Land regional gleichmäßig verteilt. Eigentlich in jeder Volkswirtschaft haben sich zwischen den Regionen Unterschiede eingestellt oder abgebaut, sind Binnenverlagerungen von FuE-Kapazitäten vorgenommen worden und zeigt sich deshalb eine mehr oder weniger ausgeprägte regionale Konzentrationen der FuE-Kapazitäten.<sup>153</sup> Seit den 90er Jahren sind diese Prozesse deshalb immer intensiver unter Beobachtung geraten, weil von FuE in der Wirtschaft – genauer gesagt von Innovationen – erwartet wird, dass sie in den Regionen positive Wirkungen auf die internationale (bzw. überregionale) Wettbewerbsfähigkeit, auf Produktivität, Wachstum und Beschäftigung entfalten. Vor dem Hintergrund eingengter regionaler Umverteilungspotenziale hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, durch „endogenen Innovationspotenziale“ Wachstum und Beschäftigung in den Regionen zu sichern. Zu den konstituierenden regionalen Innovationspotenzialen zählen neben der hier im Vordergrund stehenden Industrieforschung auch die Ausstattung mit öffentlichen FuE- und Aus-

<sup>153</sup> Vgl. Gehrke, Legler (2001), Gehrke u. a. (2010).

bildungseinrichtungen, die Verfügbarkeit von (hoch) qualifizierten Erwerbspersonen und eine Wirtschaftsstruktur mit Aussicht auf Wachstumsmöglichkeiten.

Speziell für Deutschland erhält die Frage nach der Regionalverteilung von Innovationspotenzialen dadurch einen besonderen Stellenwert, dass die Rahmenbedingungen für Innovationen und wirtschaftliche Expansion zwischen den Wirtschaftsgebieten Ost- und Westdeutschland immer noch sehr stark divergieren. Die besonderen Bedingungen, unter denen sich die Wirtschaft in den östlichen Bundesländern im internationalen Wettbewerb behaupten muss, legen eine gesonderte Betrachtung der technologischen Leistungsfähigkeit und der Innovationsindikatoren für dieses Wirtschaftsgebiet nahe. Parallel dazu kommt in den westlichen Bundesländern immer wieder die Debatte um ein Süd-Nord-Gefälle in der wirtschaftlichen Entwicklung auf. Die Diskussionen um das Süd-Nord-Gefälle haben schon seit den 80er Jahren dazu geführt, dass sich auch die Bundesländer verstärkt der Innovationspolitik verschrieben haben. Beides zusammen begründet die eine nach geografischen Großräumen vorgenommene Analyse der Verteilung der FuE-Potenziale in Deutschland.

Dabei wird die ostdeutsche Wirtschaft mit ihren FuE-Kapazitäten und -strukturen nicht nur den gesamten westdeutschen Ländern gegenübergestellt. Vielmehr wird der Vergleich dadurch differenziert, dass der Westen in nordwestliche (Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen, Nordrhein-Westfalen) und südwestliche Bundesländer (Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Bayern, Saarland) untergliedert wird. Ostdeutschland umfasst alle neuen Bundesländer und Berlin. Es ist zu betonen, dass diese regionale Analyseebene nicht als Regionalanalyse im engeren Sinne, die die Bündelung von innovativen Kompetenzen zu lokalisieren versucht, nicht geeignet ist. Denn die „Himmelsrichtungen“ setzen sich allein schon aus raumwirtschaftlicher Sicht jeweils aus verschiedenen, sehr heterogen strukturierten Teilräumen zusammen.

Bei allen Vergleichen ist auch in Rechnung zu stellen, dass der implizite Maßstab für die Beurteilung der Großräume – nämlich die deutsche Wirtschaft insgesamt – aus ökonomischer Sicht als problematisch anzusehen ist. Zum einen wird man den jeweiligen Besonderheiten der regionalen Innovationssysteme nur begrenzt gerecht. Zum anderen fehlt es letztlich auch hier am internationalen Maßstab (vgl. Abschnitt 1).

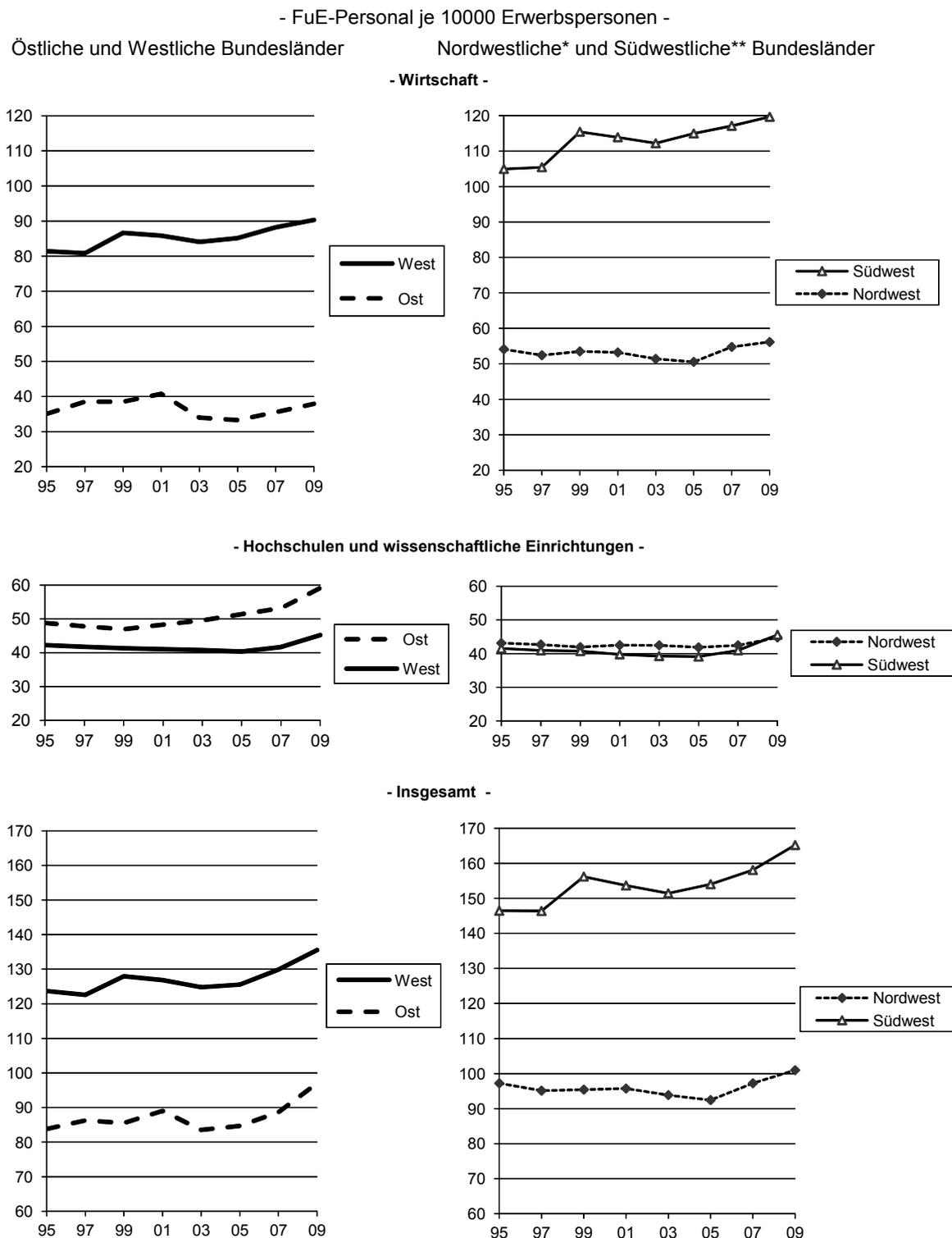
Die Auswertung konzentriert sich hier auf das FuE-Personal in den örtlich zugeordneten Forschungsstätten. Auswertungen nach dem Hauptsitz von Unternehmen sind zwar prinzipiell möglich. Sie würden jedoch die Tatsache vernachlässigen, dass viele große Mehrbetriebsunternehmen in verschiedenen Regionen Forschungslabors halten, um sich die unterschiedlichen Stärken der Regionen zu Nutze zu machen. Geht man davon aus, dass in diesem Zusammenhang vor allem die vor Ort verfügbaren Kompetenzen zu analysieren sind, dann bietet der Sitz der Forschungsstätten eher einen Einblick in die Ausstattung der Regionen mit technologischem Wissen als die schematische Zuordnung der Forschungskapazitäten nach der Region des Unternehmenssitzes.

Bezieht man das gesamte in Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen tätige FuE-Personal (in VZÄ) auf das Erwerbspersonenpotenzial in den jeweiligen Großräumen, dann errechnet sich für Südwest eine FuE-Personalintensität von 1,65 % oder anderes ausgedrückt von 165 FuE betreibenden Personen je 10.000 Erwerbspersonen (Erwerbstätige plus Arbeitslose) (Abb. 3.7.1).<sup>154</sup> So kann man z. B. erkennen, dass es innerhalb der westlichen Bundesländer ein noch steileres FuE-Gefälle zwischen Nord- und Südwest gibt als zwischen Ost- und Westdeutschland. Dies setzt sich wie folgt zusammen:

---

<sup>154</sup> Nach Bundesländern differenzierte Ergebnisse sind in der Tabelle A.3.7.1 in Anhang zusammengefasst.

**Abb. 3.7.1: FuE-Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Einrichtungen in deutschen Regionen 1995 bis 2009**



\*) Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein.

\*\*) Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik und VGR der Länder. – Berechnungen des NIW.

- Bei den öffentlichen FuE-Einrichtungen bestehen zwischen Nord- und Südwest praktisch keine Ausstattungsunterschiede. Dies ist das Ergebnis einer konsequent föderal betriebenen Wissenschaftspolitik und der vielfältigen Mischfinanzierungsformen bei außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Beide Wirtschaftsgebiete in Westdeutschland, Nordwest und Südwest, liegen allerdings deutlich unterhalb der Ausstattung Ostdeutschlands mit öffentlich geförderten Einrichtungen von Wissenschaft und Forschung.<sup>155</sup>
- Die Nord-Süd-Unterschiede basieren allein auf riesigen Diskrepanzen in der FuE-Neigung der Wirtschaft in den jeweiligen Gebieten. Die FuE-Personalintensität in den nordwestlichen Bundesländern (56 je 10.000 Erwerbspersonen im Nordwesten) sind weniger als halb so hoch wie in den südwestlichen Bundesländern (120). Seit 2005 ist die FuE-Personalintensität im Nordwesten und in den ostdeutschen Ländern stärker gestiegen als im Südwesten – allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau.
- Berücksichtigt man in einer Gesamtbetrachtung neben den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft die FuE-Ausstattung mit öffentlichen Einrichtungen, dann ist die FuE-Personalintensität mit 97 FuE-beschäftigten je 10.000 Erwerbspersonen in Ostdeutschland mittlerweile fast genauso hoch wie im Nordwesten (101). Hierbei ist jedoch die enorme Konzentration der Einrichtungen auf Berlin in Rechnung zu stellen. Letzteres gilt im Übrigen auch für die Wirtschaft, wo Berlin einen weit überproportionalen Anteil der ostdeutschen FuE-Kapazitäten ausmacht.<sup>156</sup>

Bei großräumiger Betrachtung werden die entscheidenden Unterschiede also jeweils durch die Wirtschaft markiert. Der Südwesten hat seinen Anteil am FuE-Personal der Wirtschaft seit 1995 kontinuierlich auf fast zwei Drittel erhöht (Tab. 3.2.1). Die östlichen Anteile sind unstabil; sie bewegen sich derzeit nach unten (10 %), der Nordwesten liegt seit einigen Jahren sicher bei gut einem Viertel. Strukturell bieten die „Himmelsrichtungen“ sehr unterschiedliche Bilder (Tab. 3.7.1):

- Unter wirtschaftsstrukturellen Gesichtspunkten ist von Bedeutung, dass in Forschungsstätten des Verarbeitenden Gewerbes der östlichen Bundesländer nicht einmal 60 % des FuE-Personals beschäftigt sind.
- In Westdeutschland sind es hingegen 85 %. Dies ist insofern erwähnenswert, als FuE in Deutschland traditionell eine im internationalen Vergleich überaus hohe Verankerung in der Verarbeitenden Industrie hat. Statistische Konventionen, aber auch die industrielle Arbeitsteilung und die im internationalen Vergleich überdurchschnittlich hohe Fertigungstiefe bieten dafür Erklärungsansätze. Ostdeutschland weicht von diesem Muster deutlich ab.<sup>157</sup>
- Die Unterschiede sind vor allem im hohen Anteil der Dienstleistungen (IuK-Dienstleistungen, technische Dienstleistungen und Gemeinschaftsforschung) zu sehen, die in Ostdeutschland 38 % des FuE-Personals stellen. Hierin spiegelt sich auch das Bemühen der Politik der letzten 20 Jahre wider, die ostdeutsche Wirtschaft nicht nur reichlich mit öffentlichen FuE-Einrichtungen auszustatten, sondern auch mit einer FuE-Infrastruktur, die von sich aus eng mit der Wirtschaft verbunden ist. Neben den wissensintensiven Dienstleistungen spielt in Ostdeutschland auch der Industriezweig „Datenverarbeitung, Elektronik, Optik“ (22 %) eine relativ größere Rolle als in Westdeutschland

---

<sup>155</sup> Alternativ zum FuE-Personal je Einwohner könnten auch die FuE-Ausgaben oder der Anteil der FuE-Ausgaben am Inlandsprodukt als Indikator genommen werden. An den Aussagen würde sich dadurch jedoch nicht viel ändern. Da die regionale Verteilung der Aufwendungen für die Durchführung von FuE in der deutschen FuE-Statistik zu großen Teilen aus der primär erhobenen Personalverteilung abgeleitet wird, ergibt sich hieraus nur ein sehr eingeschränkter zusätzlicher Informationsgewinn.

<sup>156</sup> Vgl. Gehrke u. a. (2010).

<sup>157</sup> Vgl. detailliert Gehrke u. a. (2010).

(14 %). Dies ist auch der Grund dafür, dass Spitzentechnologiebranchen in der ostdeutschen Industrie ein insgesamt größeres FuE-Gewicht aufweisen als in Westdeutschland (insbesondere als im Nordwesten). Dagegen dominiert im Westen der Automobilbau (29 %) und damit der Bereich der Höherwertigen Technik (52 %).

- Quantitativ große Unterschiede lassen sich häufig durch die Ausstattung mit großen Unternehmen erklären. Der Osten hat einen deutlich höheren Teil des FuE-Personals in Kleinunternehmen (38 %) und in Mittelunternehmen (20 %), der Nordwesten hat seine Unternehmensgrößenvorteile bei Großunternehmen (66 %), noch stärker der Südwesten (77 %). Vor allem in Ostdeutschland gibt es trotz vereinzelter beachtlicher und spektakulärer Ansiedlungserfolge immer noch sehr wenige forschende Großunternehmen, die auch dort ihren Hauptsitz haben. Der größte Teil der Großunternehmen, die Forschungsstätten in Ostdeutschland halten, haben ihren Hauptsitz in Westdeutschland (oder im Ausland). Damit fehlen wesentliche Kernelemente und Kristallisationspunkte, die das sich in der alten Bundesrepublik herausgebildeten Innovationssystem Westdeutschlands ausmachen.

**Tab. 3.7.1: Kennziffern zum FuE-Personal in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgebieten 2009**

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Ost	West	darunter	
			Nordwest*	Südwest**
FuE-Personal im Wirtschaftssektor insgesamt	33.189	299.301	86.030	213.271
Anteil an insgesamt in %				
Verarbeitendes Gewerbe	59,2	85,2	86,8	84,6
Chemische Industrie	3,7	6,8	9,8	5,6
Pharmazeutische Industrie	4,4	5,8	4,7	6,3
DV, Elektronik, Optik	22,3	14,2	11,4	15,4
Elektrotechnik	2,3	4,1	7,6	2,7
Maschinenbau	10,8	11,5	14,3	10,3
Automobilbau	3,6	29,0	20,2	32,6
Sonstiger Fahrzeugbau	1,0	3,6	5,1	3,0
übrige Industrie	11,0	10,2	13,6	8,8
IuK-Dienstleistungen	13,8	5,9	2,5	7,2
Freiberufl., wissenschaftl. u. techn. Dienstleist.	18,1	6,0	6,1	5,9
übrige Wirtschaftszweige	4,1	2,3	3,3	1,9
Beschäftigtengrößenklasse				
< 100	38,1	6,2	7,8	5,6
100 < 500	20,3	13,3	17,1	11,8
500 < 1000	6,3	6,9	9,0	6,0
1000 und mehr	35,2	73,6	66,1	76,6
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie				
niedrige und mittlere Technologie	11,0	10,2	13,6	8,8
Hochwertige Technik	21,0	51,8	53,0	51,3
Spitzentechnologie	27,1	23,3	20,2	24,5
Dienstleistungen (einschl. IfG)	38,2	14,0	11,5	15,1

\*) Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein.

\*\*) Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik (unveröffentlicht). – Bundesagentur für Arbeit, Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

## 4 Zusammenfassung, aktuelle Entwicklungen und Ausblick

Forschung und Entwicklung ermöglicht als zentraler „Input“-Faktor neue Produkte und Verfahren sowie technische Verbesserungen, die entweder durch Qualitätsfortschritte oder dadurch, dass sie bei gleichbleibender Qualität Kosten- und Preisvorteile zulassen und damit Einfluss auf Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit nehmen. Dabei wirkt sich FuE aber erst mittel- bis langfristig auf die technologische Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft aus, indem neues, durch FuE-Aufwendungen geschaffenes Wissen die Produktivität der „traditionellen“ Produktionsfaktoren Arbeit und Sachkapital erhöht. Auch auf der Mikroebene der Unternehmen handelt es sich bei FuE meist um mittel- und langfristige Prozesse, denn das in den Unternehmen vorhandene Wissen akkumuliert meist als „Erfahrungswissen“ und entwertet nur selten von heute auf morgen. Außerdem sind FuE-Projekte nur in wenigen Fällen kurzfristig plan- und realisierbar. Hinzu kommen Wirkungsverzögerungen zwischen dem Einsatz von FuE-Mitteln und den auf den Märkten sichtbaren Erfolgen. Deshalb zielt diese Analyse zunächst auf die längerfristigen Veränderungen der FuE-Strukturen.

Die gegenwärtigen weltweiten ökonomischen Verwerfungen durch die Finanz- und Wirtschaftskrise und die anschließende Staatsschuldenkrise in Europa erfordern es, auch bei FuE die kurzfristigen Entwicklungen stärker ins Blickfeld zu rücken. Die Fragen, wie Deutschland hinsichtlich des Einsatzes von FuE in der Wirtschaft durch die Krise gekommen ist und ob möglicherweise schon Indizien für eine Positionsveränderung im weltweiten FuE-Wettbewerb auszumachen sind, lassen dieses angebracht erscheinen. Der folgende Abschnitt (4.1) fasst die wichtigen Ergebnisse der Strukturuntersuchung bis zum Jahr 2009 zusammen. Anschließend wird die aktuelle FuE-Entwicklung im Jahr 2010 und der Ausblick bis ins Jahr 2012 (Abschnitt 4.2) vor dem Hintergrund der gegenwärtigen wirtschaftlichen Lage anhand aktueller Daten und Sachverhalte nachgezeichnet.

Dabei ist das grundsätzliche Problem nicht von der Hand zu weisen, dass es ohne einen internationalen Vergleich als Referenzmaßstab schwerfällt, die Ergebnisse dieser reinen deutschen Binnenbetrachtung im Hinblick auf die Frage der (internationalen) Wettbewerbsfähigkeit sowie der Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft richtig einzuordnen und zu bewerten.

### 4.1 Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse der Strukturanalyse

Schon in den 90er Jahren ist die konjunkturelle Abhängigkeit der FuE-Anstrengungen in der Wirtschaft deutlich sichtbar geworden. Weltweit zeigen die FuE-Aufwendungen in wichtigen Industrieländern bei längerfristiger Betrachtung eine insgesamt hohe Reagibilität gegenüber der jeweiligen konjunkturellen Entwicklung – so auch in Deutschland, wo die Elastizität der FuE-Aufwendungen in der gewerblichen Wirtschaft in Bezug auf das BIP bis zum Jahr 2008 mit 1,4 etwa im Schnitt der OECD-Länder lag. Anders als danach zu erwarten gewesen wäre, hat es im Krisenjahr 2009 keine überproportionale Anpassung der FuE-Aufwendungen gegeben. Deutschland weicht hier in zweifacher Hinsicht deutlich vom langjährigen internationalen Anpassungsmuster ab: Zum einen sind die FuE-Aufwendungen hier 2009 *real* mit einem Minus von 3,6 % deutlich weniger geschrumpft als das BIP mit -4,7 %. Zum anderen ist der FuE-Rückgang in Deutschland weitaus geringer ausgefallen als im OECD-Schnitt und noch viel deutlicher gegenüber anderen Ländern mit vergleichbaren sektoralen FuE-Schwerpunkten im Bereich der Hochwertigen Technik (z. B. Japan). Offensichtlich haben die deutschen Unternehmen in der Krise länger an FuE festgehalten als es – für sich genommen – der wirtschaftlichen Entwicklung entsprochen hätte. Neben einer insgesamt positiveren Grundeinstellung zu FuE ist dabei eine Reihe von Faktoren zusammengekommen, die allesamt zur Verstärkung von FuE in der deutschen Wirtschaft beigetragen haben. Zu nennen sind dabei sowohl staatliche Gegen-

steuerungsmaßnahmen (Geldpolitik, Konjunkturprogramme, Arbeitsmarktregelungen) als auch die (sich bestätigende) Erwartung eines schnellen Wiederanziehens der Konjunktur.

Mehr als zwei Drittel der in Deutschland aufgewendeten FuE-Mittel werden für Projekte in der gewerblichen Wirtschaft eingesetzt. Der Anteil ist gegenüber den FuE-Aufwendungen in öffentlichen Forschungseinrichtungen (Hochschulen, außeruniversitäre Forschung usw.) seit 2007 rückläufig, weil die Aufwendungen dort – anders als in der Wirtschaft – deutlich gestiegen sind. Da das FuE-Personal in der gewerblichen Wirtschaft weitaus weniger zurückgenommen worden ist als die entsprechenden Aufwendungen und gleichzeitig im öffentlichen Bereich deutlich zugelegt hat, sind die gesamten in Deutschland verfügbaren FuE-Personalkapazitäten im Krisenjahr 2009 sogar deutlich gestiegen: Die kurzfristigen Anpassungen bei den eingesetzten Mitteln haben das langfristig verfügbare FuE-Potenzial nicht gefährdet.

Bei *sektoraler* und kurzfristiger Betrachtung waren die Automobilindustrie (Hochwertige Technik) und die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (Spitzentechnik) die Hauptverantwortlichen für den Rückgang der FuE-Aufwendungen im Jahr 2009. Im Gegensatz dazu haben die weniger konjunkturabhängigen Branchen wie die Pharmazeutische Industrie und die Ernährungsindustrie, aber auch die Metallherzeugung und -bearbeitung ihre FuE-Aufwendungen 2009 gegen den Trend ausgeweitet. Auch die deutschen Dienstleistungsunternehmen (insbesondere IuK-Dienstleister) haben ihre internen FuE-Kapazitäten 2009 weiter ausgebaut, was dazu geführt hat, dass sich der sektorale FuE-Strukturwandel in der deutschen Wirtschaft im Gefolge der Finanz- und Wirtschaftskrise beschleunigt hat. Schon seit Jahren nimmt die Bedeutung von FuE im Dienstleistungssektor kontinuierlich zu. In der deutschen Wirtschaft wird mehr und mehr Wert auf FuE für hochwertige Dienstleistungen gelegt.

Dienstleistungen tragen als Anwender innovativer Technologien zur Diffusion bei, definieren aber auch neue Anforderungen an Technologien. Dies hat ebenfalls seine Rückwirkungen auf die Industrieforschung gehabt. Zum einen stehen hochwertige Dienstleistungen mit Industriezweigen in Kontakt, in denen besonders anspruchsvoll – und damit aufwändig – FuE betrieben wird („Spitzentechnologiesektoren“ wie z. B. Biotechnologie/Pharmazie, Elektrotechnik/Nachrichtentechnik, Luft- und Raumfahrzeugbau). Zum anderen intensiviert sich aus Effizienzgründen (Qualitäts- und Spezialisierungsvorteile) die Arbeitsteilung zwischen der Industrie und spezialisierten wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen.

In welchem Ausmaß Verschiebungen von FuE-Kapazitäten aus der Industrie in neugegründete oder schon bestehende Dienstleistungsunternehmen dabei eine Rolle spielen, ist nach wie vor eine empirisch weitgehend ungeklärte Frage. Die funktionale Analyse des FuE-Einsatzes (Gütergruppe für die unabhängig von eigenen Produktionsschwerpunkt/Wirtschaftszweig FuE betrieben wird) weist auf einen zunehmenden „Fremdforschungsanteil“ in vielen Wirtschaftsbereichen nicht nur des Dienstleistungssektors hin. Ein intensiver Technologie- und Wissenstransfer zeigt sich gerade zwischen forschungsintensiven Industriezweigen, die sowohl für „branchenfremde“ Erzeugnisse FuE betreiben als auch in besonders hohem Maße FuE-Vorleistungen aus anderen Branchen benötigen.

Das FuE-Verhalten von *Klein- und Mittelunternehmen* ist von zentraler Bedeutung für die Ausrichtung und auch für die Wirksamkeit der Innovationspolitik, die sowohl auf Seiten des Bundes, insbesondere aber der Länder maßgeblich auf diese Klientel ausgerichtet ist. Dabei ist die im internationalen Vergleich immer noch relativ hohe FuE-Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen weiterhin als Vorteil für das „deutsche Innovationssystem“ zu werten. Der Anteil der KMU am gesamten deutschen FuE-Personal ist in der zweiten Hälfte des letzten Jahrzehnts gestiegen. Die aktuellen Ergebnisse bele-

gen auch, dass sich die FuE-Beteiligung von KMU nach Jahren des Rückgangs zumindest stabilisiert hat. Vor dem Hintergrund der internationalen Entwicklung spricht aber auch vieles dafür, dass dies nicht ausreicht, die vergleichsweise gute Position zu halten, denn in einer ganzen Reihe von anderen europäischen Ländern hat sich die FuE-Beteiligung von KMU besser entwickelt als in Deutschland.

Auch die Entwicklung der Gründungstätigkeit weist nur bedingt auf einen Zuwachs an FuE betreibenden KMU hin.<sup>158</sup> So sind zuletzt zwar mehr Gründungen im Bereich der forschungsintensiven Industrie auszumachen, diese konzentrieren sich aber überwiegend in Branchen der Hochwertigen Technik, wo weniger intensiv FuE betrieben wird als in der Spitzentechnik, bei der weiterhin keine signifikante Steigerung des Gründungsniveaus auszumachen ist. Gerade junge Unternehmen der Spitzentechnik werden aber häufig schon in Zusammenhang mit FuE gegründet und deren Fehlen wirkt sich dann besonders aus. FuE ist eine strategische Entscheidung in der Gründungsphase des Unternehmens. Nur wenige Unternehmen finden noch in späteren Lebensphasen den Weg zu kontinuierlicher FuE.

Langfristig hat sich der *Staat* in Deutschland schon in den 90er Jahren stark aus der Finanzierung von FuE in der Wirtschaft zurückgezogen. Der Anteil der durch den Staat finanzierten FuE bei den Unternehmen hat sich seitdem mehr als halbiert und stagniert in den letzten Jahren. Diese Entwicklung trifft vor allem Großunternehmen, während die finanzielle Förderung von Klein- und Mittelunternehmen in den letzten Jahren auch aus Sicht der Unternehmen an Bedeutung gewonnen hat. Im internationalen Vergleich muss der Finanzierungsbereich weiterhin als Schwachpunkt im deutschen Innovationssystem angesehen werden, denn in wichtigen Konkurrenzländern sind die staatlichen Finanzierungsbeiträge zuletzt wieder deutlich gestiegen. Würde man zusätzlich die steuerlichen FuE-Subventionen mit berücksichtigen, die in mittlerweile über 20 OECD-Ländern Einzug gehalten haben, wären die Unterschiede noch größer.

Ein Blick auf die *FuE-Kostenstruktur* in der deutschen Wirtschaft zeigt einen tendenziell sinkenden Anteil der Investitionen von zuletzt gut 7 % an den internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen. Sollte sich diese Entwicklung fortsetzen und rückläufige FuE-Anlageinvestitionen bewirken, so könnte dies als Indiz für eine nachlassende Standortbindung der Unternehmen angesehen werden. Der größte Teil der FuE-Aufwendungen entfällt mit 60 % unverändert auf die Personalkosten. Es zeigt sich, dass betriebliche FuE-Prozesse immer höhere Anforderungen an die *Qualifikation* des FuE-Personals stellen. Die „Akademisierung“ von FuE nimmt weiterhin zu. Hier ist vor dem Hintergrund der Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung ein Engpassfaktor zu erkennen, welcher einer künftigen FuE-Expansion in Deutschland deutliche Grenzen setzt. Dies gilt insbesondere für forschende KMU, für die akademisches Personal zwar besonders wichtig ist, sich jedoch schlechter rekrutieren lässt, als dies für Großunternehmen möglich ist, die höhere Gehälter bezahlen können und auch bessere unternehmensinterne Aufstiegsmöglichkeiten bieten.

Noch bis Mitte des letzten Jahrzehnts haben die Unternehmen zunehmend *FuE-Aufträge* an Unternehmen im In- und Ausland – darunter vielfach verbundene Unternehmen – sowie an Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen vergeben. Der Anteil der Aufwendungen für externe FuE hatte sich in 10 Jahren verdoppelt. Danach lag dieser relativ konstant bei 20 % und ist auch im Krisenjahr 2009 nicht gesunken. Lediglich KMU haben in der zweiten Hälfte des letzten Jahrzehnts relativ etwas mehr Mittel für externe FuE aufgewendet, ohne dass hieraus allerdings ein Trend erkennbar wäre. Das Ausmaß der Vergabe von FuE-Aufträgen an ausländische Partner hat sich zuletzt ebenfalls nicht nennenswert verändert. Kurzfristige Krisenreaktionen waren hier auch nicht zu erwarten, sind

---

<sup>158</sup> Vgl. Müller u. a. (2012).

externe FuE-Aufträge doch häufig an längerfristige Verträge gebunden oder Element nationaler und internationaler Konzernverflechtungen.

Innerhalb Deutschlands gibt es hinsichtlich der *regionalen Verteilung* der FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft ein „doppeltes Gefälle“, das sowohl die Unterschiede zwischen West- und Ostdeutschland als auch die innerhalb Westdeutschlands bestehenden Differenzen zwischen Süd(west)- und Nord(west)-Deutschland beschreibt. Auch wenn die FuE-Intensitäten in den nordwestlichen und den ostdeutschen Bundesländern seit 2005 insgesamt etwas stärker gestiegen sind als in Süddeutschland, kann daraus noch kein Trend abgelesen werden. Dafür sind die Unterschiede einfach viel zu groß.

## 4.2 Zur aktuellen Entwicklung und Ausblick

### Entwicklung im Jahr 2010

Nach dem Krisenjahr 2009 hat sich die deutsche Wirtschaft anders als die meisten anderen europäischen Länder sehr schnell erholt und mit einem BIP-Zuwachs von nominal 4,3 % (real +3,7 %) im Jahr 2010 einen großen Teil der Verluste des Vorjahres wieder ausgeglichen. Auch die FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor haben 2010 mit einem Plus von nominal 3,7 % wieder merklich zugelegt und erreichten damit fast 47 Mrd. € (Tab. 4.2.1). Gleichzeitig ist auch der Umfang des dabei eingesetzten FuE-Personals nach Stagnation 2009 um 1,4 % auf 337.000 Beschäftigte (Vollzeitäquivalente) angewachsen. Wie im Vorjahr sind aber auch 2010 die FuE-Aufwendungen und das FuE-Personal im öffentlichen Bereich (Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen) stärker ausgeweitet worden als in der Wirtschaft, so dass sich die Verteilung der Forschungskapazitäten in Deutschland weiter in Richtung öffentlicher FuE, insbesondere in Hochschulen, verschoben hat. Hier ist der Staat seiner seit Mitte des letzten Jahrzehnts eingeschlagenen Linie treu geblieben.<sup>159</sup> Im Jahr 2009 hat der Staat sowohl durch Zuwächse bei Finanzierung und Durchführung von FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen als auch durch eine verstärkte Förderung von FuE in der Wirtschaft zur Verstetigung der gesamten deutschen FuE-Kapazitäten beigetragen. So sind z. B. im Rahmen der Hightech-Strategie und 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 haben, sowie die Anpassung der Kurzarbeiterregelung, die beide dazu beigetragen haben, dass qualifiziertes Personal weiterbeschäftigt wurde.

Im Jahr 2010 wurden in Deutschland insgesamt fast 70 Mrd. € für die Durchführung von FuE in der Wirtschaft, in Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen aufgewendet; das dabei beschäftigte FuE-Personal erreichte mit 547.500 den höchsten Stand seit der deutschen Vereinigung. Der Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt lag wie im Vorjahr bei 2,8 % (Abb. 2.1.1). Dies ist im internationalen Vergleich ambivalent zu beurteilen, denn der damit erreichten relativen Verbesserung gegenüber anderen europäischen Volkswirtschaften und Japan stehen Länder wie Korea und auch China gegenüber, die entweder schon jetzt deutlich FuE-intensiver produzieren als Deutschland (Korea) oder ihre gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität kontinuierlich und weit überproportional gesteigert haben (China).<sup>160</sup>

---

<sup>159</sup> Vgl. Abb. 2.1.5 für die Entwicklung der staatliche Haushaltsansätze für zivile FuE.

<sup>160</sup> Zur Entwicklung von FuE in aufholenden Schwellenländern in Europa, Asien und Amerika vgl. Schasse u. a. (2011).

**Tab. 4.2.1: FuE-Aufwendungen und -Personal in Wirtschaft und öffentlichen Forschungseinrichtungen in Deutschland 2007-2010**

	2007		2008		2009		2010	
	absolut	in %						
<b>FuE-Aufwendungen (Mio. €)</b>								
Wirtschaft (interne Aufwendungen) 1)	43.035	70,0	46.073	69,2	45.275	67,6	46.929	67,3
Unternehmen	42.758	69,5	45.797	68,8	44.983	67,1	46.637	66,9
IfG	276	0,4	276	0,4	292	0,4	292	0,4
Wissenschaft, öffentliche Forschung 2)	18.448	30,0	20.459	30,8	21.740	32,4	22.830	32,7
Hochschulen	9.908	16,1	11.112	16,7	11.808	17,6	12.600	18,1
Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck	8.540	13,9	9.346	14,0	9.932	14,8	10.230	14,7
Insgesamt	61.482	100,0	66.532	100,0	67.014	100,0	69.759	100,0
<b>FuE-Personal (Vollzeitäquivalente)</b>								
Wirtschaft 1)	321.853	63,6	332.909	63,7	332.491	62,2	337.211	61,6
Unternehmen	318.479	62,9	329.535	63,0	328.848	61,5	333.568	60,9
IfG	3.374	0,7	3.374	0,6	3.642	0,7	3.642	0,7
Wissenschaft, öffentliche Forschung 2)	184.597	36,4	189.779	36,3	202.074	37,8	210.300	38,4
Hochschulen	103.953	20,5	106.712	20,4	115.441	21,6	121.300	22,2
Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck	80.644	15,9	83.066	15,9	86.633	16,2	89.000	16,3
Insgesamt	506.450	100,0	522.688	100,0	534.565	100,0	547.511	100,0

1) 2007 und 2009: Vollerhebung; 2008 und 2010: Kurzerhebung

2) 2010: Schätzung durch Eurostat, Datenstand 30.11.2011

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Eurostat. – Berechnungen des NIW.

Die im Jahr 2010 zu beobachtenden Zuwächse bei den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft verteilen sich sehr unterschiedlich auf die Wirtschaftszweige.<sup>161</sup>

- Die internen FuE-Aufwendungen sind insbesondere in der Luft- und Raumfahrtindustrie (+22 %) und in der Automobilindustrie (+7,2 %) gestiegen. Auch die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (+3,1 %) und der Maschinenbau (+2,2 %) haben ihren FuE-Einsatz gegenüber 2009 gesteigert.
- Im industriellen Bereich hatten die Pharmazeutischen Industrie (-4,1 %) und die Chemische Industrie (-2,3 %) rückläufige FuE-Aufwendungen zu verzeichnen. Metallherzeugung und -bearbeitung (-0,4 %) und elektrische Ausrüstungen (+0,8 %) haben stagniert.
- Im Dienstleistungsbereich sind die internen FuE-Kapazitäten unvermindert weiter ausgebaut worden. Träger sind wissenschaftliche und technische Dienstleistungsunternehmen (+3,9 %) und die IuK-Dienstleistungen (+3,4 %).

Tendenziell ist es damit zu einer gewissen Nivellierung der Entwicklung gekommen, denn diejenigen Branchen, die ihre FuE-Aufwendungen im Vorjahr besonders eingeschränkt haben (Automobilindustrie, Herstellern von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen, Maschinenbau), konnten 2010 wieder deutlich zulegen. Andererseits haben diejenigen Branchen, die im Vorjahr noch relativ gut abgeschnitten haben, ihre FuE-Kapazitäten 2010 zurückgenommen (Pharmazeutische Industrie, Chemische Industrie).

<sup>161</sup> Vgl. Wissenschaftsstatistik (2011).

Wenn man berücksichtigt, dass die Anpassung der FuE-Personalkapazitäten an veränderte konjunkturelle Rahmenbedingungen i.d.R. erst mit zeitlicher Verzögerung erfolgt, ist es nicht überraschend, dass die Veränderung der FuE-Personalkapazitäten in 2010 weitaus weniger deutlich ausgefallen sind als bei den Aufwendungen. So sind in der Industrie, die im Vorjahr noch deutliche Rückgänge zu verzeichnen hatte, 2010 wieder 4.700 Personen (+1,7 %) hinzugekommen, während es im Dienstleistungsbereich, der 2009 gewachsen ist, 2010 fast keine Veränderung (-0,3 %) gegeben hat.

Analog zu den Aufwendungen haben in der Industrie der Luft- und Raumfahrzeugbau (+7,9 %) und die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (+2,7 %) ihre FuE-Personalkapazitäten 2010 besonders ausgebaut, die Automobilindustrie (+0,3 %) und der Maschinenbau (+0,3 %) waren aber deutlich zurückhaltender. Pharmazeutische und Chemische Industrie haben ihre Personalkapazitäten 2010 trotz sinkender Aufwendungen sogar ausgeweitet. Die kurzfristige zeitliche Entkopplung von Sach- und Personalinvestitionen ist vor allem auf die längerfristige Ausrichtung vieler FuE-Projekte zurückzuführen: Sachinvestitionen im einen Jahr und zusätzlicher Personalbedarf im nächsten Jahr können die Folge sein. Hierfür sind vor allem Großunternehmen verantwortlich, denn in forschenden Klein- und Mittelbetrieben sind FuE-Aufwendungen (+3,1 %) und -Personal (+2,8 %) im Jahr 2010 ähnlich gewachsen während in Großunternehmen die Aufwendungen (+3,8 %) deutlich stärker ausgeweitet worden sind als das FuE-Personal.

Insgesamt ist das Jahr 2010 nach dem Krisenjahr 2009 eher durch eine gewissen „Normalisierung“ charakterisiert: Der Anteil der Dienstleistungsbranchen an den gesamten FuE-Kapazitäten, der 2009 deutlich zugelegt hatte, ist 2010 nicht weiter gestiegen und liegt weiterhin bei 13 % der FuE-Aufwendungen und 15 % des FuE-Personals. Auch innerhalb der Industrie zeigen sich wieder ein wachsendes FuE-Gewicht der Automobilindustrie und ein leicht sinkender Anteil des Bereichs der Chemie- und Pharmaindustrie an den Aufwendungen der Wirtschaft für interne FuE.

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 % verlassen<sup>162</sup> (Abb. 4.2.1), weil das FuE-Verhalten der Unternehmen in kurzer Frist weniger konjunkturreagibel war, als dies etwa zwischen 2001 und 2007 der Fall gewesen ist. Dabei hat die der Finanzkrise nachfolgende Rezession schon 2008 ihre Spuren hinterlassen: Während die FuE-Aufwendungen im Gefolge der noch Anfang 2008 vorherrschenden guten Konjunkturaussichten mit einem Plus von 7 % so stark gestiegen sind wie lange nicht mehr, ist die Bruttowertschöpfung in der gewerblichen Wirtschaft 2008 nur noch um 1,6 % gewachsen. Im Krisenjahr 2009 blieb dieser Wachstumsabstand erhalten, wobei sich Zähler und Nenner nunmehr beide rückläufig entwickelt haben. 2009, dessen Jahresende bereits von konjunktureller Erholung gekennzeichnet war, wies die deutsche Wirtschaft deshalb mit einem Anteil der FuE-Aufwendungen an der Bruttowertschöpfung von 3,1 % den höchsten Wert seit über 20 Jahren auf.<sup>163</sup>

Die positiven Erwartungen der Unternehmen hinsichtlich der Entwicklung ihrer FuE-Aufwendungen im Jahr 2010 haben sich insgesamt erfüllt: Die FuE-Budgetplanungen sahen für dieses Jahr einen Zuwachs der internen FuE-Aufwendungen von 3,8 % vor, der mit 3,7 % auch fast erreicht wurde. Die FuE-Intensität in der gewerblichen Wirtschaft ist dabei fast gleich geblieben, weil die Bruttowertschöpfung der Unternehmen mit einem Plus von nominal 4,3 % in ähnlicher Weise zugelegt hat wie die FuE-Aufwendungen (Abb. 4.2.1). Insgesamt bedeutet dies eine Stabilisierung der FuE-Intensität auf hohem Niveau. Die deutsche Wirtschaft ist bei FuE bisher ohne nachhaltigen Schaden durch die

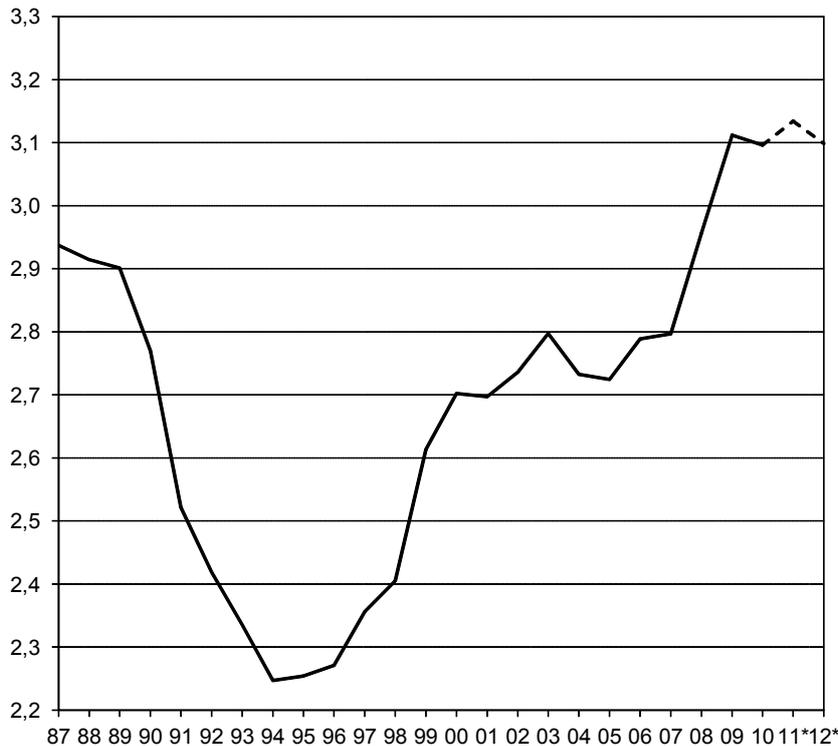
---

<sup>162</sup> Vgl. Legler, Schasse u. a. (2010).

<sup>163</sup> Bereits ausgeführt in Schasse u. a. (2011).

Finanz- und Wirtschaftskrise gekommen. Im Gegenteil: Die Konjunkturprogramme der Bundesregierung, die Kurzarbeiterregelung sowie andere finanz- und geldpolitische Maßnahmen haben den Unternehmen auch bei FuE einen „fliegenden Start“ ermöglicht. Sie haben insbesondere dazu beigetragen qualifiziertes FuE-Personal zu halten, was es den Unternehmen leicht macht, zurückgestellte oder neu aufgelegte FuE-Projekte ohne große Verzögerungen anzugehen.

**Abb. 4.2.1: Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1987 bis 2012\***



\* 2011 und 2012 Planangaben.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2011/2). – SV-Wissenschaftsstatistik. – Sachverständigenrat (2011). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

### Ausblick

Die deutschen Unternehmen haben im Jahr 2011 FuE mit etwa der gleichen Intensität betrieben wie 2010 (Abb. 4.2.1). Vorausgesetzt sie haben ihre Budgetplanungen (Stand Sommer 2011) tatsächlich realisiert, wäre sogar mit einer geringfügig steigenden FuE-Intensität zu rechnen. Nach gegenwärtigem Datenstand dürfte dann eine erwartete Ausweitung der internen FuE-Aufwendungen von gut 5 % ein Wachstum der Bruttowertschöpfung in der gewerblichen Wirtschaft etwa 3,8 % gegenüber stehen.<sup>164</sup> Für 2012 fallen die Erwartungen mit einem FuE-Plus von gut 1 % weiterhin positiv aber weit aus geringer aus. Bei einer angenommenen Steigerung der Bruttowertschöpfung in der gewerblichen Wirtschaft von etwas mehr als 2 % nominal ist aber auch dann kein signifikanter Rückgang der FuE-Intensität zu erwarten: Die Unternehmen haben ihre FuE-Pläne der Tendenz nach wieder an die Konjunkturerwartungen angepasst.

Unter den wenigen Wirtschaftszweigen, die 2011 und 2012 keine Steigerung der internen FuE-Aufwendungen planen, fällt der Luft- und Raumfahrzeugbau am ehesten ins Gewicht, was allerdings

<sup>164</sup> Zur Prognose der Bruttowertschöpfung in der gewerblichen Wirtschaft vgl. Sachverständigenrat (2011) sowie die Schätzungen der OECD in den Main Science and Technology Indicators 2011/2 vom 30.1.2012.

auch mit den hohen Investitionskosten und den langen Entwicklungszyklen in dieser Branche zusammenhängt. Anders als im Vorjahr plant insbesondere die Pharmazeutische Industrie wieder verstärkte Investitionen in eigene FuE am Standort Deutschland. Hier werden die Erwartungen vor allem von den Großunternehmen bestimmt. Der Maschinenbau geht ebenfalls von einer deutlichen Steigerung der FuE-Aufwendungen aus. Während es für das Jahr 2011 sehr ähnliche Zuwächse der FuE-Aufwendungen bei KMU und Großunternehmen gibt, zeigen die die Klein- und Mittelunternehmen (+2½ %) für das Jahr 2012 doch noch etwas optimistischer als die Großunternehmen (+1 %).

Auch wenn alles danach aussieht, dass die schwere Rezession des Jahres 2009 ohne große Blessuren an den FuE-Kapazitäten in der deutschen Wirtschaft vorbeigegangen ist, sind doch eine ganze Reihe von Faktoren zu berücksichtigen, die das zukünftige FuE-Verhalten der Unternehmen nachhaltig beeinflussen könnten:

- Die deutschen Unternehmen haben schon vor der Finanz- und Wirtschaftskrise eine positive Grundeinstellung zu FuE gezeigt, was sich letztlich auch in steigenden FuE-Aktivitäten niedergeschlagen hat. Hierzu hat auch die deutsche FuE- und Innovationspolitik seit der zweiten Hälfte des letzten Jahrzehnts beigetragen, indem durch verstärkte FuE-Anstrengungen des Staates und eine stärkere FuE-Förderung der Wirtschaft entsprechende Signale an die Unternehmen gesendet werden. Der Staat hat dieses Verhalten auch in der Krise glaubhaft beibehalten. Sollte der Staat sich hier, z. B. durch Mittelkürzungen in Verbindung mit der „Schuldenbremse“, zurückziehen, kann dies letztlich auch wieder auf das FuE-Verhalten der Unternehmen zurückschlagen.
- Mit dem Verlauf der Finanz- und Wirtschaftskrise ist den Unternehmen die Bedeutung und Notwendigkeit eines ausreichenden Kapitalstocks für die Bewältigung von konjunkturellen Krisen anschaulich vor Augen geführt worden. Hierzu zählen aber nicht nur Eigenkapital in Form von Geldmitteln sondern auch das Humankapital der Beschäftigten und FuE-Kapazitäten, um auch nach Ende einer Krise innovative und wettbewerbsfähige Produkte anbieten zu können. Die damit verbundenen „Lerneffekte“ sollten sich auch zukünftig positiv auf den FuE-Kapitalstock in der deutschen Wirtschaft auswirken.
- Die Auswirkungen der europäischen Schuldenkrise auf die konjunkturelle Entwicklung in Deutschland machen sich zu allererst in weiter rückläufigen Exporten in südeuropäische Länder der EU bemerkbar, deren Nachfrage nicht zuletzt unter den notwendigen öffentlichen Sparmaßnahmen leidet. Eine Verschärfung der Krise wird zu weiterer konjunktureller Verunsicherung beitragen und die Unternehmen zu verstärkter Vorsicht bei größeren Investitionen, auch im FuE-Bereich, anhalten. Dieses Risiko steigt mit der Dauer der Krise und dem ökonomischen Gewicht der betroffenen Länder.

Der internationale FuE-Wettbewerb wird sich weiter verschärfen. Weltweit wird die Wirtschaft in wichtigen Konkurrenzländern weiterhin auf eine zunehmend FuE-intensive Produktion setzen. Inwieweit dies in vielen westlichen Industrieländern kurzfristig umsetzbar ist, hängt vor allem davon ab, wann sie die rezessive Phase der Finanz- und Wirtschaftskrise überwunden haben bzw. überwinden werden und ob die nachfolgende wirtschaftliche Erholung stark genug ausfällt, um den Unternehmen genügend Anreize zu bieten, noch stärker in FuE zu investieren:

- Wenn Länder Gewinn aus der Krise gezogen haben, dann sind diese in Asien zu finden, allen voran Korea und China, von denen zu erwarten ist, dass sie auf absehbare Zeit nicht vom Kurs einer zunehmenden FuE-Intensivierung der Wirtschaft abweichen werden.
- Japans Wirtschaft hat seine FuE-Aufwendungen schon 2009 mit am deutlichsten zurückgefahren. Die Folgen von Erdbeben, Tsunami und der Reaktorkatastrophe von Fukushima haben die Wirt-

schaftskraft des Landes erheblich belastet. Trotzdem zählt Japans Wirtschaft in wichtigen Technologiefeldern (Automobile, Materialtechnologie, IuK-Technik und Elektronik), weiterhin zu den führenden Nationen und wird diese Position auch zukünftig zu verteidigen suchen.<sup>165</sup>

- In den USA haben staatliche Konjunkturprogramme 2009 maßgeblich dazu beigetragen, die Rückgänge bei den FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft zu kompensieren.<sup>166</sup> Mit der leichten wirtschaftlichen Erholung wird damit gerechnet, dass die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft etwa im gleichen Maße zunehmen werden wie die wirtschaftliche Leistung.<sup>167</sup>
- In Europa haben vor allem die südeuropäischen Länder Griechenland, Italien, Spanien und Portugal zusätzlich zum Problem der Staatsverschuldung mit rezessiven Entwicklungen in der Wirtschaft zu kämpfen.<sup>168</sup> Aufgrund der erheblichen staatlichen Sparzwänge ist in diesen Ländern auch nicht mit einer stärkeren kompensierenden staatlichen Unterstützung bei FuE zu rechnen. Diese Länder werden in den nächsten Jahren Probleme haben, im internationalen FuE-Wettbewerb mitzuhalten.

---

<sup>165</sup> Vgl. Battelle (2011).

<sup>166</sup> Vgl. National Science Board (2012).

<sup>167</sup> Vgl. Battelle (2011).

<sup>168</sup> Vgl. Sachverständigenrat (2011).

## 5 Literaturverzeichnis

- AiF (2000, Hrsg.), Handbuch 2000, Köln, Berlin.
- Aghion, P., P. Askenazy, N. Berman, G. Clette, 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, Paris.
- Arrow, K. (1962), Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, in: R. Nelson (ed.), The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors, Princeton, S. 609-702.
- Barras, R. (1986), Towards a Theory of Innovation in Service, Research Policy 15, 161-173.
- Barro, R. J., X. Sala-i-Martin (1995), Economic Growth, New York.
- Battelle (2011), 2012 Global R&D Funding Forecast, Cleveland.
- Beise, M., Ch. Rammer (2003), Local User-Producer Interaction in Innovation and Export Performance of Firms. ZEW Discussion Paper No. 03-51, Mannheim.
- Belitz, H. (2006), Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen aus deutscher Sicht, in: H. Legler, Ch. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 61-74, Essen.
- Belitz, H. (2012), Internationalisierung von Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen, Studien zum deutschen Innovationssystem 5-2012, Berlin.
- Blind, K., R. Frietsch (2006), Integration verschiedener Technologieindikatoren. Studien zum deutschen Innovationssystem 16-2006, ISI, Karlsruhe.
- BMBF (2006), Hightech-Strategie für Deutschland, Berlin.
- BMBF (2010a), Ideen. Innovation. Wachstum – Hightech-Strategie 2020 für Deutschland, Bonn und Berlin.
- BMBF (2010b), Bundesbericht Forschung und Innovation 2010, 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.
- Callon, M. (1994), Is Science a Public Good?, in: Science, Technology and Human Values, Vol. 19, S. 395-424.
- Cohen, W., D. Levintal (1990), Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, in: Administrative Science Quarterly, Vol. 35, S. 128-152.
- Cordes, A., Gehrke, B. (2012), Strukturwandel und Qualifikationsnachfrage. Aktuelle Entwicklungen forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige in Deutschland und im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem 10-2012, NIW, Hannover.
- Czarnitzki, D., H. Hottenrott (2011), R&D Investment and Financing Constraints of Small and Medium-Sized Firms, Small Business Economics, 36, No. 1, 65-83.
- 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.
- Dürig, W., M. Rothgang, V. Zimmermann (2008), Forschungsstrategien von Unternehmen: Gibt es Unterschiede zwischen KMU und großen Unternehmen?, in: KfW, Creditreform, IfM, RWI, ZEW

- (Hrsg.), Mittelstand trotz nachlassender Konjunkturdynamik in robuster Verfassung, Mittelstandsmonitor 2008, Frankfurt/Main, 103-154.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (2008), Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit 2008, Berlin.
- Eickelpasch, A., Ch. Grenzmann (2009), Kurzexpertise zur Inanspruchnahme der Förderung von Forschung und Entwicklung. Studien zum deutschen Innovationssystem 16-2009, DIW und Wistat, Berlin, Essen.
- European Commission (1997), Second European Report on Science & Technology Indicators, Luxemburg.
- European Commission (2009, 2011), Innovation Union Competitiveness Report, Luxemburg.
- Fier, A., Th. Eckert (2002), Auswirkungen der direkten Projektförderung des Bundes. Unterlagen des ZEW zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2002, Mannheim.
- Freeman, C., L. Soete (2007), Science, Technology and Innovation Indicators: The Twenty-First Century Challenges, in: OECD, Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs, Paris, S. 271-284.
- Frietsch, R., U. Schmoch (2003), Der Beitrag öffentlicher Forschungseinrichtungen zur Technikgenese. Studien zum deutschen Innovationssystem 12-2004, ISI, Karlsruhe.
- Gehrke, B., H. Legler, Ch. Grenzmann, Ch. Kerst, K. Troltsch u. a. (2009), Kleine und mittelgroße Unternehmen im Fokus: FuE-Aktivitäten, Wirtschaftsstruktur, Ausbildungsanstrengungen und Nachfrage nach Hochqualifizierten. Studien zum deutschen Innovationssystem 11-2009, NIW, Wistat, HIS, BiBB, Hannover, Essen, Bonn.
- Gehrke, B., H. Legler (2001), Innovationspotenziale deutscher Regionen im europäischen Vergleich, Berlin.
- Gehrke, B., H. Legler, U. Schasse, A. Cordes (2009), Adäquate quantitative Erfassung wissensintensiver Dienstleistungen. Studien zum deutschen Innovationssystem 13-2009, NIW, Hannover.
- Gehrke, B., H. Legler, U. Schasse, Grenzmann, Ch. und B. Kreuels (2010), Regionale Verteilung von Innovationspotenzialen in Deutschland, Studien zum deutschen Innovationssystem 3-2010, NIW, Wistat, Hannover, Essen.
- Gehrke, B. Schasse, U. (2011), Sektorstrukturen der FuE-Aktivitäten im internationalen Vergleich, in: Vierteljahreshefte für Wirtschaftsforschung 3.2011, DIW Berlin, S. 89-109.
- Grenzmann, Ch. (2004a), Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft – Die FuE-Statistik des Wirtschaftssektors, in: H. Legler, Ch. Grenzmann (Hrsg.), Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik 13, S. 7-18, Essen.
- Grenzmann, Ch. (2004b), Globale FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Spiegel der Statistik, in: H. Legler, Ch. Grenzmann (Hrsg.), Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik 13, S. 65-78, Essen.
- Greulich, M. (2001), Die Homogenität ausgewählter Wirtschaftszweige der NACE Rev. 1, in: Wirtschaft und Statistik, Heft 8, S. 615-632.
- Grömling, M., K. Lichtblau, I. Stolte (2000), Preussag Dienstleistungsreport 2000, Köln.
- Grupp, H., H. Legler (1987), Spitzentechnik, Gebrauchstechnik, Innovationspotential und Preise. Trends, Positionen und Spezialisierung der westdeutschen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb, Köln.

- Hall, B.H., J. Mairesse, P. Mohnen (2010), Measuring the Returns to R&D, UNU-MERIT Working Papers #2010-006, United Nations University – Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology, Maastricht.
- Heidenreich, A. M., Wimmers, S. (2007), DIHK-Innovationsreport 2007, Berlin.
- Jirjahn, U., K. Kraft (2011), Do Spillovers Stimulate Incremental or Drastic Product Innovations? Evidence from German Establishment Data, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 73, 4 (2011), 509-538.
- Kladroba, A., Ch. Grenzmann, B. Kreuels (2010), FuE-Datenreport 2010, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft. Bericht über die FuE-Erhebungen 2007 und 2008, Wistat, Essen.
- Kladroba, A., G. Stenke (2011), Wie krisenfest ist Forschung und Entwicklung? Auswirkungen der Wirtschafts- und Finanzkrise 2009 auf die FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft, in: Vierteljahreshefte für Wirtschaftsforschung 3.2011, DIW Berlin, S. 55-71.
- Klodt, H., R. Maurer, A. Schimmelpfennig (1997), Tertiärisierung der deutschen Wirtschaft, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Knott, A. M., Posen, H., Wu, B. (2009), Spillover asymmetry and why it matters, Management Science, 55, 373-388.
- Konzack, T., C. Herrmann-Koitz, H. Soder (2011), Wachstumsdynamik und strukturelle Veränderungen der FuE-Potenziale im Wirtschaftssektor Ostdeutschlands und der neuen Bundesländer, FuE-Daten 2007 bis 2010, EuroNorm Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovationsmanagement mbH, Berlin.
- Lachenmaier, S. (2007), Effects of Innovation on Firm Performance. Ifo Beitrag zur Wirtschaftsforschung 28, München.
- Legler, H., H. Belitz, Ch. Grenzmann, B. Gehrke (2008), Forschungslandschaft Deutschland. Materialien zur Wissenschaftsstatistik Heft 16, Essen.
- Legler, H., R. Frietsch (2006), Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft – forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006). Studien zum deutschen Innovationssystem 22-2007, NIW, ISI, Hannover, Karlsruhe.
- Legler, H., O. Krawczyk (2006), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem 8-2007, NIW, Hannover.
- Legler, H., O. Krawczyk (2009), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem 1-2009, NIW, Hannover.
- Legler, H., U. Schasse, Ch. Grenzmann, A. Kladroba, B. Kreuels (2010), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft – eine strukturelle Langfristbetrachtung, Studien zum deutschen Innovationssystem 2-2010, NIW, Wistat, Hannover, Essen.
- Leszczensky, M., R. Frietsch, B. Gehrke, R. Helmrich (2009), Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit. HIS Forum Hochschule 6, Hannover, Berlin, Karlsruhe.
- Leszczensky, M., A. Cordes (2012), Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Studien zum deutschen Innovationssystem 1-2012, HIS und NIW, Hannover.
- Licht, G., H. Legler, U. Schmoch u. a. (2007), Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007, Hrsg. BMBF, Berlin.
- Müller, B., D. Höwer (2011), High-Tech Gründungen in Deutschland 2011, ZEW, Mannheim.

- Müller, B., Ch. Rammer, S. Gottschalk (2012), Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2010, Gründungen und Schließungen von Unternehmen – Internationaler Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem 7-2012, ZEW, Mannheim.
- National Science Board (2012), Science and Engineering Indicators 2012, Arlington VA.
- Niefert, M., V. Zimmermann (2009), Die Dynamik im Innovationsverhalten kleiner und mittlerer Unternehmen, in: KfW, Creditreform, IfM, RWI, ZEW (Hrsg.), Deutsche Wirtschaft in der Rezession – Talfahrt auch im Mittelstand, Mittelstandsmonitor 2009, Frankfurt/Main, 107-133.
- Nooteboom, B., E. Stam (2008), Micro-foundations for Innovation Policy, Amsterdam: Amsterdam University Press.
- OECD (2000), Science, Technology and Industry Outlook – Science and Innovation, Paris.
- OECD (2002), Frascati Manual 2002 – The Measurement of Scientific and Technological Activities, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, Paris.
- OECD (2009, 2011), Science, Technology and Industry Scoreboard, Paris.
- OECD (2010), Science, Technology and Industry Outlook, Paris.
- Penzkofer, H. (2004), ifo Innovationstest, in: Goldrian, G. (Hrsg.), Handbuch der umfragebasierten Konjunkturforschung, ifo Beiträge zur Wirtschaftsforschung 15, ifo Institut für Wirtschaftsforschung, München.
- Penzkofer, H., Schmalholz, H. (2009), Innovationskraft der sächsischen Industrie hilft bei der Krisenbewältigung, in: ifo Dresden berichtet 5/2009, S. 30-39.
- Peters, B., G. Licht, D. Crass, Kladroba, A. (2009), Soziale Erträge der FuE-Tätigkeit in Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem 15-2009, ZEW, Wistat, Mannheim, Essen.
- Pfeiffer, F., M. Falk (1999), Der Faktor Humankapital in der Volkswirtschaft. Berufliche Spezialisierung und technologische Leistungsfähigkeit, Schriftenreihe des ZEW, Bd. 35, Baden-Baden.
- Rammer, Ch. (2007), Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2005: Aktuelle Entwicklungen – Öffentliche Förderung – Innovationskooperationen – Schutzmaßnahmen für geistiges Eigentum. Studien zum deutschen Innovationssystem 13-2007, ZEW, Mannheim.
- Rammer, Ch., H. Binz (2006), Zur Förderung von FuE in der Wirtschaft durch den Staat, in: H. Legler, Ch. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 131-142, Essen.
- Rammer, Ch., K. Blind u. a. (2007), Schwerpunktbericht des ZEW und des ISI zur Innovationserhebung 2005 an das BMBF, Mannheim, Karlsruhe.
- Rammer, Ch., B. Aschhoff u. a. (2011), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2010, ZEW und Fraunhofer ISI, Mannheim, Karlsruhe.
- Rammer, Ch., B. Aschhoff u. a. (2012), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2011, ZEW und Fraunhofer ISI, Mannheim, Karlsruhe.
- Rammer, Ch., Ch. Grenzmann, H. Penzkofer, A. Stephan (2004), FuE- und Innovationsverhalten von KMU und Großunternehmen unter dem Einfluss der Konjunktur. Studien zum deutschen Innovationssystem 22-2004, ZEW, ifo, Wistat, DIW, Mannheim, München, Essen, Berlin.
- Rammer, Ch., Ch. Köhler u. a. (2011), Innovationen ohne Forschung und Entwicklung. Studien zum deutschen Innovationssystem 15-2011, ZEW und Fraunhofer ISI, Mannheim, Karlsruhe.
- Rammer, Ch., Ch. Köhler (2012), Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2010, Aktuelle Entwicklungen – Innovationsausgaben und andere Investitionen. Studien zum deutschen Innovationssystem 6-2012, ZEW, Mannheim.

- Rammer, Ch., H. Legler u. a. (2009), Innovationsmotor Chemie 2009. FuE-Potenziale und Standortwettbewerb. Studie des ZEW und NIW im Auftrag des VCI, Mannheim, Hannover.
- Rammer, Ch., A. Pesau (2011): Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2009. Aktuelle Entwicklungen – Bundesländerunterschiede – internationaler Vergleich. Studie zum deutschen Innovationssystem, 7-2011. ZEW, Mannheim.
- Rammer, Ch., A. Spielkamp (2006), FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen, in: H. Legler, Ch. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 83-102, Essen.
- Reinhard, M. (2000), Absorptionsfähigkeit von Unternehmen. Theorie und Empirie in der Literatur, in: Schmoch, U., G. Licht, M. Reinhard (Hrsg.), Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart, S. 243-258.
- Reinhard, M. (2002), FuE-Dienstleistungen in Deutschland. Paper für den Bericht „zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2001“, BMBF, Bonn.
- Revermann, Ch. (2004), FuE-Erhebung und Kostenstrukturerhebung – Methodische Unterschiede und deren Auswirkungen, in: H. Legler, Ch. Grenzmann (Hrsg.), Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik 13, S. 19-28, Essen.
- Revermann, Ch., H.-F. Haug (2003), Vergleich der FuE-Daten 1999 bei ausgewählten Unternehmen, in: Wistat (Hrsg.), FuE-Info 2, S. 10-14.
- Revermann, Ch., J. Wudtke (1997), Forschungsschwerpunkte der KMU 1995 in Spitzentechnik und höherwertiger Technik, in: FuE-Info des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft 2, S. 2-5.
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2011), Verantwortung für Europa wahrnehmen, Jahresgutachten 2011/2012, Wiesbaden.
- Schasse, U. (1998), Bestimmungsgründe des Innovationsverhaltens von Industriebetrieben – Empirische Analysen auf der Basis von Betriebsdaten aus dem Hannoveraner Firmenpanel, in: Gerlach, K., O. Hübler und W. Meyer (Hrsg.), Ökonometrische Analysen betrieblicher Strukturen und Entwicklungen – Das Hannoveraner Firmenpanel –, Frankfurt/New York, S. 230-252.
- Schasse, U., O. Krawczyk, B. Gehrke, G. Stenke, A. Kladroba (2011), FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem 2-2011, NIW, Wistat, Hannover, Essen.
- Schmoch, U., G. Licht, M. Reinhard u. a. (Hrsg.) (2000), Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart.
- Schmoch, U., Ch. Rammer, H. Legler (Hrsg.) (2006), National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies, Dordrecht.
- Spengel, Ch. (2009), Steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) in Deutschland, Berlin und Heidelberg.
- Spielkamp, A., Rammer, Ch. (2009), Financing of Innovation – Thresholds and Options, in Management & Marketing, Vol. 4, No. 2, S. 3-18.
- Statistisches Bundesamt (2008), Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008, Wiesbaden.
- 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.

- Deutsche Telekom Stiftung und Bundesverband der Deutschen Industrie, Hrsg. (2011), Innovationsindikator 2011, Bonn und Berlin.
- Voßkamp, R., J. Schmidt-Ehmcke (2006), FuE in der Wirtschaft – Auswirkungen auf Produktivität und Wachstum, in: H. Legler, Ch. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wirtschaftsstatistik, Heft 15, S. 7-18.
- Wirtschaftsstatistik (2011), FuE-Erhebung 2010 – die wichtigsten Ergebnisse, Pressekonferenz „FuE in der Wirtschaft“, Berlin 5.12.2011, Stifterverband für die deutsche Wissenschaft: [http://stifterverband.info/presse/pressemitteilungen/2011\\_12\\_05\\_forschung\\_und\\_entwicklung/fue\\_2011\\_presentation.pdf](http://stifterverband.info/presse/pressemitteilungen/2011_12_05_forschung_und_entwicklung/fue_2011_presentation.pdf).
- Zimmermann, (2010), Die Finanzierung von Innovationen in kleinen und mittleren Unternehmen, in: KfW, Creditreform, IfM, RWI, ZEW (Hrsg.), Konjunkturelle Stabilisierung im Mittelstand – aber viele Belastungsfaktoren bleiben, Mittelstandsmonitor 2010, Frankfurt/Main, 154-171.

## Anhang

**Tab. A.3.2.1: FuE-Beteiligung und FuE-Personalintensität der Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Verarbeitenden Gewerbe 2009**

Wirtschaftszweig (WZ 2008)	Anteil forschender Unternehmen in %						Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten in %					
	insg.	Beschäftigtengrößenklasse					insg.	Beschäftigtengrößenklasse				
		<100	100 bis <250	250 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr		<100	100 bis <250	250 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr
Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	22	18	25	38	47	76	4,7**	1,4	1,6	2,2	3,1	9,6
Bergbau, Steine/Erden	8	5	13	43	75	33	0,2		0,4		0,1	
H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken	4	2	5	10	22	44	0,4	0,1	0,1	0,3	0,4	1,3
H.v. Textilien, Bekleidung, Leder	21	21	19	39	21		1,2	*	*	*	*	*
H.v. Holzwaren, Papier, Pappe, Druckerz.	6	3	8	21	37		0,5	0,1	0,2	0,5	1,5	
Kokerei und Mineralölverarbeitung	37*	*	*	*	*		1,9	*	*	*	*	*
H.v. chemischen Erzeugnissen	46	45	39	52	51	71	6,9	3,9	2,9	3,3	4,3	10,3
H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	76	~100	40	49	58	~100	16,9	12,4	4,1	4,2	7,3	24,6
H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	17	12	22	38	42	76	2,2	0,5	0,8	1,6	2,6	6,2
H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, usw.	19	15	20	35	40	100	1,2	0,8	0,5	0,8	1,3	3,7
Metallerzeugung und -bearbeitung	19	6	22	43	39	67	1,7	0,3	0,4	0,9	0,8	2,8
H.v. Metallerzeugnissen	13	9	22	33	53	~100	1,2	0,5	0,7	0,8	1,9	4,7
H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erz.	95	~100	74	74	~100	~100	19,0	11,1	10,4	9,9	13,0	34,2
H.v. elektrischen Ausrüstungen	29	24	29	48	53	65	2,9	2,0	2,3	3,5	4,0	2,9
Maschinenbau	40	34	42	58	60	79	4,0	2,2	2,4	3,6	4,2	5,7
H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	25	11	23	41	47	89	11,8	0,9	2,1	2,9	3,7	14,1
Sonstiger Fahrzeugbau	39	32	30	28	91	95	10,1	1,6	1,4	1,8	3,3	13,6
Luft- und Raumfahrzeugbau	58*	*	*	*	*		15,3	*	*	*	*	*
Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschine	14	14	12	26	26	41	1,8	1,1	1,0	1,6	1,6	3,8

\*) keine Angabe aus Gründen der Vertraulichkeit. – \*\*) nur Verarbeitendes Gewerbe.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 2009). – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Tab. A.3.2.2: Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE nach Beschäftigtengrößenklassen 2008 im internationalen Vergleich**

Land	Anteil der Unternehmen, die ständig im eigenen Haus FuE betreiben an den Unternehmen insgesamt bzw. der Beschäftigtengrößenklasse in %			
	Insgesamt	10-49	50-249	250 o. mehr
Finnland	18,6	12,9	31,5	59,8
Deutschland	16,6	12,1	25,1	48,5
Belgien	15,5	11,3	27,4	51,9
Niederlande	14,2	10,7	25,3	38,7
Frankreich	12,5	8,5	23,7	42,6
Österreich	12,1	7,1	23,8	46,0
Schweden	11,9	8,9	18,9	42,9
Italien	10,7	7,8	28,1	43,0
Tschechische Republik	9,4	5,9	15,9	35,5
Spanien	7,7	5,4	16,4	40,0
Portugal	7,3	4,9	14,6	42,4
Polen	2,3	1,1	4,2	14,2

Quelle: Eurostat, Community Innovation Survey (CIS) 2008, Eurostat. – Berechnungen des NIW

**Tab. A.3.3.1: FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 1995 bis 2007 nach der nach der bis 2007 geltenden Wirtschaftsgliederung\***

Wirtschaftsgliederung	FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes***							FuE-Personal in % der Beschäftigten						
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
C Bergbau u. Gewinnung v. Steinen u. Erden	0,4	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2
10 Kohlenbergbau, Torfgewinnung	**	1,0	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
11 Erdöl-, -gasgewinnung	**	0,2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
12 Bergbau auf Uran- und Thoriumerze	**	0,0	**	**	**	**	**	**	0,0	**	**	**	**	**
13 Erzbergbau	**	0,0	**	**	**	**	**	**	0,0	**	**	**	**	**
1** Bergbau	**	**	**	0,6	**	**	**	**	**	**	0,1	**	**	**
14 Gew. v. Steine, Erden, sonst. Bergbau	**	0,3	**	0,5	**	**	**	**	0,3	**	0,3	**	**	**
DA Ernährungsgewerbe, Tabakverarbeitung	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
15 Ernährungsgewerbe	**	0,2	**	**	0,2	0,2	0,2	**	0,4	**	**	0,3	0,3	0,4
16 Tabakverarbeitung	**	0,5	**	**	0,8	0,9	1,1	**	1,5	**	**	1,8	1,9	1,8
17 Textilgewerbe	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,6	0,8	0,8	1,1
18 Bekleidungsindustrie	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8
DC Ledergewerbe	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7	0,8	0,3
DD Holzgewerbe (o. H. v. Möbeln)	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
21 Papiergewerbe	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
22 Verlagsgewerbe usw.	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,4
DF Kokerei, Mineralölverarbeitung, H. u. V. v. Spalt-u. Brutst.	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	2,7	3,3	1,9	2,5	1,2	1,6	1,6
23.1/2 Kokerei, Mineralölverarbeitung	0,4	**	**	**	**	**	**	2,2	**	**	**	**	**	**
23.3 H. u. V. v. Spalt- u. Brutstoffen	14,3	**	**	**	**	**	**	34,7	**	**	**	**	**	**
24.1 H. v. Chemischen Grundstoffen	6,7	5,6	6,0	5,3	6,7	3,8	3,6	11,2	9,3	10,0	9,3	9,6	8,5	9,8
24.2 H. v. Schädlingsbek.- u. Pflanzenschutzmitteln	**	13,3	**	26,4	**	21,0	18,4	**	19,3	15,1	17,0	**	25,7	27,0
24.3 H. v. Anstrichmitteln, Druckfarben u. Kitten	2,2	2,2	2,0	1,9	2,5	2,2	2,1	5,3	5,2	4,3	4,0	4,8	4,4	5,3
24.4 H. v. Pharmazeutischen Erzeugnissen	10,6	14,7	15,1	16,1	18,9	16,3	13,9	11,9	15,9	13,9	14,4	14,8	14,6	14,4
24.5 H. v. Wasch-, Reinigungs- u. Körperpflegemitteln	**	1,4	1,2	1,9	2,3	2,1	1,3	2,1	2,5	2,3	3,0	3,7	3,1	2,5
24.6 H. v. Sonst. Chemischen Erzeugnissen	3,9	4,9	5,0	5,1	3,2	2,9	2,6	7,5	8,5	8,1	7,2	5,8	6,0	5,4
24.7 H. v. Chemiefasern	**	1,2	**	0,9	0,5	0,3	0,4	**	1,8	1,2	1,3	0,6	0,7	1,1
25.1 H. v. Gummiwaren	2,1	2,0	2,5	3,0	2,7	3,0	3,9	2,5	2,5	3,2	3,4	3,5	3,8	5,5
25.2 H. v. Kunststoffwaren	0,7	1,0	1,2	0,9	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	1,5	1,1	1,3	1,5	1,4
26 Glasgewerbe, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	0,8	0,8	1,0	1,2	1,1	0,9	0,6	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1
27.1-3 Erz. v. Roheisen, Stahl- u. Ferrolegierungen usw.	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	1,4	1,5
27.1 E. v. Roheisen, Stahl, Ferrolegierungen	**	0,5	**	0,5	0,5	0,5	0,4	**	0,9	**	0,7	0,8	1,5	1,6
27.2 H. v. Rohren	**	0,4	**	0,5	0,6	1,2	0,9	**	0,6	**	0,8	0,8	1,6	1,4
27.3 sonst. Bearbeitung von Eisen, Stahl	**	0,6	**	0,6	0,7	0,5	0,6	**	1,6	**	1,1	1,2	1,1	1,4
27.4-5 Erz. u. Bearb. v. NE-Metallen, Gießereien	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9
27.4 NE-Metallerzeugung	**	0,6	**	0,5	0,5	0,4	0,3	**	1,3	**	1,2	1,1	1,1	1,2
27.5 Gießereiindustrie	**	0,5	**	0,6	0,7	0,8	0,5	**	0,4	**	0,5	0,5	0,7	0,6
28.1 Stahl- u. Leichtmetallbau	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
28.2 Kessel- u. Behälterbau (o. H. v. Dampfkesseln)	1,3	1,4	1,4	1,9	1,1	1,1	1,4	1,4	1,6	1,6	2,2	1,4	1,5	1,9
28.3 H. v. Dampfkesseln (o. Zentralheizungskessel)	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
28.4 H. v. Schmiede-, Preß-, Zieh- u. Stanzteilen	0,5	0,8	0,9	1,0	0,9	0,6	0,6	0,7	1,1	1,2	1,3	1,0	0,7	0,9
28.5 Oberflächenveredlg., Wärmebehälter u. Mechanik a.n.g.	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,4	0,3	0,4	0,5
28.6 H. v. Schneidwaren, Werkzeugen, Schlössern u. Beschl.	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	1,2	1,3	1,2	1,3	1,6	1,6	2,2	1,3	1,6
28.7 H. v. Sonstigen Eisen-, Blech- u. Metallwaren	0,6	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	0,8	1,0	1,5	1,2	1,2	1,3	1,4
29.1 H. v. Maschinen für die Erz. u. Nutz. Mech. Energie	3,6	3,8	4,3	2,3	2,6	2,3	2,1	4,5	4,8	5,2	2,4	2,9	2,9	3,2
29.2 H. v. Sonstigen Maschinen für un spez. Verwendung	2,2	2,0	1,8	2,3	2,5	1,8	1,7	2,8	2,8	2,5	3,0	3,3	2,6	2,7
29.3 H. v. Land- u. forstwirtschaftlichen Maschinen	3,4	3,7	4,0	3,4	3,5	3,3	3,1	5,9	6,7	7,1	6,2	7,0	7,4	8,0
29.4 H. v. Werkzeugmaschinen	2,4	2,7	2,4	3,5	3,2	2,9	2,6	3,5	3,8	3,1	4,8	3,7	4,0	4,4
29.5 H. v. Maschinen für sonst. bestimmte Wirtschaftszweige	3,3	3,1	3,2	3,6	3,3	3,9	3,8	4,3	4,8	4,3	4,7	4,2	5,2	5,7
29.6 H. v. Waffen u. Munition	6,7	2,4	3,5	3,7	4,7	7,7	6,4	5,0	2,6	4,6	4,3	6,7	8,8	9,5
29.7 H. v. Haushaltsgeräten a.n.g.	1,2	1,3	1,3	1,3	1,6	2,3	2,4	1,9	2,1	2,1	2,3	2,4	3,0	3,6

Fortsetzung

**noch Tab. A.3.3.1: FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 1995 bis 2007 nach der bis 2007 geltenden Wirtschaftsgliederung\***

Wirtschaftsgliederung	FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes***							FuE-Personal in % der Beschäftigten						
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
30 H. v. Büromaschinen, DV-Geräten u. -Einrichtungen	11,8	7,5	6,5	5,1	6,0	5,9	7,4	16,9	12,5	15,5	11,6	10,9	11,9	15,0
31.1 H. v. Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	3,0	3,3	3,1	2,3	2,0	1,4	1,5	3,2	3,6	3,5	2,9	2,4	2,3	2,4
31.2 H. v. Eilt-Verteilungs- u. -schalteinrichtungen	3,5	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	1,1	4,3	1,1	1,4	1,7	1,5	1,6	1,8
31.3 H. v. isolierten Eilt-Kabeln, -leitungen u. -drähten	0,8	0,9	1,1	0,8	0,8	1,3	1,0	1,2	1,5	1,5	1,6	1,3	2,4	2,0
31.4 H. v. Akkumulatoren, Batterien	2,9	3,5	2,9	2,1	2,6	1,8	1,8	3,2	4,7	4,5	3,2	4,0	4,2	5,4
31.5 H. v. elektrischen Lampen u. Leuchten	4,0	5,6	5,3	6,6	8,7	9,2	8,7	6,1	8,3	7,8	8,8	9,7	9,6	10,1
31.6 H. v. elektrischen Ausrüstungen a.n.g.	1,3	1,6	1,5	1,6	1,8	1,8	1,7	1,9	2,7	2,8	2,8	2,6	2,9	3,1
32.1 H. v. Elektronischen Bauelementen	15,1	20,7	12,9	7,6	7,3	7,4	5,5	18,5	29,2	26,0	15,4	15,1	15,7	13,8
32.2 H. v. Nachrichtentechnischen Geräten u. Einrichtungen.	31,6	26,1	30,5	25,5	24,5	24,0	12,9	32,0	39,7	40,2	47,8	35,2	42,4	25,5
32.3 H. v. Rundfunk-, Fernseh-, Phono- u. Videogeräten	2,8	3,3	3,1	4,1	4,4	3,4	5,5	4,1	4,6	4,5	6,5	6,3	5,4	8,2
33.1 H. v. Medizin. Geräten u. orthopäd. Vorrichtungen	7,9	7,5	7,0	8,2	8,6	7,1	7,2	5,8	7,1	6,3	8,1	7,9	5,9	6,5
33.2 H. v. Meß-, Kontr., Navigations- u. ähnl. Instr.u. Vorr.	7,6	6,3	6,7	10,3	11,9	13,0	13,8	9,3	8,3	8,8	13,7	13,4	14,2	15,8
33.3 H. v. Industriellen Prozesssteuerungsanlagen	33,8	31,3	23,2	25,1	21,5	21,2	20,0	66,0	46,5	37,3	35,6	28,3	25,1	23,5
33.4 H. v. Optischen u. fotografischen Geräten	9,1	6,7	7,2	7,5	6,2	9,2	7,4	6,9	6,6	7,4	6,7	6,0	9,4	9,1
33.5 H. v. Uhren	1,9	2,9	1,4	1,6	1,1	2,4	1,2	1,6	1,8	1,8	2,2	1,5	3,3	1,8
34 H. v. Kraftwagen u. Kraftwagenteilen	5,9	5,9	6,7	6,7	7,4	6,4	5,9	7,4	7,9	8,9	8,8	9,7	10,2	10,0
34.1 Herst.v.Kraftwagen u. Kraftwagenmotoren	**	**	6,9	6,8	7,5	6,2	5,7	**	**	9,2	9,0	9,9	10,5	10,8
34.2 Herst.v.Karosserien, Aufbauten und Anhängern	**	**	2,4	3,5	3,2	2,3	1,7	**	**	2,8	3,2	2,8	2,5	2,5
34.3 Herst.v.Teilen und Zubehör für Kraftwagen	**	**	6,7	6,8	7,9	7,4	7,0	**	**	9,3	9,1	10,1	10,4	10,5
35.1 Schiffbau	1,6	1,6	1,0	0,8	1,2	0,9	1,1	2,4	2,4	1,3	1,2	2,2	1,9	1,6
35.2 Bahnindustrie	6,0	11,9	8,2	7,0	3,7	3,3	3,2	12,7	15,5	10,4	9,9	5,4	5,7	4,6
35.3 Luft- u. Raumfahrzeugbau	31,7	27,8	20,0	12,4	15,8	14,7	13,2	22,0	26,7	22,1	13,8	13,6	14,8	11,9
35.4 H. v. Kraffrädern, Fahrrädern u. Behindertenfahrzeugen	1,1	1,2	0,6	0,7	0,7	1,2	1,1	1,8	2,5	**	1,7	1,7	2,1	1,8
35.5 Fahrzeugbau a.n.g.	0,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	0,7	**	0,0	0,0	0,0	0,8
36 H. v. Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten usw.	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,1	1,2
36.1 H. v. Möbeln	**	0,5	**	**	0,7	0,5	0,6	**	1,2	**	**	0,9	0,8	1,0
36.2-6 MUSS-Waren	**	1,1	**	**	0,8	1,6	1,4	**	0,1	**	**	1,0	1,7	1,8
37 Recycling	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	1,4	1,0	1,0	0,5	0,3	0,3	0,5
Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	3,2	3,2	3,5	3,6	3,8	3,5	3,2	3,9	4,1	4,2	4,2	4,2	4,4	4,5

\*) bis 2001: WZ 93, ab 2003: WZ-2003. Bei FuE ergeben sich keine Unterschiede bei Anwendung von WZ 2003 und WZ 93. – \*\*) keine Angabe aus Gründen der Vertraulichkeit. – \*\*\*) Umsatz aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung für das NIW. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3 (1995 bis 2007) sowie unveröffentlichte Unterlagen zu Umsätzen und Beschäftigten der Unternehmen. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Tab. A.3.3.2: FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2007 und 2009 nach der Wirtschaftsgliederung\***

WZ 2008	Wirtschaftsgliederung	gesamte FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes*		interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes*		FuE-Personal in % der Beschäftigten	
		2007	2009	2007	2009	2007	2009
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
06	Gewinnung von Erdöl und Erdgas		0,1		0,1		
07	Erzbergbau					51,0	
08	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau		0,1		0,1	0,4	0,2
09	Dienstleistungen f. Bergbau u. Gewinnung v. Steinen u. Erden					0,3	
10-12	H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln		0,3		0,2	0,4	0,3
11	Getränkeherstellung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
12	Tabakverarbeitung	1,2	1,2	1,2	1,2	2,0	2,1
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	0,7	0,8	0,7	0,7	0,9	1,0
13	H.v. Textilien	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9
14	H.v. Bekleidung	0,5	0,9	0,4	0,8	0,9	1,6
15	H.v. Leder, Lederwaren und Schuhen	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
16	H.v. Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2
17	H.v. Papier, Pappe und Waren daraus	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5
18	H.v. Druckerz., Vervielf. gespielter Ton-, Bild- u. Datentr.	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,3	0,4	0,3	0,4	2,0	
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	3,3	4,0	3,0	3,5	6,9	6,8
20.1	H. v. chem. Grundstoffen, Düngemitteln u. Stickstoffverbindg.	3,3	3,5	3,0	3,1	8,3	7,0
20.2	H. v. Schädlingsbek., Pflanzenschutz- u. Desinfekt.mitteln	78,3	73,4	70,3	67,2	55,6	18,8
20.3	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kittens	2,3	2,7	2,2	2,6	5,5	5,3
20.4	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflege	1,5	1,6	1,2	1,2	2,7	2,6
20.5	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen	2,8	5,2	2,4	4,8	5,0	10,0
20.6	Herstellung von Chemiefasern	0,5	0,7	0,4	0,6	1,1	1,1
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	14,5	17,9	10,7	13,7	16,7	16,1
21.1	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen	28,4	27,4	18,0	21,7	22,0	20,2
21.2	H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen	14,2	17,6	10,5	13,5	16,5	15,9
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	1,3	1,5	1,2	1,4	1,7	1,8
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1,5	1,7	1,5	1,6	2,1	2,1
22.1	Herstellung von Gummiwaren	3,9	4,3	3,8	4,2	5,1	5,3
22.2	Herstellung von Kunststoffwaren	0,9	1,1	0,9	1,0	1,3	1,4
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0	1,1
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	0,6	1,0	0,6	0,9	1,0	1,1
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	0,4	0,9	0,4	0,8	1,1	1,6
24.1	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegerungen	0,4	0,9	0,3	0,8	1,5	1,8
24.2	H. v. Stahlrohren, Rohrform-, verschluss- u. verbgsstücken	0,8	1,6	0,7	1,4	1,4	3,5
24.3	Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl	0,0	0,7	0,4	0,6	1,1	1,3
24.4	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	0,4	0,9	0,3	0,7	1,2	1,9
24.5	Gießereien	0,5	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5
25	H.v. Metallerzeugnissen	0,9	1,1	0,7	1,0	0,9	0,9
25.1	Stahl- und Leichtmetallbau	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4
25.2	H. v. Metalltanks u. -behältern, von Heizkörpern u. -kesseln	1,4	2,2	1,1	1,9	2,3	2,2
25.3	Herstellung von Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)	0,2	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5
25.4	H.v. Waffen und Munition	7,6	7,7	6,3	6,1	12,0	9,8
25.5	H. v. Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen	0,5	0,5	0,5	0,4	0,8	0,5
25.6	Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung; Mechanik	0,4	0,6	0,4	0,5	0,3	0,3
25.7	H. v. Schneidwaren, Werkz u. Schössern aus unedlen Metallen	1,2	1,6	1,1	1,4	1,3	1,4
25.9	Herstellung von sonstigen Metallwaren	1,0	1,3	0,9	1,2	1,2	1,5

\*) Umsatz aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern.

FuE-Personal in % der Beschäftigten: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Unternehmen nach Unternehmensregister Berichtsjahr 2009, Registerstand 30.4.2011.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung für das NIW. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**noch Tab. A.3.3.2: FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2007 und 2009 nach der Wirtschaftsgliederung\***

Wirtschaftsgliederung		gesamte FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes*		FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes*		FuE-Personal in % der Beschäftigten	
		2007	2009	2007	2009	2007	2009
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	12,0	14,2	9,6	12,1	16,8	17,1
26.1	H.v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten	6,0	6,8	5,6	6,2	12,2	12,1
26.2	H.v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	12,7	21,9	12,1	20,6	22,9	24,4
26.3	H.v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	21,3	21,5	15,5	18,6	37,2	33,1
26.4	H.v. Geräten der Unterhaltungselektronik	8,6		8,3		12,3	12,7
26.5	H.v. Mess-, Kontroll-, Navi- u. ä. Instrumenten; H.v. Uhren	13,9	17,9	10,6	14,7	14,1	15,4
26.6	H.v. Bestrahlungs-, Elektrotherapie- und elektromed. Geräten	27,6	28,1	16,5	20,5	25,4	32,7
26.7	H.v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten	9,1	11,1	7,2	9,5	8,7	11,0
26.8	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern	1,1		1,1		1,8	3,1
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	1,8	1,8	1,6	1,7	2,8	2,8
27.1	H. v. Elektrom., Gener., Transformatoren, elek. Verteilern.	1,4	1,5	1,3	1,4	2,5	2,5
27.2	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren	1,8	2,9	1,8	2,9	4,6	5,3
27.3	H. v. Kabeln und elektrischem Installationsmaterial	0,4	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6
27.4	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	7,0	5,1	5,8	4,8	8,1	6,1
27.5	Herstellung von Haushaltsgeräten	2,5	2,9	2,3	2,6	3,8	3,9
27.9	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten	1,8	2,3	1,7	2,1	2,9	3,5
28	Maschinenbau	2,4	3,2	2,2	2,9	3,8	3,7
28.1	H. v. nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen	1,5	2,3	1,4	2,0	2,4	2,4
28.2	H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen	1,7	2,1	1,6	2,0	2,6	2,6
28.3	H. v. Land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	2,5	4,0	2,3	3,6	7,4	7,8
28.4	H. v. Werkzeugmaschinen	3,1	4,0	2,8	3,7	5,1	4,8
28.9	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	3,9	5,1	3,7	4,7	5,8	5,8
29-30	Fahrzeugbau	6,6	8,9	5,0	6,5	10,8	11,2
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	6,3	8,8	4,7	6,4	10,9	11,5
29.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	5,9	8,3	4,1	5,5	10,6	10,8
29.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	1,8	0,4	0,9	0,3	2,2	0,5
29.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen	8,6	11,6	7,9	10,5	13,0	14,6
30	Sonstiger Fahrzeugbau	10,0	10,0	7,5	6,8	9,7	9,2
30.1	Schiff- und Bootsbau	1,1	1,6	1,0	1,5	1,8	2,9
30.2	Schienenfahrzeugbau	3,9	1,5	3,8	1,2	7,1	2,6
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	15,2	14,9	11,2	10,1	14,6	14,4
30.4	H.v. militärischen Kampffahrzeugen					0,0	3,2
30.9	Herstellung von Fahrzeugen a.n.g.					1,6	1,4
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	1,8	2,3	1,4	1,9	1,6	1,4
31	H.v. Möbeln	0,8	0,4	0,7	0,3	0,9	0,4
32	H.v. sonstigen Waren	2,4	3,2	2,1	2,7	1,9	1,9
32.1	Herstellung von Münzen, Schmuck und ähnlichen Erzeugnissen		0,3		0,3	0,4	0,2
32.2	Herstellung von Musikinstrumenten		1,2		1,2	0,7	0,9
32.3	Herstellung von Sportgeräten		1,4		1,2	1,3	1,3
32.4	Herstellung von Spielwaren		0,7		0,6	2,6	0,7
32.5	H.v. med. und zahnmed. Apparaten und Materialien	2,8	4,1	2,5	3,5	2,1	2,3
32.9	Herstellung von Erzeugnissen a.n.g.	0,0	1,4	0,0	1,3	1,8	1,4
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	2,2	2,9	1,5	2,3	1,7	1,5
33.1	Reparatur von Metallerzeugnissen, Maschinen und Ausrüstungen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
33.2	Installation von Maschinen und Ausrüstungen	5,1	6,8	3,6	5,4	4,1	3,6
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	3,4	4,2	2,7	3,4	4,2	4,3
B+C	Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	3,3	4,2	2,7	3,3	4,2	4,2

\*) Umsatz aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern.

FuE-Personal in % der Beschäftigten: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Unternehmen nach Unternehmensregister Berichtsjahr 2009, Registerstand 30.4.2011.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung für das NIW. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Tab. A.3.5.1: FuE-Personal in Dienstleistungsunternehmen 2007 und 2009 nach der Wirtschaftsgliederung**

WZ 2008	Wirtschaftsgliederung	Anteil am gesamten FuE-Personal in %		FuE-Personal in % der Beschäftigten <sup>1</sup>	
		2007	2009	2007	2009
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	0,4	0,4		
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,1	0,0	0,2	0,2
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	86,2	82,6	4,2	4,3
D, E, F	übriges Produzierendes Gewerbe	0,4	0,5	0,1	0,1
	Dienstleistungsunternehmen	11,9	15,3	0,2	0,3
G 45-47	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	0,4	0,6	0,0	0,1
J 58-63	Information und Kommunikation	4,9	6,6	1,9	2,6
58	Verlagswesen	0,1	0,1	0,1	0,3
61	Telekommunikation	0,5	1,5	1,2	3,9
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	4,1	4,8	3,4	3,8
63	Informationsdienstleistungen	0,2	0,2	1,0	0,9
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,5	0,6	0,1	0,2
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	6,6	8,3	1,3	1,6
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	2,3	3,3	2,0	2,9
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	4,2	4,5	8,5	8,5
	übrige freiberufliche, wissenschaftl. und techn. Dienstleist.	0,1	0,5	0,0	0,2
49-53,68,77-99	übrige Dienstleistungen	0,6	0,3	0,0	0,0
	Gemeinschaftsforschung	1,0	1,1		
	Wirtschaft insgesamt	100,0	100,0	1,3 <sup>2</sup>	1,3 <sup>2</sup>

1) Anteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Unternehmen des jeweiligen Wirtschaftszweigs gemäß Unternehmensregister Berichtsjahr 2009, Registerstand 30.4.2011

2) Ohne Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung für das NIW. – Statistisches Bundesamt, Unternehmensregister – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Tab. A.3.7.1: FuE-Personalintensität<sup>1)</sup> im Wirtschaftssektor nach Bundesländern  
1995 bis 2009**

Bundesland	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009
Baden-Württemberg	129	132	135	137	142	150	157	158
Bayern	104	104	115	122	116	119	110	114
Berlin	59	69	76	87	69	60	54	60
Brandenburg	21	21	20	17	12	12	15	15
Bremen	108	80	71	75	79	58	58	59
Hamburg	83	85	70	57	69	67	70	75
Hessen	100	97	123	106	100	100	113	115
Mecklenburg-Vorpommern	10	8	7	7	10	10	14	20
Niedersachsen	50	51	59	64	60	59	64	61
Nordrhein-Westfalen	56	53	54	52	49	49	54	57
Rheinland-Pfalz	69	70	76	61	58	51	58	62
Saarland	17	16	18	18	20	18	26	28
Sachsen	42	48	49	48	41	42	50	49
Sachsen-Anhalt	23	22	18	14	13	15	17	20
Schleswig-Holstein	24	25	21	25	22	23	25	27
Thüringen	34	37	35	41	37	40	41	44
Deutschland	71	71	76	76	73	74	77	80
ostdeutsche Länder	35	39	39	41	34	33	36	38
westdeutsche Länder	81	81	87	86	84	85	88	90
nordwestdeutsche Länder*	54	52	53	53	51	51	55	56
südwestdeutsche Länder**	105	105	115	114	112	115	117	120

1) FuE-Personal (VZÄ) im Wirtschaftssektor je 10000 Erwerbspersonen

\*) Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein.

\*\*) Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Abkürzungsverzeichnis**

\$	US-Dollar
%	Prozent
€	Euro
a. n. g.	anderweitig nicht genannt
Abb.	Abbildung
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
ANBERD	Analytical Business Expenditure on Research and Development
AUS	Australien
AUT	Österreich
BEL	Belgien
BiBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BUL	Bulgarien
CAN	Kanada
CHN	China
CIS	Community Innovation Survey
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CZE	Tschechische Republik
DEN	Dänemark
Destatis	Statistisches Bundesamt
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DV	Datenverarbeitung
E. v.	Erzeugung von
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
Erz.	Erzeugung
ESA	European Space Agency
ESP	Spanien
EU	Europäische Union
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft
FhG-ISI, Fraunhofer ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
FS	Fachserie
FuE	Forschung und experimentelle Entwicklung
G12	12 größte Industrieländer
GBR	Großbritannien und Nordirland
GER	Deutschland
Ger.	Geräte
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
Gew.	Gewinnung
GRE	Griechenland
H. u. V. v.	Herstellung und Verarbeitung von
H. v.	Herstellung von
HIS	Hochschulinformationssystem
HUN	Ungarn
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IfG	Institute für Gemeinschaftsforschung und experimentelle Entwicklung

---

IfM	Institut für Mittelstandsforschung
ifo	ifo-Institut für Wirtschaftsforschung
IRL	Republik Irland
ISI	siehe FhG-ISI
ISL	Island
ISR	Israel
ITA	Italien
IuK	Information und Kommunikation
JPN	Japan
k. A.	keine Angabe
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeuge
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
KOR	Republik Korea
KSE	Kostenstrukturerhebung
MEDI	Gruppe mitteleuropäischer Länder
MEX	Mexiko
Mio.	Million
MIP	Mannheimer Innovationspanel
Mrd.	Milliarde
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MSTI	Main Science & Technology Indicators
NED	Niederlande
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
NOR	Norwegen
NORD	Gruppe nordeuropäischer Länder
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
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
S&T	Science & Technology
s. o.	siehe oben
SIN	Singapur
SLO	Slowenien
STI	Science & Technology Indicators
StuDIS	Studie zum Deutschen Innovationssystem
SUED	Gruppe südeuropäischer Länder
SUI	Schweiz
SV	Stifterverband
SVK	Slowakische Republik
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
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
vgl.	vergleiche

---

VVC	Verband Vereine Creditreform
VZÄ	Vollzeitäquivalente
Wistat	Wissenschaftsstatistik gGmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
WZ	Klassifikation der Wirtschaftszweige
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand