

Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft - eine strukturelle Langfristbetrachtung

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

Christoph Grenzmann, Andreas Kladroba, Bernd Kreuels
(Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft)

Studie zum deutschen Innovationssystem

Nr. 2-2010

Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e. V
Königstraße 53, 30175 Hannover
www.niw.de

Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
Barkhovenallee 1, 45239 Essen
www.stifterverband.de

Januar 2010

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

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 2-2010

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle: Technische Universität Berlin, VWS 2, Müller-Breslau-Straße (Schleuseninsel), 10623 Berlin, www.e-fi.de

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der EFI oder 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. +49-511-12331639

Fax +49-511-12331655

Email: schasse@niw.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Verzeichnis der Tabellen im Anhang	V
1 Übersicht, Untersuchungsansatz und Datenlage	1
1.1 FuE in der Berichterstattung zu Forschung und Innovation	1
FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften	2
Die Themen im Einzelnen	7
1.2 FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft - Abgrenzung nach internationalen Konventionen	8
1.3 Datensituation	10
Die deutsche FuE-Statistik im Überblick	10
Methodische Erläuterungen zur deutschen FuE-Statistik	12
Erhebungsrhythmus	15
Einschränkungen der intertemporalen Vergleichbarkeit	15
Wichtiger Hinweis zur Aktualität der Untersuchung	16
2 FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft	17
2.1 FuE in der Wirtschaft – Einordnung gegenüber FuE in öffentlichen Einrichtungen	18
2.2 FuE in kleinen und mittelgroßen Unternehmen	19
Zur Rolle von Klein- und Mittelunternehmen im Innovationsprozess	19
Zur Verteilung des FuE-Kapazitäten auf Unternehmensgrößenklassen	25
Zur Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE	27
Fazit	31
2.3 FuE-Intensitäten im sektoralen Vergleich	32
Aktuelle FuE-Intensitäten in Deutschland	33
FuE-Vernetzung zwischen den Branchen	38
2.4 Staatliche Finanzierungsbeiträge und FuE-Intensität	40
2.5 Strukturwandel, Beschäftigungsentwicklung und FuE-Intensität	46
Bedeutung von FuE im Dienstleistungssektor	46
Industrie: Methode der Komponentenzerlegung	47
FuE-Intensivierung in den 80er Jahren und ihre Komponenten	49
FuE-Bedeutungsrückgang bis Mitte der 90er Jahre und seine Komponenten	50
FuE-Renaissance ab Mitte der 90er Jahre	51
Anpassung der FuE-Kapazitäten seit 2001	52
2.6 Zu den Kostenstrukturen bei FuE: Faktoreinsatz und Kooperationsverhalten	53
Interne FuE: Anlageinvestitionen und Personal	54
Externe FuE, FuE-Outsourcing und FuE-Kooperationen	57
3 Zusammenfassung, Konsequenzen und Ausblick	64
3.1 Zusammenfassung	64
3.2 Zu den mittelfristigen Aussichten	67
3.3 Zur aktuellen FuE-Entwicklung der deutschen Wirtschaft	70
4 Literaturverzeichnis	74
Anhang	80
Abkürzungsverzeichnis	83

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1.1:	Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern (G 12) 1994 bis 2008	3
Abb. 1.1.2:	Unternehmen nach Innovations- und FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2008 (in %).....	6
Abb. 2.1:	Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1981-2008.....	17
Abb. 2.2.1:	Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal der Unternehmen in Deutschland 1979 bis 2008	21
Abb. 2.2.2:	FuE-Intensität forschender Unternehmen in Deutschland 2007 nach Unternehmensgrößenklassen.....	22
Abb. 2.2.3:	Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE in Bergbau und Verarbeitendem Gewerbe sowie in wissensintensiven Dienstleistungen Deutschlands 1993-2008 nach dem MIP (in %)	29
Abb. 2.3.1:	FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 1995, 1999, 2003 und 2007	37
Abb. 2.4.1:	Staatliche FuE-Finanzierungsanteile bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1979 bis 2007 in %.....	41
Abb. 2.4.2:	Staatlicher Finanzierungsbeitrag zu den FuE-Gesamtaufwendungen in Deutschland 2007 nach Unternehmensgrößenklassen (in %).....	44
Abb. 2.6.1:	Bedeutung des akademischen FuE-Personals in Deutschland 2007 nach Unternehmensgrößenklassen.....	56
Abb. 2.6.2:	Anteil externer FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland 1979 bis 2008 an den FuE-Gesamtaufwendungen in %	58
Abb. 2.6.3:	Durchführung externer FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2007	60
Abb. 3.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1987-2010.....	68

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.2.1:	Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2007	20
Tab. 2.2.2:	FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung in Bergbau und Verarbeitender Industrie in Deutschland nach Unternehmensgrößenklassen 1995 bis 2007	21
Tab. 2.2.3:	FuE-Intensität von forschenden Unternehmen nach Wirtschaftszweigen und Technologieklassen 2007	24
Tab. 2.3.1:	Angewandte interne FuE in Unternehmen 1995 bis 2005 in % des Wertes der zum Absatz bestimmten Produktion in Deutschland	34
Tab. 2.3.2:	„Technologische Verflechtung“: Branchentypische und branchenfremde FuE nach Branchen und Gütergruppen 2007	39
Tab. 2.4.1:	Finanzierung von FuE in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2007	43
Tab. 2.5.1:	Komponenten der Veränderung des FuE-Personaleinsatzes in der Verarbeitenden Industrie 1979 bis 2007	50
Tab. 2.6.1:	FuE-Personalstruktur in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2007	55
Tab. 2.6.2:	Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2007	59

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A.2.2.1:	FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung der Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Verarbeitenden Gewerbe 2007	80
Tab. A 2.2.2:	FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung in Bergbau und Verarbeitender Industrie in Deutschland nach Unternehmensgrößenklassen 1995 bis 2007	80
Tab. A.2.3.1:	FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 1995 bis 2007 nach der Wirtschaftsgliederung	81

1 Übersicht, Untersuchungsansatz und Datenlage

Das NIW, das DIW Berlin und die Wistat haben es im Auftrag der EFI im Rahmen der Ausschreibung EFI2008/IST01-2 zur Innovationsindikatorik übernommen, das Thema „Entstehung von Wissen: FuE in Wirtschaft und Staat (Los 2)“ zu bearbeiten. Die Arbeiten sollen laut Ausschreibungstext in Kontinuität und Weiterentwicklung der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands durchgeführt werden. Insgesamt ist der Auftrag zwar ganzheitlich an die Institute vergeben worden. Angesichts der enormen Bandbreite und Heterogenität der Fragestellung ist er jedoch in vier Arbeitspapieren abgearbeitet worden. Neben dem hier vorgelegten Bericht zu FuE in der deutschen Wirtschaft werden separat von NIW/Wistat Analysen zur Regionalverteilung von FuE, zu FuE in Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich (NIW) sowie zur Globalisierung von FuE in der Wirtschaft (DIW) vorgelegt.

Im Geiste des Berichtssystem zur technologischen Leistungsfähigkeit sind die Grundsätze des hier verfolgten Indikatorenansatzes:

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

Eine wichtige Nebenbedingung für die Anlage dieser Untersuchung als Fortführung der Arbeiten zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands ergibt sich aus dem - für einen „Monitor“ typischen - Charakter einer periodisch aktualisierbaren Berichterstattung. Von der bis 2007 für die Analyse verantwortlichen „Arbeitsgruppe Innovationsindikatoren“ war ein System von Indikatoren entwickelt worden, das weitgehend auf bereits vorhandenen Daten sowie regelmäßig erstellten Statistiken und Analysen aufbaut. Das Indikatorensystem war daher nicht auf umfangreiche eigenständige Sondererhebungen und -untersuchungen angewiesen, damit die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands kontinuierlich, in regelmäßigen Abständen und mit überschaubarem Aufwand aktualisiert und weiterentwickelt werden konnte. Dieses Prinzip gilt auch für die hier vorgelegte Untersuchung.

1.1 FuE in der Berichterstattung zu Forschung und Innovation

Es ist immer deutlicher geworden, dass Investitionen in technologisches Wissen - also privatwirtschaftliche und öffentliche Forschung - neben der Verfügbarkeit von hoch qualifizierten Arbeitskräften in entwickelten Volkswirtschaften zu den entscheidenden Determinanten der internationalen

Wettbewerbsfähigkeit, der Produktivitätsentwicklung und des langfristigen Wirtschaftswachstums zählen.¹

FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften²

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

Vor diesem Hintergrund hatten sich die europäischen Länder bereits in 2000 vorgenommen, im Jahr 2010: 3 % ihres Inlandsproduktes für FuE auszugeben („Barcelona-Ziel“). Damit sollte Europa zu einer „Spitzenforschungsregion“ sowie zum „dynamischsten Wirtschaftsraum der Welt“ gemacht werden. FuE ist wieder stärker ins Blickfeld der öffentlichen Diskussion und politischen Aufmerksamkeit geraten. Man kennt die „optimale“ FuE-Quote zwar nicht;⁴ es muss jedoch als sicher gelten, dass die in den letzten Jahren in Europa (unter 2 % des Inlandsproduktes) und in Deutschland (2½ %) erreichten Marken zu niedrig sind, um wieder ein besseres Fundament für ein angemessenes Wachstum bei hohem Beschäftigungsstand legen zu können. Die rotgrüne Bundesregierung hatte daher das 3-%-Ziel der EU auch als nationales Ziel für Deutschland übernommen; die große Koalition hatte es in ihrer „High Tech“-Initiative erneut bekräftigt.⁵ 2008 hat sie insoweit eine Erweiterung vorgenommen als die Ausgaben für Forschung **und** Bildung bis zum Jahr 2015 auf 10 % des Inlandsprodukts gesteigert werden sollen. Dass Schwarzgelb diese Beschlusslage 2009 bestätigt hat, zeigt, dass es auf diesem Feld keine grundsätzlichen politischen Konfliktlinien gibt. Allerdings ist der Zeitplan gestreckt worden. Die politische Zielmarke von 3 % für FuE ist dadurch jedoch nicht verrückt worden.

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

- In der Regel standen unter den G12-Ländern Volkswirtschaften an der Spitze der Wachstumshierarchie, in denen die FuE-Aufwendungen am kräftigsten expandiert sind. FuE kann also Teilerklärungen für die unterschiedliche Wachstumsdynamik des letzten Jahrzehnts bieten.

¹ Vgl. die zusammenfassende Darstellung der Europäischen Kommission (1997), Dehio u. a. (2005) sowie Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006) und die dort empfohlene Literatur. Eine Zusammenfassung der Diskussion ist vom ZEW in den „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ integriert worden (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

² Dieser Abschnitt musste gegenüber der Ausarbeitung von Legler, Krawczyk (2009) nur wenig aktualisiert werden.

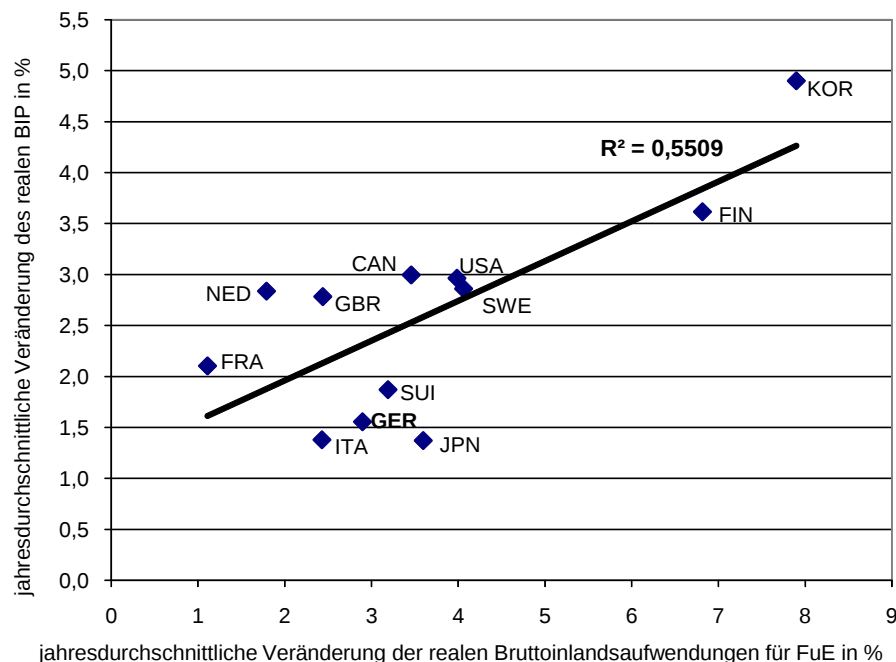
³ Beitrag des ZEW zum „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

⁴ Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

⁵ BMBF (2006).

- Andere, viel detailliertere Schätzungen kommen auch auf der Untersuchungsebene der europäischen Regionen (~ Bundesländer) zu ähnlichen Ergebnissen für die Steigerung der Prokopfeinkommen in der zweiten Hälfte der 90er Jahre.⁶

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



*) NED, SUI, JPN, KOR 1994-2007.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2009/2). - Angaben des Statistischen Bundesamtes. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Ein sehr enger Zusammenhang zeigt sich auch bei einem Querschnittsvergleich der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (Prokopfeinkommen) mit der FuE-Intensität von Volkswirtschaften (FuE-Anteil am Inlandsprodukt):⁷ Mit zunehmender FuE-Intensität ist in der Regel ein steigender Wohlstand verbunden - allerdings mit abnehmender Rate. Positive, jedoch zwischen den Ländern nach dem jeweiligen Entwicklungsstand abnehmende „Ertragsraten“ - bezogen auf Wachstum und Beschäftigung - bringen auch die Simulationen der Europäischen Kommission zum „Barcelona-Ziel“.⁸
- Recht enge Korrelationen ergeben sich vor allem bei einer sektoral differenzierten Betrachtung. So stehen - nach einer kombinierten Längs-/Querschnittsanalyse eines Pools von 15 Sektoren und 12 Staaten - die Produktivitätszuwächse insbesondere bei ihrer Art nach forschungsintensiven Industrien⁹ in direkter Verbindung mit den Investitionen der Sektoren in FuE.¹⁰ Im Durchschnitt aller Wirtschaftszweige beläuft sich die „Ertragsrate“ auf 30 %.¹¹

⁶ Vgl. Dehio u. a. (2005).

⁷ Vgl. Dehio u. a. (2005).

⁸ Vgl. Brécard u. a. (2004).

⁹ Zu den forschungsintensiven Industrien zählen hier die bei Legler, Frietsch (2006) definierten Industriezweige. Innerhalb dieser Gruppe wird dort zwischen Industrien der „Spitzentechnologie“ und der „Gehobenen Gebrauchstechnologie“, die hier als „Hochwertige Technik“ bezeichnet wird. Die Differenzierung zwischen Spitzen- und Hochwertiger Technik ist keineswegs in dem Sinne als Wertung zu verstehen, dass der Bereich der Hochwertigen Technik mit dem Siegel „älter“ und „weniger wertvoll“ zu versehen sei, und Spitzentechnologie „neu“, „modern“ und „wertvoller“; sie erfolgt vielmehr aus analytischem Grunde: Denn die Gruppen unterscheiden sich signifikant durch die Höhe der FuE-Intensität. Die Güter der Spitzentechnologie haben zudem häufig auch „Querschnittsfunktion“ (z. B. IuK-

- Andere Untersuchungen kommen auf eine Produktionssteigerung der Unternehmen von 41 % bezogen auf den eingesetzten FuE-€. Die „sozialen Erträge“ im Unternehmenssektor durch die Ausweitung des „externen Wissensstocks“ werden sogar noch höher eingeschätzt als die direkten Erträge (Ausweitung des „internen Wissensstocks“). So ergeben sich bei einer Erhöhung der FuE-Aufwendungen eines Unternehmens um 1 € bei allen anderen Unternehmen Zusatzerträge in Höhe von 0,52 bis 0,65 €. ¹²
- Tendenziell positive Effekte auf die Produktivitätsentwicklung hat auch die in Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen durchgeführte FuE. ¹³

Bei einer differenzierten Gegenüberstellung von FuE mit Indikatoren, die in der gesamten Wirkungskette erheblich näher am FuE-Geschehen anzusiedeln sind als die gesamtwirtschaftliche Wachstums- oder Produktivitätsrate, kann man die Analyse von Wirkungszusammenhängen auch noch deutlich verbessern: ¹⁴

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

FuE und technologische Leistungsfähigkeit sind demnach zentrale Faktoren für Wachstum und Wohlstand. Deutschlands ungünstige Position in der Wachstumshierarchie der westlichen Industrieländer mag also durchaus auch mit den vergleichsweise geringeren Investitionen in technisches Wissen zusammenhängen. Die Striktheit der ermittelten Zusammenhänge legt allerdings den Schluss nahe, dass neben der FuE-Tätigkeit eines Sektors eine Reihe von weiteren Einflussfaktoren auf die Produktivitätsentwicklung wirken (Marktverfassung, Ausbildungssystem, Mobilität von Arbeitskräften, Kapitalverfügbarkeit, Flexibilität des „Innovationssystems“, Diffusionsgeschwindigkeit von neuen Technologien, Innovationshemmnisse, Größe der Volkswirtschaft, Wirtschaftsstruktur und Infrastrukturausstattung, internationale Spillovers usw.). Angesichts komplexer Wirkungszusammenhänge und -voraussetzungen ist FuE in hoch entwickelten Volkswirtschaften tatsächlich nur ein **notwendiger** Faktor, jedoch **nicht hinreichend**. ¹⁵

FuE ist in sich immer noch in hohem Maße „national“ definierenden „Innovationssystemen“ ¹⁶ gewissermaßen Dreh- und Angelpunkt. Technologisches Wissen wird von verschiedenen Akteursgruppen geschaffen, zum einen von den wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen (Hochschulsektor ¹⁷ und

Technologien, Bio- und Gentechnologie) und unterliegen vielfach staatlicher Einflussnahme durch Subventionen, Staatsnachfrage (z. B. Raumfahrtindustrie) oder Importschutz. Der Spitzentechnologiebereich lenkt in allen Industrienationen das spezielle Augenmerk staatlicher Instanzen auf sich, die mit ihrer Förderung nicht nur technologische, sondern zu einem großen Teil auch eigenständige staatliche Ziele (äußere Sicherheit, Gesundheit usw.) verfolgen.

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

¹¹ Ebenda.

¹² Peters, Kladobrá u. a. (2009).

¹³ Beitrag des ZEW zum „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

¹⁴ Vgl. z. B. die Kurzdarstellung bei Legler, Krawczyk (2009).

¹⁵ Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

¹⁶ Vgl. Schmoch, Rammer, Legler (2006).

¹⁷ 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.

Staat¹⁸⁾ und zum anderen von forschenden Unternehmen¹⁹⁾. Unternehmerische FuE ist sehr stark abhängig von einem hohen Bildungsstand der Arbeitskräfte und vom Leistungsstand der wissenschaftlichen Forschung. Hoch qualifizierte Arbeitskräfte sind nicht nur für FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft, sondern auch zur Absorption wissenschaftlicher Erkenntnisse erforderlich. Andererseits müssen neue Technologien auch diffundieren, müssen die Industrieforschungsergebnisse umgesetzt werden - in technologische Erfindungen, in Produkt- und Prozessinnovationen sowie letztlich in Umsatz, Wertschöpfung und Beschäftigung. Und hierzu sind zusätzliche Innovationsaktivitäten und -aufwendungen²⁰⁾ sowie Investitionen in Sachanlagen erforderlich. Insofern ist klar, dass durch FuE nur **ein** Aspekt des Innovationsprozesses abgebildet wird, nämlich der „Primärinput“. Eigene FuE ist jedoch das „Herzstück“ von betrieblichen Innovationsaktivitäten, die auf einen robusten Strukturwandel mit originären Innovationen setzen und sich nicht so sehr mit der Imitation und Übernahme von Innovationsideen anderer Unternehmen begnügen.²¹⁾ Denn Innovatoren ohne eigene FuE sind trendmäßig im vergangenen Jahrzehnt immer seltener geworden:²²⁾ Nur noch 23 % der innovationsaktiven Unternehmen aus der forschungsintensiven Industrie kamen 2007 ohne eigene FuE aus; 1998 waren es noch 32 % (Abb. 1.1.2). Dieser Trend ist flächendeckend, auch in der sonstigen Industrie (von 37 auf 50 %) und bei wissensintensiven Dienstleistungen steigt der Anteil der FuE betreibenden unter den innovierenden Unternehmen. Allerdings zeigt sich in jüngerer Zeit wieder eine leicht steigende Tendenz bei der Zahl der Unternehmen, die Innovationsaktivitäten haben ohne gleichzeitig FuE zu betreiben. Besonders steil ist der Anstieg im Jahr 2008, das in der ersten Hälfte noch durch eine recht gute Konjunktur aufwarten konnte: Mit 27 % hatten deutlich mehr Unternehmen als zuvor Innovationsaktivitäten, die offensichtlich weniger zusätzlich FuE benötigten: Sie zehrten von dem in den Vorjahren angehäuften Wissensstock. Bei Dienstleistungen betreiben mittlerweile 46 % der Unternehmen bei Innovationsprojekten gleichzeitig FuE (1998: 22 %).

¹⁸⁾ In der Regel werden in international vergleichenden Statistiken die Einrichtungen der Gebietskörperschaften und die privaten Organisationen ohne Erwerbszweck erfasst, die einen hohen staatlichen Finanzierungsanteil aufweisen (z. B. Helmholtzzentren, Max-Planck- und Fraunhofer-Institute).

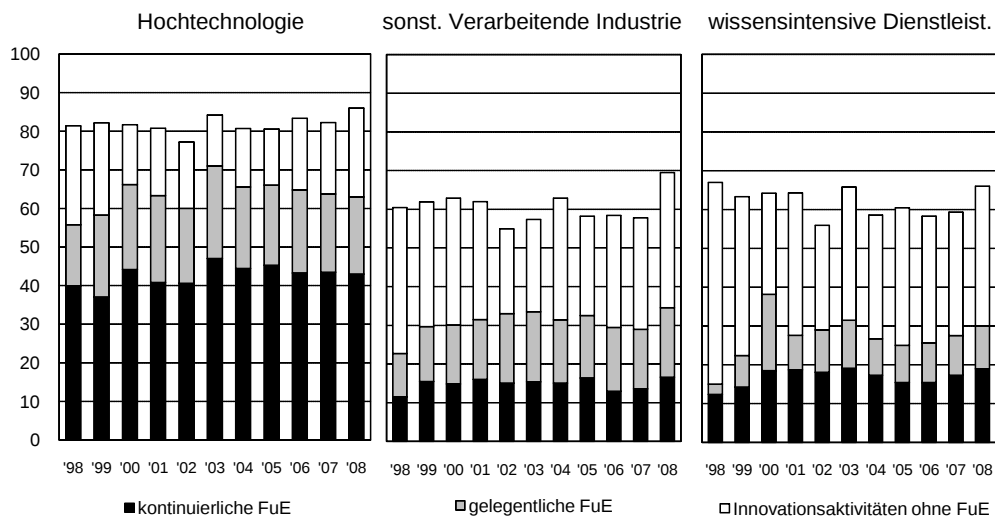
¹⁹⁾ Neben privaten und staatlichen Unternehmen werden in der Statistik auch Gemeinschaftsforschungseinrichtungen u. ä. erfasst, die überwiegend von der Wirtschaft finanziert werden.

²⁰⁾ Zur Abgrenzung des Begriffs „Innovation“ von FuE vgl. Rammer (2009).

²¹⁾ Allerdings ist einzuräumen, dass eigene FuE auch mit dem Ziel „Re-Engineering“ betrieben werden kann und sich in diesem Falle auf Imitationen beschränkt.

²²⁾ Rammer (2007).

Abb. 1.1.2: Unternehmen nach Innovations- und FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2008 (in %)



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

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

- Erfahrung mit eigener FuE ist eine wichtige Basis für die Adoption fremden Wissens, sei es von Kooperationspartnern aus der Wirtschaft oder sei es von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen. Der Zugang zur Wissenschaft und zum Technologietransfer fällt schwer, wenn man nicht gleichsam „auf Augenhöhe“ mit den potenziellen Kooperationspartnern arbeiten kann. FuE-Aktivitäten versetzen die Unternehmen in die Lage, anderswo entwickeltes Wissen als solches zu erkennen, zu verstehen und zu verwerten, künftige Entwicklungstrends zu antizipieren und selbst zu verfolgen („learning to learn“). Sie erhöhen die „Absorptionsfähigkeit“ der Unternehmen.²³
- Forschungsanstrengungen der Unternehmen und Investitionen in Bildung und Wissen führen zudem zu „Spillover-Effekten“:²⁴ Die Akkumulation von technischem Wissen in Unternehmen steigert auch die Produktivität bei jenen, die keine FuE-Investition getätigt haben, aber dieses Wissen nutzen können. Reibungsloses Zusammenspiel der Akteure, Zugang zu Wissen und Offenheit des Systems sind daher wesentliche Voraussetzungen für die gesamtwirtschaftliche Effizienz von FuE-Aktivitäten.

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

²³ Vgl. Cohen, Levintal (1990), Schmoch, Licht, Reinhard (2000) sowie Peters, Kladroba u. a. (2009).

²⁴ Vgl. Barro, Sala-i-Martin (1995) sowie Peters, Kladroba u. a. (2009).

- 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.

Dies wird auf aggregierter Analyseebene leichter nachvollziehbar sein als einzelwirtschaftlich. Aber auch bei gesamtwirtschaftlicher Betrachtungsweise wird eine exakte Zuordnung **einzelner** Indikatoren zur technologischen Leistungsfähigkeit zu makroökonomischen Zielgrößen im internationalen Vergleich schwerlich gelingen.²⁵ Denn zu viele Einflussfaktoren wirken parallel, verstärken die Effekte aus dem Technologiesektor oder verhindern ihre volle Entfaltung: Man denke bei FuE in der Wirtschaft nur an den Einfluss der Konjunktur, der Wechselkurse usw. auf der einen Seite sowie an eine Vielzahl von Innovations- und Umsetzungshemmnissen auf der anderen Seite. Hinzu kommen „Wirkungs-Lags“, die von Technologie zu Technologie und von Sektor zu Sektor differieren, sowie kaum prognostizierbare Diffusionsgeschwindigkeiten von „generischen“ (Querschnitts-)Technologien in die Anwendung.

Die Themen im Einzelnen

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

- Die „**weltwirtschaftliche Sicht**“ beleuchtet in einem kombinierten Zeitreihen-/Querschnittsvergleich Deutschlands Position bei industrieller FuE. Jährlich wird über die gesellschaftlichen Aktivitäten in FuE insgesamt sowie speziell der Wirtschaft berichtet.²⁶ Zu den Leitfragen gehören auch die Arbeitsteilung und Interaktion zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE in allen seinen Facetten. Hierzu werden im Rahmen dieses Forschungsvorhabens in einem gesonderten internen Papier neue Eckdaten vorgelegt.
- Entsprechend des zweijährlichen Erhebungsrhythmus²⁷ der deutschen FuE-Statistik wird im vorliegenden Papier eine weitreichende Analyse des **FuE-Verhaltens der deutschen Wirtschaft** vorgenommen. 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 und Intensität hinsichtlich ihrer Strukturwirkungen einzuschätzen ist, welche Rolle Klein- und Mittelunternehmen spielen, welchen Einfluss der Staat auf die Aktivitäten nimmt und welche Industriezweige und Sektoren in Deutschland führend sind.

Obwohl klar ist, dass es sich bei FuE in Wirtschaft und Staat um mittel- bis langfristige Entscheidungen und Prozesse handelt, hat in letzter Zeit in der öffentlichen Diskussion die kurze Sicht zunehmend an Gewicht gewonnen vor allem wegen der Frage, ob Deutschland bis 2010 nun noch einen Anteil von 3 % am Inlandsprodukt erreichen kann oder an dem von der Politik vorgegebenen Ziel scheitert. Aktuell kommt hinzu: Die scharfe Rezession und Krise hat die Rahmenbedingungen vor allem für jene FuE-Projekte in der Wirtschaft massiv verschlechtert, die in engem Zusammenhang mit der Kundennachfrage stehen. Deshalb wirft Abschnitt 3 dieses Berichtes ergänzend einen Ausblick auf die aktuelle FuE-Situation in der deutschen Wirtschaft mit einem Ausblick auf die Planungen für das Jahr 2010, fasst die Konsequenzen der Strukturanalyse zusammen und bietet in der Zusammenschau Thesen zur Frage an, in welchem FuE-Zustand die deutsche Wirtschaft aus der Rezession herauskommt.

²⁵ Vgl. die „Integrationsversuche“ von Blind, Frietsch (2006).

²⁶ Zuletzt Legler, Krawczyk (2009). Aktualisierte Eckdaten sind von Legler (2010) zusammengestellt worden.

- 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.²⁷ Dieser Thematik wird ebenfalls in einem separat erstellten Papier nachgegangen.²⁸
- In unregelmäßigen Abständen ist untersucht worden, wie die FuE-Kompetenzen in Deutschland **regional** verteilt sind²⁹. Diese Frage ist vor allem mit Blick auf die Unternehmen in den östlichen Bundesländern wichtig, deren Einbindung in den internationalen Technologiewettbewerb noch nicht die Tradition hat wie im früheren Bundesgebiet.³⁰ Sie hat zusätzlich hohe Relevanz für die aktuelle regionalpolitische Diskussion zum Süd-Nord-Gefälle³¹ und um die Rolle von Metropolregionen. In dieser Berichtsperiode werden derartige Fragen ebenfalls in einem Spezialbericht durchleuchtet.³²

1.2 FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft - Abgrenzung nach internationalen Konventionen³³

FuE ist nach international gebräuchlichen Definitionen (dem „Frascati Manual“³⁴) charakterisiert als „systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des vorhandenen Wissens“. Nach der Anwendungsnähe von FuE wird unterschieden zwischen Grundlagenforschung („Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse“ mit mittel- bis langfristigem Ziel), zielgerichteter angewandter Forschung zur Gewinnung neuer technischer und naturwissenschaftlicher Erkenntnisse sowie experimenteller Entwicklung („Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse“ für neue oder wesentlich verbesserte Produkte, Prozesse, Systeme, Dienstleistungen usw.).³⁵ Desweiteren unterscheiden die Richtlinien zur Erfassung von FuE zwischen „naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Forschung und Entwicklung“ und „geistes- und sozialwissenschaftlicher Forschung“.

Konstituierendes Element der Abgrenzung von FuE zu anderen Elementen des Innovationsprozesses ist die Entstehung und Verwendung neuen Wissens. Als „statistische Messlatten“ werden in den Frascati-Richtlinien der finanzielle Einsatz in Form von Aufwendungen für FuE-Anlagen, -Sachmittel, -Personal und -Aufträge usw. sowie der personelle Einsatz in Form von FuE-Beschäftigten zu Grunde gelegt.³⁶ 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.

²⁷ Zuletzt Belitz (2008) und Belitz, Schmidt, Zloczynski (2008). Vgl. auch Belitz (2010).

²⁸ Belitz (2010).

²⁹ Vgl. Gehrke, Legler (2001). Diese Studie erfasst auch die FuE-Regionalverteilung in Europa, allerdings in meist sehr grober regionaler (Verwaltungs-)Gliederung. Zu einer aktuellen Zusammenstellung von FuE-Strukturdaten nach „Himmelsrichtungen“ vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

³⁰ Vgl. Legler, Rammer, Schmoch (2004).

³¹ Zu einer Zusammenstellung von FuE-Strukturdaten nach „Himmelsrichtungen“ vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

³² Die FuE-Analysen sind Teil der Studie von Gehrke, Grenzmann u. a. (2010).

³³ Dieser Abschnitt ist gegenüber der Studie von Legler, Krawczyk (2009) nicht aktualisiert worden.

³⁴ Vgl. die aktuelle Fassung der OECD (2002).

³⁵ Vgl. für Deutschland die Erhebungsbögen der Wista (z. B. zur Erhebung 2007). Forschung und experimentelle Entwicklung sind von ihrer Art her sehr verschieden, in der Wirtschaft hat die experimentelle Entwicklung deutlich höheres Gewicht als Forschung. Umgangssprachlich haben sich jedoch die Ausdrücke „forschen“ bzw. „Forschung“ als Kurzform durchgesetzt. Sie werden hier ebenfalls als Synonym für den gesamten Komplex „Forschung und experimentelle Entwicklung“ verwendet.

³⁶ Zur Praxis der deutschen FuE-Statistik vgl. im einzelnen Grenzmann (2004a, 2004b) und Revermann (2004).

Hinsichtlich der Aussagefähigkeit der FuE-Indikatoren für die technologische Leistungsfähigkeit sind einige Anmerkungen zu machen.³⁷

- 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.³⁸ 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.³⁹
- FuE-Aufwendungen messen meist nur den **institutionalisierten** Aspekt der Technologie**entwicklung** auf Grundlage der Ausgaben von Unternehmen, Forschungsinstituten und Universitäten zum Zweck der Ausweitung des Wissensbestandes. Sie machen keine Aussage darüber, wer sich letztlich die Erträge **aneignen** kann. Die kommerziellen Nutznießer können neben den forschungsintensiven Industrien auch die weniger forschungsintensiven Zweige der Industrie, der Dienstleistungssektor oder Endverbraucher sein - nicht zuletzt aber auch die Technologieanwender im Ausland.
- FuE-**Gesamtaufwendungen** der Wirtschaft entstehen sowohl durch intern durchgeführte Projekte als auch durch Aufwendungen für die Anwendung „fremden“ Wissens (Auftragsforschung, FuE-Kooperationen). Allerdings erlauben die international vergleichenden Statistiken keine Aufgliederung nach internen und externen Projekten. Vielmehr werden - vor allem zur Vermeidung von Doppelzählungen - allein die internen Aufwendungen der Wirtschaft aufgeführt. Dies gilt auch für den öffentlichen Sektor.
- Das statistische Messkonzept bei FuE war bei den ersten Erhebungen in den 60er Jahren sehr stark an den Innovationsaktivitäten der **Industrie** orientiert. Trotz aller Bemühungen auf nationaler und internationaler Ebene, die „Industriellastigkeit“ auch in der praktischen statistischen Erfassung aufzulösen, sind Aktivitäten, die in Dienstleistungsbranchen dem Schaffen neuen Wissens gewidmet werden, nur schwer systematisch zu erfassen, weil sie in einigen Branchen vielfach auch nicht als FuE verstanden werden.⁴⁰ Denn im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten deutlich weniger stark von technologischer FuE ab als in der Industrie.⁴¹
- 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

³⁷ Vgl. z. B. European Commission (1997).

³⁸ Vgl. Rammer, Blind u. a. (2007).

³⁹ Vgl. Schasse (1998) sowie Beise, Rammer (2003) und Lachenmaier (2007).

⁴⁰ Vgl. Revermann, Schmidt (1999).

⁴¹ Vgl. Freeman, Soete (2007).

Diffusion von technischem Wissen ins Ausland bzw. der Import von Know how aus dem Ausland - spielen für die Effektivität ebenso eine Rolle⁴² 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.⁴³ Denn technisches Wissen entwertet sich nicht von heute auf morgen, sondern akkumuliert sich über mehrere Perioden.

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

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

1.3 Datensituation

Für die im Folgenden erstellten Strukturdaten bei FuE wird auf die Datenkompilationen der Wistat zurückgegriffen, der die durch die OECD international harmonisierte Datenerhebung in Deutschland durchführt. Im Folgenden ist auf die „Zugänge“ zu FuE-Daten in Deutschland einzugehen, auf die Erhebungsgrundsätze und -methoden der Wistat⁴⁴ sowie auf die Imponderabilien, 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 ermittelt⁴⁵; in diesem Sinne werden alle Unternehmen um Be-

⁴² Vgl. Freeman, Soete (2007).

⁴³ Vgl. zum Folgenden Straßberger u. a. (1996).

⁴⁴ Vgl. auch Grenzmann (2004a).

⁴⁵ Zum Erhebungsrhythmus und den jeweiligen Erhebungsansätzen vgl. auch unten.

reitestellung 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 der Unternehmen werden die Ergebnisse der ungeraden Jahre für die geraden Jahre fortgeschrieben. Da die Kurzerhebung nur einige Kerndaten zum FuE-Geschehen des jeweiligen Jahres bereit stellt, muss für differenzierte strukturelle Analysen auf die zweijährlichen Daten der Vollerhebung zurückgegriffen werden.⁴⁶

- Zusätzlich zur Erhebung der Wistat werden auch vom StaBuA im Rahmen der Kostenstrukturhebungen (KSE) einige wenige Eckdaten zu FuE erfragt.
- Gleichfalls aus einem anderen Gesamtzusammenhang - der jährlichen deutschen Innovationserhebung (MIP) - kommend 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.
- Seit über einem Vierteljahrhundert werden FuE-Daten auch vom ifo Institut für Wirtschaftsforschung erhoben - früher über eine eigene Innovationserhebung, nun im Rahmen des Konjunkturtests.⁴⁷
- In unregelmäßigen Abständen stellt das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) zur Ermittlung von „Beschäftigungstrends“ im Rahmen der Arbeitsgeberbefragung (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 und 2007 erhoben worden.
- Euronorm (früher: Forschungsagentur Berlin) verfolgt regelmäßig im Auftrage des BMWi/BMWA, gleichsam als begleitende Untersuchung der FuE-Förderung in den östlichen Bundesländern, auch das FuE-Verhalten in der Wirtschaft der ostdeutschen Länder⁴⁸.

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 mehrere Jahre zulassen, mittlerweile ungefähr 30 Jahre. Dem komplementären Charakter der anderen FuE-relevanten Informationen und Erhebungen entsprechend wurden deren Daten jedoch für ergänzende Problemanalysen zu Rate gezogen. Insbesondere bei der Interpretation „neuralgischer Fragen“ - bspw. beim FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen (Abschnitt 2.1) oder in den östlichen Bundesländern⁴⁹ - sind jeweils auch Erkenntnisse aus den erwähnten „alternativen“ Erhebungen mit in die Beurteilung einbezogen worden.

⁴⁶ 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.

⁴⁷ Vgl. bspw. Penzkofer (2003).

⁴⁸ Vgl. Konzack, Horlamus, Herrmann-Koitz (2005), zusammengefasst durch Herrmann-Koitz, Konzack (2006).

⁴⁹ Vgl. Legler, Rammer, Schmoch (2004).

Methodische Erläuterungen zur deutschen FuE-Statistik

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Erhebung auf der Basis des international abgestimmten Regelwerks der OECD, dem Frascati-Handbuch⁵⁰ durchgeführt wird. 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.⁵¹ 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 zu Grunde liegt, wird gebildet aus Unternehmen, von denen angenommen werden konnte, dass sie FuE betreiben. Kriterien für 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 und entspricht der Handhabung in den meisten OECD-Ländern.

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 des StaBuA 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, seit 2003 die Fassung „WZ2003“.⁵² Einmalig konnte für 2003 wahlweise eine Auswertung nach beiden Klassifikationen erfolgen. Die IfG sind im allgemeinen den Branchen zugeordnet worden, für die sie überwiegend tätig sind, bei branchenübergreifenden Schwerpunkten sind sie in den Bereich der Dienstleistungen aufgenommen worden.

⁵⁰ OECD (2002).

⁵¹ 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 („ForschungsGmbHs“) in den neuen Bundesländern, deren FuE-Aktivitäten in großer Mehrheit bei den FuE-Dienstleistungsunternehmen verbucht werden.

⁵² StaBuA (2000). Die aktuelle Systematik WZ2008 ist in der FuE-Statistik im Beobachtungszeitraum noch nicht zum Einsatz gekommen.

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.⁵³ Deshalb werden Informationen aus Geschäftsberichten der Unternehmen, aus öffentlich zugänglichen Datenbanken und vergleichbaren Quellen in die Datenbereitstellung einbezogen.

Den Unternehmen bzw. IfG werden problemorientierte Fragebogen 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 Erhebung kommen folgende Fragebögen zur Verwendung:

- Langfragebogen für Unternehmen (dieser enthält alle Fragen und ist im Wesentlichen an Großunternehmen gerichtet),
- Fragebogen für IfG,
- Kurzfragebogen für Unternehmen (dieser Fragebogen enthält lediglich einige Kurzfragen zu den FuE-Aktivitäten; er wird Unternehmen zugestellt, bei denen FuE-Aktivitäten vermutet werden können, über deren tatsächliche Teilnahme am FuE-Prozess allerdings keine Klarheit besteht) und
- Fragebogen für Dienstleistungsunternehmen (dieser Fragebogen ist primär an Unternehmen aus den Branchen Handel, Banken und Versicherungen gerichtet).

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, 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 zuge-

⁵³ OECD (2002).

schickt 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 Bundes⁵⁴. 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.

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

Insgesamt werden im Rahmen der jüngsten FuE-Erhebungen rund 30 Tsd. Berichtseinheiten angesprochen, von denen mehr als ein Drittel FuE-Aufwendungen verzeichnen. Die deutliche Zunahme gegenüber den früheren Erhebungen beruht auf der umfangreicheren Erfassung von diskontinuierlich FuE-betreibenden Klein- und Mittelunternehmen, die früher an FuE-Förderprogrammen teilgenommen hatten, aber auf Grund von geänderten Programmstrukturen nicht mehr aus den Antragsunterlagen geschätzt werden können. Ein weiterer Grund für die Erweiterung des Erhebungsablaufes liegt in der Ausdehnung der Erhebung bei den Dienstleistungsunternehmen.⁵⁵ 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 2005 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 83 % und bei Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten werden durch die FuE-Erhebung gut 93 % der Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe erreicht. Eine entsprechende Auswertung der Erhebung 2007 steht noch aus, allerdings ist nicht mit großen Abweichungen von den genannten Werten zu rechnen.

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.⁵⁶

⁵⁴ Die bisherige Einbeziehung der BMBF-Projektförderung ist mit Berichtsjahr 2007 bereits um die AiF-Förderprogramme erweitert worden. Ab 2009 sollen die Projektfördermaßnahmen des BMWi und des BMU integriert werden. Vgl. Eickelpasch, Grenzmann (2009).

⁵⁵ So wurden 1997 noch 17.000 Unternehmen angeschrieben, 1999 waren es bereits 29.000.

⁵⁶ Vgl. auch Revermann (2004).

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 werden rund 1.000 mittelständische Unternehmen auch für die Datenbereitstellung der geraden Jahre angeschrieben.

Grundlage der Fortschreibung für die geraden Jahre ist die Steigerungsrate, die sich durch Gegenüberstellung der Meldungen des Unternehmens für zwei aufeinander folgende Jahre ergibt. Die differenzierte Betrachtung nach Branche, Unternehmensgrößenklasse und Wirtschaftsgebiet (Ost/West) ermöglicht eine Abschätzung der FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals auch für die geraden Jahre. Die Auswertungen für das FuE-Jahr 2008 sind - dem Publikationsrhythmus der Erhebung folgend - im Dezember 2009 veröffentlicht worden; sie sind hier in Abschnitt 3, der gleichsam „nach Redaktionsschluss“ entstehen musste, kommentiert worden.

Einschränkungen der intertemporalen Vergleichbarkeit

Generell ist zu bemerken, dass es dem Wesen des dieser Untersuchung zugrunde liegenden Auftrages und dem bereitgestellten Finanzierungsvolumen entspricht, weitgehend auf verfügbares Datenmaterial aus vorhandenen Statistiken zurückzugreifen. Nur in wenigen relevanten Fällen sind neue Statistiken durch Auswertung von Originalerhebungen erstellt worden. Vieles ist allerdings für eine Langfristbetrachtung selbst aus vorhandenen Originaldaten gar nicht mehr ohne weiteres - d. h. nur mit hohen Kosten - im Detail rekonstruierbar.

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. 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 (WZ93 bzw. 2003) wird auf gesamtdeutsche Daten der Jahre 1995 bis 2007 zurückgegriffen. An diesen sieben Jahrgängen - die Daten werden, wie gesagt, in zweijährigem Turnus erhoben - wird auch geprüft, wo die par-

tielle Trendumkehr in der Entwicklung der FuE-Intensität der letzten Jahre schwerpunktmäßig zu suchen ist.

- Die Aufgliederung der entsprechenden Daten nach Unternehmensgrößenklassen beschränkt sich auf das Berichtsjahr 2007 in der WZ2003. Bei Zeitreihenanalysen muss 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 marginal sein dürfte: 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 86 % der FuE-Gesamtaufwendungen auf sich vereinen und 78 % der FuE-Personalressourcen beanspruchen. Bei Klein- und Mittelunternehmen ist eher die Frage nach der Beteiligung an FuE von Bedeutung (Zahl der forschenden Unternehmen) sowie nach ihrer Rolle im industriellen Innovationsprozess.
- Die „Vergangenheitsbewältigung“ zur Analyse der sektoralen Komponenten von FuE bezieht sich einerseits auf den Zeitraum 1979 bis 1993. Dabei wird das FuE-Verhalten der ostdeutschen Betriebe in den ersten Jahren nach der deutschen Vereinigung nicht einbezogen, da es von besonderen Bedingungen geprägt war und daher eigenständigen Beurteilungsmaßstäben unterzogen werden sollte. Ab 1995 kann man nach der Transformationsphase im Osten wieder sektorale Betrachtungen mit gesamtdeutschen Daten machen.

Wichtiger Hinweis zur Aktualität der Untersuchung

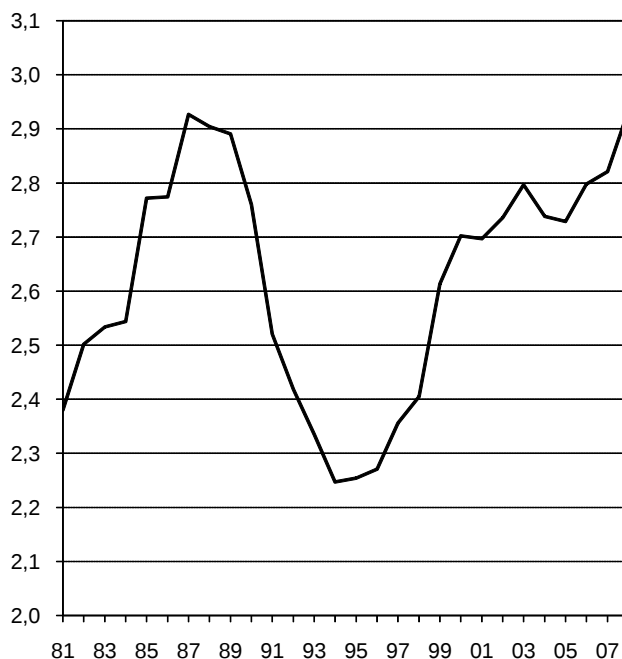
Ein grundsätzlicher Hinweis ist an dieser Stelle unerlässlich: Die aktuell verfügbare Datenlage lässt de facto lediglich eine Struktur- und Entwicklungsanalyse der Zeit **vor** der aktuellen Wirtschaftskrise zu. Das Ende der Berichtsperiode markiert quasi den Höhepunkt des zurückliegenden Aufschwungs. Zwar zeigten sich im Verlauf des Jahres 2008 bereits erste Auswirkungen im Hinblick auf Produktion und Exporte; diese kamen jedoch bei FuE in der Wirtschaft wegen der längerfristigen Dispositionen noch nicht deutlich zum Ausdruck. Da Forschung, Innovation und Strukturwandel weniger von kurzfristigen Ausschlägen abhängen, sondern vielmehr in längerfristiger Sicht wirken und beeinflussbar sind, ist die Ausblendung der krisenhaften Einbrüche für die Struktur- und Verlaufsanalyse weniger von Belang.

Die aktuellen Verlaufsdaten sind in Abschnitt 3 zusammenfassend aus der Kurzerhebung 2009 zusammengestellt und kommentiert worden. Sie beziehen sich auf Eckdaten zu FuE-Aufwendungen und -Personaleinsatz im Jahr 2008 sowie auf die geplanten FuE-Budgets der Jahre 2009 und 2010. Hieraus lassen sich in gewissem Umfang die FuE-Reaktionen der Unternehmen auf die schwere Rezession ablesen.

2 FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft

Die langfristige Entwicklung industrieller FuE in Deutschland (Abb. 2.1) 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. Dem gilt es im Folgenden ansatzweise nachzugehen: Einerseits hat FuE in den 80er Jahren eine „gute Konjunktur“ gehabt, andererseits zeigen weite Phasen ab Ende der 80er Jahre eine starke Zurückhaltung der Unternehmen, FuE weiterhin intensiv zu betreiben oder gar auszubauen. Erst in der zweiten Hälfte der 90er Jahre feierte FuE in Deutschland wieder ein beachtenswertes Comeback, geriet in diesem Jahrhundert allerdings zunächst in den Strudel von Rezession und Stagnation (vgl. die zusammenfassende Darstellung in Abschnitt 2.5). FuE war deutlich instabiler geworden. Mit dem Aufschwung ab 2005 sind jedoch die FuE-Aktivitäten der Unternehmen Jahr für Jahr stärker ausgeweitet worden als die Wertschöpfung. Dies lässt darauf schließen, dass das Innovationssystem bei FuE wieder eine gewisse eigene Dynamik aufbringt. Zur genaueren Erfassung und Einschätzung der **aktuellen** Situation vgl. insbesondere Abschnitt 3.

Abb. 2.1 Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1981-2008



Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2009/1). - SV-Wissenschaftsstatistik. -
Statistisches Bundesamt, Konjunkturindikatoren. -
Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Die folgenden Abschnitte setzen sich mit den FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft im vergangenen Vierteljahrhundert, 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 realisier-

bar, zudem gibt es Wirkungsverzögerungen zwischen dem Einsatz von FuE-Mitteln einerseits und den auf den Märkten sichtbaren Erfolgen andererseits.

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 2.2), denen in der Technologiepolitik immer mehr Bedeutung beigemessen wird, steht die **sektorale** Betrachtung im Vordergrund (Abschnitte 2.3 und 2.5). Dabei ist kurz auf die **staatliche Eingriffsintensität** bei FuE einzugehen, die signifikant Einfluss auf das FuE-Verhalten nimmt (Abschnitt 2.4). 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 2.6).

2.1 FuE in der Wirtschaft – Einordnung gegenüber FuE in öffentlichen Einrichtungen

Zum besseren Verständnis von Rolle und Gewicht von industrieller FuE im deutschen Innovationssystem seien vorab noch einige Informationen zu Art und Ort von FuE gegeben:

- Die deutsche Wirtschaft - der Begriff umfasst Unternehmen sowie IfG - hat im Jahr 2007 FuE-Aktivitäten in Höhe von 43 Mrd. € (2008: 46,1 Mrd. €) durchgeführt und damit 69,9 % der gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten bereitgestellt. Sie hat 2007 mit 321.850 Personen (in Vollzeitäquivalenten gerechnet, 2008: 332.900) 63,8 % 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 - wie auch bereits in den 80er Jahren - zunächst deutlich zu Gunsten der Wirtschaft verlagert. Danach ist jedoch in der Wirtschaft eine Zeit lang das FuE-Personal wieder reduziert worden, so dass Hochschulen (16,3 %) und außerhochschulische FuE-Einrichtungen (13,7 %) anteilmäßig hinzugewonnen haben ohne die eigenen FuE-Kapazitäten merklich aufzubauen. Im Vergleich zu Mitte der 90er Jahre ist das FuE-Personal in öffentlichen Einrichtungen aber kaum noch ausgeweitet worden, so dass in mittelfristiger Betrachtung die Gewichte zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE - misst man sie am FuE-Personaleinsatz - etwa im Gleichgewicht geblieben sind - bei aktuell geringfügigen Verschiebungen zu Gunsten des Wirtschaftssektors. Auch Anfang und Ende der 90er Jahre lag der FuE-Personalanteil der Wirtschaft jeweils immer um 63 %. Allerdings hatte die westdeutsche Wirtschaft in den 80er Jahren stets noch einen Anteil von rund 69 % am FuE-Personal beansprucht.
- In Unternehmen wurden 2007: 48,5 % für angewandte Forschung und 46,7 % für experimentelle Entwicklung ausgegeben, 4,9 % für Grundlagenforschung. Diese Relationen sind seit einigen Jahren stabil, mit leichtem Trend zu Aktivitäten in der experimentellen Entwicklung („E“). Die „Art der FuE“ unterscheidet sich jedoch dadurch signifikant von den Strukturen 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 veranschlagen⁵⁷.
- Etwas anders ist die Verteilung der Aktivitäten in den IfG. Dort sieht die Struktur so aus: 15,6 % Grundlagen-, 55 % angewandte Forschung und 29,4 % experimentelle Entwicklung. Hier konzentriert sich FuE also stärker auf das „F“. Allerdings entfallen auf diese Einrichtungen in Deutschland nur 0,6 % der internen Aufwendungen und 1 % des FuE-Personals in der Wirtschaft.

⁵⁷ Vgl. Legler, Krawczyk (2006).

2.2 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 Bedeutung⁵⁸, 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 seit geraumer Zeit im Mittelpunkt.⁵⁹

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 produzieren⁶⁰ und sich „auf eine angewandte Forschung, die auf inkrementale Verbesserungen bestehender Produkte und Verfahren gerichtet ist“, beschränken⁶¹. Hier kommt ihnen insbesondere eine „Wissenstransferfunktion“ zu, d. h. die Anwendung, Verbreitung und Weiterentwicklung von neuen Technologien in die Breite der Wirtschaft.

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.⁶² In Deutschland werden die FuE-Aktivitäten mit überwiegender Mehrheit von Großunternehmen (mit 1.000 und mehr Beschäftigten) durchgeführt: 80,2 % der FuE-Gesamtaufwendungen in Höhe von 53 Mrd. €⁶³ und 70,5 % des FuE-Personals (Tab. 2.2.1, 318.500 ohne Gemeinschaftsforschung) entfallen auf Unternehmen dieser Größenordnung. Nach der gängigen Demarkationslinie zwischen Groß und Klein/Mittel von 500 Beschäftigten belief sich der FuE-Personalanteil von KMU 2007 auf 22 %, die Anteile an den FuE-Gesamtaufwendungen auf 14 %. Das Gewicht von Klein- und Mittelunternehmen hat damit erneut leicht zugenommen (Abb. 2.2.1).

⁵⁸ Vgl. hierzu und zum Folgenden Rammer, Spielkamp (2006) sowie Creditreform u. a. (2008).

⁵⁹ Vgl. Creditreform u. a. (2008).

⁶⁰ Vgl. die Aufstellung bei Rammer, Spielkamp (2006).

⁶¹ Vgl. Creditreform u. a. (2008).

⁶² Grundsätzlich sind die FuE-Kapazitäten in Deutschland wie in kaum einem anderen Land auf Großunternehmen konzentriert. nach der OECD-Mittelstandsabschneidegrenze von 250 Beschäftigten ist der FuE-Anteil von Klein- und Mittelunternehmen lediglich in Japan höher (OECD, 2009). Die geringe Verankerung der deutschen Wirtschaft im Dienstleistungssektor und bei Spitzentechnologien, die zunehmende 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, Grenzmann, Kerst, Troltsch u. a. (2009).

⁶³ Nimmt man allein die FuE-Aufwendungen, die jeweils im eigenen Unternehmen getätigt werden („interne FuE-Aufwendungen“ in Höhe von 42,8 Mrd. €), dann sind es 78,3 %.

Tab. 2.2.1: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1979 bis 2007

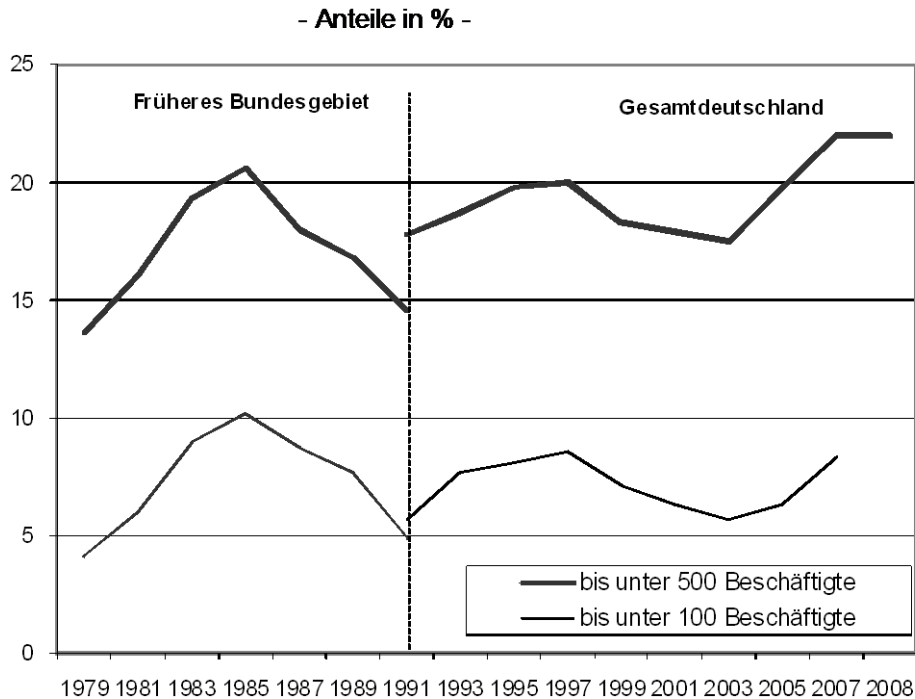
	Früheres Bundesgebiet							Gesamtdeutschland									
								Anteile in %									
	1979	1981	1983	1985	1987	1989	1991	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	
Finanzierung von FuE in der Wirtschaft																	
Wirtschaft	83,3	85,2	85,2	85,9	88,2	86,8	88,4	88,2	90,6	90,3	88,0	90,7	92,9	93,7	92,8	92,5	
eigenes Unternehmen														91,6	89,8	89,2	
andere Unternehmen														2,6	3,4	3,6	
Staat	14,2	13,0	12,9	12,5	10,1	10,1	8,6	8,8	7,3	7,5	8,3	6,4	4,1	3,8	3,6	3,5	
davon in Klein- und Mittelunternehmen	7,5	7,8	18,0	15,1	7,6	6,5		8,2	6,1	7,4	9,2	7,2	5,5	6,1	5,3	6,0	
Unternehmen > 500	14,1	13,0	11,0	12,0	9,9	10,1		8,3	6,8	7,0	7,7	6,3	3,3	3,1	2,9	2,7	
Ausland	2,2	1,5	1,6	1,4	1,5	2,9	2,8	2,7	2,0	2,1	3,6	2,7	2,9	2,4	3,4	3,9	
Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen																	
weniger als 100 Beschäftigte	4,1	6,0	9,0	10,2	8,7	7,7	4,9	5,7	7,7	8,1	8,6	7,1	6,3	5,7	6,3	8,3	
100 bis unter 500 Beschäftigte	9,5	10,1	10,3	10,4	9,3	9,1	9,7	12,1	11,0	11,7	11,4	11,2	11,6	11,8	13,5	13,7	
500 bis unter 1.000 Beschäftigte	6,8	4,6	4,5	4,5	4,9	4,9	5,0	6,1	5,8	6,2	6,9	7,1	6,8	7,8	6,9	7,5	
1.000 und mehr Beschäftigte	79,6	79,3	76,2	74,9	77,1	78,3	80,4	76,1	75,6	74,1	73,1	74,6	75,3	74,8	73,3	70,5	
Anteil der Wirtschaftszweige am FuE-Personal																	
Chemie, Mineralöl	22,8	21,6	22,0	20,3	19,8	19,8	20,1	19,4	18,6	17,5	16,8	14,5	13,9	14,2	13,2	13,0	
Maschinenbau	14,2	13,7	13,8	14,0	13,0	12,6	11,8	13,1	11,9	13,7	13,6	12,1	12,0	11,7	11,8	12,9	
Elektro, Elektronik, Instrumente, Computer	31	30	29	30	32	31	29	29	30	29,0	25,0	23,5	25,9	23,1	22,1	22,0	
Fahrzeugbau	17	18	18	18	19	20	21,5	21	22	25,0	28,5	29,6	28,7	32,0	32,8	30,1	
übr. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	11	13	13	12	12	13	13	12	12	8,2	8,2	8,3	7,6	7,7	7,5	8,2	
übr. Warenproduzierendes Gewerbe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,8	0,9	0,9	0,6	0,6	0,5	0,7	
Dienstleistungen	1	1	2	2	2	2	2	3	3	4,4	5,8	9,7	9,8	9,5	10,8	12,0	
Gemeinschaftsforschung	1,6	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,4	1,3	1,3	1,5	1,2	1,5	1,0	
Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft																	
insgesamt	5,7	7,7	10,1	9,3	8,6	9,2	10,1	10,2	12,2	10,5	13,3	14,9	17,0	18,3	20,2	19,5	
Klein- und Mittelunternehmen				14,3	11,1	8,1	9,8		8,5	8,1	8,4	8,2	11,9	10,1	10,5	9,3	
Unternehmen > 500				7,9	8,0	9,3	10,1		12,4	10,5	14,1	15,5	17,5	19,1	21,5	20,6	
Durchführung externer FuE der Wirtschaft																	
Wirtschaft	70,3	63,6	70,5	69,5	67,1	64,6	62,6	62,9	65,4	59,9	64,0	68,3	71,0	61,7	59,2	58,3	
Hochschulsektor				8,5	10,6	9,1		10,4	9,0	13,1	9,3	7,4	7,7	10,5	11,3	11,1	
sonstige FuE-Einrichtungen	20,7	25,6	20,0	9,4	10,9	10,0	20,8	8,8	6,8	8,6	5,6	4,1	4,0	5,0	10,1	9,1	
sonstige Inländer				0,0	0,4	0,5		1,5	1,3	3,3	2,1	1,4	0,9	0,6	0,9	1,7	
Ausland	9,4	10,8	9,5	12,6	11,0	15,8	16,6	16,4	17,4	15,2	18,9	18,7	16,4	22,2	18,5	19,8	
Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen																	
Personal	60,1	58,8	58,4	58,0	58,3	60,1	57,9	57,9	59,9	59,8	61,5	59,2	58,5	58,6	60,8	59,5	
Sachmittel	30,4	31,3	31,6	31,0	30,4	31,0	32,8	32,9	33,0	33,4	31,2	32,2	33,4	32,9	31,0	32,7	
Investitionen	9,4	9,9	10,0	10,0	11,0	8,9	9,3	9,3	7,1	6,8	7,3	8,6	8,1	8,5	8,1	7,8	
Struktur des FuE-Personals in Unternehmen																	
Wissenschaftler/Ingenieure	30,9	31,8	32,8	34,0	36,3	38,2	41,4	43,8	43,9	45,7	46,2	48,7	51,3	54,3	54,8	54,2	
Techniker	31,8	30,1	30,9	31,4	30,7	29,7	28,5	26,9	27,9	27,6	27,6	26,3	24,1	23,5	25,0	26,0	
sonstige	37,3	38,1	36,3	34,6	33,0	32,1	30,1	29,3	28,2	26,7	26,1	25,1	24,6	22,2	20,2	19,9	
Anteil von Unternehmen im ausländischen Besitz an den FuE-Gesamtaufwendungen																	
Anteil von FuE im Ausland an den globalen Gesamtaufwendungen deutscher Unternehmen mit Auslandsforschung																	
	16	17	17	18	26	26	25										
	23*	23*	25*	26,7	24,3	24,4	25										

Kursivdruck: Unternehmensangaben, ohne IfG.

*) Eingeschränkte Vergleichbarkeit zur ab 2001 verwendeten Methode.

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

Abb. 2.2.1: Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal der Unternehmen in Deutschland 1979 bis 2008



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

Wie in den meisten anderen Ländern nimmt die FuE-Intensität der **forschenden Unternehmen** auch in Deutschland typischerweise einen U-förmigen Verlauf (Tab. 2.2.2, Abb. 2.2.1):

Tab. 2.2.2: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung in Bergbau und Verarbeitender Industrie in Deutschland nach Unternehmensgrößenklassen 1995 bis 2007

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

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

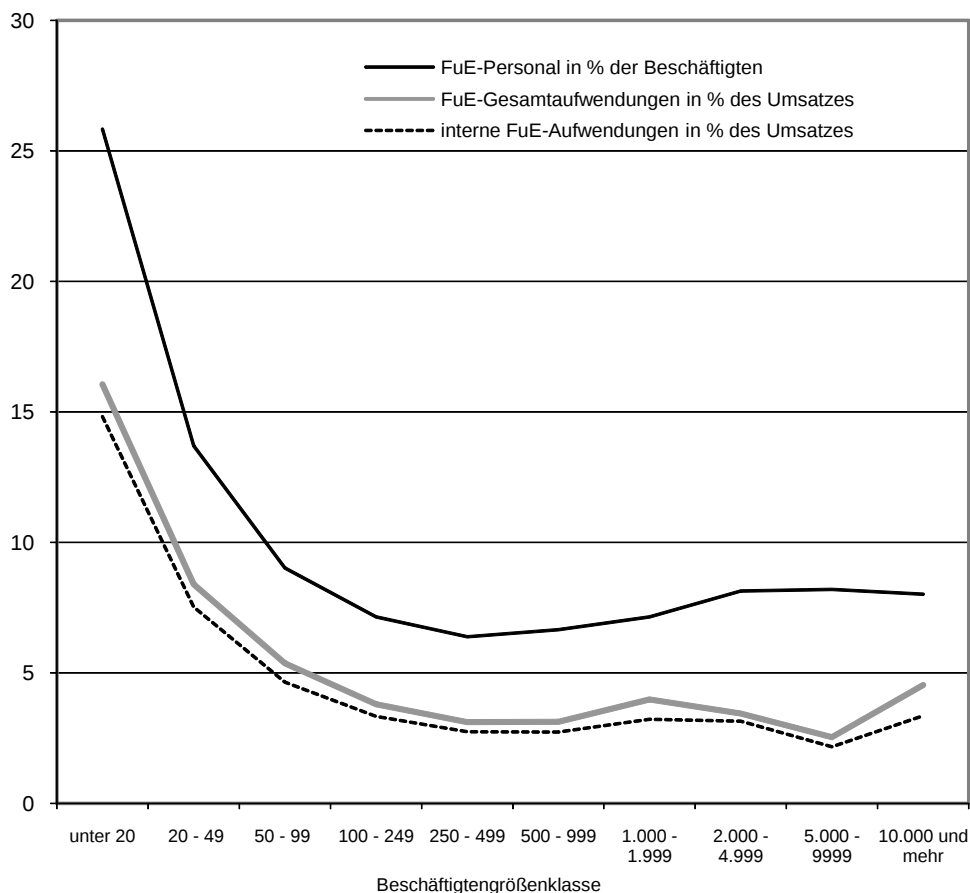
Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 1995 bis 2007). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Kleinunternehmen konzentrieren ihre FuE-Aktivitäten sehr stark auf Güter der Spitzentechnologie wie Pharma, Instrumente und Computertechnik, während mittlere und größere Unternehmen ihre Schwerpunkte häufiger anwendungsorientiert in der „Hochwertigen Technik“, d. h. in den „klassischen“ deutschen Domänen suchen.⁶⁴ Diese Tendenz unterstreicht die zunehmend wichtiger gewordene Rolle, die forschende Kleinunternehmen gerade im Spitzentechnologiebereich einnehmen.

⁶⁴ Vgl. Revermann, Wudtke (1997).

- In bestimmten Technologiefeldern sind insbesondere Flexibilität, Unkonventionalität und Risikobereitschaft von Vorteil, wenn es darum geht, FuE für technologische Nischenanwendungen und kleinvolumige Nachfragepotenziale zu betreiben.⁶⁵ Diese Merkmale zeichnen Klein- und Mittelunternehmen eher aus als große, sie tasten sich schrittweise in neue Wissensgebiete vor.⁶⁶ **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 FuE-Anteil am Umsatz in der Beschäftigungsgrößenklasse bis 100 im Jahr 2007 bei 5,2 %, der Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten bei über 9,8 %.⁶⁷ Sie gaben insgesamt etwas über 1,4 Mrd. € für FuE aus und beschäftigten 16.500 Personen in FuE.

Abb. 2.2.2: FuE-Intensität forschender Unternehmen in Deutschland 2007 nach Unternehmensgrößenklassen



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

- **Mittelgroße Unternehmen** gaben im Jahr 2007 gut 4,1 Mrd. € für FuE aus und beschäftigten über 36.100 Personen in FuE. 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 Technologieverwertung und in der Produktion aktiv. Selbst im Durchschnitt der for-

⁶⁵ Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

⁶⁶ Vgl. Creditreform u. a. (2008).

⁶⁷ 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.

schenden Unternehmen sinkt die FuE-Intensität (bezogen auf den Umsatz) im Aggregat auf 3 % (FuE-Personalintensität: 6,1 %).

- Industrielle **Großunternehmen** (41,9 Mrd. € Gesamtaufwendungen und 225 Tsd. Beschäftigte in FuE) wiederum haben Vorteile, 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 deutlich höherer Wert erreicht wird, der bei allen forschenden Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten im Schnitt bei 5,1 % vom Umsatz liegt (FuE-Personalintensität: 9,5 %). Sie ist kontinuierlich gesteigert worden und hält sich auch in der Aufschwungphase seit 2005 bei stark steigenden Umsätzen auf diesem Niveau.

Die hier aufgezeigten FuE-Struktur- und -Intensitätsunterschiede nach Größenklassen werden durch die Ergebnisse der Kostenstrukturstatistik eindeutig bestätigt,⁶⁸ auch wenn es dort erhebungsbedingt zu abweichenden Eckdaten kommt. Die Bandbreite reicht in der Kostenstrukturserhebung 2007 von einem FuE-Anteil am Umsatz aus eigenen Erzeugnissen von 0,5 % bei den kleinsten Unternehmen mit unter 50 Beschäftigten bis zu 5,2 % bei Großunternehmen mit über 1.000 Beschäftigten.

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 (siehe auch die Diskussion unten) als auch für FuE-Intensität ist die jeweilige Marktkonstellation, also die Branchenzugehörigkeit. Forschungsintensive Zweige, insbesondere die der Spitzentechnologie, stehen natürlich in der FuE-Beteiligung ganz oben (Tab. A.2.2.1). Vom Automobilbau abgesehen liegt die durchschnittliche FuE-Intensität der **forschenden** Kleinunternehmen immer oberhalb des jeweiligen Industriedurchschnitts (Tab. 2.2.3). Besonders deutlich ist dies bei der Elektrotechnik, Rundfunk-/Nachrichtentechnik, Pharmazie, Maschinenbau, Büromaschinen/EDV, MSR-Technik sowie im Luft- und übrigen Fahrzeugbau. Somit steht fast in jeder Branche die Gruppe der forschenden Kleinunternehmen in der FuE-Intensität ganz vorne in der Hierarchie der FuE-Intensitäten.⁶⁹

⁶⁸ Berechnet aus unveröffentlichten Unterlagen des StaBuA sowie FS 4, Reihe 4.3. Vgl. auch Hennchen (2006) für 2004.

⁶⁹ Vgl. auch Tab. A.2.2.1; dort ist allerdings die FuE-Intensitäten **aller** Unternehmen - also einschließlich der nicht-FuE-betreibenden - aufgeführt.

Tab. 2.2.3: FuE-Intensität von forschenden Unternehmen nach Wirtschaftszweigen und Technologieklassen 2007

- FuE-Personal in % der Beschäftigten -

Wirtschaftszweig Technologieklasse	FuE-Intensität nach Größenklassen					
	insgesamt	< 100	100 - 249	250 - 499	500 - 999	> 1.000
alle forschenden Unternehmen	7,9	12,5	7,1	6,4	6,7	7,9
Wirtschaftszweig						
Verarbeitende Industrie	8,6	9,8	6,2	5,9	6,4	9,5
Chemische Industrie	11,7	12,4	8,5	8,0	9,4	12,7
Maschinenbau	7,0	8,2	5,7	6,4	6,7	7,4
Elektrotechnik/Elektronik	11,3	14,9	11,0	11,4	9,9	11,1
Fahrzeugbau	11,6	7,8	10,0	6,1	6,7	11,9
übrige Industrie	3,3	5,4	3,0	2,5	3,3	3,3
übrige Wirtschaftszweige	5,0	23,1	16,0	13,9	9,9	3,0
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie						
niedrige und mittlere Technologie	3,3	5,4	3,0	2,5	2,7	3,1
Hochwertige Technik	9,3	8,8	6,2	6,5	8,6	10,4
Spitzentechnologie	13,4	16,5	13,1	13,0	11,8	13,3

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. 2.2.2). 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 forschungsintensiven Sektoren (Tab. A.2.2.1) 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, Software und Telekommunikation den Umfang der FuE-Aktivitäten bestimmen, ergibt sich ein völlig anderes Bild: Man kann sehr genau erkennen, dass die FuE-Intensität mit zunehmender Unternehmensgröße abnimmt (Tab. 2.2.3). Denn gerade die vergleichsweise dynamischen wissens- und innovationsintensiven Dienstleistungsunternehmen erreichen vielfach nicht die Größe von Industrieunternehmen und agieren deshalb in den für Klein- und Mittelunternehmen typischen Beschäftigungsgrößenklassen - selbst wenn sie FuE betreiben. 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 zu Gute kommt.⁷⁰

Zur Verteilung des FuE-Kapazitäten auf Unternehmensgrößenklassen

Alles in allem waren im Jahr 2007 in Klein- und Mittelindustrieunternehmen (mit unter 500 Beschäftigten) 22 % des FuE-Personals beschäftigt, bei einem Anteil an der Industriebeschäftigung von insgesamt 51,6 %. An dieser Stelle ist auf zwei Effekte aufmerksam zu machen, die stark auf die Entwicklung der Größenklassenverteilung von FuE (Abb. 2.2.1) eingewirkt haben: Zum einen sind dies regionale Besonderheiten in Deutschland, zum anderen hat die Forschungs- und Innovationspolitik Spuren hinterlassen.

Der erste Punkt: Die forschenden Unternehmen sind in den östlichen Bundesländern im Schnitt deutlich kleiner als im früheren Bundesgebiet.⁷¹ Die deutsche Vereinigung hat daher auch einen gewissen Einfluss auf die Einschätzung der quantitativen Bedeutung von Klein- und Mittelunternehmen für die FuE-Kapazitäten in Deutschland ausgeübt.

- Denn dass in den 90er Jahren der Anteil des in Klein- und Mittelunternehmen beschäftigten FuE-Personals höher ausfällt als in den 80er Jahren (Tab. 2.2.1) hat zum einen auch mit der unternehmensstrukturbedingten Schwerpunktbildung des FuE-Geschehens innerhalb Ostdeutschlands zu tun. Insbesondere Kleinunternehmen hatten einen zunächst kontinuierlich zunehmenden Anteil des FuE-Personals beschäftigt.
- Zum anderen dürfte spürbar sein, dass ehemalige Großunternehmen in Ostdeutschland im Zuge des Privatisierungs-, Anpassungs- und Schrumpfungsprozesses in den ersten Jahren nach der Wiedervereinigung zersplitterten: FuE wurde vielfach ausgelagert (in externe Industrieforschungseinrichtungen, die früheren „ForschungsGmbHs“, die dem Unternehmenssektor und nicht den IfG zugeordnet werden) und ist damit zunehmend in niedrigere Unternehmensgrößenklassen gerutscht.
- Schrumpfungseffekte dürften in einem gewissen Umfang auch für die westdeutschen Unternehmen gelten, denn die rückläufige Industriebeschäftigung in den 90er Jahren bedeutet gleichzeitig eine statistische Stärkung der Bedeutung von Klein- und Mittelunternehmen. Umgekehrt haben industrielle Großunternehmen im Beschäftigungsaufschwung gegen Ende der 90er Jahre wieder kräftig zugelegt - nicht nur bei FuE, sondern in einigen FuE-intensiven Bereichen zumindest in der Periode bis 2002 auch wieder bei der Beschäftigung insgesamt.⁷²

Es ist also aus den vorhandenen statistischen Informationen (zusammenfassend in Tab. 2.2.1) nur z. T. eine stabile FuE-Renaissance von Klein- und Mittelunternehmen herauszulesen.

- Denn es ist zu berücksichtigen, dass die Anteilssteigerungen von Klein- und Mittelunternehmen bis in die zweite Hälfte der 90er Jahre hinein in Zeiten rückläufiger FuE-Beschäftigung erzielt wurden. Dies bedeutet vor allem, dass Groß- und Großunternehmen FuE-Personal stärker abgebaut hatten als Klein- und Mittelunternehmen.

⁷⁰ Vgl. die Argumentation bei Rammer, Spielkamp (2006).

⁷¹ Dies zeigt sich nach einer NIW-Auswertung für Niedersachsen im Anteil der Klein- und Mittelunternehmen (unter 500 Mitarbeiter) am FuE-Geschehen in Ost und West. Arbeiteten im Jahr 2005 im Westen nur ca. 21 % aller FuE-Beschäftigten in kleinen und mittelgroßen Unternehmen (mit einer Spannweite von 14 % in Bayern bis 45 % im Saarland), waren es in den östlichen Bundesländern ohne Berlin 68 % (mit einer Spannweite von 53 % in Mecklenburg-Vorpommern bis 79 % in Sachsen-Anhalt). Ähnlich schwanken auch die Anteile der Klein- und Mittelunternehmen an den internen FuE-Ausgaben im Westen (gesamt: 13 %) zwischen 12 % (Bayern) und 39 % (Saarland). In den neuen Ländern (ohne Berlin) liegen sie zwischen 38 % (Mecklenburg-Vorpommern) und 70 % (Sachsen-Anhalt). Dabei sind die Quoten im Osten seit über zehn Jahren quasi unverändert. Vgl. NIW (2008).

⁷² Vgl. Gehrke, Krawczyk, Legler (2007).

- Gegen Ende der 90er Jahre hatte sich der Wind wieder gedreht. Die FuE-Konzentration auf Großunternehmen nahm im FuE-Aufschwung stark zu, der Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal geriet wieder merklich ins Rutschen.
- Neuere Daten signalisieren seit 2003 wieder einen FuE-Bedeutungsgewinn von Klein- und Mittelunternehmen: Vor allem sieht es so aus, dass industrielle Großunternehmen zu Gunsten von FuE-betreibenden Dienstleistungsunternehmen FuE-Personal abgegeben haben. Hier deutet sich eine Änderung der FuE-Arbeitsteilung an.

Der **zweite Punkt**: Bis Mitte der 80er Jahre war in Westdeutschland noch deutlich zu beobachten, dass vor allem Kleinunternehmen ihren Anteil an den FuE-Kapazitäten erhöht hatten. Dies ebenfalls zu einem großen Teil mit „rechnerischen“ Effekten wie in den 90er Jahren in Zusammenhang zu bringen, wäre deshalb falsch, weil dies die Periode war, in der in Deutschland die FuE-Kapazitäten kontinuierlich über die konjunkturellen Zyklen und über die Unternehmensgrößenklassen hinweg aufgebaut wurden und in der die deutsche Wirtschaft sich vorübergehend bei FuE eine internationale Spitzenposition erarbeitet hatte⁷³.

Der FuE-Boom in Klein- und Mittelunternehmen Mitte der 80er Jahre hing vielmehr vor allem mit Maßnahmen der Forschungs- und Technologiepolitik zusammen. Denn der Aufbau von personellen FuE-Kapazitäten in Klein- und Mittelunternehmen war fast die gesamten 80er Jahre hindurch durch Personalfördermaßnahmen (FuE-Personalkostenzuschüsse bzw. FuE-Personalzuwachsförderung) gestützt worden. Dies erleichterte Klein- und Mittelunternehmen sowohl den Einstieg als auch das schnelle Wachstum in FuE.⁷⁴ Außerdem hatten die Bundesländer zunehmend die Technologiepolitik als eines ihrer Aktionsfelder entdeckt. Aus diesem Grunde stützten - und stützen - viele Bundesländer seither auch im Rahmen ihrer regionalen Förderpolitik den Einsatz von (hochqualifiziertem) FuE-Personal.⁷⁵

Der positive Effekt der Personalfördermaßnahmen des Bundes auf die FuE-Kapazitäten ist jedoch insbesondere bei Kleinunternehmen nach Auslaufen der FuE-Personalfördermaßnahmen recht schnell verfliegen. Man kann sagen, dass sich etliche Klein- und Mittelunternehmen bei gleichzeitig erwarteter konjunktureller Eintrübung Ende der 80er Jahre - etwa ab 1987 - aus FuE zurückgezogen und sich nicht wieder eingegliedert haben.

Die **Erklärung** für die in der Breite eher als zurückhaltend einzustufende Bereitschaft, sich in FuE zu engagieren, ist natürlich nicht nur im Aussetzen der finanziellen Förderung zu sehen, obwohl indirekte Fördermaßnahmen - wie die FuE-Personalförderung - Klein- und Mittelunternehmen eher auf den Leib geschnitten sind als die direkte FuE-Projektförderung.

- Vielmehr hat sich zum einen in Deutschland die binnenwirtschaftliche Dynamik im Vergleich zu den 80er Jahren deutlich verlangsamt. Schwache Wachstumsaussichten bedeuten unsichere FuE- und Innovationserträge. Sie sind für Klein- und Mittelunternehmen eher ein FuE- und Innovationshemmnis als für Großunternehmen⁷⁶, die sich in aller Regel auch auf dem stärker expandierenden Weltmarkt Anregungen für Innovationen holen und neue Produkte dort auch leichter platzieren können. Industrielle Klein- und Mittelunternehmen sind wie Dienstleistungsunternehmen stärker auf die Bedürfnisse in der Nachbarschaft ausgerichtet.

⁷³ Vgl. Legler, Grupp u. a. (1992).

⁷⁴ Vgl. Becher u. a. (1989).

⁷⁵ Vgl. Rammer, Binz (2006).

⁷⁶ Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

- Zum anderen haben sich ab Mitte der zweiten Hälfte der 90er Jahre im Zuge des wirtschaftlichen Aufschwungs sehr schnell Grenzen der Verfügbarkeit von hochqualifiziertem Personal gezeigt.⁷⁷ Diese wirken sich bei Klein- und Mittelunternehmen deutlich schneller aus. Großunternehmen sind eher in der Lage, die entsprechend höheren Knappheitslöhne an das FuE-Personal zu zahlen.
- Ähnliches gilt für die Verfügbarkeit von Wagniskapital, das in Deutschland eigentlich nur gegen Ende der 90er Jahre eine prosperierende Entwicklung mitgemacht hat.⁷⁸

Der aktuelle FuE-Anteilszuwachs und auch der kräftige Anstieg der FuE-Beteiligung von Kleinunternehmen zwischen 2005 und 2007 sollte nicht überbewertet werden, denn er stellt **statistisch** einen **Strukturbruch** dar. Der Zuwachs wird zum allergrößten Teil durch eine massive Aufstockung der Erfassung von Unternehmen gestützt, durch Neuaufnahmen aus verschiedenen Förderprogrammen. Den Kernpunkt bilden die via AiF geförderten Unternehmen, die 2007 erneut abgeglichen wurden. Daraus ergab sich ein erheblicher Umfang an knapp 2.000 Unternehmen, die erstmalig als FuE-Unternehmen bekannt geworden sind. Diese Unternehmen sind - nach entsprechenden internen Abgleichen - per Individualschätzung aus den Förderdaten und anderen Schlüsselinformationen (Creditreform etc.) in die FuE-Statistik einbezogen worden. Hierzu gehören gut 1.500 Unternehmen aus der Verarbeitenden Industrie mit einem FuE-Volumen von gut ½ Mrd. €. Auf 450 Unternehmen aus den übrigen Sektoren entfielen 150 Mio €. Untersuchungen einer Kontrollgruppe (FuE-Meldung bei der Wistat und gleichzeitig Förderung per AiF) haben deutliche Strukturunterschiede zu den „normalen“ Klein- und Mittelunternehmen ergeben.

Dieser Effekt zeigt, dass die Maßnahmen zur Integration von Kleinunternehmen in den FuE-Kreis gut ankommen. Sie ermöglichen vielen Klein- und Mittelunternehmen einen Schnupperkurs in FuE und damit die Sammlung von Erfahrung auf einem möglicher Weise neuen Feld. „Einmal ist besser als kein Mal ...“ Inwieweit dadurch das an sich labile FuE-Verhalten von Kleinunternehmen stabilisiert werden kann, wäre zu überprüfen.

An diesen vielfältigen Besonderheiten werden die Grenzen makroökonomischer Eckdaten bei der Beurteilung von unternehmerischen Verhaltensweisen in FuE klar. Präzisere Auskünfte zur Verhaltenskomponente im Vergleich zur Konjunktur- und Strukturkomponente können allein Panel-Untersuchungen geben, die in der Lage sind, das FuE-Verhalten von einzelnen Unternehmen über die konjunkturellen Zyklen hinweg zu betrachten.⁷⁹

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. 2.2.2 und A.2.2.1): Sie liegt nach der deutschen FuE-Statistik im Jahr 2007 in der **Industrie** im Schnitt bei 21 % der Unternehmen⁸⁰, weist jedoch eine Bandbreite von 17 % bei Kleinunternehmen (mit 20 bis unter 100 Beschäftigten) über 27 % bei Mittelunternehmen, 46 % bei größeren Unternehmen mit einer Beschäftigtenzahl von 500 bis unter 1.000 bis auf 75 % 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.

⁷⁷ Vgl. Rammer (2002).

⁷⁸ Vgl. Rammer (2007).

⁷⁹ Vgl. Rammer, Grenzmann, Penzkofer, Stephan (2004).

⁸⁰ Kleinbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten sind in der Bezugsgröße nicht erfasst. Tatsächlich sind also erheblich weniger als 21 % der Industrieunternehmen den forschenden zuzurechnen. Dies gilt jedenfalls dann, wenn man die auf Grund der Erhebungsmethode nicht von der FuE-Statistik erfassten Klein- und Mittelunternehmen bei der Berechnung der Prozentangaben außer Acht lässt.

Besonders hoch ist die FuE-Beteiligung unter den Kleinunternehmen (Tab. A.2.2.1) in den sehr forschungsintensiven Industriezweigen Elektronische Bauelemente, Büromaschinen/EDV, MSR-Technik, Pharmazie, Foto/Optik sowie Nachrichtentechnik. Überdurchschnittlich hoch ist die FuE-Beteiligung darüber hinaus noch in den übrigen forschungsintensiven Industrien (Chemische Industrie, Maschinenbau, Unterhaltungselektronik sowie Luftfahrzeugbau). Der Automobilbau und die Elektrotechnik liegen in dieser Hinsicht unter den forschungsintensiven Industrien am unteren Ende (Tab. A.2.2.1): Insbesondere in der Kfz-Industrie spielen Kleinunternehmen bei FuE keine besonders starke Rolle.

Die FuE-Tätigkeit hatte sich 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 % (seit 2003). FuE-Aktivitäten hatten in dieser Periode in der Wirtschaft an Breite verloren. In jüngster Zeit hat sich dieser Abschmelzungsprozess verlangsamt. Auch für 2007 würde bei Kleinunternehmen eine FuE-Beteiligungsquote von 12 % errechnet werden, wenn man auf die Einbeziehung der AiF-Förderdaten verzichtet hätte (Tab. A.2.2.2). 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 nicht mit den bislang verfügbaren Daten vergleichbar ist. Wenn hier aus **analytischen** Vergleichbarkeitsgründen einmal **mit** den erfassten Unternehmen (Tab. 2.2.2) und einmal **ohne** (Tab. A.2.2.2) gerechnet wird, dann heißt dies nicht, dass den „Neulingen“ ein anderer Status zuerkannt werden soll.

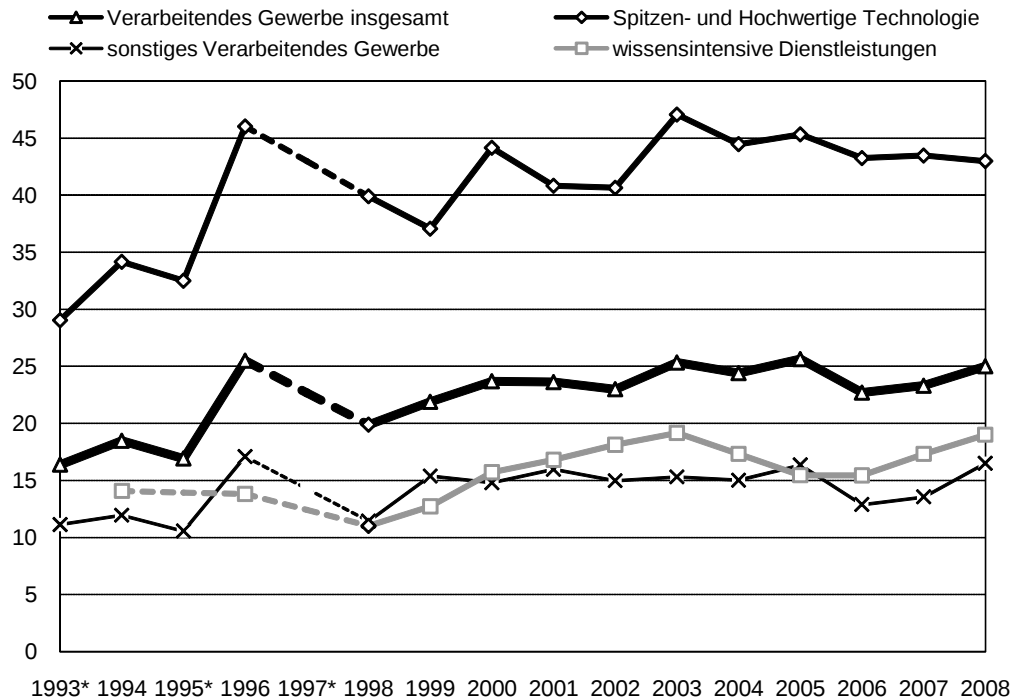
Die aktuell ausgewiesene Zunahme der FuE-Beteiligungsquote gibt insofern keinen Anlass zur Entwarnung, da die FuE-Beteiligungserhöhung in direktem Zusammenhang mit kurzfristigen, befristeten Fördermaßnahmen in Verbindung gebracht werden muss. Denn erfahrungsgemäß ist bei dieser Klientel mit einem labilen FuE-Verhalten zu rechnen. So haben sich 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 und sich auch mit Hilfe von anderen Erhebungen Interpretationssicherheit holen (s. u.).

Die Beteiligung von Unternehmen an FuE ist eine kritische Größe. Denn die Innovationsfähigkeit der Unternehmen ist mittel- bis langfristig recht eng an die Beteiligung an FuE und an die Verfügbarkeit von entsprechend ausgebildetem und erfahrenem Personal geknüpft. Insbesondere ist die Anwendung externen Wissens vielfach komplementär zu eigenen FuE-Anstrengungen.⁸¹ 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.⁸²

⁸¹ Das MIP weist für die Periode 2002-2004 nur 1 % der Unternehmen aus forschungsintensiven Industrien aus, die FuE-Aufträge nach außen vergeben, ohne gleichzeitig eigene FuE-Kapazitäten zu haben und die dennoch innovieren. 48 % betreiben hingegen nur interne FuE, 34 % verstärken interne FuE-Aktivitäten durch Aufträge an FuE-Kooperationspartner. Rammer, Blind u. a. (2007).

⁸² Vgl. Rammer, Binz (2006).

Abb. 2.2.3: Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE in Bergbau und Verarbeitendem Gewerbe sowie in wissensintensiven Dienstleistungen Deutschlands 1993-2008 nach dem MIP (in %)



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

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

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 hatte die deutsche Innovationserhebung (MIP) zwar auch einen Rückgang der FuE-Beteiligung im Vergleich zu Mitte der 90er Jahre ermittelt; die Veränderungen werden jedoch eher als „Schwankungen“ interpretiert⁸³. In der aktuell ausgewerteten Erhebung 2009 wird bis 2007 tendenziell ebenfalls ein Rückgang derjenigen diagnostiziert, die in den letzten drei Jahren FuE betrieben haben (Abb. 2.2.3). Allerdings hat es im Berichtsjahr 2008 in immer noch günstigem konjunkturellem Umfeld wieder einen Anstieg der FuE-Beteiligung in der Verarbeitenden Industrie und bei wissensintensiven Dienstleistungen um jeweils rund zwei Prozentpunkte gegeben. In der Verarbeitenden Industrie haben sich insbesondere immer mehr Unternehmen aus weniger FuE-intensiv produzierenden Zweigen in die Gemeinschaft der FuE betreibenden Unternehmen integriert. Zudem zeichnet sich in der FuE-Beteiligung der MIP-Erhebung - die maßgeblich durch Klein- und Mittelunternehmen geprägt wird - insofern eine Stabilisierung ab, als seit 2006 der Anteil kontinuierlich FuE-betreibender Unternehmen gestiegen ist (Abb. 1.1.2). Allerdings schwankt nach der deutschen Innovationserhebung die Zahl derjenigen Unternehmen, die diskontinuierlich FuE betreiben. Das Nebeneinander von **Stabilität** bei regelmäßig forschenden „Kontis“ und **Labilität** bei den „Spontis“ in den Angaben der Unternehmen zur FuE-Beteiligung 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 Erwartun-

⁸³ Vgl. Janz u. a. (2001).

gen reagieren. Größere Unternehmen sind hingegen eher in der Lage, langfristige Forschungsziele zu definieren und grundsätzlich neue Wissensgebiete zu erschließen.⁸⁴

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.).

So stellt das MIP nicht FuE, sondern Innovationen in den Mittelpunkt der Untersuchung, während die FuE-Statistik bei FuE von „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.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch ein Überblick über die verfügbaren Ergebnisse anderer Institute/Institutionen gegeben.

- Hinsichtlich der Entwicklung der FuE-Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen weist die Auswertung der Förderanträge im Rahmen der Breitenprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau in die gleiche Richtung wie die deutsche FuE-Statistik. Auch dort sank der Anteil der regelmäßig FuE-betreibenden Unternehmen in der Verarbeitenden Industrie lange Zeit recht deutlich⁸⁵. Zwischen 2003 und 2006 verharrte er konstant bei gut 20 %. Nach einem Anstieg im Jahr 2007 pendelt er sich im Jahr 2009 (drei Quartale sind berücksichtigt) wieder auf 20 bis 21 % ein.⁸⁶ Allerdings ist an dieser Stelle ebenfalls darauf aufmerksam zu machen, dass der originäre Anlass der Erhebung ein anderer ist und die FuE-Frage „nur nebenbei“ gestellt wird. Trotz dieser Einschränkungen kann man darauf aufmerksam machen, dass die Beteiligung der Industrieunternehmen an FuE zumindest in der Phase 2003 bis 2009 im Gleichschritt mit der zyklischen Entwicklung marschiert.
- Das ifo-Institut kommt in der regelmäßigen Auswertung von Innovationsfragen im Rahmen des ifo-Konjunkturtests für die Verarbeitende Industrie zum Ergebnis, dass der Anteil von FuE-betreibenden Innovatoren in Deutschland zwischen 1999 und 2002 monoton um sechs Prozentpunkte auf 39 % zurückgegangen ist. Seither hat es jedoch wieder sukzessive eine Anhebung der FuE-gestützten Innovatoren auf 43 % gegeben, so dass im Jahr 2007 wieder fast die FuE-Beteiligungsquote des Jahres 1999 erreicht wurde.⁸⁷ Dies zeigt wie die MIP-Erhebungen, dass FuE für das Innovationsgeschehen wieder wichtiger geworden ist.
- Aus der KSE des StaBuA lässt sich für Bergbau/Verarbeitendes Gewerbe eine zwischen 1999 und 2003 unveränderte FuE-Beteiligungsquote von 21 bis 22 % errechnen.⁸⁸ 2004 waren dort 23 % der

⁸⁴ Vgl. Creditreform u. a. (2008).

⁸⁵ Vgl. Irsch (2003).

⁸⁶ Angaben von V. Zimmermann (KfW) vom 2. 10. 2009.

⁸⁷ Auswertung von H. Penzkofer (ifo) für das NIW.

⁸⁸ Unveröffentlichte Angaben des StaBuA sowie Fachserie 4, Reihe 4.3 (2003).

Unternehmen mit FuE-Aktivitäten gemeldet worden.⁸⁹ 2007 ergab sich aus den Hochrechnungen jedoch eine leichte Steigerung auf 24 %. Nach dieser Statistik hat FuE in der deutschen Industrie also etwas an Breite gewonnen.⁹⁰

- Ebenfalls jeweils kaum verändert - allerdings mit 13 bis 14 % in der Verarbeitenden Industrie zu deutlich niedrigeren Anteilen - wird die Frage nach der Beteiligung im letzten Zweijahreszeitraum an FuE in den IAB-Betriebspanels 1998, 2001 und 2004 bejaht.⁹¹ Von 2001 auf 2004 geht es dort in Betrieben der Verarbeitenden Industrie geringfügig nach oben. 2007 gaben nur noch 12 % der Betriebe an, dass sie FuE betreiben, 1 % ergänzte, dass FuE Aufgabe einer anderen Unternehmenseinheit sei.⁹²

Im **internationalen Vergleich** ist die regelmäßige Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE in Deutschland noch als hoch einzuschätzen.⁹³ Darauf deuten die Ergebnisse des Vierten Community Innovation Survey (CIS) hin. Für den Referenzzeitraum 2002-2004 sowie für die Gruppe der Unternehmen mit zehn und mehr Beschäftigten lag Deutschland mit einem Anteil von 18 % kontinuierlich forschender Unternehmen an der Spitze. Kein Land weist höhere Anteile auf. Dies ist ein klarer Vorteil des „deutschen Innovationssystems“. Allerdings lagen die nach gleicher Methode ermittelten Anteile vier Jahre zuvor noch bei 21 %. Deutschlands Vorsprung bei der FuE-Beteiligung konnte nicht ganz gehalten werden. Ein für das „deutsche Innovationssystem“ bedeutender Vorteil ist insofern etwas verloren gegangen. Denn in den meisten anderen (europäischen) Ländern ist die FuE-Beteiligung in diesem Jahrhundert angestiegen (Ausnahmen: Frankreich und Schweden).

Fazit

Mit der Darstellung anderer Zugänge und Studien zu FuE soll ein Eindruck über die Verschiedenartigkeit der Ergebnisse in Abhängigkeit vom jeweiligen Gesamtzusammenhang und der sich daraus ergebenden Sichtweise vermittelt werden. Bei Vergleichen ist daher Vorsicht geboten, weil die Unternehmen vielfach aus einem unterschiedlichen Verständnis heraus nach FuE befragt werden und von unterschiedlichen Personen oder Stellen im Unternehmen hierzu eine Antwort gegeben wird (bspw. Personalleiter im IAB-Betriebspanel usw.).

Die Mehrheit der Untersuchungen geht davon aus, dass sich FuE zumindest in der Verarbeitenden Industrie - wenn überhaupt - nur noch zögerlich ausgebreitet hat. Die Unternehmen reihen sich je nach Markterfordernissen in die Gruppe der kontinuierlich forschenden Unternehmen ein oder sie ziehen sich zurück. Der Anteil der „gelegentlich“ - und in einem weit über die Frascati-Definition hinausgehenden Sinn - FuE betreibenden Unternehmen variiert besonders heftig. Der in der deutschen FuE-Statistik bis 2003 beobachtete recht starke Rückzug von Klein- und Mittelunternehmen aus der Beteiligung an FuE und die anschließende Konstanz der Beteiligungsquote wird jedoch nicht unbedingt in gleicher Weise in anderen Studien beobachtet. Allerdings sollte daraus **nicht** geschlossen werden, dass die **volumenmäßigen** Angaben zu FuE-Ausgaben und dem Einsatz von FuE-Personal sowie die Struktur der FuE-Aktivitäten eventuell stark verzerrt sind. Denn eine stärkere FuE-Beteiligung bei Kleinunternehmen kann nur marginal zu einem höheren FuE-Gesamtvolumen beitragen.

⁸⁹ Hennchen (2006).

⁹⁰ Unveröffentlichte Mitteilung des StaBuA vom 10. 9. 2009. Prinzipiell ist die Struktur der FuE-Beteiligung dort den eigenen Schätzungen sehr ähnlich, insbesondere bei den Unternehmen mit bis zu 100 Beschäftigten (15 % dort, 17 % hier). Unterschiede zeigen sich in der KSE insbesondere bei den Unternehmen in der Größenklasse 100 bis unter 500 Beschäftigte (41 % dort, 27 % hier) und bei den Großunternehmen bis unter 1.000 Beschäftigten (63 % dort, 46 % hier).

⁹¹ Auswertung von S. Kohaut (IAB) für das NIW.

⁹² Mitteilung von S. Kohaut (IAB) vom 28. 9. 2009.

⁹³ Vgl. Rammer (2009) sowie Rammer (2006).

Beim FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen handelt es sich um einen neuralgischen Punkt, der die Innovationspolitik im Kern berührt. Denn die im internationalen Vergleich hohe FuE-Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen ist ein wichtiger Vorteil für das „deutsche Innovationssystem“. Die Konsequenz aus den vorliegenden Informationen: Vorsichtshalber sollte die Innovationspolitik von einer Situation ausgehen, in der die Entwicklung der FuE-Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen als unbefriedigend einzustufen ist. Denn selbst wenn sie konstant geblieben sein sollte, so wäre dies bei stagnierender und als zu niedrig eingeschätzter FuE-Intensität in der Wirtschaft nicht genug. Vielmehr sollte man gerade in konjunkturell günstigen Zeiten, die der Beobachtungszeitraum abdeckt, davon ausgehen, dass sich mehr Unternehmen der Zukunftsvorsorge widmen können und nicht weniger. Zudem sollte daran gedacht werden, dass sich meist auch eine Reihe von anderen Indikatoren zum Innovationsverhalten - namentlich das finanzielle Engagement sowie der Anteil innovierender Unternehmen - parallel zum FuE-Verhalten entwickeln. FuE ist und bleibt der harte Kern im industriellen Innovationsgeschehen. Dies erkennt man auch daran, dass es in mittlerer Sicht überwiegend nicht-FuE-betreibende Unternehmen waren, die aus dem Innovationsprozess ausgeschieden sind (Abb. 1.1.2): Kamen 1998 nach dem MIP noch 32 % der innovationsaktiven Unternehmen aus der forschungsintensiven Industrie ohne eigene FuE aus, so waren es 2007 nur noch 23 %. FuE ist im Innovationsprozess wichtiger geworden. Erst der Aufschwung 2008 hat deutlich mehr nicht forschenden Unternehmen die Entscheidung erleichtert, Innovationsaktivitäten ohne eigene FuE aufzunehmen.

Bei allen methodischen Differenzen der Untersuchungen deutet sich klar an⁹⁴, dass es zum einen als Ergebnis nachlassender Gründungstätigkeit und zum anderen als Folge nachlassender FuE-Beteiligung von jungen Unternehmen zu einem Nachwuchsmangel an forschenden Unternehmen kommen kann. So hatte bspw. im Jahr 2003 nur noch jedes vierte gegründete Unternehmen FuE gemeldet, Ende der 90er Jahre waren es noch 35 bis 50 %⁹⁵. Dies ist ein kritisches Signal. Denn die Beteiligung an FuE ist eine strategische Entscheidung in der Gründungsphase des Unternehmens. Nur wenige Unternehmen finden noch in späteren Lebensphasen den Weg zu kontinuierlicher FuE.

2.3 FuE-Intensitäten im sektoralen Vergleich

Die sektoralen Hierarchien der FuE-Intensitäten sind in den meisten Ländern recht ähnlich⁹⁶. Aus den jeweiligen nationalen Statistiken lassen sich die FuE-Intensitäten der Industrien jedoch z. T. detaillierter 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 können⁹⁷. Für die Jahre 1995 bis 2007 stehen durchgängig tief disaggregierte Daten für Gesamtdeutschland in der WZ2003-Systematik zur Verfügung. Die Untersuchungen zu den Unterschieden zwischen den FuE-Erhebungen der Wistat und im Rahmen der KSE⁹⁸ legen es jedoch 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.

⁹⁴ Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

⁹⁵ Vgl. Rammer, Reitze u. a. (2005).

⁹⁶ Vgl. Legler, Krawczyk (2006).

⁹⁷ Die Ergebnisse sind aus im Einzelnen unterschiedlichen Gründen nicht mit den aus internationalen Vergleichsdaten abgeleiteten Intensitäten für Deutschland vergleichbar.

⁹⁸ Vgl. z. B. Revermann (2004) bzw. Revermann, Haug (2003). Eine aktuellere Zusammenstellung findet sich bei Eickelpasch, Grenzmann (2009).

Die Daten werden von der Wistat nicht nur nach „institutionellen“ Kriterien (**schwerpunktmäßige** Zugehörigkeit der Unternehmen zu **Wirtschaftszweigen**, der „Quelle“, Tab. A.2.3.1) erhoben, sondern auch in „funktionaler Gliederung“ (Tab. 2.3.1). 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 (bis 1999: interne Aufwendungen für angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung, seit 2001 interne Aufwendungen) 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.

Eine Kombination von institutioneller und funktionaler Auswertung erlaubt 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.

Die funktionale Gliederung der Gütergruppen ist beginnend mit der Erhebung 2001 deutlich differenziert worden. Der damit erzielte Informationsgewinn wird allerdings mit einem Bruch in der Zeitreihe erkauft. Je nach angestrebtem Differenzierungsgrad muss man sich die Informationen mal aus dieser, mal aus jener Auswertungsmöglichkeit von FuE- und Industriestatistik beschaffen.

Aktuelle FuE-Intensitäten in Deutschland

In Deutschland führen - auf der Basis der Statistik nach Erzeugnisbereichen - im Jahr 2007 Waffen/Munition sowie Spalt-/Brutstoffe überaus deutlich die FuE-Rangliste der Waren an. Über 30 % des jeweiligen Produktionswertes entfallen auf industrielle FuE (Tab. 2.3.1). Allerdings ist ihr Beitrag zum FuE-Gesamtaufkommen marginal.

Tab. 2.3.1: Angewandte interne FuE in Unternehmen 1995 bis 2005 in % des Wertes der zum Absatz bestimmten Produktion in Deutschland

GP '95	Erzeugnisbereich	FuE-Intensität							FuE-Anteil 2007 in %
		1995	1997	1999	2001* in %	2003*	2005*	2007*	
10-14	Erzeugnisse des Bergbaus, Steine und Erden	0,7	0,7	0,8	0,6	0,3	0,3	0,3	0,1
15/16	Nahrungs- und Genussmittel	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,8
17-19	Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren	0,5	0,6	0,8	0,6	0,6	0,8	0,7	0,3
20-22	Holz, Papier- und Verlags- u. Druckerzeugnisse				0,1	0,3	0,1	0,1	0,5
20-21	Holz und Holzwaren usw., Papier	0,3	0,2	0,2					
22	Erzeugnisse des Verlagsgewerbes	0,1	0,1	0,1					
23	Kokerei-, Mineralerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	1,3	0,8	0,5	0,5	0,2	0,1	0,4	0,3
231/232	Kokerei-, Mineralerzeugnisse					0,2	0,1	0,1	0,1
233	Spalt- und Brutstoffe	> 15				0,0	0,1	30,2	0,2
24 o. 244	Chemische Erzeugnisse	4,2	3,8	4,0	4,1	3,6	3,6	3,8	10,2
244	Pharmazeutische Erzeugnisse	9,2	13,1	13,9	13,7	17,4	14,2	10,6	7,3
251	Gummiwaren	2,2	1,7	2,0	2,9	2,8	4,9	4,1	1,2
252	Kunststoffwaren	0,9	1,1	1,2	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2
26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	0,8	0,8	1,0	1,1	1,1	0,9	0,8	0,6
27	Eisen- und Stahlerzeugung, NE-Metalle, -erzeugnisse				0,5	0,6	0,6	0,4	1,1
271-273	Eisen und Stahl	0,7	0,6	0,6					
274	NE-Metallerzeugnisse	0,6	0,7	0,6					
275	Gießereierzeugnisse	0,5	0,6	0,4					
28	Metallerzeugnisse				0,7	0,7	0,5	0,6	1,3
281/282	Stahl- und Leichtmetallerzeugnisse, Kessel und Behälter	0,7	0,5	0,4					
283	Dampfkessel, Kernreaktoren	0,6	0,3	0,2					
284	Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteile	4,1	0,7	0,7					
285	Oberflächenveredlung, Wärmebehandlung und Mechanik	2,4	1,6	1,0					
286/287	Schneidwaren, Werkzeuge usw., EBM-Waren	0,6	0,9	1,0					
293	Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	3,5	3,6	4,5	4,4	4,3	3,7	1,3	0,7
294	Werkzeugmaschinen	2,3	2,6	2,2	3,2	3,1	3,1	3,1	1,5
296	Waffen und Munition	29,4	23,2	25,8	20,0	39,2	39,5	35,3	0,3
297	Haushaltsgeräte	1,1	1,5	1,6	1,6	2,0	2,2	3,0	0,7
291/292/295	übrige Erzeugnisse des Maschinenbaus	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,5	2,7	9,5
30	Büromaschinen, DV-Geräte und -Einrichtungen	14,4	6,3	5,6	7,2	7,4	6,1	6,1	1,9
30.01	Büromaschinen				3,2	2,3	2,0	2,0	0,1
30.02	DV-Geräte und -Einrichtungen				7,7	8,2	6,6	6,6	1,8
31	Ger. der Elektrizitätserzeugung und -verteilung	2,8	3,0	3,1	1,9	1,8	1,8	1,8	3,2
	El.-Motoren, Generatoren, Transformatoren, Akkumulatoren, Batterien, el. Lampen u. Leuchten				1,7	2,0	2,0	1,9	1,8
	Elektrizitätsverteilungs-, -schalteinrichtungen, Eit-Kabel, -leitungen, -drähte				2,0	1,6	1,6	1,6	1,4
32	Nachrichtentechnik, Rundfunk- u. Fernsehger., elektr. Bauelemente	13,5	16,3	15,0	10,9	11,1	9,6	9,1	6,5
321, 322	Nachrichtentechnik, elektronische Bauelemente				11,7	11,8	10,3	10,0	5,9
323	Rundfunk- und Fernsehgeräte				6,9	7,1	5,8	4,7	0,5
331	Medizinische Geräte, orthopädische Vorrichtungen				6,8	7,8	5,7	6,0	2,1
	Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instr. usw., ind. Prozesssteuerungsanlagen				9,7	10,5	9,8	9,8	5,2
332/333	Optische und Photographische Geräte				4,5	4,8	8,3	7,9	0,9
335	Uhren				1,6	1,1	2,6	1,3	0,0
331, 33401	Medizinische Geräte	5,9	5,5	5,2					
332 - 335 o. 33401	MSR-, sonstige optische Erzeugnisse, Uhren	9,2	8,0	7,6					
34	Kraftwagen, Kraftwagenteile	4,8	4,5	5,1	5,6	6,1	5,4	5,5	36,4
353	Luft- und Raumfahrzeuge	46,0	36,0	22,7	13,2	17,0	17,1	12,9	5,0
352	Schienenfahrzeuge				10,0	5,2	5,7	5,9	0,6
351/352, 354/355	Sonstige Fahrzeuge	7,1	6,0	5,4					
351, 354/355	Sonstige Fahrzeuge				1,4	1,8	2,2	1,1	0,2
36	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, sonstige Erzeugnisse	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,4
37	Sekundärrohstoffe aus Recycling	0,2	1,6	1,0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,0
	insgesamt	3,0	3,0	3,1	3,1	3,4	3,0	2,9	100,0

*) ab 2001 interne FuE-Aufwendungen insgesamt, daher mit den Vorjahren nicht mehr 100%ig vergleichbar.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertungen für das NIW. - Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.3.1 (versch.Jgge.). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Bei Waffen/Munition und bei Luft- und Raumfahrzeugen hat die staatliche Eingriffsintensität seit jeher ein sehr hohes Ausmaß. Der Staat ist auch der eigentliche Nachfrager nach Erzeugnissen und Forschungsleistungen dieser Industrien.
- Bei Spalt-/Brutstoffen⁹⁹ - ebenfalls ein stark protektionierter Bereich - verringerten sich die FuE-Intensitäten seit Jahren deutlich, nicht zuletzt auf Grund der abnehmenden Bedeutung der Branche:

⁹⁹ In diesem Fall ist auch ein Blick auf die Industriezweigdarstellung des Jahres 1995 interessant (Tab. A.2.2.1). Der dort ausgewiesene Anteil von 14 % des Umsatzes ist im Vergleich zu den 80er Jahren recht niedrig. Vgl. hierzu die Berechnungen von Legler, Grupp u. a. (1992). Für 1995 sind die Daten letztmals verfügbar. Der exakte zeitliche Verlauf seither kann aus Geheimhaltungsgründen nicht nachgewiesen werden.

Als Reflex auf geänderte energiepolitische Zielsetzungen ist die Produktion in diesem Sektor in Deutschland zwar stark geschrumpft, der FuE-Aufwand ist daran gemessen - auch im Zusammenhang mit Sicherheitsüberlegungen - wieder stark gestiegen.

In der Hierarchie folgen Luft- und Raumfahrzeuge, Pharmazeutische Erzeugnisse sowie Nachrichtentechnik/Elektronik mit einem FuE-Anteil an der Produktion von über 10 %. Auch beim Luft- und Raumfahrzeugbau ist klar, dass der Staat die Industrie vor allem aus militärisch-sicherheits-technischen Überlegungen zu FuE-Höchstleistungen antreibt. Dennoch ist die FuE-(Ausgaben-)Intensität in dieser Branche kontinuierlich stark zurückgegangen, was im FuE-Personaleinsatz nicht ganz so deutlich wird (Tab. A.2.3.1): 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 jedoch ein beachtliches Produktionswachstum gegeben, das rechnerisch auf die FuE-Intensität drückt. Weltweit entwickeln sich die FuE-Ausgaben im Luft- und Raumfahrzeugbau sehr unstet, sie sind stark abhängig von der Konjunktur, den öffentlichen Finanzierungsmitteln und auch von den FuE-Standortentscheidungen multinationaler Konzerne.

In der FuE-Hierarchie der eher „marktgesteuerten“ Sektoren liegen hinter Schädlingsbekämpfungsmitteln (27 %, Tab. A.2.3.1) und Pharmazeutischen Erzeugnissen (10,6 %) nachrichtentechnische Geräte und elektronische Bauelemente mit einem FuE-Anteil am Produktionswert von 10 % an der Spitze (Tab. 2.3.1). Es folgt MSR-Technik (insbesondere industrielle Prozesssteuerung) mit 9,8 %. Ganz weit oben sind auch Foto/Optik (7,9 %), EDV (6,6 %) sowie Medizintechnik (6 %) und die Bahnindustrie (5,9 %) angesiedelt. Automobilherstellung (5,5 %) und in deren Sog Gummiwaren (4,1 %) sowie Rundfunk- und Fernsehtechnik (4,7 %), Werkzeugmaschinen (3,1 %) und Haushaltsgeräte (3 %) rangieren ebenfalls noch oberhalb des für Deutschland beobachteten Industriedurchschnitts (2,9 %). Das gleiche gilt für Chemische Erzeugnisse (3,8 %). Interessant ist dabei, dass die Kfz-Zulieferer mittlerweile FuE-intensiver produzieren (7 %) als die Kfz-Herstellerfirmen (5,7 %, Tab. A.2.3.1). Aus der Elektrotechnik sind Lampen/Leuchten als besonders FuE-intensiv (8,7 %) zu erwähnen.

Bei tiefer Disaggregation der Chemischen Industrie nach der institutionellen Gliederung wird zudem klar, dass in vielen Sparten dieses Zweiges forschungsintensiv produziert wird, insbesondere die bereits erwähnten Schädlingsbekämpfungs-, Pflanzenschutzmittel sowie Chemische Grundstoffe und anderen Chemiewaren, vor allem Fotochemikalien.¹⁰⁰ Auffällig ist jedoch der sehr starke Rückgang der FuE-Gesamtaufwendungen in der Grundstoffchemie. 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 Ausland¹⁰¹. Den Zahlen kann man allerdings nicht ansehen, ob nicht auch Bereichswechsel auf Grund 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 (Maschinen für einzelne Industriezweige, Landmaschinen, Waffen/Munition) überdurchschnittlich hoch. Beim Kraftmaschinenbau hat sich die FuE-Intensität in den letzten Jahren allerdings etwa halbiert.

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

¹⁰⁰ Vgl. Rehfeld, Legler, Schmoch u. a. (2003).

¹⁰¹ Vgl. Rammer, Legler u. a. (2009).

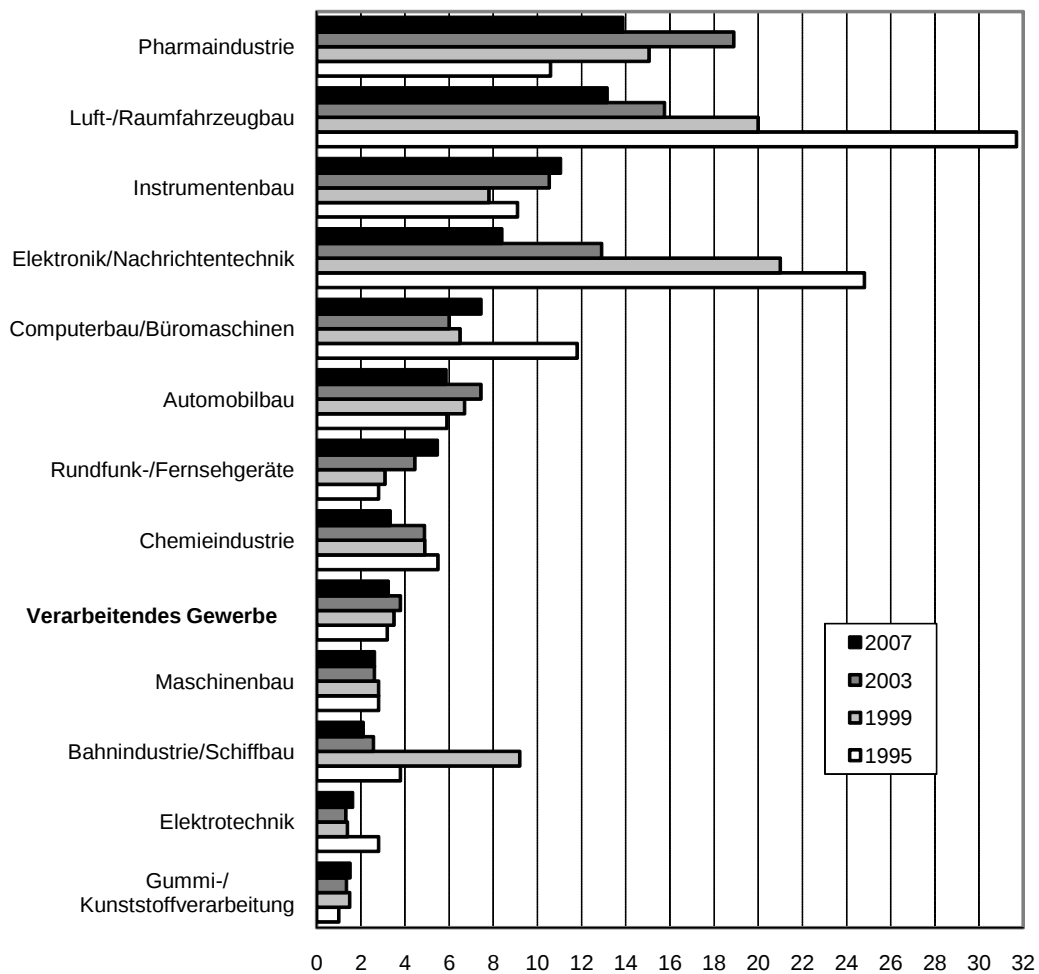
der dort häufig vorkommenden kundenspezifischen Einzelfertigung kaum möglich: In dem Maße, in dem sich Maschinenbauer auf Unikate statt auf Standardgüter spezialisieren, wird ein immer größerer Teil der FuE außerhalb eigenständiger FuE-Abteilungen gleichsam am Produkt vollzogen und damit aus der Statistik „herausgerechnet“.¹⁰² Der Maschinenbau greift jedoch außergewöhnlich intensiv auf Personal mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess (Naturwissenschaftler, Ingenieure usw.) zurück.¹⁰³ 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.

Die Rangfolge der Industrien nach den FuE-Intensitäten hat sich in Deutschland im vergangenen Jahrzehnt verschoben (Abb. 2.3.1). Luft- und Raumfahrzeugbau, Elektronik/Nachrichtentechnik und Computer/Büromaschinen sind seit Mitte der 90er Jahre in einem kontinuierlichen und zugleich rasanten FuE-Strukturwandelprozess von der Pharmazeutischen Industrie an der Spitze sowie auf den Plätzen teilweise auch vom Instrumentenbau, zeitweise gar von der Automobilindustrie überholt worden. Außerdem haben langfristig Radio/TV sowie Kunststoff/Gummi den FuE-Anteil am Umsatz steigern können. Eine ganze Reihe von Industrien ist jedoch 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. Dass die Verarbeitende Industrie zumindest bis 2003 dennoch eine leichte kontinuierliche Steigerung der FuE-Intensität aufweist, mag deshalb auf den ersten Blick nicht einsichtig sein. Dieses Ergebnis hängt mit der hohen Bedeutung des Automobilbaus zusammen: Er ist zum einen deutlich stärker gewachsen als viele andere Industriezweige und hat zum anderen im Expansionsprozess seine FuE-Kapazitäten auch noch überdurchschnittlich stark und meist über dieses Wachstum hinaus ausgeweitet. Dies wird besonders deutlich, wenn die Strukturen über ein Vierteljahrhundert betrachtet werden (vgl. Tab. 2.2.1 und Abschnitt 2.5): Der Fahrzeugbau ist 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 zu Lasten aller anderen Industriezweige. Denn ansonsten konnte nur der Dienstleistungssektor kräftig zulegen. In jüngster Zeit (Berichtsjahr 2007) jedoch hat der Maschinenbau dem Fahrzeugbau wieder FuE-Personalanteile abringen können.

¹⁰² Vgl. Baumann u. a. (1977).

¹⁰³ Vgl. Legler, Frietsch (2006).

Abb. 2.3.1: FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 1995, 1999, 2003 und 2007



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

Der langfristige Vergleich ist wichtig, weil FuE-Aktivitäten häufig langfristig angelegt sind. Gegenüber den Einschätzungen vor 1995 lässt sich jedoch nicht so ohne weiteres ein präziser Vergleich ziehen - die Änderungen im statistischen Berichtssystem sind in Abschnitt 1.3 besprochen worden: Vieles, was nach den heutigen Wirtschaftszweigglieдерungen herausragt, konnte nach den früheren statistischen Konventionen nicht so benannt werden.

Ein wichtiges Ergebnis ist auch, dass sich die FuE-Intensität der deutschen Industrie - gemessen an den Ausgaben im Verhältnis zum Umsatz - seit 2003 nicht mehr nach oben bewegt, sondern kontinuierlich zurückgeht (vgl. auch Tab. A.2.3.1). Demgegenüber ist jedoch festzuhalten, dass - meist hoch qualifiziertes - FuE-Personal weniger schnell abgebaut worden ist als Beschäftigte in der industriellen Produktion. Deshalb hat der FuE-Personalanteil in dieser Zeit gar leicht zugelegt. Insofern weist die FuE-Personalintensität in eine andere Richtung als die FuE-Ausgabenintensität.¹⁰⁴

Signifikant scheint für den Moment wohl vor allem die rückläufige FuE-Intensität in vielen Bereichen des weitergefassten Komplexes der Chemischen Industrie gesichert zu sein. Betroffen sind hiervon viele Bereiche außerhalb der Pharmasparte, insbesondere Spalt- und Brutstoffe, Mineralölerzeugnisse, chemische Grundstoffe sowie Chemiefasern. Weiterhin ist die „traditionelle Elektrotechnik“ beson-

¹⁰⁴ Zur Zerlegung der „Komponenten“ des Einsatzes von FuE-Personal in der deutschen Industrie vgl. auch Abschnitt 2.5.

ders 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 auszuschließen. 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 sein¹⁰⁵.

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. Deshalb differenziert die deutsche FuE-Statistik ja auch - so gut es geht - nach Herkunft und Ziel von FuE. Die „traditionelle Elektrotechnik“ mit ihren Verzweigungen in Elektronik, Computer, Nachrichtentechnik, Instrumente, Optik usw. ist das prominenteste Beispiel¹⁰⁶ (vgl. auch Tab. 2.3.2): 28 % der FuE entfallen auf branchenfremde Erzeugnisse, 22 % der FuE für elektrotechnische Erzeugnisse werden umgekehrt in anderen Sektoren betrieben. Ähnlich heterogen ist Rundfunk- und Nachrichtentechnik, in denen die Mikroelektronik als Basis- und Querschnittstechnologie eine Rolle spielt.

Insgesamt haben zudem nach Jahren des Rückgangs die „Fremdforschungsanteile“ 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.¹⁰⁷ 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. Am deutlichsten ist dies in der Chemischen Industrie (ohne Pharmazie) zu beobachten: Während im Jahr 1997 noch über ein Viertel der innerbetrieblichen FuE Produktgruppen außerhalb der Chemieindustrie gewidmet wurden, ist dieser Anteil im Jahr 2007 nach der Zerlegung und Neuaufstellung der Industrie sehr stark gesunken und beinahe vernachlässigbar.

¹⁰⁵ Vgl. Greulich (2001).

¹⁰⁶ Vgl. als Beispiel zur Untersuchung der „Homogenität“ von Wirtschaftszweigen Greulich (2001).

¹⁰⁷ Vgl. Grupp, Legler (1987).

Tab. 2.3.2: „Technologische Verflechtung“: Branchentypische und branchenfremde FuE nach Branchen und Gütergruppen 2007

Wirtschaftszweig/Erzeugnisbereich	Anteil "branchen- fremder" FuE*	Anteil "branchen- typischer" FuE in fremden Branchen**
	in %	in %
Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugnisse	0	8
Erzeugnisse des Bergbaus, Steine und Erden	36	32
Nahrungs- und Genussmittel	3	4
Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren	27	6
Holz, Papier- und Verlags- u. Druckerzeugnisse	17	12
Kokerei-, Mineralölerzeugnisse, Spalt- und Brutstoffe	9	21
Chemische Erzeugnisse	k.A.	k.A.
Pharmazeutische Erzeugnisse	20	4
Gummiwaren	4	5
Kunststoffwaren	11	21
Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	10	6
Eisen- u. Stahl, NE-Metalle	9	20
Metallerzeugnisse	22	9
Maschinen	12	15
Büromaschinen, EDV	10	15
Elektrotechnische Erzeugnisse	28	22
Medientechnik, Elektronik	23	5
MSSR-Technik	10	11
Kraftwagen, Kraftwagenteile	2	4
Luft- und Raumfahrzeuge	0	3
Sonstige Fahrzeuge	0	31
Möbel, MUSS, Sekundärrohstoffe	18	2
Energie/Wasser	10	26
Baugewerbe	8	18
Verkehr/Nachrichten	6	3
Datenverarbeitung und Datenbanken	3	8
sonstige	56	9
insgesamt	13	13

* interne angewandte FuE für Produktgruppen außerhalb der eigenen Branche.

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

Quelle: Unveröffentlichte Unterlagen des WSV. Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Tab. 2.3.2 offenbart wiederum, 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, Energie, Metallerzeugung, Kunststoffverarbeitung und sonstige Fahrzeuge. Ausgangspunkt ist in diesen Branchen vielfach die Chemische Technik.¹⁰⁸ Auf der anderen Seite zeigt sich ein intensiver Technologie- und Wissenstransfer gerade zwischen forschungsintensiven Industriezweigen: Große Teile des Maschinenbaus, EDV-Geräte, wie erwähnt Elektrotechnik sowie sonstige (Schienen-)Fahrzeuge benötigen in besonders hohem Maße FuE-Vorleistungen aus anderen Branchen. Hinzu kommen außerhalb der Verarbeitenden Industrie die Energie- und Wasserversorgung, das Baugewerbe sowie eine Reihe von Dienstleistungen: Sie sind zu einem überdurchschnittlich hohen Anteil ihrer FuE auf Beiträge anderer Branchen - vornehmlich aus der Verarbeitenden Industrie - angewiesen. Dies unterstreicht den engen sachlichen Zusammenhang zwischen technologischer Forschung und hochwertigen Dienstleistungen. Auch wenn sich die wirtschaftliche Dynamik überwiegend im Dienstleistungssektor entfaltet und dort eher Arbeitsplätze entstehen als in der Industrie: Der technologische Sektor der Industrie liefert nach wie vor die Technologien, die im Dienstleistungssektor in Innovationen, Wertschöpfung und Beschäftigung umgesetzt werden.

¹⁰⁸ Vgl. Rammer, Legler u. a. (2009).

2.4 Staatliche Finanzierungsbeiträge und FuE-Intensität

In keinem Land der Welt sieht der Staat dem FuE-Geschehen in den Unternehmen tatenlos zu. Vielmehr fördert er 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.¹⁰⁹

- Diese wird vor allem für die Grundlagenforschung angenommen, so dass die öffentliche Forschung vor allem hier ihren Auftrag sieht.
- Eine weitere Begründung bilden Aufgaben öffentlichen Interesses wie äußere und innere Sicherheit, Gesundheit oder Umweltschutz, die sich zunächst zwar einer ökonomischen Bewertung entziehen, in langfristiger Perspektive aber durchaus auch aus privatwirtschaftlicher Sicht profitabel sein können.
- Zudem wird angenommen, dass die potenzielle Bedeutung öffentlicher Forschung zunimmt, da moderne Innovations- und Produktionsprozesse in immer größerem Umfang von den Ergebnissen grundlegender wissenschaftlicher Forschung abhängen.¹¹⁰ Die staatliche Vorreiterrolle zeigt 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.¹¹¹
- Darüber hinaus wird argumentiert, dass sich in neuen Technikfeldern nach einiger Zeit die Entwicklungslinien der Unternehmen verengen („Tunnelblick“) und alternative Pfade nicht weiter verfolgt werden. Staatliche Grundlagenforschung eröffnet gerade diesen neue Optionen.
- Aus der Sicht der Unternehmen ist der ökonomische Erfolg von Forschungsarbeiten in vielen Fällen unsicher, nur langfristig zu realisieren und z. T. mit hohem finanziellen Aufwand und technologischem Risiko verbunden. Es ist überhaupt unsicher, ob sie sich die Erträge der Forschung „aneignen“ können. Denn Forschungsergebnisse kommen auch anderen Unternehmen zugute („Trittbrettfahrereffekt“), wenn sich kein gewerblicher Rechtsschutz sichern lässt oder wenn sich der Schutz als unzureichend erweist. Deshalb tendiert die Wirtschaft eher zu zögerlichem FuE-Verhalten, zu „Unterinvestitionen“ in FuE. Es gibt also Forschungspotenzial, das sich zwar in Wohlfahrtsgewinne für die Gesellschaft umsetzen lässt, aus betriebswirtschaftlicher Sicht jedoch nicht Gewinn bringend erscheint.

Aus diesen Erfahrungen heraus ergibt sich insbesondere eine Rechtfertigung für das Engagement des Staates in langfristig angewandter Forschung¹¹², 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.¹¹³ 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“, in-

¹⁰⁹ Diese Lücke kann man auch als „soziale Zusatzerträge“ der privaten FuE-Tätigkeit ansehen. Vgl. Peters, Kladobra u. a. (2009).

¹¹⁰ Siehe Pavitt (1984), Freeman (1982), Grupp (1996) und Narin u. a. (1997) oder Stephan (1996) als Opponenten dieser These. Konsens ist, dass wissenschaftlicher und technischer Fortschritt in gegenseitigem Abhängigkeitsverhältnis stehen und parallel verlaufen.

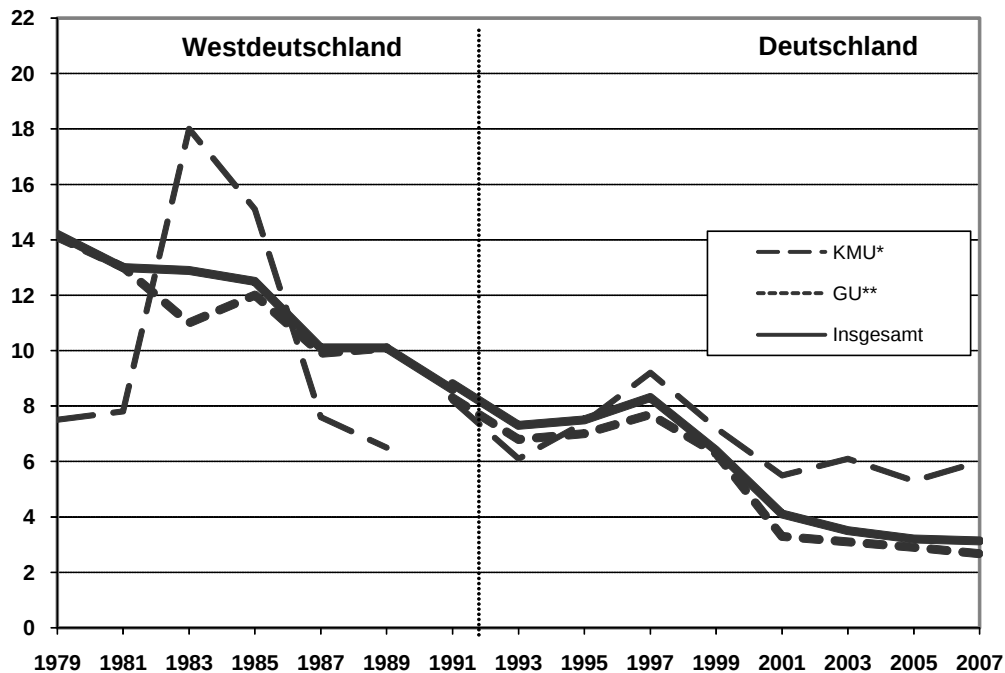
¹¹¹ Vgl. Frietsch, Schmoch (2003).

¹¹² Vgl. Callon (1994).

¹¹³ Vgl. Krakowski u. a. (1991).

dem der Staat versucht, das FuE-Budget der Privaten an das gesellschaftliche Optimum heranzuführen.¹¹⁴ Unterschiede ergeben sich allerdings in der Förderintensität: Bei Auftragsforschung (bspw. bei Technologien zur inneren und äußeren Sicherheit) beträgt der Finanzierungsbeitrag des Staates meist 100 % der Aufwendungen, bei der sonstigen Förderung gibt es Fördersätze bis zu 50 %.

Abb. 2.4.1: Staatliche FuE-Finanzierungsanteile bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1979 bis 2007 in %



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

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

Der Staat ist auch in Deutschland nicht unerheblich an der Finanzierung der industriellen FuE beteiligt - nach den Angaben der Wirtschaft in der FuE-Erhebung („Empfängerstatistik“) im Jahr 2007 mit gut 1,85 Mrd. € nach noch 2,5 Mrd. € im Jahr 1999.¹¹⁵ Die Gelder machen 3,5 % der gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft (Unternehmen einschließlich IfG) aus. Langfristig hat sich sein Anteil bei den Unternehmen (ohne IfGs) gar von gut 14 % Ende der 70er Jahre auf 3,1 % (2007) und damit um über drei Viertel reduziert (Abb. 2.4.2). Der Trend ist stabil nach unten gerichtet und nur in einzelnen Zeitabschnitten (zuletzt 1993 bis 1997) unterbrochen worden.

Im **internationalen Vergleich** betrachtet¹¹⁶ 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 %

¹¹⁴ Vgl. Arrow (1962) sowie Peters, Kladobra u. a. (2009).

¹¹⁵ 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 zu Gute 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.

¹¹⁶ Vgl. Legler, Krawczyk (2009).

der internen FuE-Aufwendungen staatlich finanziert sind, sind es im OECD-Durchschnitt knapp 7 %; insbesondere die USA, Großbritannien und Frankreich liegen sogar noch darüber. Starke Unterschiede gibt es zudem bei steuerlichen Begünstigungen von FuE, die sich immer mehr durchsetzen¹¹⁷, in der staatlichen Ausgabenstatistik jedoch ebenso keine Berücksichtigung finden können wie öffentlich geförderte Kredit- und Beteiligungsfinanzierung von FuE-Projekten.

Die Finanzierungskonzepte berücksichtigen zudem die Rückflüsse aus Mitteln, die der Staat supranationalen Behörden (wie EU, ESA o. ä.) zur Verfügung stellt, nicht adäquat.¹¹⁸ Diese sind Teil der als Finanzierungsmittel aus dem Ausland deklarierten Gelder. Der **Auslandsbeitrag** insgesamt belief sich im Jahr 2007 insgesamt auf über 2 Mrd. € (3,9 % der FuE-Gesamtaufwendungen). Bedauerlicher Weise lässt sich der Anteil von internationalen Behörden hieran nur teilweise ausweisen. Er dürfte jedoch im Vergleich zu dem von multinationalen Unternehmen beigesteuerten Finanzierungsbeitrag den deutlich kleineren Teil ausmachen, da der EU-Anteil hieran nach Unternehmensangaben nur rund ein Fünftel der gesamten Auslandsfinanzierungsmittel betragen dürfte. Fast zwei Drittel der FuE-Mittel aus dem Ausland stammen aus verbundenen Unternehmen.

Ein einheitliches Muster der **staatlichen Begünstigung** von FuE in Deutschland ist auf der Basis **sektoraler Daten** aus der „Empfängerstatistik“ nur schwer zu erkennen (vgl. z. B. auch Tab. 2.4.1):

- 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 mit fast 680 Mio € rund 40 % der gesamten staatlichen FuE-Ausgaben an die Wirtschaft auf sich. Damit werden 27 % der FuE-Aktivitäten in diesem Sektor durch den Staat - ohne Berücksichtigung der Rückflüsse aus supranationalen Behörden wie ESA o. ä. - getragen. 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.
- In der Spitzentechnik wird ansonsten nur FuE in der Waffen- und Munitionsindustrie besonders intensiv gefördert (mit 30 % der FuE-Gesamtaufwendungen dieses Sektors). Im Schnitt aller Spitzentechniksektoren werden - durch das starke staatliche Engagement in diesen beiden Industrien forciert - 6,2 % der FuE-Gesamtaufwendungen durch den Staat finanziert; repräsentativ ist dies jedoch nicht. In der Hochwertigen Technik sind es allerdings nur 0,7 %, in niedriger und mittlerer Technologie 2 %.

¹¹⁷ Vgl. den Beitrag des ZEW zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007 (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2006).

¹¹⁸ Die EU-Förderung soll ab 2009 konsistent in das Berichtssystem der FuE-Statistik integriert werden. Eickelpasch, Grenzmann (2009).

Tab. 2.4.1: Finanzierung von FuE in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2007

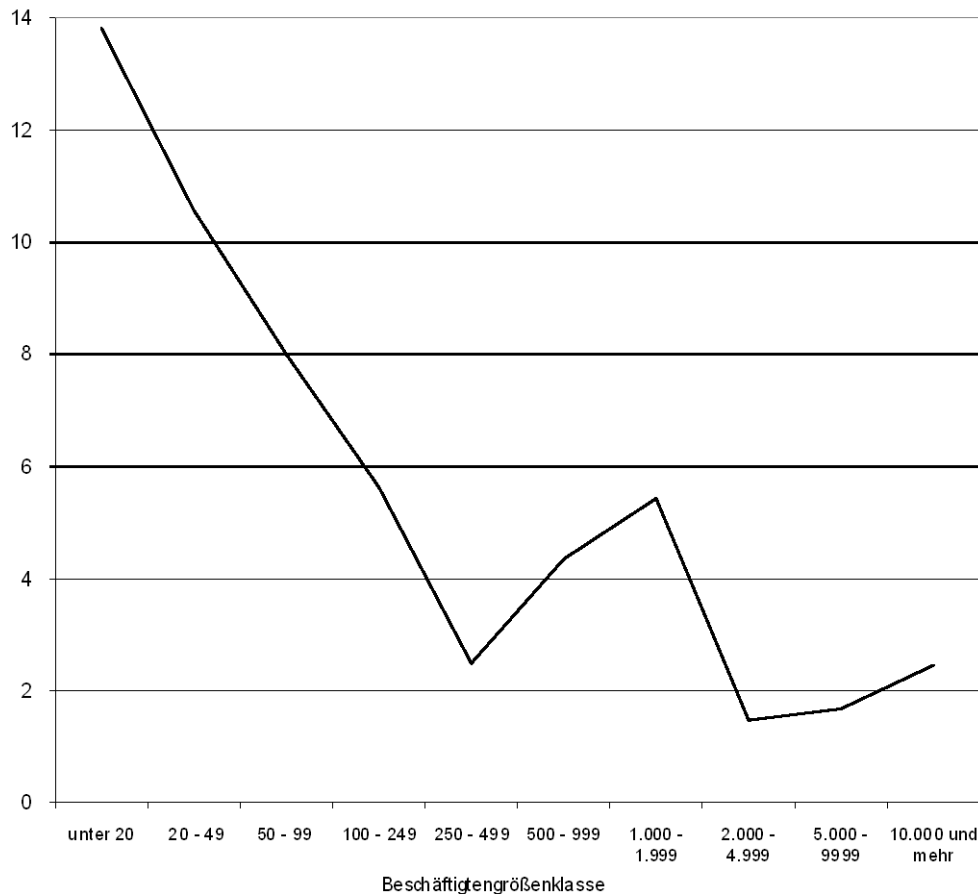
- Anteile in % -

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Wirtschaft	Staat	andere Inländer	Ausland
alle forschenden Unternehmen	92,9	3,1	0,1	3,9
Wirtschaftszweig				
Verarbeitendes Gewerbe	93,4	2,6	0,1	3,8
Chemische Industrie	96,9	0,6	0,0	2,4
Maschinenbau	94,1	2,4	0,1	3,5
Elektrotechnik/Elektronik	93,3	2,6	0,0	4,0
Fahrzeugbau	91,9	3,6	0,2	4,3
übrige Industrie	94,0	2,0	0,1	4,0
übrige Wirtschaftszweige	88,0	7,4	0,3	4,2
Beschäftigtengrößenklasse				
< 100	85,9	10,1	0,3	3,8
100 < 500	91,9	4,0	0,1	4,0
500 < 1000	93,2	4,4	0,1	2,3
> 1000	93,4	2,5	0,1	4,0
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie				
niedrige und mittlere Technologie	94,0	2,0	0,1	4,0
Hochwertige Technik	96,2	0,7	0,1	3,0
Spitzentechnologie	88,4	6,2	0,2	5,2

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

- Aus den aus Gründen der Vertraulichkeit von Einzeldaten spärlichen Angaben über die sektoralen „Eingriffsintensitäten“ bei FuE ist ansonsten nur schwer ein Schluss zu ziehen. Das relativ hohe staatliche Engagement in der MSR-Technik, in Medientechnik/Elektronik sowie im Baugewerbe und im Dienstleistungssektor (insbesondere Nachrichten- sowie technische und nicht-technische Beratungsdienstleistungen sowie Datenverarbeitung, Banken) weist - zusammen mit dem hohen FuE-Engagement bei Raumfahrt- und Flugzeugen sowie Waffen/Munition - teilweise auf typische Betätigungsfelder des Staates und damit eine eigenständige Zielstruktur (u. a. äußere Sicherheit) hin. Diese ist auch über die Zeit recht stabil. Wahrscheinlich ist das sektorale staatliche FuE-Begünstigungsmuster außerhalb der forschungsintensiven Sektoren jedoch weniger durch technologische Ziele determiniert, vielmehr dürfte es durch andere Absichten (KMU-Förderung, Regionalpolitik) überlagert sein, in denen Innovationen nur ein Teilelement sind. Die hohe FuE-Förderintensität in den wenig forschungsintensiven Zweigen Holzindustrie und Lederindustrie sind Belege dafür.

Abb. 2.4.2: Staatlicher Finanzierungsbeitrag zu den FuE-Gesamtaufwendungen in Deutschland 2007 nach Unternehmensgrößenklassen (in %)



Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des NWI.

Naturgemäß entfällt der volumenmäßig überragende Teil des staatlichen Finanzierungsanteils (78 %) auf **Großunternehmen** der Spitzenforschung. Allerdings kann seit den 90er Jahren nicht mehr generell davon ausgegangen werden, dass die staatliche Eingriffsintensität bei FuE in Deutschland sehr stark zu Gunsten der Großunternehmen verzerrt ist. Denn im Schnitt beläuft sich der staatliche Finanzierungsanteil bei FuE im Jahr 2007 bei Kleinunternehmen auf 10,1 % und bei Mittelunternehmen auf 4 %. Deren Anteil liegt auf Augenhöhe mit dem staatlichen Finanzierungsbeitrag bei Großunternehmen mit 500 bis zu unter 1.000 Beschäftigten (4,4 %). In Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten beträgt der Staatsanteil dann nur noch 2,5 %. Zieht man die Trennlinie zwischen klein/mittel und groß bei einer Beschäftigtenzahl von 500, dann wird FuE bei Klein- und Mittelunternehmen mit 6 % unterstützt, bei Großunternehmen mit 2,7 % (Abb. 2.4.1, vgl. auch Abb. 2.4.2). Seit etwa Mitte der 90er Jahre kann demnach nicht mehr davon gesprochen werden, dass Großunternehmen bei FuE - gemessen am staatlichen Finanzierungsanteil - relativ gesehen begünstigt werden. Auch 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 verdreifacht¹¹⁹, vornehmlich durch die stärkere Fokussierung auf Klein- und Mittelunternehmen, auf Gründungen und auf Unternehmen in Ostdeutschland. Besonders stark wirkte sich auch die vermehrte Ausrichtung der direkten FuE-Förderung auf FuE-Kooperationen (insbesondere Wirtschaft/Wissenschaft) aus. Die Intention war also eindeutig die Breitenwirkung der FuE-Förderung zu verstärken.

¹¹⁹ Vgl. Rammer, Binz (2006).

Inwieweit sich dieser Effekt angesichts der stark abgesenkten Mittel tatsächlich eingestellt hat, ist nicht ganz sicher; es dürfte ein hoher Anteil von kaum merklicher Bagatellförderung dabei gewesen sein. Andererseits ergibt sich aus MIP-Auswertungen eher das gegenteilige Ergebnis: Danach sind von der öffentlichen Innovationsförderung seit Ende der 90er Jahre immer weniger Unternehmen erfasst worden - vornehmlich in Westdeutschland und durch Rückzug der Bundesländer¹²⁰. Der rückläufige Anteil von innovativen Unternehmen wird hiermit explizit im Zusammenhang gesehen.

Aus einer längerfristigen Perspektive betrachtet hat es bei der staatlichen Begünstigung von FuE in Deutschland im Verhältnis zwischen Mittelstand und Großindustrie regelrechte „Wellenbewegungen“ gegeben (Abb. 2.4.1):

- Bis Anfang der 80er Jahre hatten Großunternehmen eine deutliche Finanzierungspräferenz. Diese neigte sich Mitte der 80er Jahre - insbesondere im Zusammenhang mit FuE-Personalfördermaßnahmen - zu Gunsten von Klein- und Mittelunternehmen.
- Mit Ausklingen dieser Maßnahmen Ende der 80er Jahre genossen Großunternehmen wieder höhere finanzielle Vorteile bei FuE. Dieses Muster hatte eine Weile Bestand.
- Nunmehr liegen Klein- und Mittelunternehmen wieder vorne. Es ist davon auszugehen, dass die Förderung von FuE in den östlichen Bundesländern hierbei eine nicht unmaßgebliche Rolle spielt: Dort handelt es sich meist um Klein- und Mittelunternehmen.¹²¹
- Insgesamt war insbesondere in der staatlichen FuE-Finanzierung bei Klein- und Mittelunternehmen in Deutschland ein „Zickzackkurs“ zu beobachten, der auf unklare bzw. schnell wechselnde Prioritäten schließen lässt. Nimmt man den Zeitraum seit 1997 als Basis, dann wird allerdings deutlich, dass sich die Politik der inländischen Gebietskörperschaften einerseits auf einen trendmäßig stark nachlassenden FuE-Finanzierungsbeitrag eingestellt hat. Andererseits zeichnet sich klar ab, dass dieser Trend zu Lasten von Groß- und Großunternehmen statt zu Lasten der Klein- und Mittelunternehmen gehen soll.

Angesichts der enormen „Hebelwirkung“ der öffentlichen FuE-Förderung - durch jeden € staatlicher FuE-Finanzierung werden erfahrungsgemäß noch einmal 80 Cent für FuE in der Wirtschaft mobilisiert¹²² - ist der Rückgang der staatlichen FuE-Beteiligung 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. Die nachlassende Hebelwirkung ist um so kritischer anzusehen als die staatlichen Finanzierungsbeiträge in wichtigen Konkurrenzländern wieder deutlich gestiegen sind und in mittlerweile über 20 OECD-Ländern durch steuerliche FuE-Subventionen verstärkt werden.

Wie gesagt: Die Rückflüsse aus supranationalen Organisationen, die mit zunehmender internationaler Kooperation in der Technologiepolitik bei Großprojekten steigen und die tendenziell Großunternehmen zugute kommen, sind nicht berücksichtigt. Zudem lässt sich allein anhand dieser Zahlen auch nicht sagen, ob unter ökonomischen Gesichtspunkten - bspw. unter der Gesichtspunkt der Subsidiarität - auch jeweils ein adäquater Begründungszusammenhang für die finanzielle Unterstützung von FuE in Großunternehmen gegeben ist. Drittens muss auch jeweils eine mögliche eigenständige staatli-

¹²⁰ Vgl. Rammer (2007).

¹²¹ Bezogen auf die Gesamtaufwendungen belief sich der staatliche Finanzierungsanteil bei ostdeutschen Unternehmen mit bis zu 1.000 Beschäftigten im Jahr 2001 auf 13, in Westdeutschland hingegen auf 5 %. Aktuelle Daten liegen derzeit nicht vor.

¹²² Fier, Eckert (2002).

che Zielstruktur - bspw. das optimale Angebot an öffentlichen Gütern - in Rechnung gestellt werden, die ihrerseits nicht immer mittelstandskompatibel zu sein braucht.

2.5 Strukturwandel, Beschäftigungsentwicklung und FuE-Intensität

Im Folgenden soll abgeschätzt werden, in welchem Umfang die allgemeine Beschäftigungsentwicklung und der sektorale Strukturwandel Einfluss auf den Einsatz von FuE-Personal in den deutschen Unternehmen genommen hat und welche quantitative Rolle die Anpassung des FuE-Verhaltens spielt.

Bedeutung von FuE im Dienstleistungssektor

Im Zuge des sektoralen Strukturwandels gewinnen wissensintensive Dienstleistungen sowohl für die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung als auch als Innovationsmotor insbesondere durch Interaktionen mit der Industrie an Bedeutung¹²³. Dienstleistungen entpuppen sich immer mehr als „mothers of invention“. Sie tragen vor allem 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 („Spizentechnologiesektoren“ 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 FuE-, technischen, Planungs- und Ingenieurdienstleistungen.

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 spielen¹²⁴.

Im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten auch deutlich weniger stark von FuE-Aktivitäten ab als Innovationen in der Industrie.¹²⁵ 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 wieder als in der Industrie. Die gewichtige **Ausnahme** bilden weltweit Internet/Datenverarbeitungsdienste/Software, die zu den forschungsintensivsten Branchen überhaupt gehören.¹²⁶ Innovationen im Dienstleistungssektor sind ansonsten vielfach

¹²³ Vgl. Klodt, Maurer, Schimmelpfennig (1997) sowie Grömling, Lichtblau, Stolte (2000).

¹²⁴ Vgl. OECD (2000).

¹²⁵ Vgl. z. B. Preissl (2000). Vgl. zum Folgenden auch die Ausführungen von Gehrke u. a. (2009).

¹²⁶ So betrug der FuE-Anteil bei Datenverarbeitung/Datenbanken/Software an der Bruttowertschöpfung der Unternehmen im Jahr 2005: 15,2 %. Zum Vergleich: Im Durchschnitt der Verarbeitenden Industrie belief sich der Anteil auf 7,5 %. Übertroffen wurde die FuE-Intensität bei Datendiensten nur von der Medientechnik/Elektronik (28,5 %), dem sonstigen Fahrzeugbau (20,7 %), dem Automobilbau (17,9 %); die Chemischen Industrie (13,2 %), MMSR-Technik (13,1 %), den Maschinenbau (5,9 %) und die Elektrotechnik (3,6 %) konnten Datendienste bei FuE hinter sich lassen.

Teil des Produktionsprozesses, bei kundenspezifisch erbrachten Leistungen (Unikaten) ist auch der FuE-Anteil der Leistung kaum messbar. Dies ähnelt der Situation im Maschinenbau.

Man muss unterscheiden zwischen der FuE-**Beteiligung** und der FuE-**Intensität**. Im Dienstleistungssektor spricht man vom „reversed product cycle“: Eine grundsätzlich hohe Innovationsbereitschaft geht vor allem mit der Übernahme von Technologien aus der Industrie einher, erst allmählich wird zu eigenen Entwicklungsaktivitäten übergegangen. Dies bedeutet eine recht hohe „Innovationsbeteiligung“ bei niedriger „Innovationsintensität“ und geringem FuE-Einsatz: FuE ist im Dienstleistungssektor zwar recht weit verbreitet und für Innovationsaktivitäten sogar wichtiger geworden. Allerdings hält sich der dafür erforderliche Einsatz von Ressourcen (FuE-Personal, Kapital, sonstige Aufwendungen) (abgesehen von Datenverarbeitungsdiensten, Software) in Grenzen.

Mit der Zielsetzung die Industriefokussierung der FuE-Statistik aufzulösen, wurde auf der Grundlage einer vorausgehenden Piloterhebung¹²⁷ die „amtliche“ Untersuchung zu FuE der Wistat für das Jahr 1999 erheblich erweitert. Dadurch hat sich generell zwar die statistische Erfassung von Dienstleistungs-FuE in Deutschland verbessert (vgl. auch Tab. 2.2.1), insbesondere ist vielfach der Erhebungskreis ausgeweitet worden.

In der Statistik erscheinen im Jahr 2007 mit 38.450 FuE-Beschäftigten dennoch nur 12,1 % des FuE-Personals der Unternehmen insgesamt im Dienstleistungssektor. Nähme man IfGs hinzu, die ja ebenfalls Dienstleistungsfunktionen ausüben, käme man auf 41.850 Personen (13 %). 80 % sind davon im Sektor „übrige (unternehmensbezogene) Dienstleistungen“ (Datenbanken/-verarbeitung: 13.900, Forschung/Entwicklung: 9.900 und sonstige unternehmensorientierte Dienstleistungen: 9.350) tätig, 2.150 - mit nachlassender quantitativer Bedeutung - im Sektor Verkehr/Nachrichtenübermittlung.

Die Ergebnisse des MIP bestätigen die weniger hohe Bedeutung von FuE-Anstrengungen für die Innovationstätigkeit im Dienstleistungssektor (vgl. auch Abb. 1.1.2).¹²⁸ Sie weisen für wissensintensive Dienstleistungen im Jahr 2007 zwar 55 % der Unternehmen als Innovatoren aus, aber nur 17 % der befragten Unternehmen betreiben kontinuierlich FuE. Zusätzlich geben 10 % der Unternehmen an, gelegentlich FuE-aktiv zu sein. Offensichtlich führen viele Dienstleistungsunternehmen FuE nicht regelmäßig, sondern nur projektbezogen durch. In der Industrie ist der Anteil der regelmäßigen FuE-Betreiber in der deutschen Innovationserhebung mit 23 % deutlich höher (bei 57 % Innovatoren).

Industrie: Methode der Komponentenzerlegung

Wenn mit Blick auf den sektoralen Strukturwandel und die zunehmende Bedeutung von Dienstleistungen für das Innovationsgeschehen von einem Bedeutungswandel von industrieller Forschung und Entwicklung die Rede ist, dann heißt dies nicht, dass die Zeiten der Ausweitung der FuE-Kapazitäten in der deutschen Industrie ein für allemal vorbei sind. Zwar hat die Zahl der mit FuE in der Wirtschaft befassten Personen seit Ende der 80er Jahre fast ein Jahrzehnt lang abgenommen. FuE-Personal ist in der Industrie jedoch zurückhaltender als die Beschäftigten in den übrigen betrieblichen Funktionen - bspw. der Fertigung - abgebaut worden. Deshalb hat der Anteil des FuE-Personals an den Industriebeschäftigten in Deutschland seit 1991 wieder zugenommen, die FuE-Personalintensität ist gestiegen. Seit Mitte der 90er Jahre, vor allem gegen Ende der Jahrzehnts, war sogar wieder FuE-Personal hinzugekommen - zunächst bis zum Jahr 2001. In Folge der durch Rezession und Stagnation gekennzeichneten Periode danach ist der FuE-Personalbestand wieder verringert worden - und zwar so, dass er sich im Jahr 2005 wieder unter dem Niveau von 2001 eingefunden hat - allerdings geringfügig über dem Bestand von 1995. Bis 2007 hat es dann wieder einen FuE-Personalaufwuchs gegeben, so dass

¹²⁷ Vgl. Revermann, Schmidt (1999).

¹²⁸ Zu den Ergebnissen vgl. im Einzelnen Rammer, Blind u. a. (2009).

das bis dahin für Gesamtdeutschland beobachtete vorläufige Maximum des Jahres 2001 um 7 Tsd. Personen übertroffen werden konnte (Tab. 2.5.1).¹²⁹

Im Folgenden sollen die Komponenten, die die FuE-Kapazitäten der deutschen Wirtschaft in den letzten 30 Jahren determiniert haben (Konjunktur und Wachstum, sektoraler Strukturwandel und spezifische FuE-Neigung), quantifiziert werden. Es wird sich zeigen, dass sie in den verschiedenen Phasen in höchst unterschiedliche Richtung und mit divergierender Intensität gewirkt haben. Aus Datengründen müssen sich die Abschätzungen auf den industriellen Sektor konzentrieren, was angesichts des aus gesamtdeutscher Sicht noch immer geringen FuE-Nachweises im Dienstleistungssektor¹³⁰ hinnehmbar ist.

Ausgangspunkt der Berechnungen ist die Überlegung, dass Veränderungen der FuE-Intensität der Industrie auf drei Faktoren zurückgeführt werden können. Vereinfachend lässt sich dies wie folgt darstellen:

- Zum einen spielen Trend und Konjunktur eine Rolle: Ist bspw. die Industriebeschäftigung gestiegen, dann dürfte - konstante Sektorstruktur und Verhaltensweisen unterstellt - auch die FuE-Beschäftigung ausgeweitet werden.
- Weitete sich im Wachstumsprozess der forschungsintensive Sektor der Industrie besonders schnell aus, dann führt dies für sich genommen selbst dann zu einer stärkeren Nachfrage nach FuE-Personal, wenn sich die FuE-Intensität in den einzelnen Sektoren nicht erhöht (Strukturwandel).
- Und drittens verspüren die Unternehmen und Sektoren auch bei (rechnerischer) Isolierung der Faktoren Wachstum und Struktur jeweils in Abhängigkeit von den übrigen Rahmenbedingungen für FuE eine höchst unterschiedliche Neigung FuE zu betreiben. Je nach „Innovationsdruck“ werden sie ihre FuE-Intensität nach oben oder unten anpassen.

Methodisches Hilfsmittel zur Abschätzung dieser drei Faktoren (Trend, Strukturwandel und Intensitätsanpassung) ist eine Abwandlung der „Constant Market Share-Analyse“¹³¹, die die Veränderung des Einsatzes von FuE nach Herausrechnen des gesamtwirtschaftlichen „Trends“ in einen „Sektoreffekt“ und in einen „FuE-Anpassungseffekt“ zerlegt:

- Die **Trendkomponente** zeigt die Änderung des FuE-Einsatzes an, wenn alles gleich geblieben wäre, d. h. es keine Verschiebungen der Wirtschaftsstruktur gegeben hätte und wenn die Unternehmen - jeweils gemessen an ihren Beschäftigungsmöglichkeiten - auch den Einsatz von FuE-Personal unverändert gelassen hätten. Der FuE-Einsatz variiert dann nach Maßgabe der Industriebeschäftigung insgesamt.
- Die Berechnung des **intersektoralen Struktureffektes** weist jene Veränderung des FuE-Personaleinsatzes aus, die sich zusätzlich daraus ergibt, dass sich die Industriestruktur verändert. Sie hat insofern ihre Berechtigung, als in kurzfristiger Sicht kaum zu erwarten ist, dass die Unternehmen mit „unendlicher Anpassungsgeschwindigkeit“ dem weltwirtschaftlichen Strukturwandel folgen können. In längerfristiger Sicht liefert eine Komponentenzerlegung zusätzlich Hinweise auf veränderte Trends in der Entwicklung der Beschäftigungsmöglichkeiten. Eine ungünstige Produktionsstruktur kann längerfristig nicht als „Ausrede“ für wenig befriedigende Resultate herhalten: Denn es macht wenig Sinn, sich in Produktionen als äußerst wettbewerbsfähig zu erweisen, die längerfristig weniger Innovationspotenzial, Wachstums- und Beschäftigungsmöglichkeiten bieten.

¹²⁹ Nach den Eckdaten für 2008 gab es eine weitere Zunahme um gut 11 Tsd. Personen. Diese Entwicklung konnte wegen der für 2008 nur in sehr grober sektoraler Gliederung vorliegenden Daten bei der Komponentenzerlegung nicht berücksichtigt werden.

¹³⁰ Lediglich bei regionaler Sicht stellt sich dies etwas differenzierter dar. So fällt in Ostdeutschland ein sehr viel höherer Teil des FuE-Personals auf den Dienstleistungssektor. Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

¹³¹ Vgl. Darstellung und Kritik der Methode u. a. bei Grupp, Legler (1987).

- Der Sektorstruktureffekt isoliert also jenen Teil der Veränderungen der FuE-Personalintensitäten, der kurzfristig kaum beeinflussbar ist, von den „hausgemachten“ - hier großzügig als verhaltensbedingt interpretierten - Anteilsveränderungen, dem eigentlichen FuE-Anpassungseffekt, den man auch als „Intensitätskomponente“ oder als „**intrasektoralen Effekt**“ bezeichnen kann. Dieser Effekt fällt in jenen Wirtschaftszweigen positiv aus, in denen es den Unternehmen gelungen ist, die sektorspezifische FuE-Intensität (den Anteil von FuE-Personal an den Beschäftigten) zu steigern und umgekehrt. Dazu kann auch intrasektoraler Strukturwandel zu Gunsten forschungsintensiverer Erzeugnisse innerhalb der jeweiligen Industriezweige beitragen, der durch die Statistik nicht ausgewiesen werden kann.

Für die Analyse dieser Zusammenhänge empfiehlt es sich, auf das tiefstmögliche Aggregationsniveau zurückzugreifen und sich möglichst „charakteristische“ Beobachtungsjahre herauszusuchen.

- Hier sind die Jahre 1979 (erstmalige Verfügbarkeit hochdifferenzierter Angaben zum FuE-Personalbestand im Früheren Bundesgebiet sowie Beginn der FuE-Expansion), 1987 (mit der höchsten FuE-Personalintensität in Westdeutschland) sowie 1993 ausgewählt worden, das in gewisser Weise den Wendepunkt der Entwicklung in der FuE-Personalintensität und (beinahe) den Tiefpunkt des FuE-Personaleinsatzes markiert. Die Wahl der Beobachtungsjahre ist also ein Gemisch aus praktischen Gründen der Datenverfügbarkeit und aus wichtigen Einschnitten im FuE-Verhalten der (westdeutschen) Wirtschaft. Das Anpassungsverhalten seit Mitte der 90er Jahre wird durch die Beobachtungsjahre 1995 und 2001 für Gesamtdeutschland beschrieben. Während diese Periode gleichsam die Renaissance von FuE erlebt hat, spiegelt der Zeitraum 2001 bis 2007 die kurzfristige Anpassung des FuE-Verhaltens in Rezession, Stagnation und Aufschwung des neuen Jahrhunderts wider.
- Eine wichtige Annahme, die man nach den bisher bekannt gewordenen Ergebnissen aus dem Vergleich der deutschen FuE-Statistik mit der KSE machen muss, ist: Die sektoralen Zuordnungen der Unternehmen in der Industrie- und FuE-Statistik sollten jeweils identisch sein bzw. gleichgerichtete Anpassungen erfahren haben, wenn ein „Bereichswechsel“ anstand.

FuE-Intensivierung in den 80er Jahren und ihre Komponenten

In der westdeutschen Verarbeitenden Industrie ist das FuE-Personal im Zeitraum von 1979 bis 1987 insgesamt um gut 56.500 Vollzeitbeschäftigte aufgestockt worden (vgl. Tab. 2.5.1):

- Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Trendeffekt - rückläufige Industriebeschäftigung - für sich genommen eher für eine Rücknahme um knapp 14 Tsd. gesprochen hätte. Dennoch haben nur ganz wenige Industrien (Zweige der Metallerzeugung, Glas- und Papierindustrie, aus Feinmechanik/Optik) ihr FuE-Personal signifikant reduziert.
- Gestützt wurde die FuE-Intensivierung dadurch, dass sich die forschungsintensiven Industrien deutlich besser entwickelt hatten als die weniger forschungsintensiven Bereiche.¹³² Dieser intersektorale Struktureffekt hat in den 80er Jahren rechnerisch einen zusätzlichen Bedarf an FuE-Personal von knapp 20 Tsd. Personen bedeutet - vorausgesetzt, die Unternehmen hätten ihr FuE-Verhalten nicht geändert. Hieran wird die immense Bedeutung des Sektorstrukturwandels und der sektoralen Grundausrichtung der Volkswirtschaft für die Nachfrage nach Qualifikationen deutlich, die für industrielle FuE benötigt werden. Trend- und Struktureffekt zusammengekommen hätten in dieser Phase - gemessen an der Beschäftigung - trotz Schrumpfung der Verarbeitenden Industrie zu einer zusätzlichen Nachfrage nach FuE-Personal von rund 5.500 geführt.

¹³² Vgl. Legler, Grupp u. a. (1992).

Tab. 2.5.1: Komponenten der Veränderung des FuE-Personaleinsatzes in der Verarbeitenden Industrie 1979 bis 2007

Komponente	Früheres Bundesgebiet		Deutschland	
	1979 - 1987	1987 - 1993	1995 - 2001	2001 - 2007
	- in 1.000 FuE-Beschäftigte (vollzeitäquivalent) -			
Trend*	-13,8	-7,1	-9,2	-14,1
intersektoraler Struktureffekt**	+19,2	-1,7	+8,3	+1,8
intrasektoraler Struktureffekt***	+51,1	-13,2	+7,3	+19,3
insgesamt	+56,5	-22,0	+6,4	+7,0

* Veränderung des FuE-Personaleinsatzes, die auf einem Rückgang der Industriebeschäftigung beruht.

** Veränderung des FuE-Personaleinsatzes, die auf den sektoralen Strukturwandel zurückzuführen ist.

*** Veränderung des FuE-Personaleinsatzes aufgrund von Veränderungen der sektorspezifischen FuE-Personalintensitäten.

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.1.1 sowie Sonderauswertungen. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- Außerdem wurde FuE in fast allen Branchen kräftig intensiviert, so dass die Industrie darüber hinaus bis zum Jahr 1987 noch 51 Tsd. Personen mehr in FuE einstellte (intrasektoraler Struktureffekt). In den 80er Jahren war FuE-Intensivierung in der Breite angesagt. FuE hatte zunehmend auch in jenen Industrien als unternehmerischer Aktionsparameter Akzeptanz gefunden, in denen FuE ansonsten klein geschrieben wurde.

FuE-Bedeutungsrückgang bis Mitte der 90er Jahre und seine Komponenten

Seit etwa 1987 zeigten sich in der Verarbeitenden Industrie Westdeutschlands leicht rückläufige FuE-Intensitäten (Abb. 2.3.1). Einerseits hatte der Strukturwandel, der noch bis Mitte der 80er Jahre einen erheblichen Beitrag zur FuE-Steigerung geleistet hat, eine geraume Zeit lang FuE-intensive Branchen nicht mehr begünstigt. Zudem hat insbesondere die „Dienstleistungsintensivierung“ für sich genommen dazu geführt, dass die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität nachließ: Zwischen 1987 und 1993, als in der westdeutschen Wirtschaft insgesamt das FuE-Personal um rd. 25 Tsd. Personen (knapp 9 %) zurückgenommen wurde, ist der Effekt, der rein rechnerisch auf der „Tertiarisierung“ der Wirtschaft beruht, d. h. auf die veränderten Beschäftigtenanteile zwischen Produzierendem Gewerbe und Dienstleistungsunternehmen zurückzuführen ist, auf knapp ein Viertel zu veranschlagen. Bei derartigen Überlegungen - den Übergang zur Dienstleistungswirtschaft tendenziell für eine rückläufige gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität „verantwortlich“ zu machen - müsste allerdings gegengerechnet werden, dass die Ausweitung hochwertiger Dienstleistungen seinerseits erhebliche Impulse für industrielle FuE ausgelöst haben dürfte. Denn per Saldo dürfte der sektorale Strukturwandel zu Gunsten des Dienstleistungssektors eher höhere Anforderungen an industrielle FuE stellen als weniger, vor allem wegen seiner Affinität zur Spitzentechnologie¹³³.

Insgesamt sind zwischen 1987 und 1993 in der westdeutschen Verarbeitenden Industrie 22 Tsd. FuE-Arbeitsplätze abgebaut worden (Tab. 2.5.1).¹³⁴ Dabei war die Fahrzeugtechnikforschung entgegen dem Gesamtrend in diesem Zeitraum immer noch deutlich auf dem Vormarsch. Auf den Trendeffekt ist die Rücknahme von 7.150 FuE-Personen zurückzuführen, d. h. knapp ein Drittel des gesamten Rückgangs. Die FuE-intensiven Industrien zählten in diesem Betrachtungszeitraum insgesamt nicht zu den vom Strukturwandel begünstigten Industrien. Dennoch fällt der intersektorale Struktureffekt nicht sehr hoch aus: Ein Rückgang um knapp 1.700 Forscher in der Industrie (8 % von allen) ist darauf zurückzuführen, dass sich die Sektorstrukturen zu Gunsten weniger forschungsintensiver Industrien ver-

¹³³ Vgl. oben sowie den Beitrag des ZEW zum Bericht zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1998 („Haselünner Thesen“).

¹³⁴ Nur in wenigen Branchen sind in dieser Periode FuE-Arbeitsplätze hinzugekommen, allen voran im Automobilbau.

schoben haben. Ein größerer Teil der Inlandsnachfrage nach Industriegütern hatte sich im Anschluss an die deutsche Wiedervereinigung auf Konsum- und baunahe Produktionsgüter verlagert, während die stark exportorientierten forschungsintensiven Industrien in den Sog der Weltrezession geraten waren - mit entsprechend dämpfenden Impulsen für den Einsatz von FuE-Personal.

Alles zusammen genommen ließ auch die Neigung kräftig nach, in FuE zu investieren: Dieser intra-sektorale Struktureffekt ließ für sich genommen das FuE-Personal um über 13 Tsd. schrumpfen. Im weit überwiegenden Teil der Wirtschaftszweige gingen in erheblichem Umfang FuE-Arbeitsplätze aus „hausgemachten“ Gründen verloren. Es gab allerdings auch Ausnahmen (Luft- und Raumfahrzeuge, EDV/Büromaschinen, Textilindustrie). Diese Berechnungen verdeutlichen den enormen Strukturwandel innerhalb der deutschen Industrieforschungslandschaft mit relativ viel Bewegungen von FuE-Personal zwischen den Branchen sowie konjunktur- und wachstumsbedingten Zu- und Abgängen, die allerdings deutlich von der rückläufigen FuE-Neigung insgesamt überlagert werden.

Seit 1993 nahm der FuE-Personalanteil an den Beschäftigten wieder leicht zu (von 3,8 % auf 4 %), obwohl sich das gesamtdeutsche FuE-Personal in der Wirtschaft zwischen 1993 bis 1995 erneut um 19 Tsd. Beschäftigte auf knapp 275 Tsd. Personen verringerte: FuE-Personal wurde also nicht mehr in dem Umfang eingeschränkt, in dem auch die gesamte Industriebeschäftigung zurückgenommen wurde. Dies lässt darauf schließen, dass nun der Versuch unternommen wurde, das für Innovationszwecke erforderliche, im Personal gebundene Wissen in den Unternehmen so gut es ging zu halten. Der FuE-Intensivierungseffekt konzentriert sich vor allem auf den Automobilbau, wo zusätzliches FuE-Personal eingestellt wurde. Insbesondere in der Chemischen Industrie und im Maschinenbau ging der FuE-Personalabbau bis 1995 mit unverminderter Geschwindigkeit weiter.

FuE-Renaissance ab Mitte der 90er Jahre

Zwischen 1995 und 2001 hat es in den meisten Wirtschaftszweigen jedoch wieder eine deutliche Steigerung der FuE-Gesamtaufwendungen von insgesamt über 30 % mit entsprechenden Steigerungen der FuE-Intensitäten gegeben. Der Zuwachs von FuE ist damit in der zweiten Hälfte der 90er Jahre deutlich oberhalb des Umsatzwachstums geblieben. Gleichzeitig zeigt das gesamte FuE-Personal (plus 7 % gegenüber 1995 in der Gesamtwirtschaft, also einschließlich Dienstleistungen) erstmals seit 1987 wieder eine Zunahme. Dies hat gegenüber der Vorperiode bis 1999 eine Trendwende nach oben markiert, danach ist der FuE-Personalstamm gehalten worden.

Auch in der Verarbeitenden Industrie ist der FuE-Personaleinsatz seit 1995 gesteigert worden, und zwar um 1,8 % bis 1999, um 2,1 % im Gesamtzeitraum bis 2001. Die Statistik weist in Deutschland im Jahr 2001 knapp 6.400 mehr mit FuE befasste Personen aus als im Jahr 1995 (Tab. 2.5.1). Hinter diesem quantitativ eher weniger bemerkenswerten Zuwachs verbergen sich jedoch geradezu turbulente strukturelle Veränderungen. Allein der Automobilbau hat im Jahr 2001 fast 24 Tsd. Personen mehr in FuE beschäftigt als im Jahr 1995; etwa 15 % des gesamten Beschäftigungszuwachses im Automobilbau ist auf zusätzliche FuE-Kapazitäten zurückzuführen. Herausragend sind auch die Zunahmen in der Nachrichtentechnik (5.100), in der Mess-, Steuer- und Regeltechnik (3.600), bei elektronischen Bauelementen (3 Tsd.), in der Pharmazeutischen Industrie (2.700), in der Medizintechnik (2.300), im Werkzeugmaschinenbau (1.800) und in der Metallverarbeitung (1.450) - um nur die wichtigsten zu nennen. Dem stehen auf der anderen Seite kräftige Minuszeichen in der Grundstoffchemie (8.400), der Elektrotechnik¹³⁵ (8.300), bei Büromaschinen/EDV (5.700), in der Herstellung von industriellen Prozesssteuerungsanlagen (2.100), im Kraftmaschinenbau (4.500) und im Schienenfahr-

¹³⁵ Bei der „Elektrotechnik“ muss beachtet werden, dass es in hohem Maße „Bereichswechsler“ sind, die die FuE-Flucht aus diesem Sektor in andere Industriezweige kennzeichnen. Die WZ93 bereitete zudem einigen Unternehmen Einordnungsschwierigkeiten.

zeugbau (1.200) entgegen. Gerade innerhalb des forschungsintensiven Teils der Industrie ist also das FuE-Personal kräftig „umverteilt“ worden.

- Der Trendeffekt hätte an sich einen FuE-Personalabbau von 9.200 Personen bedeutet - so kräftig fiel der Abbau von Arbeitsplätzen insgesamt in der Industrie aus.
- Die intersektorale Strukturkomponente machte sich hingegen wieder sehr positiv bemerkbar (8.300). Positive - wachstumsbedingte - Impulse für die Nachfrage nach FuE-Personal kamen in dieser Phase hauptsächlich aus dem Automobil- und Luftfahrzeugbau und aus der expandierenden Pharmazeutischen Industrie sowie von den Herstellern von elektronischen Bauelementen. Andere - Chemie, Elektrotechnik, Büromaschinen/EDV, Nachrichtentechnik - standen hingegen im Schatten des Strukturwandels.
- Seit 1995 hat eine Vielzahl von Branchen wieder auf einen stärkeren Einsatz von FuE-Personal gesetzt. Die intrasektorale Strukturkomponente macht immerhin noch ein Plus von 7.300 Personen aus. Insbesondere der Automobilbau, die Nachrichtentechnik, die MSR- sowie Medizintechnik, die Pharmazeutische Industrie, der Kraftmaschinenbau, die Gummi-/Kunststoffverarbeitung, die Metallverarbeitung sowie viele Bereiche der Maschinenbaus (ohne Kraftmaschinenbau) haben ihre „intensivierungsbedingte“ Nachfrage nach FuE-Personal verstärkt.

In der zweiten Hälfte der 90er Jahre gab es bis Anfang des neuen Jahrhunderts also extrem viel Bewegung zwischen den Wirtschaftszweigen, auch wenn die Aggregatzahlen der Industrie nicht sehr spektakulär gestiegen sind. Konjunktur- sowie wachstums- und strukturbedingte Effekte zu Gunsten forschungsintensiv produzierender Industrien haben in dieser Zeit in etlichen Fällen steigende FuE-Neigungen in einzelnen Branchen verstärkt. FuE stand nicht überall, jedoch in den besonders forschungsintensiven Industrien höher im Kurs. Genau genommen ist dieser Prozess mit einer enormen sektoralen Konzentration und mit einer Konzentration von FuE auf Großunternehmen verbunden. Die sektorale Konzentration betraf - neben den Aufholstrategien bei einigen Spitzentechnologien, in denen Deutschland im Vergleich zu den großen Konkurrenzländern bislang nicht besonders intensiv an FuE beteiligt war¹³⁶ - vor allem den Automobilbau und in dessen Sog auch die FuE-Ausweitung in der Kunststoff- und Gummiverarbeitung.

Der FuE-Aufschwung seit Mitte der 90er Jahre verlief also völlig anders als der der 80er Jahre: Damals wurde FuE in der Breite als wichtiger unternehmerischer Aktionsparameter entdeckt und kräftig ausgeweitet, auch bei Klein- und Mittelunternehmen. Diesmal haben die FuE-Kapazitäten ausgesprochen selektiv in Richtung der Spitzentechnologie und des Automobilbaus zugenommen; in vielen anderen Sektoren setzt sich jedoch der Ende der 80er Jahre, Anfang der 90er Jahre eingeschlagene Kurs des Ausdünnens der FuE-Abteilungen fort.

Anpassung der FuE-Kapazitäten seit 2001

Seit 2001 ist der FuE-Personalstamm, der in der FuE-Aufschwungsperiode 1995 bis 2001 aufgebaut wurde, zunächst wieder weitgehend abgebaut worden: Im Jahr 2005 waren in der Verarbeitenden Industrie 4.500 Personen weniger in FuE tätig als 2001. Allerdings war der Rückgang nicht „glatt“ verlaufen, denn 2003 lag der FuE-Personalstamm noch etwas niedriger als 2005. Der leichte Trend nach oben hat angehalten: Bis 2007 ist der FuE-Personalstock noch einmal um 11.600 aufgestockt worden, so dass in der Verarbeitenden Industrie mit insgesamt 277.600 rund 7 Tsd. Personen mehr vollzeit in FuE beschäftigt waren als noch 2001.

- In einigen Industriezweigen wurde mehr FuE-Personal eingesetzt: An der Spitze lag weiterhin sehr klar der Automobilbau: Im FuE-Bereich gab es wieder ein deutliches Plus. Innerhalb von sechs

¹³⁶ Vgl. Legler, Krawczyk (2009).

Jahren wurden in dieser Industrie 10.500 Personen mehr im FuE-Bereich eingesetzt. Sehr positiv war auch die FuE-Personalentwicklung im Maschinenbau (4.900), in der Pharmazeutischen Industrie (3.200), in der MMSR-Technik (2.800) sowie in Gummi-/Kunststoffverarbeitung (2.200) und in Büromaschinen/EDV (900). Nicht unerwähnt sollen auch die Entwicklungen im Verlagsgewerbe sowie in der Metallerzeugung (jeweils +800) sein, die ja nicht zu den forschungsintensiven Industrien zu rechnen sind.

- Das Automobilbau-FuE-Plus ist jedoch durch den Einbruch in Elektronik/Medientechnik (12.300) fast vollständig verloren gegangen. Unter den übrigen (vielen) Branchen, die FuE abgebaut haben, ragen vor allem die Chemische Industrie (3.800, trotz positiver Daten im Pflanzenschutz und bei Farben/Lacken), die Bahnindustrie (1.000) und Elektrotechnik (700) heraus.
- Wäre es allein nach der Konjunktur gegangen (Trendeffekt), dann hätte man gar mit einem Minus von 14.100 Personen im FuE-Personalbereich rechnen müssen. D. h. tatsächlich ist die FuE-Personalintensität der deutschen Industrie auch zwischen 2001 und 2007 gestiegen. Der weiterhin fortschreitende Trend zu Gunsten des forschungsintensiven Sektors hat sich allerdings nur noch schwach positiv ausgewirkt (1.800). Auch FuE-intensive Industriezweige zählten zu den Strukturwandelverlierern. Neben der Chemieindustrie (900), Büromaschinen/EDV (800), Bahnindustrie (700) haben insbesondere Medientechnik/Elektronik FuE-personalrelevant an Boden verloren. „In terms of FuE-Personal“ macht dessen Strukturwandelverlust - für sich genommen! - eine rückläufige Nachfrage nach FuE-Personal von 5.100 Personen aus. Auf der „Sonnenseite“ des interindustriellen Strukturwandels standen hingegen forschungsintensive Industrien wie MMSR (3.200), Automobilbau (2.500), Maschinenbau (2 Tsd.) und Pharmazie (500).
- Gebremst wurde der rezessionsbedingte FuE-Personalnachfragerückgang jedoch nicht nur durch den sektoralen Strukturwandel, sondern auch dadurch, dass im (gewogenen) Schnitt der Industrie die FuE-Neigung wieder gestiegen ist. Dies macht für sich genommen eine Mehrnachfrage von 19.300 Personen in FuE aus. Der gewogene ist natürlich ein unechter Durchschnitt. So setzt sich denn auch die Turbulenz im FuE-Geschehen weiter fort: Der allein durch die weitere FuE-Intensivierung im Automobilbau ausgelöste FuE-Personalnachfrageschub (11.900) wurde - für sich genommen - durch die Senkung der FuE-Personalintensität in Elektronik/Medientechnik (5.300) und Chemieindustrie angeknabbert. Der Maschinenbau (4.800), die Pharmaindustrie (3.500) sowie Kunststoff/Gummi (2.400) haben FuE ebenso weiter intensiviert wie die Computerindustrie (2 Tsd.) und die MMSR-Technik (900). Auch im Schnitt der übrigen nicht-forschungsintensiven Industrien hat es z. T. eine deutliche Steigerung der FuE-Personalintensität gegeben, die in der Summe ein Nachfrageplus von 1.100 Personen ausmacht.

Es ist sicher noch zu früh, aus der sehr instabilen Periode 2001 bis 2007 heraus zu extrapolieren. Es hat jedoch den Anschein, als ob die Bindung an FuE-Personalkapazitäten in vielen Sektoren wieder fester geworden ist, im Allgemeinen gibt es wieder eine positive Grundstimmung der Unternehmen gegenüber FuE. Zudem scheint der sektorale Strukturwandel zu Gunsten der forschungsintensiven Industrie wieder eine Konstante zu sein, die weiterhin zu einem höheren Bedarf an FuE-Personal führen dürfte. Genau genommen waren es jedoch hauptsächlich das Wachstum der Pharmazeutischen Industrie und des Automobilbau sowie die dort gesteigerten spezifischen FuE-Anstrengungen, die die Nachfrage nach Hochqualifizierten für FuE-Zwecke hoch gehalten haben.

2.6 Zu den Kostenstrukturen bei FuE: Faktoreinsatz und Kooperationsverhalten

Das wechselhafte Verhalten der Unternehmen in FuE lässt - über die strukturellen Komponenten hinaus - die Frage aufkommen, inwieweit dies Konsequenzen für die Qualifikationsstruktur des Personals - und damit letztlich auch für die Bildungs- und Qualifizierungspolitik - hat, wie es sich auf die „Standortbindung“ (d. h. auf die Sachinvestitionen in FuE) und auf die Arbeitsteilung bei FuE mit an-

deren Unternehmen oder wissenschaftlichen Einrichtungen im In- und Ausland ausgewirkt hat. Denn es ist davon auszugehen, dass das Bemühen der Unternehmen um höhere Effizienz im FuE-Bereich nicht nachgelassen hat und auch weitergehen wird.

Interne FuE: Anlageinvestitionen und Personal

Die in längerfristiger Sicht als verhalten, wenn nicht gar temporär als Stagnation bzw. Rückgang zu bezeichnende Entwicklung bei FuE hat insbesondere auf die **investiven Komponenten** in den FuE-Budgets der Unternehmen durchgeschlagen. Deren Anteil ist seit 1987 von 11 auf knapp 8 % der **internen** FuE-Aufwendungen zurückgegangen (Tab. 2.2.1). In diesem Trend war ein eher kritisches Signal zu sehen, denn rückläufige FuE-Anlageinvestitionen bedeuten eine nachlassende Standortbindung der Unternehmen. Diese Tendenz unterstreicht auch die These, dass die Industrie mit FuE vergleichsweise stärker als in den 80er Jahren auf kurzfristige Marktbewegungen zu reagieren versucht statt eine längerfristige Bindung einzugehen. Umgekehrt waren es bis 1987 insbesondere die investiven Ausgaben, die mit dem Bedeutungszuwachs an FuE in Verbindung gebracht werden konnten, während die **Personalausgaben** im damaligen Wachstumsprozess eher etwas schwächer zu Buche schlugen. Allerdings weist der nach 1995 zunächst leicht steigende und mittlerweile bei 8 % stabilisierte investive Anteil wieder auf größeren Standortoptimismus hin. Der investive Anteil an den internen FuE-Aufwendungen ist im Übrigen bei Klein- und Mittelunternehmen mit 9½ % in der Regel signifikant höher als bei Großunternehmen (7½ %). Das Gleiche gilt für die Personalaufwendungen (64½ % zu 58½ %).

Auf **Sachaufwendungen** entfallen durchgängig knapp ein Drittel der unternehmensinternen FuE-Aufwendungen, auf das Personal hingegen rund 60 % (Tab. 2.2.1). 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. Erstaunlicher Weise hat er seit 2005 jedoch wieder leicht abgenommen, obwohl das FuE-Personal wieder merklich ausgeweitet worden war. FuE-Personal ist in der Industrie im Übrigen zurückhaltender als die Beschäftigten in den übrigen betrieblichen Funktionen abgebaut worden (Abschnitt 2.5). Der sektorale Strukturwandel zu Gunsten forschungsintensiver Industrien hat zudem auch in der jüngeren Vergangenheit geholfen, die FuE-Personalintensität der Industrie insgesamt hoch zu halten.

Diese FuE-typische Kostenstruktur führt zu Besonderheiten bei der Finanzierung von FuE-Vorhaben¹³⁷: 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 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 - so kann in den 90er Jahren fast die Hälfte der Zunahme der Hochqualifiziertenquote in der deutschen Industrie auf FuE-Aktivitäten zurückgeführt werden.¹³⁸ Auch in den Forschungsabteilungen der Industrie selbst erhöhte sich der

¹³⁷ Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

¹³⁸ Vgl. Pfeiffer, Falk (1999).

„Akademisierungsgrad“ bzw. die „Humankapitalintensivierung“: In Zeiten des Abbaus der unternehmerischen FuE-Kapazitäten war und ist vor allem technisches (2007: 26 %), insbesondere jedoch Hilfspersonal (19,9 %) von der Substitution durch IuK-Technologien betroffen. Der Stamm der akademisch ausgebildeten Arbeitskräfte mit Schlüsselqualifikationen für den Innovationsprozess wird nach wie vor soweit wie möglich „gehortet“ oder gar erweitert: Ihr Anteil am FuE-Personal ist seit 1989 von 38 % auf (seit 2003) über 54 % gestiegen¹³⁹, nachdem er Ende der 70er Jahre noch bei 30 % lag. Im trendmäßigen FuE-Verhalten ergeben sich im Vergleich der 80er mit den 90er Jahren jedoch keine Veränderungen. Der steigende Bedarf an akademischem Wissen im FuE-Prozess dürfte ungebrochen sein. Dies ist vor dem Hintergrund der zunehmenden Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung als kritisch und als Engpassfaktor anzusehen.¹⁴⁰

Die Personalstruktur forschender Unternehmen variiert recht kräftig, wenn man sie sich nach Technologieklassen ansieht (Tab. 2.6.1). So ist bspw. der Akademikeranteil in Sparten der mittleren/niedrigen Technologie deutlich niedriger als in der Spitzentechnologie, Techniker und gut qualifiziertes Hilfspersonal 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.

Tab. 2.6.1: FuE-Personalstruktur in den Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2007

- Anteile in % -

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Qualifikationsstruktur			Frauen
	Wissenschaftler, Ingenieure	Techniker	sonstige	
alle forschenden Unternehmen	54,2	26,0	19,9	18,3
Wirtschaftszweig				
Verarbeitendes Gewerbe	52,8	27,1	20,1	17,6
Chemische Industrie	30,6	45,3	24,2	42,2
Maschinenbau	51,0	29,4	19,5	13,2
Elektrotechnik/Elektronik	62,4	23,0	14,6	12,8
Fahrzeugbau	59,6	18,7	21,7	11,3
übrige Industrie	40,1	36,3	23,6	22,2
übrige Wirtschaftszweige	63,2	18,3	18,4	22,8
Beschäftigtengrößenklasse				
< 100	58,0	24,8	17,2	19,9
100 < 500	52,9	29,0	18,1	18,7
500 < 1000	50,8	30,0	19,2	20,7
> 1000	54,3	25,1	20,6	17,8
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie				
niedrige und mittlere Technologie	40,1	36,3	23,6	22,2
Hochwertige Technik	53,4	25,3	21,3	15,8
Spitzentechnologie	55,7	27,5	16,8	19,7

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen des NIW.

Nach einzelnen Industriegruppen betrachtet fallen die Qualifikationsanforderungen im FuE-Bereich durchaus unterschiedlich aus: In der Chemischen Industrie hatten (2007) 31 % des FuE-Personals eine

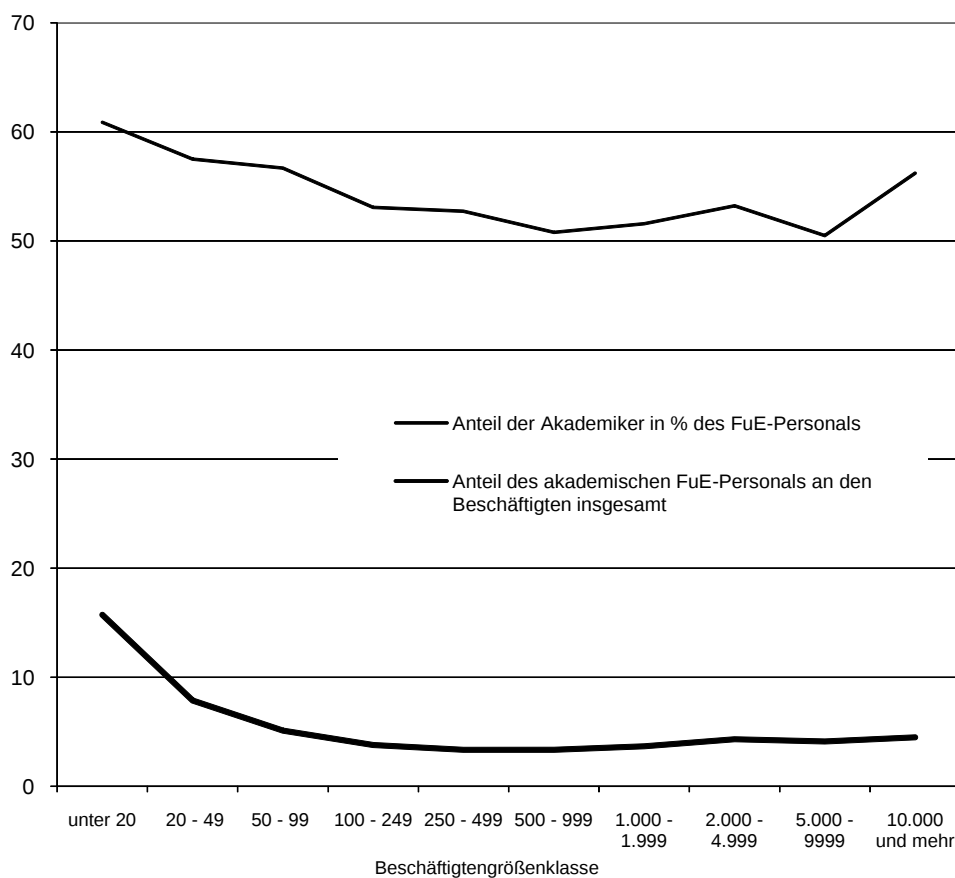
¹³⁹ In Rechnung zu stellen ist allerdings, dass die gesamtdeutsche FuE-Statistik einen strukturell höheren Wissenschaftleranteil - als Resultat der spezifischen Qualifikationsstrukturen in den neuen Bundesländern - ausweist. Bezogen auf Gesamtdeutschland lag dieser „Akademisierungseffekt“ durch die deutsche Vereinigung in einer Größenordnung von rund 2½ Prozentpunkten.

¹⁴⁰ Vgl. zur Situation in der für die technologische Leistungsfähigkeit relevanten „Tertiärausbildung“ im internationalen Vergleich Leszczensky, Frietsch, Gehrke, Helmrich u. a. (2009).

akademische Ausbildung, wobei dort dieser Anteil erst in letzter Zeit wieder deutlich zugenommen hat. Im Maschinenbau verfügten hingegen über die Hälfte, in den Zweigen des Fahrzeugbaus rund 60 %, in Elektro- und Elektronik/Medien- und in der in der MMSR-Technik ebenso jeweils 60 % und mehr, bei Büromaschinen/EDV 50 % der FuE-Beschäftigten über einen Hochschulabschluss. Im Schnitt waren es in der Verarbeitenden Industrie über 53 %. Besonders wissenschaftlerintensiv (über 64 %) ist die Dienstleistungs-FuE. 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 Akademikerengpässe¹⁴¹ als schwerwiegendes Innovationshemmnis zu werten.

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

Abb. 2.6.1: Bedeutung des akademischen FuE-Personals in Deutschland 2007 nach Unternehmensgrößenklassen



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

- Im Schnitt ist der Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Kleinstbetrieben mit 61 % (vgl. Abb. 2.6.1) besonders hoch, 58 % 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“¹⁴² und somit auch gewisse Hürden, die Kleinunternehmen erst einmal überspringen müssen. Denn hinzu kommt der überdurchschnittlich hohe Fixkostenanteil durch investive FuE-Ausgaben.

¹⁴¹ Ebenda.

¹⁴² Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

- Die Bedeutung von Hochschulabsolventen für den FuE-Prozess nimmt mit zunehmender Betriebsgröße auf 51 % in Unternehmen der Klasse mit 500 bis unter 1.000 Beschäftigte ab.
- Bei Großunternehmen nimmt der „Akademisierungsgrad“ bei FuE dann wieder zu und erreicht in der höchsten Beschäftigungsgrößenklasse 56 % (Abb. 2.6.1).

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.¹⁴³ Die größenbedingten Nachteile wiegen angesichts zunehmender Knappheiten entsprechend ausgebildeten Nachwuchses immer schwerer.

Die Versäumnisse der Bildungspolitik der 80er und 90er Jahre werden sich also als echter Hemmschuh für eine weitere Expansion der FuE-Tätigkeit erweisen. Unter solchen Bedingungen müssen von allen Qualifikationsstufen Beiträge zum Innovationsprozess erbracht werden, auch vom dualen System.¹⁴⁴ Vielfach ist dies jedoch nur über intensive Weiterbildungsmaßnahmen möglich. Auch aus dieser Sicht ist die international schwache Position Deutschlands bei beruflicher Weiterbildung¹⁴⁵ als problematisch einzustufen.¹⁴⁶

Externe FuE, FuE-Outsourcing und FuE-Kooperationen

Die FuE-Prozesse müssen angesichts des scharfen Wettbewerbs, der hohen Fixkostenbelastung sowie der geringen Personalressourcen und des in Deutschland knappen Kapitals für innovative Projekte effizienter werden. Die Unternehmen bewerkstelligten dies z. T. durch eine stärkere Konzentration der internen FuE auf ihre „Kernkompetenzen“. Sie sind auch 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“-Kooperationen¹⁴⁷: Ein immer größerer Teil des technischen Wissens wird auf dem „Forschungsmarkt“ eingekauft.¹⁴⁸ Während der von Dritten durchgeführte Anteil an den FuE-Projekten der Industrie Ende der 70er Jahre noch 5,7 % betrug, ist er heute mit 20 % dreieinhalbmal so hoch (vgl. Tab. 2.2.1 für die Wirtschaft insgesamt, d. h. einschließlich IfGs, sowie Abb. 2.6.2 und Tab. 2.6.2 für Unternehmen). Vor allem 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. Bei Klein- und Mittelunternehmen war die Neigung, FuE-Aufträge zu vergeben, in den 80er Jahren ähnlich hoch wie in der Großindustrie. Allerdings hat es in langfristiger Betrachtung bei Klein- und Mittelunternehmen praktisch keinen Bedeutungsgewinn für externe FuE gegeben. Unter Schwankungen mit leichtem Trend nach unten liegt die „Externenquote“ nun bei gut 9 % und liegt damit um elf Punkte unter den entsprechenden Daten für Großunternehmen. Dabei gelten die Argumente, externe FuE-Aktivitäten auszuweiten um FuE-Hemmnissen auszuweichen, für Klein- und Mittelunternehmen in besonderem Maße. Dem stehen jedoch die Risiken hoher Transaktionskosten sowie die Sorge

¹⁴³ Vgl. Heidenreich, Wimmers (2007).

¹⁴⁴ Zu den Anstrengungen, das System der beruflichen Bildung zukunftsfähig zu machen, vgl. Uhly (2004).

¹⁴⁵ Pfeiffer (2007) oder auch Schmidt (2007).

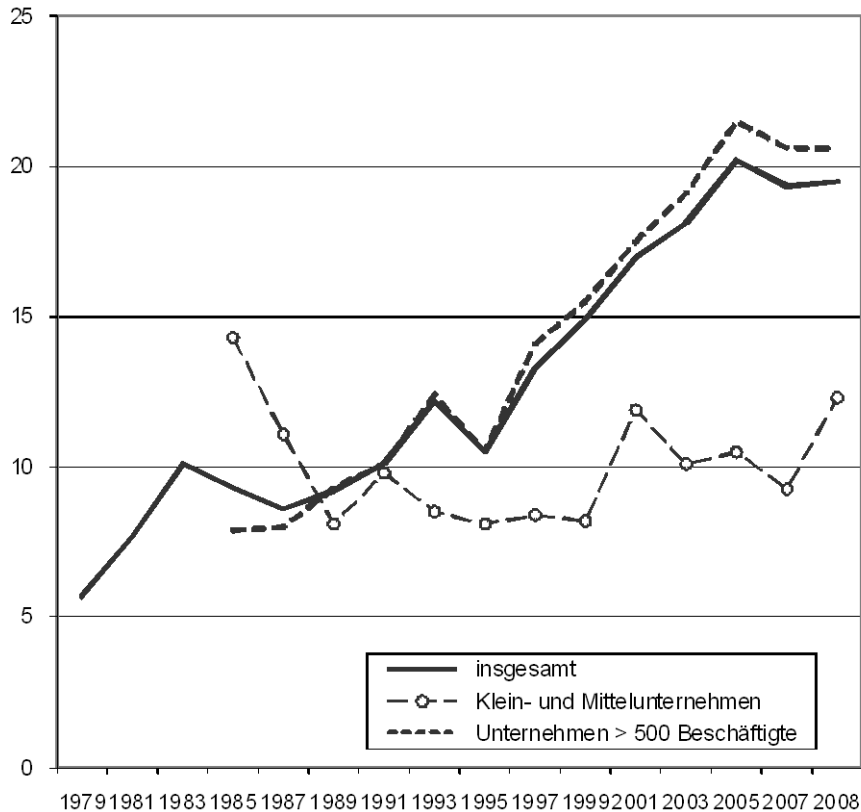
¹⁴⁶ Es bleibt abzuwarten, inwieweit der seit März 2009 deutlich erleichterte fachbezogene Hochschulzugang von Berufstätigen mit anerkanntem Ausbildungsabschluss und einigen Jahren Berufserfahrung hierzu einen signifikanten Beitrag leisten kann.

¹⁴⁷ Vgl. Freeman, Soete (2007).

¹⁴⁸ 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.

vor der Preisgabe von betrieblichem Know how gegenüber¹⁴⁹. Für 2008 wird ein erneuter Anstieg der Externenquote bei Klein- und Mittelunternehmen geschätzt.

Abb. 2.6.2: Anteil externer FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland* 1979 bis 2008 an den FuE-Gesamtaufwendungen in %



*) Bis 1991 Westdeutschland.

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

Die Struktur der FuE-Aufträge ist nicht sehr stabil. Zunächst hatte sich insbesondere eine verstärkte Intensivierung der FuE-Beziehungen der Unternehmen mit verbundenen Unternehmen und Zulieferern eingespielt, vor allem eine intensivere Verzahnung mit Unternehmen aus dem Ausland (Abb. 2.6.3). 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.

¹⁴⁹ Vgl. Rammer, Spielkamp (2006).

Tab. 2.6.2: Bedeutung und Struktur von externer FuE der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2007

- Anteile in % -

Wirtschaftszweig Unternehmensgrößenklasse Technologieklasse	Anteil an den FuE-Gesamt- aufwendungen	Struktur der Auftragnehmer					
		Wirtschaft	Ausland	Wissenschaft			
				zusammen	davon:		
					Hoch- schulen	außer- universitär	sonstige
alle forschenden Unternehmen	19,4	58,8	19,9	21,3	10,6	9,1	1,6
Wirtschaftszweig							
Verarbeitendes Gewerbe	20,0	59,8	19,5	20,7	9,4	9,5	1,7
Chemische Industrie	19,8	42,7	49,7	7,6	2,9	4,0	0,7
Maschinenbau	7,9	68,8	14,8	16,4	11,3	3,5	1,6
Elektrotechnik/Elektronik	19,1	49,4	3,9	46,7	6,4	38,1	2,2
Fahrzeugbau	25,3	68,3	16,4	15,3	11,9	1,5	1,9
übrige Industrie	8,4	57,1	18,7	24,2	18,9	4,4	1,0
übrige Wirtschaftszweige	14,0	46,2	24,9	28,9	24,6	3,9	0,3
Beschäftigtengrößenklasse							
< 100	11,2	48,7	24,3	27,0	15,3	10,0	1,7
100 < 500	11,9	57,6	17,9	24,6	11,5	11,9	1,1
500 < 1000	12,3	45,0	36,1	18,9	9,5	8,7	0,8
> 1000	21,2	59,8	19,2	21,0	10,4	8,9	1,7
Technologieklassen in der Verarbeitenden Industrie							
niedrige und mittlere Technologie	8,4	57,1	18,7	24,2	18,9	4,4	1,0
Hochwertige Technik	19,5	73,2	15,2	11,6	6,7	2,8	2,1
Spitzentechnologie	23,2	39,8	26,0	34,2	12,8	20,2	1,3

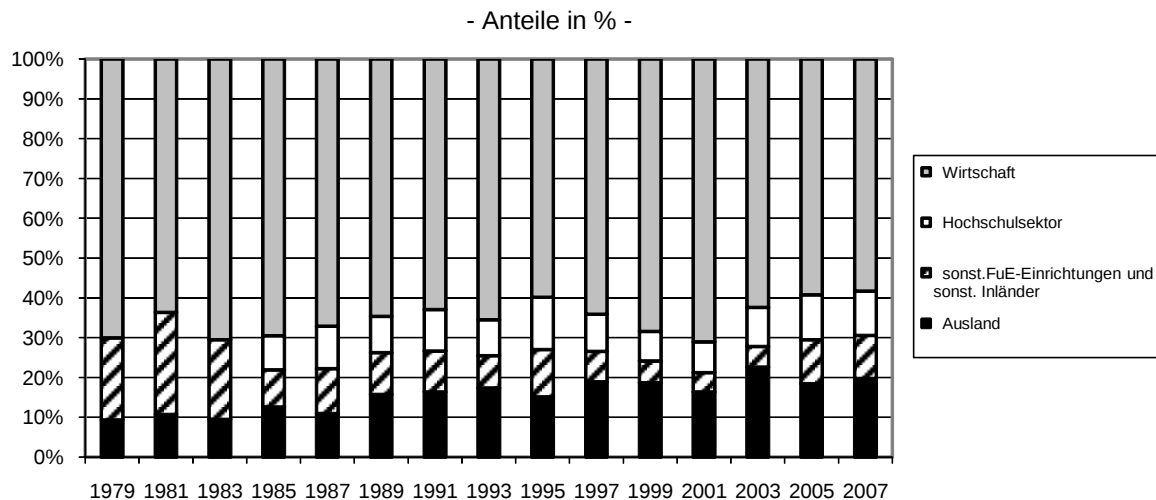
Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

- FuE-Auftragsvergaben zwischen **Wirtschaftsunternehmen** sind sehr viel weiter verbreitet als FuE-Kooperationen zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen.¹⁵⁰ Sie hatten immer schon den größten Anteil an den externen FuE-Aufwendungen. Lediglich in den 80er Jahren war der Anteil der von Unternehmen an Partner aus der **inländischen Wirtschaft** vergebenen FuE-Aufträge deutlich rückläufig. Seit Anfang der 90er Jahre war er wieder stark im Steigen begriffen, im Jahr 2001 hatte die Quote über 70 % erreicht. Generell stecken dahinter natürlich auch Outsourcing-Strategien, 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-Kooperationen hatten stark zugenommen.¹⁵¹ Mit 46 % wird fast die Hälfte **aller** FuE-Aufträge mit verbundenen Unternehmen im In- und Ausland abgewickelt, im Automobilbau sind es gar fast 60 %. 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. Innerhalb von kurzer Zeit hatte die inländische Wirtschaft jedoch wieder Boden verloren, und zwar bis 2005/2007 gleich elf Prozentpunkte. Diese Anteile landeten im Ausland bzw. in wissenschaftlichen Einrichtungen im Inland.

¹⁵⁰ Vgl. auch Janz, Licht (1999).

¹⁵¹ 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.

Abb. 2.6.3: Durchführung externer FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland* 1979 bis 2007

Vor 1985 keine getrennten Angaben für den Hochschulsektor, sonstige FuE-Einrichtungen und sonst. Inländer

*) bis 1989 Westdeutschland.

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

- Die Unternehmen zeigten parallel zur zunehmenden Globalisierung in den 90er Jahren eine kräftige Präferenzverschiebung zu Gunsten 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 2007 bei 20 %. Gegenüber den 80er Jahren ist dies dennoch fast eine Verdoppelung. 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. Sie sind aber auch das Ergebnis von Verlagerungen von FuE-Einheiten in das Ausland.¹⁵² Über drei Viertel der Auslandsvertrags-FuE wird 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 Branchen sehr konzentriert als Partner in Frage: In der Pharma-, Chemie-, Flugzeug-, Papier- und Mineralölindustrie sind es 40 % und mehr der FuE-Aufträge, z. T. gar über 60 %. In der Waffenindustrie sowie bei Verkehr/Nachrichten und in der Datenverarbeitung führen ausländischen Kooperationspartner gut 35 % der FuE-Aufträge durch. Der Automobilbau hat sich hingegen 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.¹⁵³
- Angesichts der stark zunehmenden „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. Lag der Anteil von Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen 1995 noch bei über 22 % an den externen FuE-Aufwendungen, so halbierte er sich bis 2001 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 Insti-

¹⁵² Vgl. Reinhard (2002).

¹⁵³ Vgl. Belitz (2006).

tute insgesamt nicht die gleiche Attraktivität als Lieferant von technischem Wissen wie FuE-Dienstleistungen innerhalb des Wirtschaftssektors. In jüngster Vergangenheit ist dies jedoch anders zu sehen: Wissenschaft und Forschung haben in kurzer Frist zehn Prozentpunkte hinzugewonnen und wieder ihren „angestammten“ Rang eingenommen. Sie sind zwar hauptsächlich dazu da, um Grundlagenforschung und marktferne Forschung zu betreiben. Dass wissenschaftliches Grundlagenwissen als immer wichtiger für die Technologieentwicklung und für den Innovationsprozess angesehen wird¹⁵⁴, hat sich auch auf dem Markt für FuE-Dienstleistungen in einer verbesserten Lage bei den Aufträgen aus der Wirtschaft bemerkbar gemacht. Hierzu mag beigetragen haben, dass die staatliche Förderung von FuE in der Wirtschaft FuE-Kooperationen („Verbundforschung“) zunehmendes Gewicht verliehen hat.

- Hochschulen und Professoren haben unter Schwankungen einen steigenden Anteil von zuletzt knapp 11 % an den externen FuE-Aufwendungen. Für die Hochschulen selbst ist bspw. die Sicherung des wissenschaftlichen Nachwuchses für die Unternehmen ein wichtiges Kooperationsmotiv. Gerade in jüngster Zeit haben die „großen“ Sektoren wie Elektro, Automobil sowie Luft- und Raumfahrt die Hochschulen wieder mit mehr FuE-Aufträgen ausgestattet. Im internationalen Vergleich ist der Anteil von 14 %, zu dem die deutsche Wirtschaft durch Aufträge zur Finanzierung der Hochschulforschung beiträgt, als durchaus beachtlich zu bezeichnen. Er liegt damit erheblich über dem, was sich in den hochentwickelten Industrieländern als üblich herausgebildet hat.¹⁵⁵ 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 hatte sich auf unter 4 % bewegt und damit gegenüber Mitte der 90er Jahre mehr als halbiert. Seit 2001 gab es jedoch wieder einen starken Bedeutungszuwachs auf über 10 %, zuletzt waren es 9 %. Die Kundenstruktur ist jedoch stark konzentriert: Wichtigste Auftraggeber sind die MMSR-Technik und die Medientechnik aus der Spitzentechnik sowie der Automobilbau, die 2007 zusammen genommen etwa 86 % der FuE-Aufträge an wissenschaftliche Einrichtungen vergeben haben. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Einrichtungen in Deutschland häufig vielfältige 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.
- Eine andere Sicht: Bezieht man das Volumen der an Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen vergebenen FuE-Aufträge auf die internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft, dann kommt man auf 5,3 %. Damit liegt Deutschland im internationalen Vergleich betrachtet recht weit vorne und ist auch in den letzten Jahren schneller vorangekommen als die meisten anderen Länder. Ebenfalls überdurchschnittlich hoch ist der Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zur FuE in Einrichtungen der Wissenschaft und Forschung¹⁵⁶.

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

- Im Fahrzeugbau - maßgeblich durch den Kraftfahrzeugbau geprägt - werden mit über ein Viertel der FuE-Gesamtaufwendungen (Tab. 2.6.2) deutlich überdurchschnittlich viele FuE-Aktivitäten außerhalb des eigenen Unternehmens durchgeführt. Innerhalb des großen Blocks an externer FuE

¹⁵⁴ Vgl. Frietsch, Schmoch (2003).

¹⁵⁵ Vgl. Legler, Krawczyk (2009). Der OECD-Durchschnitt liegt bei 6,2 %. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass dies der Finanzierungsanteil der Wirtschaft an der Hochschulforschung ist. Er gibt nur grobe Hinweise auf die Bedeutung der externen Vertragsforschung an Hochschulen für die Wirtschaft.

¹⁵⁶ Vgl. Legler, Krawczyk (2009).

spielen die Aufträge an Hochschulen eine beachtliche, außeruniversitäre Forschungsinstitute hingegen eine nicht ganz so starke Rolle; die relative Bedeutung der Wissenschaft hat jedoch in den letzten Jahren stark zugenommen. Die auffällige Zunahme der externen FuE-Aufwendungen seit 1995 - zwischen 1995 und 2001 ist es zu einer Vervierfachung gekommen, danach hat sich der Anteil stabilisiert - 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 im letzten Jahrzehnt in dieser Branche erkennbar gewandelt und machen sich auch bei der Produktentwicklung bemerkbar. Die vom Markt in immer kürzeren Abständen geforderten Innovationen erzwingen die Spezialisierung bei der Entwicklung von Einzelmodulen, die ihrerseits einen Beitrag zur Entwicklung eines neuen Modells liefern. Zunehmend ist dabei FuE auf spezialisierte Zulieferer übertragen worden, die mindestens genau so FuE-intensiv arbeiten wie die Kfz-Hersteller (vgl. auch Tab. A.2.3.1). Dieser Prozess hat sich jedoch nicht mehr beschleunigt.

- Die Chemische Industrie lässt ebenfalls einen sehr hohen Anteil ihrer FuE-Aktivitäten außerhalb des eigenen Unternehmens durchführen (20 %). Es ragt vor allem die Pharmazeutische Industrie mit einer Externenquote von gut einem Viertel heraus. Zusammen mit dem Automobilbau bestimmt sie praktisch den Industriedurchschnitt. Die Chemisch-Pharmazeutische Industrie ist generell sehr stark international orientiert. Sie ist in Deutschland quasi der Vorreiter der Globalisierung von FuE gewesen¹⁵⁷ und vergibt entsprechend einen vergleichsweise hohen Anteil an FuE-Aufträgen (50 %) 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 im Vergleich zu anderen Branchen sehr niedrige Anteil der wirtschaftsinternen Flüsse auffällig. Dies hängt mit der stark globalisierten Grundstoffindustrie zusammen, während in der Pharmaindustrie häufig spezialisierte Klein- und Mittelunternehmen für Großunternehmen die Arzneimittelforschung durchführen.¹⁵⁸ Auch der Anteil der Aufträge an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungsinstitute ist mit 7 % deutlich unterdurchschnittlich. Nach Aussagen von Unternehmen der Chemischen Industrie nehmen jedoch Kooperationen zwischen Hochschulen und Unternehmen deutlich zu. Lediglich die Art der Zusammenarbeit wandelt sich von einer auftragsbezogenen Beziehung hin zu einer mittel- bis langfristig strategisch angelegten Zusammenarbeit, die andere Formen sucht, z. B. den Austausch von Personal oder die Nutzung von Ressourcen¹⁵⁹.
- Im Maschinenbau hat die Vergabe von externen FuE-Aufträgen eine sehr viel geringere Bedeutung für das FuE-Geschehen (8 %). 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. Von der Zunahme der externen FuE-Aufwendungen im Maschinenbau seit 1995 hat bei dieser Branche deshalb vor allem der Hochschulsektor partizipiert.
- Elektrotechnik/Elektronik/Computer/Instrumente neigten wie der Maschinenbau eine Zeitlang vergleichsweise stark zu interner FuE-Durchführung. Vor allem durch Forschungsaufträge an außeruniversitäre Forschungsinstitute ist der externe Anteil jedoch wieder sehr stark gestiegen. Mit 38 % 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.

¹⁵⁷ Vgl. Belitz (2006).

¹⁵⁸ Vgl. zum Folgenden auch Reinhard (2000).

¹⁵⁹ Vgl. Rehfeld, Legler, Schmoch u. a. (2003).

Die Betrachtung nach **Technologieklassen** zeigt ein extremes Gefälle: Die Bedeutung von externer FuE für die FuE-Aktivitäten nimmt mit der Technologieintensität stark zu. In der Spitzentechnologie wird besonders intensiv mit Kooperationspartnern geforscht, bevorzugt im Ausland. Zudem gibt es starke Unterschiede bei der Wahl der Kooperationspartner. Spitzentechnikunternehmen wickeln ebenso wie Unternehmen aus Branchen mit relativ niedriger FuE-Intensität einen recht hohen Teil der Projekte mit der Wissenschaft ab (über ein Drittel bzw. fast ein Viertel), während Unternehmen der Hochwertigen Technik stärker mit der Wirtschaft im In- und Ausland kooperieren.

Die aktuelle Datenlage kann natürlich nur die quantitative Größenordnung der mit externer FuE verbundenen finanziellen Mittel wiedergeben, die darüber hinaus weitgehend vom FuE-Auftragsvergabeverhalten der Großindustrie geprägt ist. Nicht ganz deutlich wird dabei, ob und in welchem Umfang die Zahl der FuE-Kooperationen zugenommen und wie sich insbesondere die Beteiligung von **Klein- und Mittelunternehmen** an externer FuE entwickelt hat. Die Bedeutung von externer FuE nimmt zwar deutlich mit der Größe der forschenden Unternehmen zu (Tab. 2.6.2). Insbesondere hängt dies mit der Internationalisierung der Forschung und der intensiveren FuE-Verflechtung von großen Unternehmen untereinander zusammen. Interessant - und der weiteren Analyse wert - sind jedoch folgende Beobachtungen:

- Klein- und Mittelunternehmen 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 27 % als Kooperationspartner einen höheren Stellenwert als bei Mittelunternehmen. Dies hängt sicherlich auch mit der deutschen Innovationsförderung zusammen, die sehr stark auf Kooperationen mit Wissenschaft und Forschung Wert legt.¹⁶⁰ Die quantitative Bedeutung von Wissenschaft und Forschung für die betrieblichen FuE-Prozesse nimmt also mit der Unternehmensgröße ab. Erst Großunternehmen neigen - wenn sie kooperieren - wieder verstärkt zur Wissenschaft/Forschung.

Unter den kleinen und mittelgroßen Unternehmen ist auch das größte Potenzial für eine Ausweitung der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft zu suchen. Nur eine kleine Minderheit kooperiert bisher regelmäßig mit wissenschaftlichen Institutionen, obwohl dazu weit mehr auf Grund eigener kontinuierlicher FuE in der Lage wären. Eine Reihe weiterer Klein- und Mittelunternehmen unterhält projektweise Kontakte mit der Wissenschaft. Vielen Klein- und Mittelunternehmen fällt jedoch der Zugang zu öffentlichen FuE-Einrichtungen noch schwer.

Aus anderen Studien ist bekannt, dass in den Jahren 2002-2004 etwa 15 % der innovierenden Unternehmen in Deutschland FuE-Aufträge vergeben haben¹⁶¹, im forschungsintensiven Industriesektor lag der Anteil mit einem Drittel gar mehr als doppelt so hoch. Dort ist die Quote auch fast stabil geblieben, während sie in den übrigen Wirtschaftszweigen im letzten Jahrzehnt klar zurückgegangen ist, insbesondere bei Klein- und Mittelunternehmen. Völlig gegen den Trend ist jedoch die Einbeziehung von Hochschulen in den Innovationsprozess stark ausgeweitet worden.¹⁶² Es ist zu beobachten, dass kooperierende Unternehmen merklich höhere „Innovationserfolge“ aufweisen, d. h. leichter neue Produkte oder gar Marktneuheiten platzieren können. Dies gilt hauptsächlich für Kooperationen mit Zulieferern und Kunden sowie mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Zwischen dem Innovationserfolg und Kooperationen mit Hochschulen zeigt sich hingegen kein positiver Zusammenhang - zumindest nicht im kurzfristigen Innovationstagesgeschäft.

¹⁶⁰ Vgl. Rammer, Binz (2006), Rammer (2007).

¹⁶¹ Vgl. Rammer (2007).

¹⁶² Diese Aussage betrifft alle Innovationskooperationen und nicht nur die Vergabe von FuE-Aufträgen.

3 Zusammenfassung, Konsequenzen und Ausblick

FuE nimmt in der gesamten Wirkungskette von Bildung und Qualifikation, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Inventionen und Innovationen, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Produktivität, Wachstum und Beschäftigung eine zentrale Rolle ein:¹⁶³ Alle empirischen Studien zeigen im Großen und Ganzen einen positiven Einfluss auf gesamtwirtschaftliche Zielgrößen. Insofern stellt sich die Frage, ob das Niveau, bei dem sich Deutschland bei FuE eingependelt hat, mittelfristig zu befriedigenden Resultaten führen kann. Will man sich in Deutschland den Zielgrößen „hoher Beschäftigungsstand“ und „angemessenes Wirtschaftswachstum“ nähern, dann dürfte der FuE-Anteil von gut 2½ % am Inlandsprodukt (2007) kaum ausreichen. Auch die europäischen Regierungen haben auf die europäische FuE-Schwäche der letzten zwanzig Jahre reagiert und bereits im Jahr 2000 mit dem ehrgeizigen Ziel, bis zum Jahr 2010 im EU-15-Durchschnitt einen FuE-Anteil von 3 % am Inlandsprodukt zu erreichen, ein unmissverständliches Zeichen gesetzt. Die deutsche Bundesregierung hat das 3 %-Ziel damals unmittelbar übernommen, 2005 noch einmal bekräftigt und 2006 eine „Hightech Strategie für Deutschland“¹⁶⁴ formuliert. Auch wenn dieses ehrgeizige Ziel im vorgesehenen Zeitrahmen nicht erreichbar gewesen ist: Die Erfordernis, FuE-Anstrengungen in Wirtschaft und Staat deutlich zu erhöhen, bleibt davon unbenommen.

Die Wirtschaft, auf die sich die vorliegende Untersuchung konzentriert, sollte zur 3 %-Quote zwei Drittel beitragen. Dies würde gegenüber 2007 - konstantes Inlandsprodukt unterstellt - FuE-Mehrausgaben von 7 Mrd. € bedeuten (rund ein Sechstel). Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Untersuchung zusammengefasst (Abschnitt 3.1) und daraus Schlussfolgerungen zu den mittelfristigen Aussichten des FuE-Standorts Deutschland gezogen (Abschnitt 3.2). Die analysierten Daten reichen gerade bis 2007, sie beschreiben aus heutiger Sicht der letzten Jahre geradezu eine „Schönwetterperiode“. Denn seit dem Frühjahr 2008 wurden die Konjunkturprognosen kontinuierlich nach unten revidiert, ab dem Herbst 2008 steckt die Weltwirtschaft in einer tiefen Rezession. Intensität und Dauer der Wachstumseinschnitte sind bislang völlig unabsehbar. Insofern ist für die FuE-Entwicklung in Deutschland nicht nur die mittlere Sicht relevant, sondern es zählt auch die Frage, wie Wirtschaft und Staat auf die Rezession reagieren: In welcher Verfassung kommt das deutsche Innovationssystem aus der Krise (Abschnitt 3.3)?

3.1 Zusammenfassung

Während die bisherigen Zusammenstellungen von Daten und Analysen sehr differenziert dargestellt waren, sollen die Ergebnisse nun komprimiert werden. Dabei bleibt vor allem der Eindruck hängen, dass es ohne einen internationalen Vergleich als Referenzmaßstab schwer fällt, 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.¹⁶⁵

¹⁶³ Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006) sowie den Beitrag des ZEW zum „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007“ (Licht, Legler, Schmoch u. a., 2007).

¹⁶⁴ Vgl. BMBF (2006).

¹⁶⁵ Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008) haben eine Studie vorgelegt, in der beiden Aspekten - dem internationalen Maßstab wie der nationalen Sicht auf detaillierte Ergebnisse - einigermaßen gerecht geworden ist.

Gemeinsam ist allen Untersuchungen: Die FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft sind in beinahe jeder Hinsicht von enormen strukturellen Veränderungen begleitet.

Aus dem Blickwinkel des **sektoralen Strukturwandels** ist zu beobachten, dass in der deutschen Wirtschaft mehr und mehr Wert auf FuE für hochwertige Dienstleistungen und im Dienstleistungssektor gelegt wird. Zwar gibt es in Deutschland im Dienstleistungssektor im Vergleich zu anderen Ländern immer noch beträchtliche FuE-Lücken; jedoch wird zunehmend der Tatsache Rechnung getragen, dass sich hochwertige Dienstleistungen immer stärker als „mothers of invention“ entpuppen. Dies hat auch seine Rückwirkungen auf die Industrieforschung gehabt. Hochwertige Dienstleistungen stehen vor allem mit jenen Industriezweigen in Kontakt, in denen besonders anspruchsvoll - und damit aufwändig - FuE betrieben wird („Spitzentechnologiesektoren“ wie z. B. Biotechnologie/Pharmazie, Medizintechnik, Elektronik/Nachrichtentechnik, Flug- und Raumfahrzeugbau).

Dieser sektorale Umstrukturierungsprozess hin zu mehr Spitzentechnologie und Dienstleistungen kam - im Vergleich zu den meisten anderen wichtigen Konkurrenzländern - in Deutschland nur schleppend voran.¹⁶⁶ Erst der FuE-Aufschwung in der deutschen Wirtschaft ab dem zweiten Drittel der 90er Jahre war mit einem Strukturwandel zugunsten der Spitzentechnologiebereiche verbunden, strukturelles Beharrungsvermögen der Vergangenheit wurde teilweise korrigiert - z. T. auch durch Anpassung des Erhebungskreises im Dienstleistungssektor. In diesem Strukturwandel sind jedoch die traditionell starken deutschen Industriezweige außerhalb der Spitzentechnologie (Chemie, Elektrotechnik, Maschinenbau) deutlich zurückgeblieben. Positiv auszunehmen hiervon ist der Automobilbau, der in den 90er Jahren eine ausgesprochene FuE-Erfolgsstory geschrieben und in jüngster Zeit dafür gesorgt hat, dass das FuE-Aktivitätsniveau der deutschen Wirtschaft auf akzeptablem Niveau geblieben ist. Die seit Jahren zu beobachtende Konzentration auf den Automobilbau und die Fertigungstechnik ist jedoch ein Risiko. Die deutsche FuE-Struktur braucht mehr an wettbewerbsfähigen Alternativen. Kurzfristig (2007) hat es erneut einen Bedeutungsgewinn von Dienstleistungsunternehmen bei FuE gegeben, auch der Maschinenbau hat im Sog der weltwirtschaftlichen Investitionsgüternachfrage ein FuE-Comeback gefeiert. Andererseits muss auch konstatiert werden, dass Elektronik/Medientechnik wieder sehr stark an Boden verloren haben.

War der FuE-Aufschwung der 80er Jahre in der Breite der Wirtschaft angegangen worden, so ist der Prozess im letzten Jahrzehnt sehr stark selektiv (Automobil) und nur „in die Spitze“ verlaufen. Es ist klar, dass ein schneller FuE-Strukturwandel, der massiv die Verteilung auf die Wirtschaftszweige verändert, nicht allein von **Klein- und Mittelunternehmen** ausgehen kann. Der FuE-Aufschwung in der zweiten Hälfte der 90er Jahre war in Deutschland mit einer Konzentration auf immer weniger (Groß-)Unternehmen verbunden. Die Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE hat gleichzeitig nicht zugenommen, sondern mittelfristig eher abgenommen - jedenfalls, soweit man es aus den „amtlichen Daten“ und aus anderen (Innovations-)Erhebungen ableiten kann. Sie scheint in Deutschland eine Art Gleichgewichtszustand erreicht zu haben, aus dem heraus es immanent - d. h. ohne neuen Impuls - keine Veränderungstendenz gibt. Dies ist eine Herausforderung für die Forschungs- und Innovationspolitik, denn die Innovationsfähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen ist recht eng an die Beteiligung an FuE und an die Verfügbarkeit von entsprechend ausgebildetem (meistens akademischem) Personal gebunden. Unternehmen, die innovieren, exportieren und zusätzliche Arbeitsplätze schaffen ohne eigene FuE zu betreiben, sind selten. Auch die Fähigkeit von Klein- und Mittelunternehmen, mit Forschungseinrichtungen zu kooperieren - dies wird immer wichtiger! -, lässt erfahrungsgemäß in dem Maße nach, in dem das FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen unsteter wird oder sie ganz aussteigen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass FuE-betreibenden Klein- und Mittelunternehmen in der FuE-Arbeitsteilung eine immer wichtigere Rolle zukommt: Sie klinken

¹⁶⁶ Vgl. Legler, Krawczyk (2009).

sich immer intensiver in den Spitzenforschungsprozess sowie in FuE für Dienstleistungen und im Dienstleistungssektor ein.

Die mindestens bis Mitte des Jahrzehnts nachlassende FuE-Beteiligung fiel in Deutschland in eine Periode, in der sich gleichzeitig die **Gründungstätigkeit** abgeschwächt hatte. Junge Unternehmen beeinflussen die FuE-Beteiligung insgesamt recht stark. Gerade von ihnen wird erwartet, dass sie mit neuen Ideen in den Markt eintreten und den Wettbewerb intensiver als alte Unternehmen durch erfolgreiche FuE-Projekte zu bearbeiten suchen. Eine hohe Gründungsintensität wäre auch deshalb wichtig, weil langfristig - aus verschiedenen Gründen, wie Alterung der Bevölkerung, nur wenig Nachwuchsbildung bei hoch Qualifizierten usw. - ein Mangel an Nachwuchs bei forschenden Unternehmen zu befürchten ist. Die Beteiligung an FuE ist eine strategische Entscheidung der Unternehmen. Eine wichtige Aufgabe der Innovationspolitik ist es daher, jungen Unternehmen die Grundentscheidung für eine FuE-basierte Innovationsstrategie zu erleichtern. Hierzu gehört ein aufnahmefähiger Markt für originäre Neuheiten und ausreichend Kapital zur Abdeckung des für Unternehmensgründer sehr hohen FuE-Risikos, ggf. auch Risikokapital aus öffentlichen Mitteln (Frühphasenfinanzierung) und Projektförderung. Problematisch könnten in diesem Zusammenhang insbesondere die Auswirkungen der Finanzmarktkrise sein. Denn nimmt man den US-Markt für Venture Capital zum Maßstab, dann ging es dort bereits seit dem Frühjahr 2008 bergab, mit einem extremen Ausschlag von 60 % gegenüber dem Vorjahr nach unten im ersten Quartal 2009.¹⁶⁷ Dies wird auch in Deutschland auf längere Zeit ein Engpass bei der Finanzierung von Hochtechnologieprojekten und von Unternehmensgründungen in der Spitzenforschung sein.

Im Beobachtungszeitraum hat sich der **Staat** in Deutschland immer stärker aus der **Finanzierung** von FuE in der Wirtschaft zurückgezogen. Die „Eingriffsintensität“ beträgt nur noch ein Viertel dessen, was vor 20 Jahren als sinnvoll angesehen worden war. Diese Entwicklung trifft vor allem Großunternehmen, während die finanzielle Förderung von Klein- und Mittelunternehmen in den letzten Jahren wieder deutlich höhere Präferenz genießt. Generell gilt der Finanzierungsbereich als ein besonders gravierender Schwachpunkt im deutschen Innovationssystem, insbesondere im Zusammenhang mit Unternehmensgründungen.¹⁶⁸

Betriebliche FuE-Prozesse stellen immer höhere Anforderungen an die **Qualifikation** des FuE-Personals, die „Akademisierung“ von FuE nimmt zu. Insofern sind der FuE-Expansion in Deutschland künftig deutliche Grenzen gesetzt. Es fehlen immer mehr Naturwissenschaftler und Ingenieure, die über die Schlüsselqualifikationen für technische Innovationsprozesse verfügen. Das Fundament hat unübersehbare Risse bekommen. Ein „upgrading“ des Bildungsstandes der Erwerbsbevölkerung auf allen Ebenen (Primar-, Sekundar- und Tertiärbereich) ist erforderlich. Knapper gewordene FuE-Ressourcen dürften auch der Grund dafür sein, dass Klein- und Mittelunternehmen im FuE-Prozess immer weniger zum Zuge gekommen sind. Die Unternehmen reagieren darauf z. T. durch eine stärkere Konzentration der internen FuE auf ihre „Kernkompetenzen“ und durch Vergabe von **FuE-Aufträgen** an (meist: verbundene) Unternehmen im In- und Ausland sowie an Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen. Die FuE-Prozesse müssen angesichts des scharfen Wettbewerbs und der in Deutschland knappen Personalressourcen effizienter werden. Unternehmen aus dem Ausland sowie Wissenschaft/Forschung sind aktuell als FuE-Kooperationspartner zunehmend gefragt.

¹⁶⁷ OECD (2009). Zur Entwicklung des Risikokapitalmarktes wird in anderen von der Kommission vergebenen Studien Stellung bezogen.

¹⁶⁸ Vgl. von Hirschhausen u. a. (2009).

3.2 Zu den mittelfristigen Aussichten

Insgesamt hat sich der Druck für die deutsche Wirtschaft, **permanent zu innovieren**, erhöht. Der internationale Wettbewerb kann von deutschen Unternehmen weder mit aufstrebenden Schwellenländern noch mit den etablierten Industrieländern auf der Kosten-, sondern nur auf der Innovationsseite gewonnen werden. Dies bedarf einerseits höherer Eigenanstrengungen. Andererseits übt die Erweiterung der internationalen FuE-Arbeitsteilung Druck auf das Spezialisierungsprofil der hoch entwickelten Volkswirtschaften aus. Gefahr für den Umfang an FuE-Kapazitäten im Inland dürfte aus den **Auslands-FuE-Aktivitäten** deutscher Unternehmen ebenso kaum kommen¹⁶⁹ wie aus den forcierten technologischen Anstrengungen von Schwellenländern. In Teilbereichen wird sich jedoch eine weitere strukturelle Anpassung auch bei FuE-Arbeitsplätzen nicht vermeiden lassen. Eine stärkere Spezialisierung auf die ersten Phasen der Wertschöpfungsketten, in denen hochwertige Dienstleistungen - nicht nur bei FuE - erforderlich sind, sowie eine Stärkung der mittelfristig-strategischen Forschung zur Flankierung und Vorbereitung des Weges in eine forschungsintensivere Wirtschaftsstruktur dürfte die erforderlichen Anpassungsprozesse erleichtern.

Dass die deutsche Wirtschaft in diesem Jahrzehnt bis ungefähr 2008 bei FuE Jahr für Jahr jeweils etwas mehr durchgeführt hat als ursprünglich geplant, ist nicht nur ein Zeichen dafür, dass die wirtschaftliche Entwicklung besser gelaufen ist als vorhergesehen, sondern auch ein Indiz dafür, dass die **Grundeinstellung** zu FuE positiv ist. Dabei ist es interessant, dass die FuE-Aufwendungen am **Standort Deutschland** zwischen 2005 und 2007 trotz rückläufigen Engagements ausländischer Unternehmen um gut 10 % gestiegen sind, die **globalen** FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen hingegen nur um 5 %. Bereits seit 2001 haben deutsche Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten im Inland jeweils etwas schneller ausgeweitet als im Ausland. Aller statistischen Probleme zum Trotz – die grenzüberschreitenden FuE-Daten sind häufig nicht Ergebnis von FuE-orientierten Unternehmensentscheidungen, sondern vielfach „Nebenprodukt“ von mergers & acquisitions, die auf einem Bündel von Einflussfaktoren beruhen - sprechen diese Daten aus der Sicht forschender Unternehmen nicht für FuE-Verlagerungsrisiken.

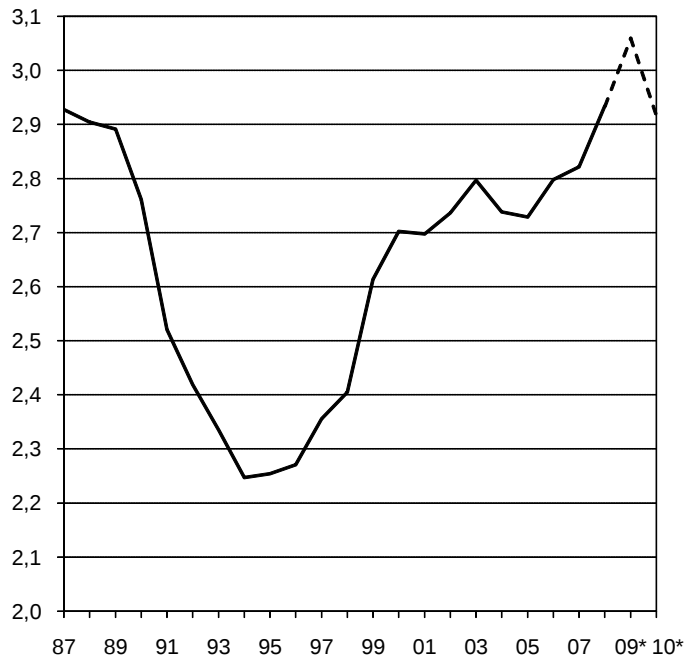
Dennoch war das FuE-Wachstum in der Breite der deutschen Wirtschaft nicht kräftig genug, um international mithalten. Limitierender Faktor ist in den betrieblichen Kalkulationen vor allem das - auch vor der aktuellen Rezession nur als moderat einzuschätzende - **Wachstum** des gesamtwirtschaftlichen Produktionspotenzials gewesen. Die Unsicherheit über Intensität und Dauer des Aufschwungs hatte zu sehr vorsichtigem finanziellem Engagement geführt. FuE ist nicht autonom, sondern eine Investition und damit abhängig von den Ertragserwartungen, die an FuE-Projekte geknüpft werden können: Je schwächer die Wachstums- und damit die Ertragserwartungen ausfallen, desto eher wird auf FuE-Projekte verzichtet, werden Projekte storniert, abgebrochen oder hinausgezögert. Insbesondere Klein- und Mittelunternehmen sowie Dienstleistungsunternehmen, die häufig kleinräumig und national agieren, waren anfälliger als exportierende Großunternehmen, die sich am Weltmarkt orientieren können. Sie sind vor allem auf Innovationsimpulse eines dynamischen Binnenmarktes angewiesen. Entscheidender Faktor ist dabei die Entwicklung der Investitionsgüternachfrage, von der vor allem 2006/2007 starke Impulse ausgegangen sind, die gerade forschungsintensive Industrien zu technologischen Neuerungen motiviert haben dürften.

Die Wachstumsunsicherheit erklärt auch, weshalb der FuE-Anteil an der Wertschöpfung im Unternehmenssektor seit Ende der 90er Jahre um 2¾ % oszilliert hat (Abb. 3.2.1) und erst durch die Rezession - also durch die massive Absenkung der Entwicklung des „Nenners“ der FuE-Intensität - trotz geringer eigener Dynamik einen relativ steilen Anstieg vermittelt. Insofern ist dies einerseits nur ein

¹⁶⁹ Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008). Im Jahr 2007 sind von deutschen Unternehmen sogar rund 2 Mrd. € weniger in Auslands-FuE investiert worden als 2005.

passiver Reflex. Andererseits zeigt es noch einmal auf, dass die Unternehmen zumindest in den Planansätzen länger an FuE festhalten wollen als es - für sich genommen - den wirtschaftlichen Erwartungen entsprechen würde.

Abb. 3.2.1: Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen in Deutschland 1987-2010*



*) 2009 und 2010 Planangaben vom Sommer 2009.

Quelle: OECD, Main Science And Technology Indicators (2009/1). - SV-Wissenschaftsstatistik. - Sachverständigenrat (2009). - Statistisches Bundesamt, Konjunkturindikatoren. - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Im Aufschwung ist bereits deutlich geworden, dass es in Deutschland immer mehr an **Naturwissenschaftenlern und Ingenieuren** fehlt, die über die Schlüsselqualifikationen für technische Innovationsprozesse verfügen. Dies dürfte auch der Grund dafür sein, dass Klein- und Mittelunternehmen im FuE-Prozess immer weniger zum Zuge kommen, dass sich FuE-Personal angesichts der Knappheit in den höheren und mittleren Technologiebereichen schlechter rekrutieren lässt als für FuE in der Spitzentechnologie.¹⁷⁰ Entlastung gibt es dort, wo die Möglichkeiten der „Wissensteilung“ - also der **Kooperation** von Unternehmen untereinander sowie mit Einrichtungen der Wissenschaft und Forschung bei FuE - konsequent ausgeschöpft werden, bis hin zu Formen der „open innovation“. Externe Vertragsforschung hat de facto den Effekt einer Kompetenzerweiterung. Aus dieser Sicht ist die schwache Expansion der FuE-Kapazitäten im öffentlichen Sektor den Erfordernissen lange Zeit bislang nicht gerecht geworden.¹⁷¹ Denn einerseits sind hochwertige wissenschaftliche Kompetenzen neben den Markt- und Produktionsbedingungen ein wichtiger Attraktionsfaktor für FuE-Investitionen von internationalen Unternehmen. Das Motiv des Wissenserwerbs hat in den letzten Jahren für grenzüberschreitende FuE-Aktivitäten sogar an Bedeutung gewonnen.¹⁷² Und zum anderen beruht gerade das Funktionieren des deutschen Innovations- und FuE-Systems auf intensiven FuE-Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft/Forschung. Hochschulpakt, Exzellenzinitiative

¹⁷⁰ Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

¹⁷¹ Vgl. Legler, Krawczyk (2009).

¹⁷² Vgl. Vgl. Belitz, Schmidt-Ehmcke, Zloczynski (2008).

und High Tech-Strategie sollten mittelfristig eigentlich zu einer Ausweitung der FuE-Kooperationspotenziale führen.

Bekannt ist die als Bremse wirkende **demographische Entwicklung**; sie wird das Wachstumspotenzial in Deutschland bei normaler Produktivitätsentwicklung auf maximal 1½ % pro Jahr begrenzen und nach und nach weiter herunterschrauben. Selbst bei erfolgreicher Bildungspolitik ist zudem auf Grund der bildungspolitischen Versäumnisse der 80er und 90er Jahre sowie langfristig aus demographischen Gründen eine Engpasssituation bei Fachkräften - und bei Unternehmensgründungen - als Restriktion einzukalkulieren. Über Defizite bei **Naturwissenschaftlern und Ingenieuren** wurde bereits geklagt: So konnten in über 20 % der Unternehmen im Jahr 2007 nicht alle vorgesehenen FuE-Arbeitsplätze besetzt werden. Diese machen nach der Erhebung des ZEW 1,6 % des FuE-Personals 2006 und 45 % der seither neu hinzugekommenen Personalstellen in den Bereichen FuE und Innovation aus¹⁷³.

Drei Viertel der FuE-Kapazitäten der deutschen Wirtschaft sind in Händen von **multinationalen Unternehmen**. Für diese sind im internationalen Wettbewerb die **globalen** FuE-Aktivitäten die Zielgröße und nicht so sehr die Frage, an welchen Standorten FuE betrieben wird. Denn sie verfügen bei Forschung und Technologieentwicklung über viele Standortalternativen. Für FuE-Standortentscheidungen sind neben den Marktbedingungen und hochwertigen Kundenanforderungen die Forschungsbedingungen und die Kompetenzen des Personals wichtig. Deutsche Standorte werden nach diesen Kriterien zwar keineswegs zwingend favorisiert, jedoch ist zu beobachten, dass die Abwanderung von FuE-Kapazitäten nach der deutschen FuE-Statistik gestoppt ist. Das gilt auch zunehmend für „sensible Bereiche“ wie Elektronik und Pharmazie, die lange Zeit im Fokus der „FuE-Abwanderungsdiskussion“ standen. Die FuE-Inlandsbindung deutscher Unternehmen scheint wieder deutlich gestiegen zu sein: 81 % der Aktivitäten werden im Inland durchgeführt, 2001 waren es 71 %, 1995: 80 %.¹⁷⁴ Umgekehrt hat allerdings auch die Beteiligung von ausländischen Unternehmen an den FuE-Kapazitäten der deutschen Wirtschaft deutlich nachgelassen. Nachdem bis Anfang dieses Jahrzehnts ein hoher Anteil des FuE-Zuwachses in Deutschland von Unternehmen mit Sitz im Ausland getragen worden ist - 2001 belief sich ihr Anteil auf ein Drittel -, ist ihr FuE-Engagement in der deutschen Wirtschaft bis 2007 absolut und relativ (auf ein Viertel) zurückgegangen. Die Globalisierung von FuE ist im Beobachtungszeitraum aus deutscher Sicht auf der Stelle getreten. Die Wirtschafts- und Finanzkrise dürfte dieses „Moratorium“ verstärkt haben.

Eine besondere Herausforderung stellt die internationale **Wirtschaftskrise** dar. Sie hat und wird die Betriebsüberschüsse, die die Unternehmen typischer Weise für die Innovationsfinanzierung verwenden, noch weiter verknappen. Ertragsbedingte Engpässe dürften die wesentlichen Effekte ausmachen. Die Kreditklemme bei den Banken selbst dürfte eher die weniger forschungsintensive Industrie und dort vor allem Prozessinnovationen einschränken.¹⁷⁵ Im forschungsintensiven Sektor dürfte sie vor allem die Gründung von technologieorientierten Unternehmen sowie Forschungsprojekte im Bereich der Spitzentechnologie beeinträchtigen. Dies zu verhindern ist eine wesentliche Aufgabe der öffentlichen Hand.

¹⁷³ Vgl. Rammer, Peters, Licht (2007).

¹⁷⁴ Diese Zahlen hängen natürlich recht stark von Übernahmen, Fusionen, Verkäufen von forschenden Unternehmen usw. ab. Nur in wenigen Fällen handelt es sich um den Aufbau von eigenständigen FuE-Einrichtungen, gleichsam „auf der grünen Wiese“.

¹⁷⁵ Vgl. Rammer (2009).

3.3 Zur aktuellen FuE-Entwicklung der deutschen Wirtschaft

Das **Umfeld** für Innovationen hatte sich in Deutschland bis 2008 deutlich verbessert¹⁷⁶: Gewinn- und Kostensituation, Produktivitätsentwicklung, Investitionstätigkeit, sinkende Unternehmenssteuern sind auf der einen Seite zu nennen. Auf der anderen Seite reagieren die Unternehmen jedoch auch auf mittelfristig verlässliche Ansätze aus dem politischen Raum. So wird das Innovationsgeschehen seit dem Frühjahr 2007 durch die High Tech-Strategie der Bundesregierung flankiert, der gerade in der Phase der abrupten Verschlechterung der gesamtwirtschaftlichen Rahmendaten im Verlauf des Jahres 2008 - zusammen mit ZIM - und seit 2009 mit dem Konjunkturpaket II eine wichtige stützende bis kompensatorische Funktion zugekommen sein sollte.

- 2008 nahm das Inlandsprodukt (in jeweiligen Preisen gerechnet) bereits nur noch um 3 % zu. Die FuE-Angaben der Wirtschaft für **2008** zeichnen daran gemessen noch ein positives Bild: Einerseits ist das FuE-Personal gegenüber 2007 noch einmal um 3,4 % aufgestockt worden. Mit knapp 333 Tsd. ist ein neuer Rekordstand erreicht worden. Die Unternehmen haben sich bemüht - und dies dürfte auch für 2009 gelten -, das FuE-Personal zu halten, auch unter Ausnutzung der Kurzarbeitsregelungen.
- Allerdings gab es große strukturelle Verschiebungen: So ging der Dienstleistungssektor bei der FuE-Personalausweitung leer aus, es wurden sogar 800 weniger gezählt. Die 2008er FuE-Expansion fand ausschließlich in der Verarbeitenden Industrie statt, die einen Zuwachs ihrer internen FuE-Aufwendungen von 2,8 Mrd. € (+7,4 %) meldet.
- Auf Unternehmen mit unter 500 Beschäftigten entfiel zudem nur ein FuE-Zuwachs von 300 Mio € (4,5 %), bzw. 2.500 Personen (+3,5 %). Bei Großunternehmen belief sich die Steigerung hingegen auf 2,7 Mrd. € (+7,9 %). Die Ausweitung des FuE-Personals kam bei Großunternehmen jedoch mit 3,5 % nicht schneller voran als bei Klein- und Mittelunternehmen. Es sind also im Wesentlichen Großunternehmen aus der Verarbeitenden Industrie, die im Jahr 2008 die FuE-Ausgaben signifikant aufgestockt haben.
- Die externen FuE-Aufwendungen sind zwischen 2007 und 2008 mit 7,9 % und damit im Rhythmus der internen FuE-Aufwendungen ausgeweitet worden. Die FuE-Arbeitsteilung zwischen Wirtschaftsunternehmen sowie zwischen Wirtschaft und öffentlichen FuE-Einrichtungen im In- und Ausland hat sich also nicht weiter intensiviert.
- Per Saldo konzentriert sich die Erhöhung der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland um 2,8 Mrd. € mit 1,6 Mrd. € (+11,8 %) zu über die Hälfte auf den Automobilbau, der damit wieder einmal seine herausragende Stellung im deutschen Innovationssystem unter Beweis gestellt hat.¹⁷⁷ Umwelt- und Klimaschutz (Senkung des Kraftstoffverbrauchs, Feinstaubreduktion, regenerative Kraftstoffe, Elektromobilitätshype) haben dem Automobilbau eine Fülle von zusätzlichen FuE-Anregungen gegeben. Der Automobilbau ist neben dem übrigen Fahrzeugbau (ebenfalls +11,8 %) der einzige in den statistischen Tableaus ausgewiesene Wirtschaftszweig, der 2008 seine FuE-Ausgaben überdurchschnittlich (der Durchschnitt liegt bei 7,1 %) gesteigert hat. M. a. W. sorgt der Automobilbau beinahe im Alleingang für eine recht hohe Ausweitung der FuE-Ausgaben und für eine weitere Steigerung der FuE-Intensität. Das beobachtete Zurückbleiben von Klein- und Mittelunternehmen in der FuE-Entwicklung zwischen 2007 und 2008 dürfte ebenfalls das Spiegelbild der außerordentlich hohen FuE-Dynamik im von Großunternehmen dominierten Automobilbau sein.

¹⁷⁶ Vgl. Legler, Belitz, Grenzmann u. a. (2008).

¹⁷⁷ Beachtlich ist jedoch der Zickzackkurs des Automobilbaus beim FuE-Personal. Trotz monotoner Erhöhung der FuE-Aufwendungen schwankt der FuE-Personaleinsatz von Jahr zu Jahr um 4 bis 5 Tsd.

- Die übrigen Zweige liegen bei FuE im Jahr 2008 recht weit zurück. Der nur im Block ausgewiesene Sektor Computer, Elektronik, Medien-, Elektro- und MMSR-Technik (+6,4 %), der Maschinenbau (+5,9 %) und die Metallindustrie (+5,1 %) konnten noch einigermaßen das Tempo halten, ebenso Unternehmensdienstleistungen (+4,4 %). Pharmazie (+3,1 %), Chemieindustrie (+2,7 %) und Gummi-/Kunststoffverarbeitung (+1,9 %) lahmten besonders stark hinterher.

Die Planangaben für das Jahr **2009** aus dem Sommer 2009 lassen einen geringfügigen Zuwachs der FuE-Gesamtaufwendungen der Wirtschaft um 100 Mio € erwarten. Tatsächlich läuft dies auf Stagnation hinaus. Andererseits kann man angesichts der Inlandsproduktschrumpfung um 4 % gegenüber 2008 sagen, dass sich die Wirtschaft trotz der schweren Rezession darum bemüht, bei FuE Kurs zu halten. Allerdings muss man auch für 2009 erneut konstatieren, dass der Automobilbau mit einem Plus von 900 Mio € gegenüber dem Vorjahr als einziger Wirtschaftszweig nennenswerte schwarze FuE-Zahlen schreibt. Steigerungen, die allerdings quantitativ vernachlässigbar sind, planen ansonsten nur die Mineralöl-, Metall- und Glasindustrie. Alle anderen Wirtschaftszweige planen eine Absenkung ihrer FuE-Ausgaben. FuE steht also 2009 bei den Unternehmen keineswegs obenan - die erwähnten Zweige ausgenommen.

Sollten die Pläne so realisiert werden, dann hat der Automobilbau seinen Anteil an den FuE-Gesamtaufwendungen zwischen 2005 und 2009 von 32,5 auf 36,5 % erhöht. Anders ausgedrückt: 58 % des FuE-Zuwachses seit 2005 entfällt auf den Automobilbau. Die Abhängigkeit des deutschen Innovationssystems vom Automobilbau nimmt weiter zu.

Wie sind die FuE-Planungen der Wirtschaft in der Krise einzuschätzen? Zwar sind die Pläne seit 2008 nach unten revidiert worden, sie lassen jedoch keinen wirklichen Rückzug der Wirtschaft aus FuE erkennen. Insofern bestätigt sich, dass FuE über einige Perioden hinweg disponiert wird. Denn bei den für 2009 projektierten **Innovationsaufwendungen** muss von einem Minus von über 10 % ausgegangen werden.¹⁷⁸ Dies hängt vor allem damit zusammen, dass die umsetzungsorientierten Innovationsaktivitäten (bspw. Investitionen in Anlagen und Ausrüstungen) in der Krise stark zurückgenommen werden.

Die OECD¹⁷⁹ stellt für die an der New Yorker Börse notierten Unternehmen im ersten Halbjahr 2009 einen Rückgang der FuE-Ausgaben von 6 % fest. Sie kommt gar zu dem Schluss, dass FuE-Ausgaben zu den ersten gehören, die in der Rezession gekürzt werden. Dies lässt sich nach den Planangaben für 2009 von der deutschen Wirtschaft so nicht behaupten - wobei allerdings die besondere FuE-Rolle des deutschen Automobilbaus, der das FuE-Niveau der deutschen Wirtschaft insgesamt hoch hält, zu berücksichtigen ist.

So gesehen steht FuE im Wirtschaftssektor vor der **Nagelprobe**:

- Die **konjunkturelle Abhängigkeit** des FuE-Systems ist auch in Deutschland langfristig größer geworden: Zentrale Forschungseinheiten gibt es kaum mehr, das mittelfristig-strategisch orientierte „F“ hat nachgelassen, marktnahe „E“ bestimmt von Jahr zu Jahr mehr den Takt. Von daher muss mit einer deutlichen Anpassung der unternehmerischen FuE nach unten gerechnet werden. Insbesondere Unternehmen mit geringem FuE-Aufkommen und nur gelegentlich forschende Unternehmen dürften ihre Aktivitäten einschränken. So sehen die Pläne für 2010 ein Minus von gut 2 % vor, wobei die Unsicherheit insgesamt noch sehr hoch ist. Angesichts der grundsätzlich positiven Einstellung der Wirtschaft zu FuE kann diesmal jedoch erwartet werden, dass anhaltende Einbrüche wie Anfang der 90er Jahre (Abb. 3.2.1) vermieden werden.

¹⁷⁸ Präsentation der MIP-Ergebnisse 2009 durch Chr. Rammer am 16. 10. 2009.

¹⁷⁹ OECD (2009).

- Eine Hauptaufgabe wird es sein, eine der Konjunktur strikt nachfolgende FuE-Entwicklung in der Krise zu vermeiden. Hierzu wird gehören, die FuE-**Finanzierungsmöglichkeiten**, die sich durch die in der Rezession stark abgesunkenen Betriebsüberschüsse und somit reduzierten Investitionsmittel deutlich verschlechtert haben, auszuweiten. Das Verhalten des Staates gibt auf der Basis der bisherigen Erfahrungen hierzu keinen Anlass zum Optimismus. Allerdings sind in den verfügbaren Daten die finanziellen Auswirkungen der verschiedenen Finanzierungshilfen für FuE in der Wirtschaft, z. B. das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM, 2008) und das Konjunkturpaket II mit seinen innovationspolitischen Förderansätzen, noch nicht berücksichtigt.
- Eine Säule des deutschen Innovationssystems - der **Export** - ist besonders erschüttert worden. Deutsche Innovatoren haben sich - wie in kaum einem anderen Land - einen Großteil ihrer Anregungen aus dem Exportgeschäft geholt. Auch wenn sich der Welthandel wieder erholt hat: Sein Impuls dürfte deutlich schwächer ausfallen. Denn allgemein ist wohl davon auszugehen, dass sich das „deutsche Wachstumsmodell“ von der recht einseitigen Exportbasis entfernen wird. Insofern ist eine stärkere Orientierung an den innovativen Bedürfnissen der Binnenwirtschaft erforderlich. FuE in neue Strukturen dürfte sich auszahlen. Die High Tech-Strategie, die zwischen den innovationsrelevanten Ressorts eine koordinierende Rolle einnimmt, kann hier über die finanzielle Förderung von gesellschaftspolitisch relevanten FuE-Projekten hinaus Hilfestellung durch Abbau innovationshemmender Rahmenbedingungen und Regulierungen leisten.
- Die zweite Säule ist der **Automobilbau**. Nicht zuletzt haben ihn die kontinuierlich gestiegenen Anforderungen aus dem Klimaschutz kräftigen Steigerungen der FuE-Aktivitäten angespornt. Allerdings sind die Prognosen zumindest kurzfristig sehr ungünstig. Die ziemlich eindeutige Fokussierung des deutschen Innovationssystems auf diese Technologielinien war zudem nie völlig risikofrei. Denn der Kfz-Bau steht zum einen vielfach im Mittelpunkt der technologischen Anstrengungen von aufholenden Schwellenländern, die sich die enge Verflechtung und damit die Ausstrahleffekte der Automobilindustrie auf das gesamte Innovationssystem zu Nutze machen wollen. Zum anderen werden die künftigen Wachstums- und insbesondere die Beschäftigungspotenziale im Vergleich zum Dienstleistungssektor und zu anderen forschungsintensiven Industrien in Deutschland nicht sehr hoch eingeschätzt.¹⁸⁰ Der Automobilbau hat mit seiner FuE-Dynamik viele Schwächen in den wachstumsträchtigen Spitzentechnologie- und Dienstleistungsbereichen übertüncht. Der Aufbau von wettbewerbsfähigen Alternativen zum Automobilbau, die Diversifizierung des Innovationssystems, ist nicht schnell genug vorangekommen. Deutschland tritt strukturell auf der Stelle.

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

Noch ein Satz zum FuE-Anteil am Inlandsprodukt 2010: Sollten die Pläne der Unternehmen realisiert werden und sollte sich das Inlandsprodukt so wie vom Sachverständigenrat¹⁸¹ projiziert einstellen,

¹⁸⁰ Vgl. Prognos (2006).

¹⁸¹ Vgl. Sachverständigenrat (2009).

dann wird die Wirtschaft einen FuE-Beitrag zum Inlandsprodukt von 1,83 % erreichen. Über den Staat (Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen) liegen zuletzt Angaben für 2008 vor (0,8 %). Nimmt man auf dieser Basis alles zusammen, dann wird 2010 gesamtwirtschaftlich ein FuE-Anteil am Inlandsprodukt von 2,63 % erreicht. Allerdings muss man nach den Haushaltsplänen davon ausgehen, dass der Staatsanteil - auch im Gefolge aller relevanten Initiativen und Strategien - etwas höher ausfällt als 2008, so dass die gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben im Jahr 2010 knapp unterhalb von 2,7 % des Inlandsproduktes landen dürften.

4 Literaturverzeichnis

- AiF (2000, Hrsg.), Handbuch 2000, Köln, Berlin.
- Arrow, K. (1962), Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, in: R. Nelson (ed.), The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors, Princeton, S. 609-702.
- Barro, R. J., X. Sala-i-Martin (1995), Economic Growth, New York.
- Baumann, H. u. a. (1977), Außenhandel, Direktinvestitionen und Industriestruktur der westdeutschen Wirtschaft. Eine Untersuchung ihrer Entwicklung unter Berücksichtigung der Wechselkursänderungen. Volkswirtschaftliche Schriften, Heft 266, Berlin.
- Becher, G. u. a. (1989), FuE-Personalkostenzuschüsse: Strukturentwicklung, Beschäftigungswirkungen und Konsequenzen für die Innovationspolitik. Endbericht des FhG-ISI und des DIW an den BMWi, Karlsruhe/Berlin.
- Beise, M., Chr. Rammer (2003), Local User-Producer Interaction in Innovation and Export Performance of Firms. ZEW Discussion Paper No. 03-51, Mannheim.
- Belitz, H. (2006), Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen aus deutscher Sicht, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 61-74, Essen.
- Belitz, H. (2008), Deutschland nach den USA größter Forschungsstandort für multinationale Unternehmen, in : DIW-Wochenbericht, S. 226-232.
- Belitz, H. (2010), Internationalisierung von Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen, Entwurf des DIW zu StuDIS 6-2010, Berlin.
- Belitz, H., J. Schmidt-Ehmcke, P. Zloczynski (2008), FuE deutscher Unternehmen im Ausland. Entwurf des DIW zu StuDIS 9-2009, Berlin.
- Blind, K., R. Frietsch (2006), Integration verschiedener Technologieindikatoren. StuDIS 16-2006, ISI, Karlsruhe.
- BMBF (2006), Hightech-Strategie für Deutschland, Berlin.
- Brécard, D. u. a. (2004), A 3 % Effort in Europe in 2010: An Analysis Of The Consequences. Using The Nemesis Model. Luxembourg.
- Callon, M. (1994), Is Science a Public Good?, in: Science, Technology and Human Values, Vol. 19, S. 395-424.
- Cohen, W., D. Levinthal (1990), Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, in: Administrative Science Quarterly, Vol. 35, S. 128-152.
- Creditreform, IfM Bonn, ZEW, RWI Essen, kfw Bankengruppe (2008), Mittelstandsmonitor 2008.
- 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.
- Eickelpasch, A., Chr. Grenzmann (2009), Kurzexpertise zur Inanspruchnahme der Förderung von Forschung und Entwicklung. StuDIS 16-2009, DIW und Wistat, Berlin, Essen.
- European Commission (1997), Second European Report on Science & Technology Indicators, 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. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, Cambridge.
- Freeman, C., L. Soete (2007), *Science, Technology and Innovation Indicators: The Twenty-First Century Challenges*, in: OECD, *Science, Technology and Innovation Indicators in a Changing World: Responding to Policy Needs*, Paris, S. 271-284.
- Frietsch, R., U. Schmoch (2003), *Der Beitrag öffentlicher Forschungseinrichtungen zur Technikgenese*. StuDIS 12-2004, ISI, Karlsruhe.
- Gehrke, B., Chr. Grenzmann, B. Kreuels, H. Legler, U. Schasse (2010), *Schwerpunktthema Ost/West. Ausgewählte Indikatoren zu Sektorstrukturen, Forschung und Entwicklung und dem Einsatz von Qualifikationen in der Wirtschaft. Entwurf des NIW und Wistat zu StuDIS 4-2010*.
- Gehrke, B., Chr. Grenzmann, Chr. Kerst, K. Troltsch u. a. (2009), *Kleine und mittelgroße Unternehmen im Fokus: FuE-Aktivitäten, Wirtschaftsstruktur, Ausbildungsanstrengungen und Nachfrage nach Hochqualifizierten*. StuDIS 11-2009, NIW, Wistat, HIS, BiBB, Hannover, Essen, Bonn.
- Gehrke, B., O. Krawczyk, H. Legler (2006), *Forschungs- und wissensintensive Wirtschaftszweige in Deutschland: Außenhandel, Spezialisierung, Beschäftigung und Qualifikationserfordernisse*. StuDIS 17-2007, NIW, Hannover.
- 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*. StuDIS 13-2009, NIW, Hannover.
- Grenzmann, Chr. (2004a), *Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft - Die FuE-Statistik des Wirtschaftssektors*, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), *Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen. Materialien zur Wissenschaftsstatistik 13*, S. 7-18, Essen.
- Grenzmann, Chr. (2004b), *Globale FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Spiegel der Statistik*, in: H. Legler, Chr. 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. (1996), *Spillover Effects and the Science Base of Innovation Reconsidered: An Empirical Macro-Economic Approach*, in: *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 6, No. 2, S. 175-197.
- Grupp, H., H. Legler (1987), *Spitzentechnik, Gebrauchstechnik, Innovationspotential und Preise. Trends, Positionen und Spezialisierung der westdeutschen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb*, Köln.
- Heidenreich, A. M., St. Wimmers (2007), *DIHK-Innovationsreport 2007*, Berlin.
- Hennchen, O. (2006), *Strukturdaten zum Verarbeitenden Gewerbe*, in: *Wirtschaft und Statistik*, Heft 7/2006, S. 734-746.
- Herrmann-Koitz, C., T. Konzack. (2006b), *FuE-Aktivitäten in der deutschen Wirtschaft im Ost-West-Vergleich*, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), *FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik*, Heft 15, S. 109-117, Essen.
- Hischhausen, Chr. v., H. Belitz, M. Clemens, A. Cullmann, J. Schmidt-Ehmcke, P. Zloczynski (2009), *Innovationsindikator 2009*, Berlin.

- Irsch, N. (2003), Indikatoren der Innovationsaktivitäten von kmU, Materialien zu einem Vortrag auf dem Workshop „Zukunft der Innovationspolitik - Chancen für den Mittelstand in Deutschland“ am 4. 7. 2003 in Berlin.
- Janz, N., G. Licht (Hrsg., 1999), Innovationsaktivitäten in der deutschen Wirtschaft. Analyse der Mannheimer Innovationspanels im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor, ZEW-Wirtschaftsanalysen, Bd. 41, Baden-Baden.
- Janz, N. u. a (2001), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2000, Mannheim.
- Klodt, H., R. Maurer, A. Schimmelpfennig (1997), Tertiarisierung der deutschen Wirtschaft, Institut für Weltwirtschaft, Kiel.
- Konzack, T., W. Horlamus, C. Herrmann-Koitz, C. (2005), Entwicklung von FuE-Potenzialen im Wirtschaftssektor der neuen Bundesländer, Berlin.
- Krakowski, M. u. a. (1991), Analyse der strukturellen Entwicklung der deutschen Wirtschaft. Strukturbericht 1991 im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft, HWWA-Institut für Wirtschaftsforschung, Hamburg.
- Lachenmaier, St. (2007), Effects of Innovation on Firm Performance. Ifo Beitrag zur Wirtschaftsforschung 28, München.
- Legler, H. (2010), FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. Bericht des NIW an die Expertenkommission Forschung und Innovation, Hannover.
- Legler, H., H. Belitz, Chr. Grenzmann, B. Gehrke (2008), Forschungslandschaft Deutschland. Materialien zur Wissenschaftsstatistik Heft 16, Essen.
- Legler, H., R. Frietsch (2006), Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft - forschungsintensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen (NIW/ISI-Listen 2006). StuDIS 22-2007, NIW, ISI, Hannover, Karlsruhe.
- Legler, H., C. Grenzmann, R. Marquardt (2005), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft im vergangenen Vierteljahrhundert. StuDIS 2-2006, NIW, Wistat, Hannover, Essen.
- Legler, H., H. Grupp u. a. (1992), Innovationspotential und Hochtechnologie. Technologische Position Deutschlands im internationalen Wettbewerb, Heidelberg.
- Legler, H., O. Krawczyk (2006), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. StuDIS 8-2007, NIW, Hannover.
- Legler, H., O. Krawczyk (2009), Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich. StuDIS 1-2009, NIW, Hannover.
- Legler, H., C. Rammer, U. Schmoch (2004), Zur technologischen Leistungsfähigkeit der östlichen Bundesländer. StuDIS 20-2004, NIW, ZEW, ISI, Hannover, Mannheim, Karlsruhe.
- Leszczensky, M., R. Frietsch, B. Gehrke, R. Hemrich (2009), Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit. HIS Forum Hochschule 6, Hannover, Berlin, Karlsruhe.
- Licht, G., H. Legler, U. Schmoch u. a. (2007), Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007, Hrsg. BMBF, Berlin.
- Narin, F. u. a. (1997), The increasing linkage between U.S. technology and public science, in: Research Policy, Vol. 26, S. 317-330.
- NIW (2008), Forschung, experimentelle Entwicklung und Innovationen in der niedersächsischen Wirtschaft. Analyse von ausgewählten Innovationsindikatoren für das Niedersächsische Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Hannover.

- 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), Science, Technology and Industry Scoreboard 2009, Paris.
- Pavitt, K. (1984), Sectorial Pattern of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory, in: Research Policy, Vol. 13, S. 343-373.
- Penzkofer, H. (2003), Innovationsaktivität in der Industrie 2001/2002: Leichter Rückgang auf hohem Niveau, in: ifo-Schnelldienst 2, S. 24-29.
- Peters, B., G. Licht, D. Crass, A. Kladroba (2009), Soziale Erträge der FuE-Tätigkeit in Deutschland. StuDIS 15-2009, ZEW, Wistat, Mannheim, Essen.
- Pfeiffer, H. (2007), Berufliche Weiterbildung in technologie- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen. StuDIS 1-2007, BiBB, Bonn.
- Pfeiffer, F., M. Falk (1999), Der Faktor Humankapital in der Volkswirtschaft. Berufliche Spezialisierung und technologische Leistungsfähigkeit, Schriftenreihe des ZEW, Bd. 35, Baden-Baden.
- Preissl, B. (2000), Service Innovation - What makes it different? Empirical evidence from Germany, in: S. Metcalfe, J. Miles: Innovation Systems and Services, Kluwer.
- Prognos AG (2006), Prognos Deutschland Report 2030, Basel.
- Rammer, Chr. (2006), Innovation in firms, in: U. Schmoch, Chr. Rammer, H. Legler (Hrsg.), National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies, Dordrecht, S. 107-132.
- Rammer, Chr. (2007), Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2005: Aktuelle Entwicklungen - Öffentliche Förderung - Innovationskooperationen - Schutzmaßnahmen für geistiges Eigentum. StuDIS 13-2007, ZEW, Mannheim.
- Rammer, Chr. (2009): Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2007 - Aktuelle Entwicklungen und die Rolle der Finanzierung. StuDIS 4-2009, ZEW, Mannheim.
- Rammer, Chr. u. a. (2002), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. ZEW-Beitrag zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2002, Mannheim.
- Rammer, Chr., H. Binz (2006), Zur Förderung von FuE in der Wirtschaft durch den Staat, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wirtschaftsstatistik, Heft 15, S. 131-142, Essen.
- Rammer, Chr., K. Blind u. a. (2007), Schwerpunktbericht des ZEW und des ISI zur Innovationserhebung 2005 an das BMBF, Mannheim, Karlsruhe.
- Rammer, Chr., K. Blind u. a. (2009), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht des ZEW und ISI zur Innovationserhebung 2008, Mannheim, Karlsruhe.
- Rammer, Chr., Chr. Grenzmann, H. Penzkofer, A. Stephan (2004), FuE- und Innovationsverhalten von KMU und Großunternehmen unter dem Einfluss der Konjunktur. StuDIS 22-2004, ZEW, ifo, Wistat, DIW, Mannheim, München, Essen, Berlin.
- Rammer, Chr., H. Legler u. a. (2009), Innovationsmotor Chemie 2009. FuE-Potenziale und Standortwettbewerb. Studie des ZEW und NIW im Auftrag des VCI, Mannheim, Hannover.
- Rammer, Chr., B. Peters, G. Licht (2007), Schnellbericht zur Zusatzbefragung im Rahmen der Innovationserhebung 2007 an das BMBF, Mannheim.

- Rammer, Chr., F. Reitze u. a. (2004), Zwischenbericht zum Gutachten des ZEW und der KfW „Innovationspotenziale und -hemmnisse unterschiedlicher Gruppen kleiner und mittlerer Unternehmen“ im Auftrag des BMBF, Mannheim, Frankfurt.
- Rammer, Chr., A. Spielkamp (2006), FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wirtschaftsstatistik, Heft 15, S. 83-102, Essen.
- Rehfeld, D., H. Legler, U. Schmoch u. a. (2002), Grundstoffchemie und Spezialchemie. Entwurf zu einem Forschungsbericht des IAT, NIW und Fraunhofer ISI im Auftrag des bmb+f, Gelsenkirchen, Hannover, Karlsruhe.
- 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, Chr. (2004), FuE-Erhebung und Kostenstrukturerhebung - Methodische Unterschiede und deren Auswirkungen, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), Forschung und Entwicklung in der deutschen Wirtschaft. Statistik und Analysen. Materialien zur Wirtschaftsstatistik 13, S. 19-28, Essen.
- Revermann, Chr., H.-F. Haug (2003), Vergleich der FuE-Daten 1999 bei ausgewählten Unternehmen, in: Wistat (Hrsg.), FuE-Info 2, S. 10-14.
- Revermann, Chr., E. M. Schmidt (1999), Erfassung und Messung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Dienstleistungssektor, Abschlussbericht, RWI und Wistat, Essen.
- Revermann, Chr., 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 (2009), Jahresgutachten 2009/2010, Wiesbaden.
- Schasse, U. (1998), Innovationsverhalten und Unternehmenserfolg. Empirische Analysen auf der Basis von Betriebsdaten aus dem Hannoveraner Firmenpanel. Vortrag auf dem Workshop 1998 des NIW „Neue Produkte, Neue Märkte, Neue Strategien“ am 8. Oktober 1998 in Hannover.
- Schmidt, D. (2007), Berufliche Weiterbildung in Unternehmen 2005. Methodik und erste Ergebnisse, in: Wirtschaft und Statistik, S. 699-711.
- Schmoch, U., G. Licht, M. Reinhard u. a. (Hrsg.) (2000), Wissens- und Technologietransfer in Deutschland, Stuttgart.
- Schmoch, U., Chr. Rammer, H. Legler (Hrsg.) (2006), National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies, Dordrecht.
- Statistisches Bundesamt (2000), Wissenschafts- und Technologieindikatoren, Wiesbaden.
- Stephan, P. (1996), The Economics of Science, in: Journal of Economic Literature, Vol. 34, S. 1199-1235.
- Straßberger, F. u. a. (1996), FuE-Aktivitäten, Außenhandel und Wirtschaftsstrukturen: Die technologische Leistungsfähigkeit der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich, Beitrag des DIW zur „Erweiterten Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 1995“ im Auftrag des BMBF, Berlin.
- Uhly, A. (2004), Die Zukunftsfähigkeit technischer Berufe im dualen System. Empirische Analysen auf der Basis der Berufsbildungsstatistik. StuDIS 5-2005, BiBB, Bonn

Voßkamp, R., J. Schmidt-Ehmcke (2006), FuE in der Wirtschaft - Auswirkungen auf Produktivität und Wachstum, in: H. Legler, Chr. Grenzmann (Hrsg.), FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik, Heft 15, S. 7-18.

Wissenschaftsstatistik (versch. Jgge.), Datenreport Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft, Essen.

ZEW (1998), Beitrag zum Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit 1998 („Haselünner Thesen“)

Anhang

Tab. A.2.2.1: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung der Unternehmen in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen im Verarbeitenden Gewerbe 2007

	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	21	17	24	36	46	75	4,5**	1,4	1,6	2,2	2,9	9,1
Bergbau, Steine/Erden	5	1	12	40	60	33	0,2	*	*	*	*	*
Ernährungsgewerbe, Tabak	4	2	5	11	22	47	0,4	0,1	0,1	0,3	0,5	1,2
Textil, Bekleidung	21	18	25	25	29	67	1,0	0,8	0,8	1,0	0,6	2,8
Leder	12	*	*	*	*	*	0,4	*	*	*	*	*
Holz	6	4	8	17	40	60	0,2	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4
Papier, Druck	3	1	4	13	16	33	0,4	0,1	0,1	0,3	0,5	0,9
Kokerei, Mineralöl, Spalt- & Brut	38	*	*	*	*	*	1,8	*	*	*	*	*
Pharmazeutische Industrie	69	91	34	64	84		14,3	10,2	4,6	6,5	7,6	19,1
Chemische Industrie	46	44	43	44	56	80	7,3	3,7	3,0	2,8	4,9	11,3
Gummiverarbeitung	24	11	29	39	67	77	5,4	0,5	1,4	1,7	5,4	8,5
Kunststoffverarbeitung	15	10	19	43	41	76	1,4	0,4	0,6	1,4	1,9	4,2
Glas, Keramik, V. Steinen/Erden	13	8	19	35	43	84	1,1	0,8	0,6	0,4	1,7	2,4
Metallerzeugung	19	6	20	49	40	71	1,2	0,2	0,4	0,8	0,7	1,9
Metallverarbeitung	12	8	19	30	44	97	0,9	0,4	0,7	0,7	1,4	3,1
Waffen u. Munition	48	36	36		88		9,3	1,4	0,9		12,4	
übriger Maschinenbau	36	28	48		73		4,1	2,0	3,1		5,9	
Büromaschinen, EDV	68	75	49	60	88		14,6	8,2	9,5	6,3	19,2	
Elektrotechnik	26	22	25	36	52	64	2,9	1,8	1,7	2,7	3,6	3,4
Medientechnik, Elektronik	68	69	56	73	81		16,9	8,6	7,7	10,4	21,3	
MSR-Technik	64	65	54	60	88		11,9	7,1	6,7	8,7	8,3	27,4
Automobilindustrie	22	19	17	38	32	83	10,2	0,6	1,4	2,2	2,3	12,2
Luft- und Raumfahrzeugbau	39	19	33		87		12,0	2,2	5,3		13,0	
Übriger Fahrzeugbau	21	14	20		70		3,0	0,8	1,6		4,0	
Möbel, MUSS-Waren, Recycling	16	13	18	30	31	60	1,2	0,6	0,7	1,0	1,1	3,7

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

Seringfügige Unterschiede zu Tab. A.2.2.1 stammen aus der Verwendung unterschiedlicher Referenzdaten (dort: Monaterhebung, hier: Kostenstrukturerhebung).

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 2007). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Tab. A.2.2.2: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung in Bergbau und Verarbeitender Industrie in Deutschland nach Unternehmensgrößenklassen 1995 bis 2007

- ohne Berücksichtigung der AiF-geförderten Unternehmen im Jahre 2007 -

Beschäftigten- größenklasse	FuE-Intensität* forschender Unternehmen							Anteil forschender Unternehmen**							FuE-Intensität* aller Unternehmen						
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007***	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007***
unter 100	8,8	9,1	8,6	8,5	10,4	9,1	8,8	21	20	16	15	12	12	12	1,5	1,5	1,2	1,1	0,9	1,0	0,9
100 bis unter 500	4,4	4,8	4,5	5,1	5,7	5,9	6,1	34	31	30	29	28	29	25	1,6	1,5	1,5	1,7	1,6	1,9	1,7
500 bis unter 1.000	4,7	5,7	5,1	5,9	7,0	6,2	6,4	40	40	47	38	42	42	46	1,9	2,2	2,4	2,3	2,6	2,5	2,9
1.000 und mehr	7,2	8,1	8,9	9,1	9,4	9,7	9,5	73	67	72	66	71	75	76	7,0	7,5	8,4	8,1	8,3	8,2	8,9
insgesamt	6,6	7,4	7,5	8,0	8,3	8,4	8,6	26	24	22	20	18	18	18	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,3

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

Quelle: SV-Wissenschaftsstatistik. - Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 1995 bis 2007). - Berechnungen und Schätzungen des NIW.

**Tab. A.2.3.1: FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe
1995 bis 2007 nach der 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 Bekleidungsgewerbe	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
DE 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 Gießereindustrie	**	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 unsp. 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

**noch Tab. A.2.3.1: FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe
1995 bis 2007 nach der 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. Elt-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 Elt-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. Krafträdern, 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. - *) aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern.

Geringfügige Unterschiede zu Tab. A.2.1.1 stammen aus der Verwendung unterschiedlicher Referenzdaten (dort: Kostenstrukturerhebung, hier: Monaterhebung).

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.

Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
Abb.	Abbildung
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
a. n. g.	anderweitig nicht genannt
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BiBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
HIS	Hochschulinformationssystem
BMBF, bmb+f	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
CAN	Kanada
CIS	Community Innovation Survey
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DV	Datenverarbeitung
EBM	Eisen, Blech, Metall
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
Elt	Elektrotechnik, elektrotechnisch
Erz.	Erzeugung
ESA	European Space Agency
EU	Europäische Union
E. v.	Erzeugung von
FhG-ISI, Fraunhofer ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
FS	Fachserie
FuE	Forschung und experimentelle Entwicklung
GBR	Großbritannien und Nordirland
GER	Deutschland
Ger.	Geräte
Gew.	Gewinnung
GU	Großunternehmen
H. u. V. v.	Herstellung und Verarbeitung von
H. v.	Herstellung von
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IfG	Institute für Gemeinschaftsforschung und experimentelle Entwicklung
IfM	Institut für Mittelstandsforschung
ifo	ifo-Institut für Wirtschaftsforschung
ISI	siehe FhG-ISI
ITA	Italien
IuK	Information und Kommunikation
JPN	Japan
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
KOR	Republik Korea
KSE	Kostenstrukturerhebung
MIP	Mannheimer Innovationspanel
Mrd.	Milliarde
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MUSS	Musikinstrumente, Sport-, Spielwaren
NE	Nichteisen
NED	Niederlande

NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
p. a.	pro Jahr
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
StaBuA	Statistischen Bundesamt
StuDIS	Studie zum Deutschen Innovationssystem
SUI	Schweiz
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
US	United States
USA	United States of America
VVC	Verband Vereine Creditreform
Wistat	Wissenschaftsstatistik gGmbH im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft
WSV	Wuppertaler Sport Verein Borussia
WZ	Klassifikation der Wirtschaftszweige
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand