

Schasse, Ulrich; Gehrke, Birgit; Stenke, Gero; Gulden, Vivien-Sophie; von Sethe, Philipp

Research Report

Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft: Deutschland im internationalen Vergleich

Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 2-2018

Provided in Cooperation with:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Suggested Citation: Schasse, Ulrich; Gehrke, Birgit; Stenke, Gero; Gulden, Vivien-Sophie; von Sethe, Philipp (2018) : Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft: Deutschland im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 2-2018, Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/175544>

Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

Terms of use:

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

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

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

CWS

Center für Wirtschaftspolitische Studien

des Instituts für Wirtschaftspolitik



Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft

- Deutschland im internationalen Vergleich -

Ulrich Schasse, Birgit Gehrke
(Center für Wirtschaftspolitische Studien)

Gero Stenke
(Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband)

unter Mitarbeit von Vivien-Sophie Gulden und Philipp v. Sethe
(Center für Wirtschaftspolitische Studien)

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 2-2018

Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS)
des Instituts für Wirtschaftspolitik, Leibniz Universität Hannover
Königsworther Platz 1, 30167 Hannover
www.cws.uni-hannover.de

SV Wissenschaftsstatistik GmbH
Baedekerstraße 1, 45128 Essen
www.stifterverband.org/forschung-und-entwicklung

Februar 2018

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. 2-2018
ISSN 1613-4338

Herausgeber
Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle:
c/o Stifterverband für die deutsche Wissenschaft
Pariser Platz 6
10117 Berlin
www.e-fi.de

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
Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS)
des Instituts für Wirtschaftspolitik
Leibniz Universität Hannover
Königsworther Platz 1, 30167 Hannover
Tel. +49-511-762-14593
Fax +49-511-762-4574
Email: schasse@cws.uni-hannover.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis	V
Verzeichnis der Tabellen im Anhang.....	VI
0 Wichtiges in Kürze	1
1 Übersicht und Untersuchungsansatz	5
1.1 FuE in der Berichterstattung zu Forschung und Innovation	6
1.1.1 FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften	6
1.1.2 FuE im Innovationsprozess.....	7
1.2 FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft – Abgrenzung nach internationalen Konventionen.....	10
1.3 Datensituation	12
1.4 Das weitere Vorgehen.....	17
2 FuE in Wirtschaft und Staat.....	18
2.1 FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen im internationalen Vergleich.....	18
2.1.1 Gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen und -Intensitäten	18
2.1.2 FuE in der Wirtschaft, in Hochschulen und Forschungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen.....	23
2.1.3 Staatliche FuE-Aufwendungen	25
2.1.4 Art der FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen	28
2.2 FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen in Deutschland....	30
3 FuE in kleinen und mittelgroßen Unternehmen	35
3.1 Die Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen für FuE im internationalen Vergleich.....	35
3.2 FuE in kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland.....	37
4 Sektorale Struktur des FuE-Einsatzes	43
4.1 Sektorale FuE-Strukturen im internationalen Vergleich.....	43
4.2 Sektorale FuE-Strukturen in Deutschland.....	46
4.2.1 Sektorale Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland	47
4.2.2 FuE-Intensitäten in der Industrie.....	48
4.2.3 FuE-Intensitäten im Dienstleistungssektor	50
4.2.4 FuE-Aufwendungen in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen nach Produktgruppen	51
4.2.5 Forschungsfelder der deutschen Wirtschaft.....	52

5	Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Staat	58
5.1	Die Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich.....	58
5.2	Die Finanzierung von FuE in der deutschen Wirtschaft	60
6	FuE-Personaleinsatz.....	65
6.1	FuE-Personaleinsatz im internationalen Vergleich	65
6.2	Struktur des FuE-Personaleinsatzes in der deutschen Wirtschaft	68
7	Externe FuE-Aufwendungen und FuE-Kooperationen	71
7.1	FuE-Kooperationen im internationalen Vergleich	71
7.2	Externe FuE in Deutschland.....	73
8	Regionale Verteilung von FuE in Deutschland.....	79
8.1	Entwicklung des FuE-Personals in den Regionen.....	79
8.2	Regionale Struktur des FuE-Personals in der Wirtschaft	82
9	Zusammenfassung, aktuelle Entwicklungen und Ausblick.....	84
9.1	FuE-Indikatoren im Überblick	84
9.2	Zur aktuellen Entwicklung in Deutschland und Ausblick.....	87
10	Literaturverzeichnis.....	96
	Anhang	101
	Abkürzungsverzeichnis	122

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1.1:	Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern 1995 bis 2015	7
Abb. 1.1.2:	Verteilung der Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2016 (in %)	9
Abb. 2.1.1:	FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 1995 bis 2016	19
Abb. 2.1.2:	Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2015	19
Abb. 2.1.3:	FuE-Intensität* in den OECD-Ländern 2015	22
Abb. 2.1.4:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2015	24
Abb. 2.1.5:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen ¹⁾ in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2015	24
Abb. 2.1.6:	Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 2001 bis 2017	26
Abb. 2.1.7:	Staatliche FuE-Ausgabenansätze in Deutschland 1995 bis 2015 im Vergleich zum OECD-Durchschnitt (OECD=100)	27
Abb. 2.2.1:	FuE-Aufwendungen in % des Bruttoinlandsprodukts in Deutschland 1995 bis 2015	31
Abb. 3.1.1:	Interne FuE-Ausgaben des Wirtschaftssektors nach Beschäftigtengrößenklassen 2014.....	36
Abb. 3.1.2:	Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen im europäischen Vergleich 2008 bis 2014 in (in %).....	37
Abb. 3.2.1:	Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal der Unternehmen in Deutschland 1991 bis 2015 (in %)	38
Abb. 3.2.2:	FuE-Intensität forschender Unternehmen in Deutschland 2015 nach Unternehmensgrößenklassen (in %)	39
Abb. 4.1.1:	Internationaler Vergleich der Verteilung der internen FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2015 ¹⁾	44
Abb. 4.1.2:	Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit ¹⁾ in Deutschland im internationalen Vergleich 2014.....	46
Abb. 4.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2011, 2013 und 2015.....	49
Abb. 4.2.2:	Gesamte FuE-Aufwendungen* in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2011, 2013 und 2015.....	50
Abb. 4.2.3:	Forschungsfelder der Unternehmen (Anzahl der Unternehmen, die in den Forschungsfeldern agieren).....	53
Abb. 4.2.4:	Technologiekombinationen.....	55
Abb. 4.2.5:	Forschungsfelder nach Beschäftigtengrößenklassen.....	57
Abb. 5.2.1:	Staatliche FuE-Finanzierungsanteile an den FuE-Aufwendungen ¹⁾ bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1995 bis 2015 (in %).....	63
Abb. 6.1.1:	FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2014 in ausgewählten Ländern und Ländergruppen (in %)	65

Abb. 7.1.1:	Finanzierungsanteil der Wirtschaft an den FuE-Aufwendungen in öffentliche Einrichtungen 2015 (in %)	72
Abb. 7.1.2:	FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen 2015*	73
Abb. 7.2.1:	Anteil externer FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland 1995 bis 2016 an den gesamten FuE-Aufwendungen (in %).....	75
Abb. 7.2.2:	Externe FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Auftragnehmern 2003 bis 2015 (in Mrd. €).....	76
Abb. 7.2.3:	Verteilung der externen FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Auftragnehmern 2003 bis 2015 (in %).....	76
Abb. 8.1.1:	FuE-Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Einrichtungen in deutschen Regionen 1995 bis 2015	81
Abb. 9.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen und in % des Bruttoinlandsproduktes in Deutschland 1991 bis 2017* ...	88
Abb. 9.2.2:	Interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen* 2011 bis 2016	90

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.3.1:	NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 in dreistelliger Wirtschaftsgliederung (WZ 2008)	16
Tab. 2.1.1:	Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 2000 bis 2015 (in %).....	20
Tab. 2.1.2:	Struktur der staatlichen zivilen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2014 (Anteile in %).....	27
Tab. 2.1.3:	FuE-Aufwendungen in ausgewählten OECD-Ländern nach durchführenden Sektoren und Art der FuE 2015 (Anteile in %).....	29
Tab. 2.2.1:	FuE-Aufwendungen und -Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Forschungseinrichtungen 2012 bis 2016.....	32
Tab. 2.2.2:	Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1995 bis 2015	34
Tab. 3.2.1:	FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen der Unternehmen 1995 bis 2015	40
Tab. 3.2.2:	FuE-Personalintensität von forschenden Unternehmen nach Größenklassen, Wirtschaftszweigen und Technologieklassen 2015	41
Tab. 4.1.1:	Struktur der FuE-Ausgaben 2014 in ausgewählten OECD-Ländern	45
Tab. 4.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen 2015 in forschungsintensiven Industriezweigen nach Erzeugnisbereichen, für die FuE durchgeführt wurde	52
Tab. 4.2.2:	Branchen und Forschungsfelder.....	55
Tab. 5.1.1:	Verteilung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2005 und 2015.....	59
Tab. 5.1.2:	Verteilung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft (BERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2005 und 2015.....	60
Tab. 5.2.1:	Finanzierung der gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2015	62
Tab. 6.1.1:	Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen im internationalen Vergleich 1995 bis 2015	67
Tab. 6.1.2:	Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2005 und 2015* (in %).....	68
Tab. 6.2.1:	FuE-Personalstruktur in der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2015	70
Tab. 7.2.1:	Bedeutung und Struktur von externer FuE der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2015.....	78
Tab. 8.2.1:	Kennziffern zum FuE-Personal in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgebieten 2015.....	83
Tab. 9.2.1:	FuE-Daten des Wirtschaftssektors 2003 bis 2017.....	89
Tab. 9.2.2:	Interne und externe FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors 2015 und 2016 nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen	91
Tab. 9.2.3:	FuE-Personal im Wirtschaftssektors 2015 und 2016 nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen	92
Tab. 9.2.4:	Interne FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors 2016 und Plandaten 2017 nach Wirtschaftsgliederung und Beschäftigtengrößenklassen	95

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A.2.1:	FuE-Intensität in OECD-Ländern und ausgewählten Schwellenländern (BRICS) 1995 bis 2016	101
Tab. A.2.2:	Durchführung von FuE* im internationalen Vergleich 1995 bis 2015	103
Tab. A.2.3:	Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchgeführten Sektoren im internationalen Vergleich 2005 und 2015	104
Tab. A.2.4:	FuE-Aufwendungen in ausgewählten OECD-Ländern nach Art der FuE und durchführendem Sektor 2015 (Anteile in %)	105
Tab. A.3.1:	FuE-Beteiligung und FuE-Personalintensität der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen 2015	106
Tab. A.3.2:	Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE nach Beschäftigtengrößenklassen 2014 im internationalen Vergleich	106
Tab. A.4.1:	FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 1995 bis 2007 nach der bis 2007 geltenden Wirtschaftsgliederung*	107
Tab. A.4.2:	FuE-Aufwandsintensität der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2009 bis 2015 nach der Wirtschaftsgliederung*	109
Tab. A.4.3:	FuE-Personalintensität der Unternehmen 2009 bis 2015 nach der Wirtschaftsgliederung	111
Tab. A.4.4:	Verteilung der internen FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals in der Wirtschaft in Deutschland 2009 bis 2015 nach der Wirtschaftsgliederung	113
Tab. A.5.1:	Beitrag des Staates zur Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft der OECD-Länder 1995 bis 2015 (Anteile in %)	115
Tab. A.5.2:	Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1995 bis 2015 (in %)	116
Tab. A.5.3:	Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2015	118
Tab. A.6.1:	FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2015	119
Tab. A.8.1:	FuE-Personalintensität ¹⁾ in den Bundesländern nach durchführendem Sektor 2001 bis 2015	120
Tab. A.8.2:	FuE-Aufwandsintensität ¹⁾ in den Bundesländern nach durchführendem Sektor 2001 bis 2015	121

0 Wichtiges in Kürze

In Deutschland wurden im Jahr 2016 insgesamt 92,4 Mrd. Euro für Forschung und Entwicklung (FuE) in Unternehmen, Hochschulen und öffentlichen oder öffentlich geförderten FuE-Einrichtungen aufgewendet. Dies sind nominal 4,1 % mehr als im Vorjahr, in dem noch ein Zuwachs in Höhe von 5,4 % zu verzeichnen war. Der Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt stieg 2016 um 0,02 Prozentpunkte auf 2,94 %. Damit ist die FuE-Intensität gegenüber den Vorjahren (2014: 2,87 %, 2015: 2,92 %) weiter leicht gestiegen. Mehr als zwei Drittel der FuE-Mittel werden für die Durchführung von FuE in der Wirtschaft aufgewendet. Die Unternehmen in Deutschland haben ihre Mittel für die Durchführung interner FuE 2016 um 3,1 % gegenüber dem Vorjahr gesteigert. Dies ist deutlich weniger als im Vorjahr (6,9 %).

Die FuE-Personalkapazitäten (gemessen in Vollzeitäquivalenten) sind 2016 gegenüber dem Vorjahr um 2,5 % auf insgesamt 657.000 gestiegen. Damit hat sich die Zuwachsrate gegenüber dem Vorjahr (5,8 %) mehr als halbiert. Dabei hat sich die Verteilung des FuE-Personals auf Wirtschaft (63 %), Hochschulen (22 %) und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen (15 %) nur geringfügig verändert.

Gemessen am OECD-Durchschnitt zählt Deutschland zu den Ländern mit der höchsten FuE-Intensität. Im Jahr 2015 wiesen Israel (4,3 %) und Korea (4,2 %) die mit Abstand höchsten FuE-Intensitäten weltweit auf, gefolgt von der Schweiz (3,4 %), Schweden und Japan (3,3 %), Österreich (3,1 %), Dänemark (3,0 %), Deutschland (2,9 %) und Finnland (2,8 %). Finnlands FuE-Intensität ist stark rückläufig. Die FuE-Intensität der Schweiz ist deutlich gestiegen. Die internationalen Positionen von Deutschland (2,9 %) und den USA (2,8 %) haben sich nicht verändert. In den osteuropäischen EU-Ländern ist aktuell keine FuE-Intensivierung festzustellen. In den EU-Ländern Südeuropas stagniert die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität weitgehend auf niedrigem Niveau. Unter den BRICS-Ländern steigert China seine FuE-Intensität weiter kontinuierlich und erreicht bis 2015 einen Anteil der gesamtwirtschaftlichen FuE-Aufwendungen am BIP von 2,1 %. Insgesamt liegt die FuE-Intensität in den BRICS-Ländern weiterhin deutlich unterhalb des OECD-Durchschnitts.

Weltweit sind die FuE-Aufwendungen weiter gestiegen. Das Wachstum wird vor allem von den USA getragen, während Japan und erstmals auch Korea negative bzw. sehr geringe reale Zuwächse der gesamten FuE-Aufwendungen aufweisen. In den Ländern der EU-15 geht die positive Entwicklung vor allem von Deutschland, Großbritannien und den nordischen Ländern Schweden und Dänemark aus. China steigert seine jährlichen FuE-Aufwendungen weiter kontinuierlich um rund 9 %.

In Deutschland sind die internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 2015 nominal um fast 7 % gestiegen, FuE an Hochschulen hat um 2,8 % und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen haben nur um 1,3 % zugelegt. Die Wirtschaft ist seit 2013 wieder als treibende Kraft für die FuE-Entwicklung hervorgetreten. Auch 2016 sind die FuE-Aufwendungen weiter gestiegen, allerdings mit einer deutlich geringeren Wachstumsrate.

Die FuE-Personalkapazitäten (gemessen in Vollzeitäquivalenten) sind 2015 gegenüber dem Vorjahr deutlich um 5,8 % auf insgesamt über 640.000 gestiegen. Auch hier hat die Wirtschaft den größten Teil des Zuwachses ausgemacht (+8,9 %) während Hochschulen (+1,1 %) und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen (+0,7 %) ihre FuE-Personalkapazitäten weitaus weniger ausgeweitet haben. Nach vorläufigen Ergebnissen hat sich der Zuwachs im Jahr 2016 mehr als halbiert. Der Anteil des wissenschaftlichen Personals am gesamten FuE-Personal ist weiter gestiegen (61 %) und auch der Anteil der Frauen am forschenden wissenschaftlichen Personal ist weiter gewachsen, lag aber 2015 mit 28 % immer noch sehr deutlich unter den Durchschnitt von 33 % in der EU-15.

Die *FuE-Strukturen* in Deutschland unterscheiden sich im internationalen Vergleich deutlich von denen anderer Länder. Nur in Japan sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft noch stärker in Großunternehmen konzentriert als in Deutschland. Großunternehmen entscheiden durch ihr FuE-Verhalten über das FuE-Volumen und die FuE-Intensität in der Wirtschaft. Kleine und mittlere Unternehmen bestimmen mit Zahl und Intensität die Breite, mit der FuE in der Wirtschaft verankert ist. Es mehren sich die Anzeichen dafür, dass KMU, die hinsichtlich der FuE-Kapazitäten, der FuE-Beteiligung und der FuE-Intensität längere Zeit an Bedeutung gewonnen hatten, in Deutschland zuletzt an Gewicht verloren haben: So stagniert die FuE-Intensität und ihr Anteil am FuE-Personal ist seit 2011 von 24 % auf 21 % gesunken. Der aktuelle FuE-Zuwachs in der deutschen Wirtschaft wird demnach in erster Linie von Großunternehmen getragen.

Insgesamt bilden Wirtschaftszweige der Hochwertigen Technik (Automobilbau, Maschinenbau, in Deutschland auch die Chemische Industrie und die Elektrotechnik) mit 53 % der internen FuE-Aufwendungen den Schwerpunkt von FuE in der Wirtschaft. In den Wirtschaftszweigen der Spitzentechnologie (Pharmazeutika, Elektronik, Luft- und Raumfahrzeuge) wird zwar mit weitaus höherer Intensität FuE betrieben, sie sind aber in Deutschland mit weniger als einem Viertel der internen FuE-Aufwendungen vergleichsweise geringer vertreten. Dabei stellt der Automobilbau die herausragende Stärke der deutschen Wirtschaft dar. So ist der Anteil des Automobilbaus auf mittlerweile 35 % der FuE-Aufwendungen und 27 % des FuE-Personals der Wirtschaft gestiegen. Im Jahr 2015 wies die deutsche Automobilindustrie eine höhere FuE-Intensität auf als der Luft- und Raumfahrzeugbau. Mittelfristig haben die zur Spitzentechnologie zählenden Wirtschaftszweige an Gewicht verloren, während die Hochwertige Technik, nicht zuletzt wegen der Entwicklung im Automobilbau, hinzugewonnen hat. Der Dienstleistungssektor hat bei FuE-Aufwendungen und –Personal langfristig hinzugewonnen, ist im internationalen Vergleich aber nach wie vor unterdurchschnittlich vertreten. FuE konzentriert sich hier in wenigen, relativ forschungsintensiven Wirtschaftszweigen (Information und Kommunikation, technische Dienstleistungen und explizite FuE-Dienstleistungsunternehmen).

Die Differenzierung der FuE-Aufwendungen nach *Erzeugnisbereichen*, für die FuE betrieben wird, bestätigt die bereits in den Vorjahren festgestellte Konzentration von FuE auf die Kernkompetenzen der Unternehmen. Technologisch bedeutet dies aber nicht, dass dabei jeweils einseitig FuE betrieben wird. Die angesprochenen *Forschungs- und Technologiefelder* belegen die technologische Breite der durchgeführten FuE. Am häufigsten genannt werden Forschungsfelder mit Querschnittscharakter wie „Informations- und Kommunikationstechnologien“, „Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit“ und „Energieforschung“. Erst dann folgen Fahrzeug- und Verkehrstechnologien.

In Deutschland erfolgt die *Finanzierung* von FuE zu zwei Dritteln durch die inländische Wirtschaft. Sie ist damit weitaus stärker von der Wirtschaft abhängig als in den meisten anderen europäischen Ländern. Nur in Japan, Korea und China ist dieser Anteil noch höher. FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen wird in Deutschland in überdurchschnittlichem Maß durch die Wirtschaft finanziert, was eine im internationalen Vergleich relativ intensive FuE-Kooperationen zwischen Wirtschaft und Staat in Deutschland belegt. FuE in Hochschulen wird zu 14 % (OECD-Durchschnitt 6,4 %) und solche in außeruniversitären Einrichtungen zu 11 % (OECD 4 %) von der Wirtschaft finanziert. Im Gegenzug ist der Anteil der öffentlichen Finanzierung an FuE in der Wirtschaft insgesamt vergleichsweise gering. Allerdings hat sich der öffentliche Finanzierungsanteil bei kleinen und mittleren Unternehmen aufgrund der ausgeweiteten staatlichen FuE-Förderung für KMU von 5,6 % Mitte des letzten Jahrzehnts auf 10,8 % im Jahr 2015 erhöht. Der Finanzierungsanteil des Auslands für die Durchführung von FuE in der Wirtschaft hat sich zwischen 2005 und 2015 auf 7 % mehr als verdoppelt.

Neben den internen Mitteln, welche die Unternehmen für die Durchführung eigener FuE benötigen, werden erhebliche Mittel auch für *FuE-Aufträge oder –Kooperationen* an andere Unternehmen, Hochschulen oder FuE-Einrichtungen im In- und Ausland aufgewendet (externe FuE-Aufwendungen). Sie machen rund ein Fünftel aller FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus und werden vor allem von Großunternehmen vergeben. Dabei hat sich die Struktur der Auftragnehmer in den vergangenen Jahren deutlich verändert: Der Anteil des Auslands am gesamten externen FuE-Auftragsvolumen der deutschen Wirtschaft ist von 2005 bis 2015 von knapp 19 % auf 24 % gestiegen. Auch der Anteil inländischer, unverbundener Unternehmen hat deutlich von 25 % auf fast 39 % zugenommen. Dagegen ist der Anteil der Wissenschaft an den externen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft bei absolut konstantem Volumen von 20 % auf 12 % gesunken.

Die *regionale Verteilung* der FuE-Kapazitäten in der deutschen Wirtschaft ist ausgesprochen stabil: Die südwestlichen Bundesländer dominieren vor allem mit einer hohen FuE-Intensität in der Wirtschaft. Weil regionale Unterschiede im Hinblick auf die FuE-Intensität innerhalb Deutschlands primär von wirtschaftsstrukturellen Gegebenheiten und der FuE-Neigung der Wirtschaft bestimmt werden, hat sich das zwischen West- und Ostdeutschland wie auch zwischen den südwestlichen und nordwestlichen Bundesländern bestehende FuE-Gefälle langfristig kaum verändert. Das Fehlen großer Unternehmen aus forschungsintensiven Industriezweigen in Ostdeutschland bleibt weiterhin eine der zentralen Erklärungen für das große West-Ost-Gefälle der FuE-Kapazitäten in Deutschland.

Nach den im Frühjahr und Sommer 2017 erhobenen FuE-Budgetplanungen der deutschen Wirtschaft für das Jahr 2017 gaben die Unternehmen in Deutschland an, ihre internen FuE-Aufwendungen auf 65,7 Mrd. Euro anzuheben - eine Steigerung um 4,6 % gegenüber dem Vorjahr. Damit signalisieren die Unternehmen, dass sie ihre FuE-Aufwendungen in 2017 wieder stärker als im Vorjahr steigern wollen. Dies betrifft vor allem Unternehmen aus Wirtschaftszweigen die zu den forschungsintensiven Industrien zählen:

- Im Bereich der Spitzentechnologie planen vor allem die Hersteller von pharmazeutischen Erzeugnissen und von Luft- und Raumfahrzeugen deutliche Steigerungen der internen FuE-Mittel gegenüber dem Vorjahr.
- In den zur Hochwertigen Technik gezählten Wirtschaftszweigen (Automobilbau, Maschinenbau, elektrische Ausrüstungen, Chemische Industrie) sind etwas geringere Zuwächse der internen FuE-Aufwendungen als bei der Spitzentechnologie zu erwarten.
- Bei Unternehmen aus den Branchen der forschungsintensiven Dienstleistungen ist 2017 nach der Expansion in den Vorjahren aktuell von Stagnation auszugehen.

Große Unternehmen dominieren mit einem Plus der FuE-Aufwendungen von 4,7 % die Entwicklung in 2017. Kleine und mittlere Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten sind hier weniger optimistischer. Sie planen ihre internen FuE-Aufwendungen um 3 bis 4 % zu steigern.

Nach den Budgetplanungen der Unternehmen für das Jahr 2017 ist davon auszugehen, dass die FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft mit 2,01 % auf dem Niveau des Vorjahres (2,00 %) bleibt, denn das Wachstum liegt nur geringfügig über demjenigen des nominalen Bruttoinlandsprodukts. Unter der Annahme, dass die FuE-Aufwendungen im öffentlichen Bereich so gestiegen sind wie die gesamten öffentlichen Haushaltsansätze für FuE (vorläufige Schätzung +5% in 2017), würde die FuE-Intensität im öffentlichen Bereich (Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen zusammen) 2017 geringfügig auf 0,95 % steigen. Dann würde die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität in Deutschland in 2017 weiter leicht auf 2,97 % steigen.

1 Übersicht und Untersuchungsansatz

Das Center für wirtschaftspolitische Studien (CWS) hat im Rahmen der Indikatorikstudien 2018 die Bearbeitung des Themas „Forschung und Entwicklung in Wirtschaft und Staat (Thema 2)“ übernommen. Nachdem im letzten Jahr im Rahmen einer Kurzstudie¹ nur eine begrenzte Zahl an Kernindikatoren zu Forschung und Entwicklung (FuE) analysiert worden ist, schließt diese Untersuchung in Art und Umfang wieder an die ausführliche Analyse aus dem Jahr 2016 an.² Dieser Bericht beinhaltet den internationalen Vergleich zahlreicher FuE-Indikatoren und eine vertiefte Betrachtung von FuE in Deutschland. Die Untersuchung der Internationalisierung von FuE in multinationalen Unternehmen ist nicht mehr Teil dieses Berichts.

Die *Grundsätze* des hier verfolgten Indikatorenansatzes sind unverändert

- einerseits eine mittel- bis langfristige Sichtweise zu eröffnen, die es ermöglicht, aus dem Beobachtbaren Schlussfolgerungen für absehbare künftige Entwicklungslinien zu ziehen,
- andererseits aber auch *kurzfristige Flexibilität*, d. h. den empirischen Bezug auf aktuelle Entwicklungen herzustellen und damit die Möglichkeit zu bieten, für aktuelle innovationspolitische Diskussionen Beurteilungsmaßstäbe liefern zu können, sowie
- eine *integrative Sichtweise* aufzuzeigen, die es in Verbindung mit anderen Indikatorstudien zum deutschen Innovationssystem grundsätzlich auch ermöglicht, die Entwicklung von FuE in Wirtschaft und Staat im Kontext der Bildungs- und Qualifikationserfordernisse, der Umsetzung in Patente und Innovationen und letztlich auch der Wirkungen auf wirtschaftliche Ziele wie Produktivität, Einkommen, Beschäftigung, internationale Wettbewerbsfähigkeit usw. zu betrachten.

Das Indikatorensystem baut weitgehend auf bereits vorhandenen Daten sowie regelmäßig erstellten Statistiken und Analysen auf. Es ist daher nicht auf umfangreiche eigenständige Sondererhebungen und -untersuchungen angewiesen, so dass die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands kontinuierlich und mit überschaubarem Aufwand aktualisiert und weiterentwickelt werden kann. Dabei zielt die Analyse auf die Identifikation gesamtwirtschaftlicher Trends, sektoraler Schwerpunkte und der Richtung und Dynamik des FuE-Strukturwandels.

Kontinuität ist vor allem deshalb von Belang, weil FuE-Kapazitäten nicht von heute auf morgen auf- oder abgebaut werden. Sie sind vielfach das Ergebnis sehr langfristiger gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Entscheidungen. Insofern ist auch eine längerfristig orientierte Darstellung geboten.

Trotzdem ist es immer wieder notwendig, die Indikatorik und die darauf basierenden Analysen an sich verändernde Rahmenbedingungen anzupassen. Dazu gehören auch konzeptionelle Änderungen hinsichtlich der Studien zum deutschen Innovationssystem durch den Auftraggeber, wie z.B. bei der Einführung des jährlichen Wechsels von Lang- und Kurzstudie. Maßstab für die Beurteilung des FuE-Einsatzes in Deutschland ist weiterhin die Entwicklung im internationalen Raum, insbesondere in wichtigen Wettbewerbsländern wie den USA, Japan und China sowie den großen europäischen Volkswirtschaften.

¹ Schasse (2017).

² Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016).

1.1 FuE in der Berichterstattung zu Forschung und Innovation³

In entwickelten Volkswirtschaften zählen Investitionen in technisches Wissen – also privatwirtschaftliche und öffentliche Forschung – neben der Verfügbarkeit von hoch qualifizierten Arbeitskräften zu den entscheidenden Determinanten der internationalen Wettbewerbsfähigkeit, der Produktivitätsentwicklung und des langfristigen Wirtschaftswachstums.⁴

1.1.1 FuE und technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften

Insbesondere die Modelle der modernen Wachstumstheorie haben den technischen Fortschritt „endogenisiert“ und betonen, dass dazu in den Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen erhebliche Investitionen in FuE erforderlich sind. Durch FuE als zentralem „Input“-Faktor werden neue Produkte und Verfahren sowie technische Verbesserungen ermöglicht, entweder durch Qualitätsfortschritte oder dadurch, dass sie bei gleichbleibender Qualität Kosten- und damit Preissenkungen zulassen und auf diese Weise Einfluss auf Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit nehmen. Der technologischen Komponente wird daher ein zentraler Erklärungswert für Wachstumsunterschiede zwischen Unternehmen und Volkswirtschaften beigemessen. Die Wachstumsrelevanz von Forschung und Entwicklung nimmt zu, je enger die führenden Länder beieinanderliegen und je größer das Teilnehmerfeld am Technologiewettbewerb ist.⁵ Der Wettbewerbsdruck hat sich nicht nur durch die zunehmende Verflechtung der Industrieländer untereinander verschärft; er hat sich auch durch die Integration der mittel- und osteuropäischen Länder in die Weltwirtschaft und durch das schnelle Aufholen asiatischer Schwellenländer erhöht.

Vor diesem Hintergrund hatten sich die europäischen Länder bereits 2000 vorgenommen, im Jahr 2010 insgesamt 3 % ihres Inlandsproduktes für FuE auszugeben. Dieses Ziel wurde 2010 unverändert in die Wirtschaftsstrategie der EU „Europa 2020“ übernommen.⁶

Die Bundesregierung hat daher das Drei-Prozent-Ziel der EU auch als nationales Ziel für Deutschland übernommen.⁷ Die Expertenkommission Forschung und Innovation plädiert nunmehr für ein 3,5-Prozent-Ziel bis 2025.⁸

Der Zusammenhang zwischen FuE-Aktivitäten und Wirtschaftswachstum ist in zahlreichen empirischen Arbeiten auf der Ebene von Ländern, Regionen, Sektoren und Unternehmen sowie über unterschiedlich lange Zeiträume untersucht worden (Abb. 1.1.1).⁹ Dabei zeigen sich auf allen Ebenen positive Wachstumseffekte von FuE.

³ Dieser Abschnitt wurde gegenüber der Darstellung in Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016) bisher nur geringfügig modifiziert und aktualisiert.

⁴ Vgl. unter anderem Dehio u. a. (2005), Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006), Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), Peters, Licht u. a. (2009) oder Belitz, Junker, Schiersch, Podstawski (2015).

⁵ Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), S. 15 ff.

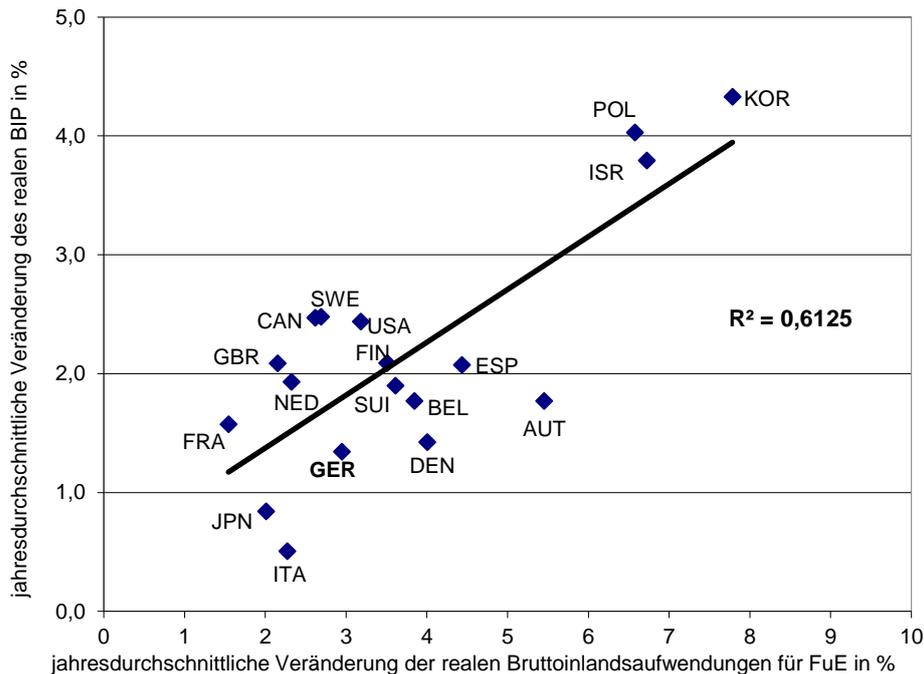
⁶ Vgl. BMBF (2010a).

⁷ BMBF (2006), BMBF (2010a).

⁸ Vgl. Expertenkommission Forschung und Innovation (2017).

⁹ Vgl. Belitz, Junker, Schiersch, Podstawski (2015), für unterschiedliche Ansätze z. B. auch Brécard u. a. (2004), Dehio u. a. (2005), Licht, Legler, Schmoch u. a. (2007), Peters, Licht u. a. (2009). Hall u. a. (2010) geben einen Überblick zu ökonomischen Studien, die sich mit der Schätzung der ökonomischen Erträge von FuE auf der Ebene von Unternehmen, Sektoren und Ländern befassen. Andere Studien weisen z. B. auf unterschiedliche Wachstumseffekte von Unternehmens- und öffentlicher FuE (Silaghi u. a. 2014) hin und zeigen, dass länderspezifische Faktoren für den Zusammenhang von großer Bedeutung sind (Gumus, Celikay 2015; Pessoa 2010). Eine kritische Würdigung von 65 Studien zum Zusammenhang von FuE- und Produktivitätsentwicklung mittels einer sog. Meta-Regressionsanalyse liefern Ugur u. a. (2016).

Abb. 1.1.1: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern 1995 bis 2015



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). - SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

FuE und technologische Leistungsfähigkeit sind als zentrale Faktoren für Wachstum und Wohlstand anzusehen. Die ermittelten Zusammenhänge legen allerdings auch den Schluss nahe, dass neben der FuE-Tätigkeit eines Sektors eine Reihe von weiteren Einflussfaktoren auf die Produktivitätsentwicklung wirkt (Marktverfassung, Ausbildungssystem, Mobilität von Arbeitskräften, Kapitalverfügbarkeit, Flexibilität des „Innovationssystems“, Diffusionsgeschwindigkeit von neuen Technologien, Innovationshemmnisse, Größe der Volkswirtschaft, Wirtschaftsstruktur und Infrastrukturausstattung, internationale Spillovers usw.). Dabei gilt es immer wieder zu betonen, dass FuE angesichts dieser komplexen Wirkungszusammenhänge und -voraussetzungen tatsächlich nur ein notwendiger Faktor für Wachstum und Wohlstand ist, jedoch nicht hinreichend.¹⁰

1.1.2 FuE im Innovationsprozess

FuE bildet das zentrale Element von „nationalen Innovationssystemen“.¹¹ Technologisches Wissen wird von verschiedenen Akteursgruppen geschaffen, zum einen von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, die dem Hochschulsektor¹² oder dem Staat¹³ zugeordnet werden können, und zum ande-

¹⁰ Vgl. Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006).

¹¹ Vgl. Schmoch, Rammer, Legler (2006).

¹² Universitäten 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.

¹³ In der Regel werden in international vergleichenden Statistiken die Einrichtungen der Gebietskörperschaften und die privaten Organisationen ohne Erwerbszweck erfasst, die einen hohen staatlichen Finanzierungsanteil aufweisen (z. B. Helmholtz-Zentren, Max-Planck- und Fraunhofer-Institute).

ren von forschenden Unternehmen in der Wirtschaft.¹⁴ Unternehmerische FuE ist sehr stark abhängig von einem hohen Bildungsstand der Arbeitskräfte und vom Leistungsstand der wissenschaftlichen Forschung. Hoch qualifizierte Arbeitskräfte sind nicht nur für FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft, sondern auch zur Absorption wissenschaftlicher Erkenntnisse erforderlich. Andererseits müssen neue Technologien auch diffundieren, müssen die Industrieforschungsergebnisse umgesetzt werden – in technologische Erfindungen, in Produkt- und Prozessinnovationen sowie letztlich in Umsatz, Wertschöpfung und Beschäftigung. Hierzu sind zusätzliche Innovationsaktivitäten und -aufwendungen¹⁵ sowie Investitionen in Sachanlagen erforderlich. Insofern ist klar, dass durch FuE nur *ein* Aspekt des Innovationsprozesses abgebildet wird, nämlich der „Primärinput“. Es gibt aber auch viele Unternehmen, die neue Produkte oder Produktionsprozesse entwickeln und einführen ohne FuE durchzuführen.¹⁶ Deshalb ist FuE auch kein Synonym für Innovationen.

Der Anteil der Unternehmen ohne eigene FuE an allen innovierenden Unternehmen liegt in Deutschland seit 2006 relativ stabil bei knapp 60 %. Dabei gibt es aber erhebliche Unterschiede zwischen den Wirtschaftszweigen (Abb. 1.1.2). So ist in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen (Hochtechnologie) der Anteil der Unternehmen, die Innovationen ohne FuE umgesetzt haben, nach Rückgängen in 2012 und 2014 zuletzt wieder leicht auf 25 % (2014) gestiegen. Gleichzeitig wird aber in 56 % der innovativen Unternehmen aus forschungsintensiven Wirtschaftszweigen kontinuierlich FuE betrieben. Bei den Innovatoren im Bereich der wissensintensiven Dienstleistungsbranchen ist kontinuierliche FuE hingegen nicht die Regel (29 % in 2014), hier wird weiterhin die Hälfte aller Innovationen ohne eigene FuE umgesetzt.

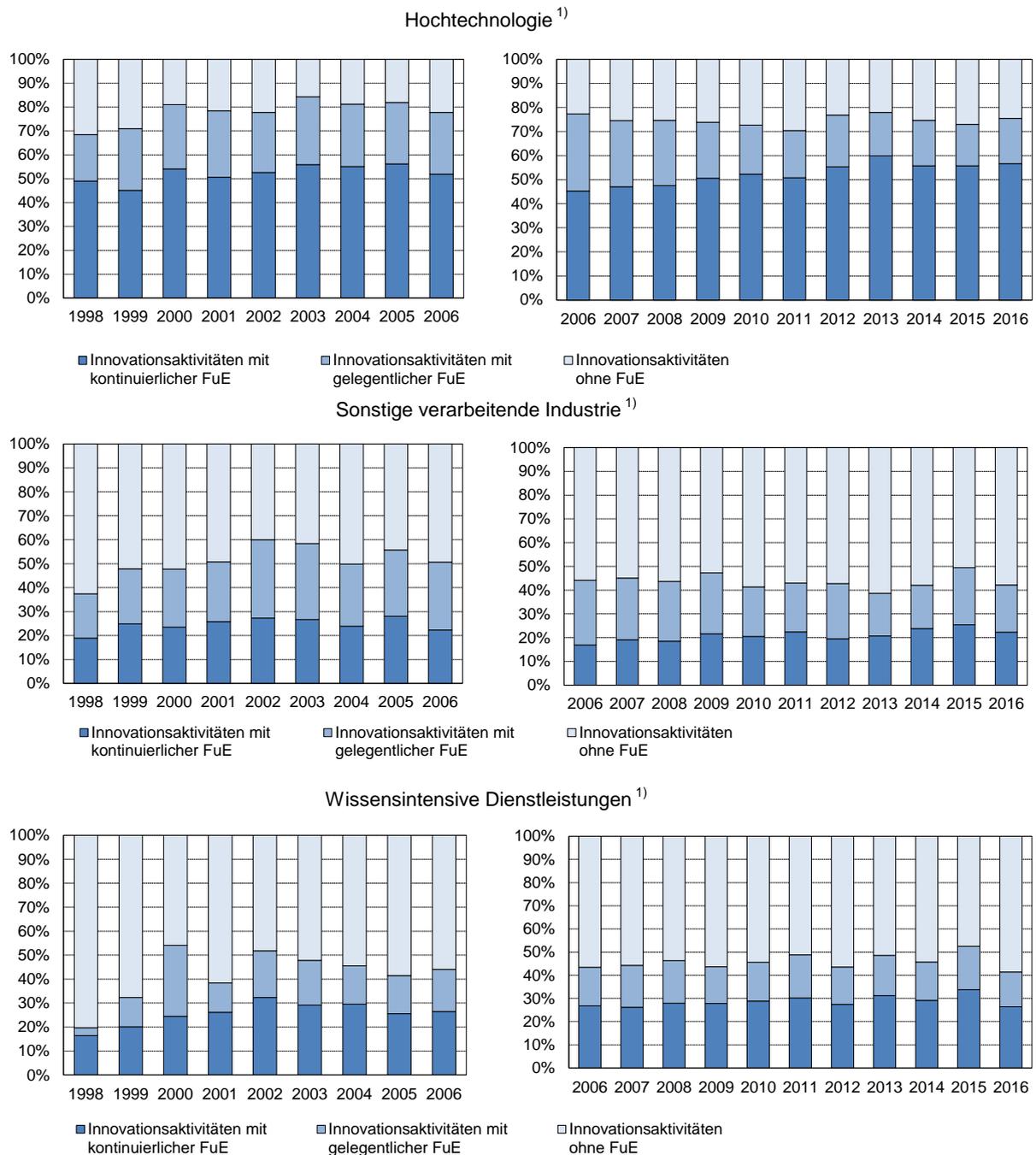
Bei der Interpretation der folgenden Indikatoren zum FuE-Einsatz ist grundsätzlich zu beachten, dass die Umsetzungsbedingungen von FuE in Erfindungen, in Produkt- oder gar Marktneuheiten oder andere, die Produktivität und damit die Wertschöpfung steigernde Effekte zwischen den Volkswirtschaften und im Zeitablauf variieren. Daher ist es problematisch, ökonomische Indikatoren, wie z. B. Einkommensniveau und -wachstum, Exportleistungen und Beschäftigungsentwicklung, 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 steigern daher eher mittel- bis langfristig als bereits auf kurze Sicht die technologische Leistungsfähigkeit.

¹⁴ Neben privaten und staatlichen Unternehmen werden in der Statistik auch Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG) u. ä. erfasst, die überwiegend von der Wirtschaft finanziert werden.

¹⁵ Zur praktischen Abgrenzung des Begriffs „Innovation“ von „FuE“ vgl. Rammer, Pesau (2011).

¹⁶ Vgl. OECD (2010), Rammer, Köhler u.a. (2011).

Abb. 1.1.2: Verteilung der Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2016 (in %)



1) Seit der Innovationserhebung 2009 hat das ZEW mehrere Umstellungen im Mannheimer Innovationspanel vorgenommen, die sowohl die Grundgesamtheit als auch die Branchenabgrenzung betreffen. Die Änderungen wurden rückwirkend bis zum Berichtsjahr 2006 umgesetzt. Die Vergleichbarkeit mit den Vorjahreswerten ist eingeschränkt. Vgl. Rammer, Pesau (2011); aktuell: Rammer u. a. (2017).

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

Erfahrung mit eigener FuE ist eine wichtige Basis für die Adoption fremden Wissens, sei es von Kooperationspartnern aus der Wirtschaft oder von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen. Der Zugang zur Wissenschaft und zum Technologietransfer fällt leichter, wenn entsprechende FuE-Kapazitäten im Unternehmen vorgehalten werden, die die Unternehmen in die Lage versetzen, anderswo entwickeltes Wissen als solches zu erkennen, zu verstehen und zu verwerten, künftige Entwicklungs-

trends zu antizipieren und selbst zu verfolgen („learning to learn“). Sie erhöhen die „Absorptionsfähigkeit“ der Unternehmen.¹⁷

Forschungsanstrengungen der Unternehmen und Investitionen in Bildung und Wissen führen zudem zu „Spillover-Effekten“:¹⁸ Die Akkumulation von technischem Wissen in Unternehmen steigert auch die Produktivität bei jenen, die keine FuE-Investition getätigt haben, aber dieses Wissen nutzen können, um eigene Innovationen voranzutreiben.¹⁹ Reibungsloses Zusammenspiel der Akteure, Zugang zu Wissen und Offenheit des Systems sind daher wesentliche Voraussetzungen für die gesamtwirtschaftliche Effizienz von FuE-Aktivitäten.²⁰

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

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

Dabei sollte von der Zuordnung *einzelner* Indikatoren, wie der FuE-Intensität, zu makroökonomischen Zielgrößen im internationalen Vergleich Abstand genommen werden,²¹ denn zu viele Einflussfaktoren wirken parallel, verstärken die Effekte aus dem Technologiesektor oder verhindern ihre volle Entfaltung. Dabei wirken sowohl konjunkturelle Einflüsse, Wechselkurse und andere gesamtwirtschaftliche Einflussfaktoren, aber auch eine Vielzahl von Innovations- und Umsetzungshemmnissen, die in ihrer Gesamtwirkung kaum zu identifizieren sind. 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.

1.2 FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft – Abgrenzung nach internationalen Konventionen²²

FuE ist nach international gebräuchlichen Definitionen (dem „Frascati Manual“²³) 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.).²⁴ Des Weiteren unterscheiden die Richtlinien zur

¹⁷ Vgl. Cohen, Levinthal (1990) sowie Schmoch, Licht, Reinhard u. a. (2000), Peters, Licht u. a. (2009), Hall u. a. (2010), Cordes, Schasse (2012).

¹⁸ Vgl. Barro, Sala-i-Martin (1995) Knott u. a. (2009) sowie Peters, Licht u. a. (2009).

¹⁹ Jirjahn, Kraft (2011) zeigen u. a., dass hierdurch vor allem inkrementelle Innovationen befördert werden.

²⁰ Vgl. für die Argumentation in Zusammenhang mit „Open Innovation“ Howells (2008).

²¹ Vgl. Blind, Frietsch (2006).

²² Dieser Abschnitt ist gegenüber der Vorgängerstudie (Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke 2016) aufgrund der unveränderten Sachlage nur marginal verändert worden.

²³ Vgl. OECD (2015).

²⁴ Vgl. für Deutschland die Erhebungsbögen der SV Wissenschaftsstatistik (2017b). Forschung und experimentelle Entwicklung sind von ihrer Art her sehr verschieden; in der Wirtschaft hat die experimentelle Entwicklung deutlich höheres Gewicht als die 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.

Erfassung von FuE zwischen naturwissenschaftlicher, ingenieurwissenschaftlicher, medizin- und gesundheitswissenschaftlicher und agrarwissenschaftlicher Forschung und Entwicklung sowie geistes- und sozialwissenschaftlicher Forschung.²⁵

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

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

- 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.²⁶ Hinzu kommen Aufwendungen für Konstruktion und Design, Versuchsproduktion, Anlageinvestitionen, Markttests, Patente und Lizenzen oder die Weiterbildung des Personals. Diese „umsetzungsorientierten“ Ausgaben sind jedoch meist sehr eng mit der FuE-Tätigkeit gekoppelt oder aber Folge von FuE-Aktivitäten. FuE ist also die „Leitvariable“ für die meisten Innovationsaktivitäten, vor allem für die Verarbeitende Industrie.
- FuE-Aufwendungen messen meist nur den *institutionalisierten* Aspekt der Technologieentwicklung auf Grundlage der Ausgaben von Unternehmen, Forschungsinstituten und Universitäten zum Zweck der Ausweitung des Wissensbestandes. Sie machen keine Aussage darüber, wer sich letztlich die Erträge *aneignen* kann. Die kommerziellen Nutznießer können neben den forschungsintensiven Industrien auch die weniger forschungsintensiven Zweige der Industrie, der Dienstleistungssektor oder die 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 entsprechend für den öffentlichen Sektor, wo u. a. von der Wirtschaft finanzierte FuE (externe FuE-Aufwendungen aus Sicht der Wirtschaft) bei den Aufwendungen für die *Durchführung* von eigener FuE mitberücksichtigt werden.
- Das statistische Messkonzept bei FuE war bei den ersten Erhebungen in den 1960er Jahren sehr stark an den Innovationsaktivitäten der *Industrie* orientiert. Die Bemühungen auf nationa-

²⁵ OECD (2015).

²⁶ Vgl. Rammer u. a. (2017).

ler und internationaler Ebene, diese „Industrielastickeit“ auch in der praktischen statistischen Erfassung aufzulösen, zeigen das besondere Problem der Dienstleistungsbranchen auf, die Schaffung neuen Wissens systematisch zu erfassen, weil diese in einigen Branchen vielfach auch nicht als FuE verstanden wird.²⁷ Denn im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten deutlich weniger stark von technologischer FuE ab als in der Industrie.²⁸ Andererseits ist ein Teil der in Dienstleistungsbranchen erfassten FuE als Auftrags-FuE auf technologische Innovationen in der Industrie ausgerichtet.²⁹

- FuE-Aufwendungen sind zudem ein Input-Indikator; nicht gemessen wird die *Effektivität*, mit der diese Anstrengungen zu neuem Wissen führen. Selbst wenn bspw. zwei Länder gleiche Ressourcen für FuE einsetzen, kann der Output stark unterschiedlich ausfallen. Denn die Qualität der Forschung variiert ebenso wie die Qualität der Wissenschaftler sowie die Preise der komplementären Faktoren wie Arbeitsinputs, Ausrüstungen, Material etc. Zudem variiert die „FuE-Produktivität“ über die Wirtschaftszweige, was bei differierenden Innovationsstrukturen zu unterschiedlichen Anforderungen an FuE führen kann. Internationale *Spillover-Effekte* von FuE-Aktivitäten – d. h. die Diffusion von technischem Wissen ins Ausland bzw. der Import von Know-how aus dem Ausland – spielen für die Effektivität ebenso eine Rolle³⁰ 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.³¹ Denn technisches Wissen entwertet sich nicht von heute auf morgen, sondern akkumuliert sich über mehrere Perioden. 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 internationalen Vergleiche gesamtwirtschaftlicher Strukturdaten bei FuE wird vor allem auf die Datenkompilationen der OECD³² zurückgegriffen, die die international harmonisierte Datenerhebung initiiert hat und begleitet. Die im Folgenden verwendeten FuE-Indikatoren für die deutsche Wirtschaft basieren auf den von der SV Wissenschaftsstatistik erhobenen Daten. Die durch die OECD international harmonisierte Datenkompilation bildet die zentrale Quelle für die langfristige und sektoral

²⁷ Vgl. z. B. Gehrke, Legler, Schasse, Cordes (2009), Rammer, Köhler u.a. (2011).

²⁸ Vgl. Freeman, Soete (2007), Gehrke, Legler, Schasse, Cordes (2009).

²⁹ Vgl. Schasse, Schiller u. a. (2016).

³⁰ Vgl. Freeman, Soete (2007).

³¹ Vgl. u. a. Peters, Licht u. a. (2009), Bitzer, Stephan (2007) oder Hall, Mairesse (1995). Aktuell zur geplanten Berücksichtigung von FuE als Bruttoanlageinvestitionen in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung vgl. Braakmann (2013).

³² Zu nennen sind dabei vor allem die zweimal jährlich aktualisierten „MSTI“-Daten sowie die „Research & Development Statistics“ Database. Darüber hinaus bietet die OECD auf sektoral tief aggregiertem Niveau Daten zu FuE und zur Wirtschaftsstruktur an, die so weit wie möglich einen international vergleichbaren Nenner darstellen sollen. Angaben zur Summe der OECD-Länder beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Stand der 35 Mitgliedsländer am 01.01.2017, vgl. zuletzt OECD (2017).

differenzierte Analyse des internationalen FuE-Geschehens. Beide Quellen sind an anderer Stelle ausführlich beschrieben worden.³³

Der Bericht beruht auf nationalen und internationalen Daten bis zum Jahr 2016. Aktueller Datenstand der OECD-Daten für den Bereich FuE-International sind die „Main Science and Technology Indicators“ in der Fassung vom 1.8.2017 (MSTI 2017/1) sowie die „Structural Analysis Statistics“ (STAN), dort insbesondere „Research and Development Expenditure in Industry“ (ANBERD) vom Juli 2017. Partielle Ergänzungen erfolgen durch Daten aus der Eurostat-Datenbank in der Fassung vom 30.11.2016 sowie aus nationalen Quellen³⁴. STAN-Daten zur sektoralen Verteilung der FuE-Aufwendungen (ANBERD) und zur sektoralen Wirtschaftsstruktur in den OECD-Ländern sind nur eingeschränkt im Zeitverlauf vergleichbar und überwiegend nur bis zum Jahr 2014 verfügbar.

Methodische und datentechnische Änderungen im Jahr 2014 hatten zur Folge, dass die Ergebnisse für zentrale Indikatoren sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene z. T. Einschränkungen hinsichtlich des Vergleichs mit den Vorjahresergebnissen unterlagen. Die internationale Vergleichbarkeit der Ergebnisse, die durch die unterschiedlichen Zeitpunkte der Einführung der Generalrevision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) in einzelnen Ländern zwischenzeitlich eingeschränkt war, ist wiederhergestellt, nachdem auch Japan diese Anpassung vollzogen hat. Für alle relevanten Länder wurden die Daten zum Bruttoinlandsprodukt bzw. zur Bruttowertschöpfung auch rückwirkend revidiert.

- Insgesamt hat die Revision der VGR eine deutliche Niveauerhöhung des Bruttoinlandsprodukts zur Folge. Wesentliche Ursache hierfür ist die mit der Einführung des System of National Accounts (SNA) 2008 der UN bzw. des Europäischen System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (ESVG) 2010 verbundene Behandlung von FuE-Aufwendungen als Investitionen. Diese Neubuchung von FuE macht etwa 70 % der Niveaueinhebung des Bruttoinlandsprodukts aus.³⁵ Diese Änderung, die auch rückwirkend bis 1991 erfolgte, hat vor allem zur Folge, dass der zentrale Indikator „FuE-Intensität“, gemessen als Anteil der gesamten Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am Bruttoinlandsprodukt, geringer ausfällt als bisher. Dies gilt für alle hier betrachteten Länder. In Deutschland wird aufgrund der VGR-Revision eine gegenüber dem alten Berechnungsverfahren um 0,1 Prozentpunkte geringere FuE-Intensität ausgewiesen (vgl. Abschnitt 2).
- Die Daten der deutschen FuE-Erhebung zu den FuE-Aufwendungen weisen aufgrund von unternehmensseitigen Meldekorrekturen ab dem Jahr 2013 einen Strukturbruch auf, der mit einer Minderung der erfassten internen FuE-Aufwendungen und einer Steigerung der erfassten externen FuE-Aufwendungen verbunden ist. Da von Seiten der Wirtschaft nur die internen FuE-Aufwendungen in die gesamtwirtschaftliche Summe der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE eingehen, hat dies u. a. eine Minderung der ab dem Jahr 2013 ausgewiesenen FuE-Intensität zur Folge.³⁶ Im Jahr 2013 führte dieser Effekt zu einer zusätzlichen Verringerung der deutschen FuE-Intensität um schätzungsweise 0,05 -Prozentpunkte (vgl. Abschnitt 2).

³³ Vgl. Schasse, Kladroba, Stenke (2012) für die deutsche FuE-Erhebung sowie Gehrke, Schasse, Kladroba, Stenke (2013) für die internationalen Datenquellen.

³⁴ Z.B. National Science Foundation (2017) für die USA.

³⁵ Vgl. u. a. Statistisches Bundesamt (2014), Braakmann (2013), Nierhaus (2014), van de Ven (2015).

³⁶ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2015).

Das Problem der Doppelzählungen beim Ausweis der Finanzierung der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft wird weiterhin durch eine zusätzliche Schätzung gelöst: Externe FuE-Aufwendungen, die von Unternehmen finanziert, aber nicht im eigenen Unternehmen durchgeführt werden sondern in anderen Unternehmen des Wirtschaftssektors, werden sowohl im beauftragenden Unternehmen als externe Aufwendungen als auch im durchführenden Unternehmen als interne FuE-Aufwendungen gebucht. In den internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die extern finanziert werden, aber im Wirtschaftssektor („intern“) durchgeführt werden. Nach Neuberechnungen weist die FuE-Statistik der SV Wissenschaftsstatistik in Zusammenhang mit der Finanzierung von FuE einen um Doppelzählungen bereinigten Schätzwert für die gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft und für einzelne Branchen aus. Dieser ergibt sich aus der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden (vgl. Abschnitt 5.2).

Die statistischen Daten zu den FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft werden von der SV Wissenschaftsstatistik jeweils für ungerade Berichtsjahre auf der Basis einer Vollerhebung ermittelt;³⁷ in diesem Sinne werden alle Unternehmen, bei denen erfahrungsgemäß FuE durchgeführt wird oder eine FuE-Aktivität anzunehmen ist, um Bereitstellung ihrer statistischen Angaben gebeten. In den „Zwischenjahren“ – den geraden Berichtsjahren – wird das FuE-Verhalten durch eine Kurzerhebung bei ausgewählten Unternehmen durchgeführt. Aus den Angaben dieser Unternehmen werden die Ergebnisse der ungeraden Jahre für die geraden Jahre fortgeschrieben. Da die Kurzerhebung nur Kerndaten zum FuE-Geschehen des jeweiligen Jahres bereitstellt, können differenzierte strukturelle Analysen nur auf Basis der Daten der Vollerhebung in den ungeraden Jahren durchgeführt werden. Aktueller Datenstand ist die Vollerhebung für das Jahr 2015. Diese werden ergänzt um Eckdaten für das Jahr 2016 aus der Kurzerhebung, die im Jahr 2017 durchgeführt wurde.

Die Analyse der sektoralen Struktur des FuE-Einsatzes (Abschnitt 4) erfolgt vollständig auf Grundlage der Systematik der Wirtschaftszweige 2008 (WZ 2008 bzw. ISIC 4) und der Liste forschungsintensiver Industrien und Güter („NIW/ISI/ZEW-Listen 2012“).³⁸ Für Deutschland erfolgt die Zuordnung einzelner Industriezweige zur Spitzentechnologie und zur Hochwertigen Technik auf der Ebene der 3-Steller Wirtschaftszweige der WZ 2008 (Tab. 1.3.1). Zusätzlich werden forschungsintensive Dienstleistungen ausgewiesen, die auf der Ebene der 2-Steller folgende Wirtschaftszweige umfassen:

- Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie (WZ 62)
- Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Untersuchung (WZ 71)
- Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung (WZ 72)

Auf der *internationalen Ebene* erfolgt eine Zuordnung auf Ebene der 2-Steller Wirtschaftszweige. Gegenüber der vor 2013 verwendeten vorläufigen Liste (Übergangsliste) forschungsintensiver Industrien³⁹ sind folgende Änderungen relevant: Bei internationaler Betrachtung zählen die Wirtschaftszweige „Chemie“, „Elektrotechnik“ und „Sonstiger Fahrzeugbau“ nicht mehr zu den forschungsintensiven Industrien. Da diese in Deutschland aber weiterhin forschungsintensiv produzieren, werden sie nicht einfach unter den übrigen, international nicht forschungsintensiven Industrien subsummiert, son-

³⁷ Zum Erhebungsrhythmus und den jeweiligen Erhebungsansätzen vgl. Schasse, Kladroba, Stenke (2012).

³⁸ Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013).

³⁹ Vgl. Gehrke, Frietsch, Rammer u. a. (2010).

dern gesondert als Untergruppe der „übrigen, aber in Deutschland forschungsintensiven Wirtschaftszweige“ ausgewiesen.

Folgende Technologieklassen werden auf der Grundlage der 2-Steller WZ 2008 ausgewiesen:

International forschungsintensive Industrie

International Spitzentechnologie

- Pharmazeutische Industrie (WZ 21)
- Datenverarbeitung, Elektronik, Optik (WZ 26)
- Luft- und Raumfahrzeugbau (WZ 30.3)

International Hochwertige Technik

- Maschinenbau (WZ 28)
- Automobilbau (WZ 29)

Übrige Industrie

Übrige, aber in Deutschland forschungsintensive Wirtschaftszweige

- Chemische Industrie (WZ 20)
- Elektrotechnik (WZ 27)
- Sonstiger Fahrzeugbau (WZ 30 ohne WZ 30.3)

Übriges Produzierendes Gewerbe

- Alle anderen, bisher nicht aufgeführten Wirtschaftszweige

Tab. 1.3.1: NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 in dreistelliger Wirtschaftsgliederung (WZ 2008)

Spitzentechnologie

- 20.2 H. v. Schädlingsbekämpfungsmitteln, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln
- 21.1 H. v. pharmazeutischen Grundstoffen
- 21.2 H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen pharmazeutischen Erzeugnissen
- 25.4 H. v. Waffen und Munition
- 26.1 H. v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten
- 26.2 H. v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten
- 26.3 H. v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik
- 26.5 H. v. Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instrumenten und Vorrichtungen; H. v. Uhren
- 26.6 H. v. Bestrahlungs- und Elektrotherapiegeräten und Elektromedizinischen Geräten
- 26.7 H. v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten
- 30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau
- 30.4 H. v. militärischen Kampffahrzeugen

Hochwertige Technik

- 20.1 H. von chemischen Grundstoffen, Düngemitteln und Stickstoffverbindungen, Kunststoffen u. synthetischem Kautschuk in Primärformen
- 20.5 H. v. sonstigen chemischen Erzeugnissen
- 22.1 Herstellung von Gummiwaren
- 26.4 H. v. Geräten der Unterhaltungselektronik
- 27.1 H. v. Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren, Elektrizitätsverteilungs- und -schalteinrichtungen
- 27.2 H. v. Batterien und Akkumulatoren
- 27.4 H. v. elektrischen Lampen und Leuchten
- 27.5 H. v. Haushaltsgeräten
- 27.9 H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten a. n. g.
- 28.1 H. v. Herstellung von nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen
- 28.3 H. v. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
- 28.4 H. v. Werkzeugmaschinen
- 28.9 H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
- 29.1 H. v. Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
- 29.3 H. v. Teilen und Zubehör für Kraftwagen
- 30.2 Schienenfahrzeugbau
- 32.5 H. v. medizinischen und zahnmedizinischen Apparaten und Materialien

Quelle: Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013), S. 10.

1.4 Das weitere Vorgehen

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

- Die „*weltwirtschaftliche Sicht*“ beleuchtet in einem kombinierten Zeitreihen-/Querschnittsvergleich Deutschlands Position bei industrieller FuE.⁴⁰ Zu den Leitfragen gehören auch die Arbeitsteilung und Interaktion zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE.
- Eine ausführliche Analyse des *FuE-Verhaltens der deutschen Wirtschaft* untersucht, aus welchen Komponenten sich die Entwicklung der FuE-Aktivitäten in Deutschland zusammensetzt. Es wird geprüft, welche Rolle Klein- und Mittelunternehmen spielen, welchen Einfluss der Staat auf die Aktivitäten nimmt und welche Industriezweige und Sektoren in Deutschland führend sind.
- Die Frage der *regionalen Verteilung* der FuE-Kompetenzen in Deutschland ist vor allem mit Blick auf die Unternehmen in den östlichen Bundesländern wichtig. Abschnitt 8 dieses Berichts fasst wichtige Eckzahlen hierzu zusammen.

Die vertiefende Analyse des FuE-Verhaltens der deutschen Wirtschaft endet mit dem Berichtsjahr 2015. Die aktuelle Entwicklung im Jahr 2016 und die FuE-Planungen der Unternehmen für 2017 werden im abschließenden Abschnitt 9.2 des Berichts anhand der Ergebnisse der Kurzbefragung der SV Wissenschaftsstatistik aus dem Jahr 2017 zusammenfassend dargestellt und kommentiert.

FuE wird in der Wirtschaft, in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen durchgeführt, wobei die Wirtschaft den größten Teil des gesamten deutschen FuE-Potenzials stellt (Abschnitt 2). Die wichtigste Beobachtungsgröße ist die FuE-Intensität der Industrie insgesamt sowie ihrer einzelnen Zweige und Unternehmenstypen. Neben der Untersuchung nach *Unternehmensgrößenklassen* und der Rolle von Klein- und Mittelunternehmen (Abschnitt 3), denen in der Technologiepolitik eine besondere Bedeutung beigemessen wird, steht die *sektorale* Betrachtung im Vordergrund (Abschnitte 4). Fragen der *Finanzierung* von FuE sind unter verschiedenen Gesichtspunkten von Bedeutung. Sie betreffen zum einen die staatliche Förderung von FuE in der Wirtschaft, zum anderen aber auch die Finanzierung von FuE in Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen durch die Wirtschaft (Abschnitt 5). Aus Sicht der Wirtschaft handelt es sich dabei auch um die Durchführung *externer FuE* und FuE-Kooperationen mit öffentlichen FuE-Einrichtungen (Abschnitt 7). Weiterhin wird der FuE-Personaleinsatz untersucht (Abschnitt 6) und ein Blick auf die regionale Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland (Abschnitt 8) geworfen. Zusammenfassung und aktueller Ausblick (Abschnitt 9) bilden den Abschluss dieses Berichts.

⁴⁰ Zuletzt Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016).

2 FuE in Wirtschaft und Staat

Die Aufwendungen für die Durchführung von FuE in der Wirtschaft, in Hochschulen und anderen Einrichtungen außerhalb der Wirtschaft⁴¹ bilden in Summe die Bruttoinlandsaufwendungen für FuE. In Relation zum Bruttoinlandsprodukt stellen diese Indikatoren ein international vergleichbares Maß für die FuE-Intensität einer Volkswirtschaft bzw. deren Wirtschaft und Staat dar. Unter dem Begriff Staat werden dabei die FuE-Aufwendungen außerhalb der Wirtschaft zusammengefasst. Der internationale Vergleich (Abschnitt 2.1) zeigt Deutschlands Position in der Welt, bevor die Entwicklung im Land differenzierter betrachtet wird (Abschnitt 2.2).

2.1 FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen im internationalen Vergleich

2.1.1 Gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen und -Intensitäten

Bei längerfristiger Perspektive wird deutlich, dass das erste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts bis zum Beginn der Finanz- und Wirtschaftskrise in den meisten industrialisierten Ländern von zunehmenden FuE-Ausgaben und – für viele von ihnen – auch von einer zunehmenden FuE-Intensität geprägt war. (Abb. 2.1.1 und Tab. A.2.1 im Anhang). Gemessen an der FuE-Intensität führten bis dahin Länder wie Israel⁴², Finnland und Schweden sowie Japan, Korea und die Schweiz die Rangfolge an. Die USA, Dänemark, Österreich und Deutschland lagen ebenfalls klar über dem OECD-Durchschnitt. Australien, Frankreich, Belgien, Kanada, die Niederlande und Großbritannien erreichten nur FuE-Intensitäten unterhalb des OECD-Durchschnitts.⁴³ Im Verlauf der Finanz- und Wirtschaftskrise sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in den meisten westlichen Industrieländern im Jahr 2009 merklich gesunken.⁴⁴ Trotz Steigerung der FuE-Aufwendungen im öffentlichen Bereich hat dies teilweise auch zu einem Rückgang der gesamtwirtschaftlichen FuE-Aufwendungen geführt. Dieser Rückgang war allerdings geringer als derjenige der gesamtwirtschaftlichen Leistung, was sich dann letztlich in wachsenden FuE-Intensitäten niedergeschlagen hat. In vielen OECD-Ländern ist es in den folgenden Jahren bis 2012 relativ schnell gelungen, die z. T. sehr deutlichen Rückgänge der FuE-Aufwendungen wieder auf das Vorkrisenniveau zu steigern (Abb. 2.1.2 und Tab. 2.1.1). Dies trifft allerdings nicht für südeuropäische Länder zu, wo sich die wirtschaftliche Krise bis zum Jahr 2013 auch auf die FuE-Aufwendungen ausgewirkt hat. Deutschland und einer Reihe anderer mitteleuropäischer Länder ist es in dieser Zeit sogar gelungen, die Verluste durch zusätzlichen Mitteleinsatz mehr als zu kompensieren. Eine andere Entwicklung haben die asiatischen Länder Korea und China genommen, die ihre FuE-Anstrengungen unbeachtet der Wirtschaftskrise unvermindert mit hohen Wachstumsraten ausgeweitet haben und ihre FuE-Intensität damit kontinuierlich gesteigert haben.

⁴¹ Öffentliche und öffentlich geförderte Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung, im Folgenden unter dem Begriff „außeruniversitäre FuE-Einrichtungen“ subsummiert.

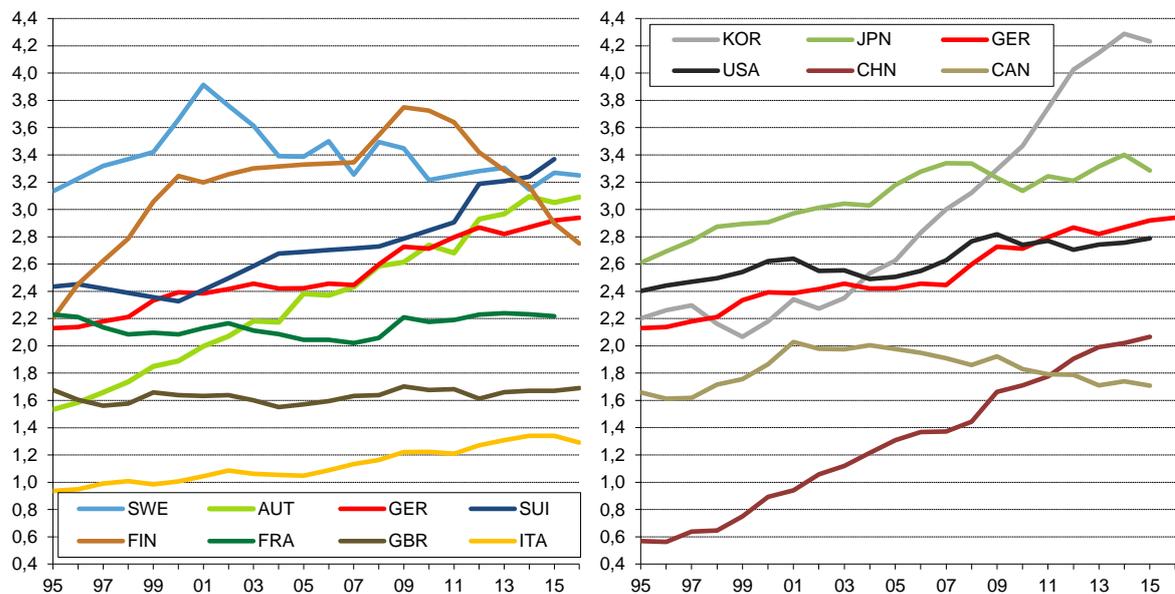
⁴² Israel ist seit 2010 Mitglied der OECD; entsprechend werden die Indikatoren auch rückwirkend in den detaillierten Tabellen im Anhang ausgewiesen. Die Angaben zu den FuE-Aufwendungen dieses Landes beziehen sich auf nichtmilitärische FuE, vgl. Tab. Tab. A.2.1 im Anhang für eine aktuelle Übersicht zur Entwicklung der FuE-Intensitäten in allen OECD- und BRICS-Ländern.

⁴³ Vgl. hier und im Folgenden Gehrke, Schasse, Kladroba, Stenke (2013) für die differenzierte Analyse der FuE-Intensitäten im internationalen Raum in der ersten Dekade dieses Jahrhunderts.

⁴⁴ Vgl. ausführlich Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016).

Abb. 2.1.1: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 1995 bis 2016

- Gesamte FuE-Ausgaben in % des Bruttoinlandsproduktes -



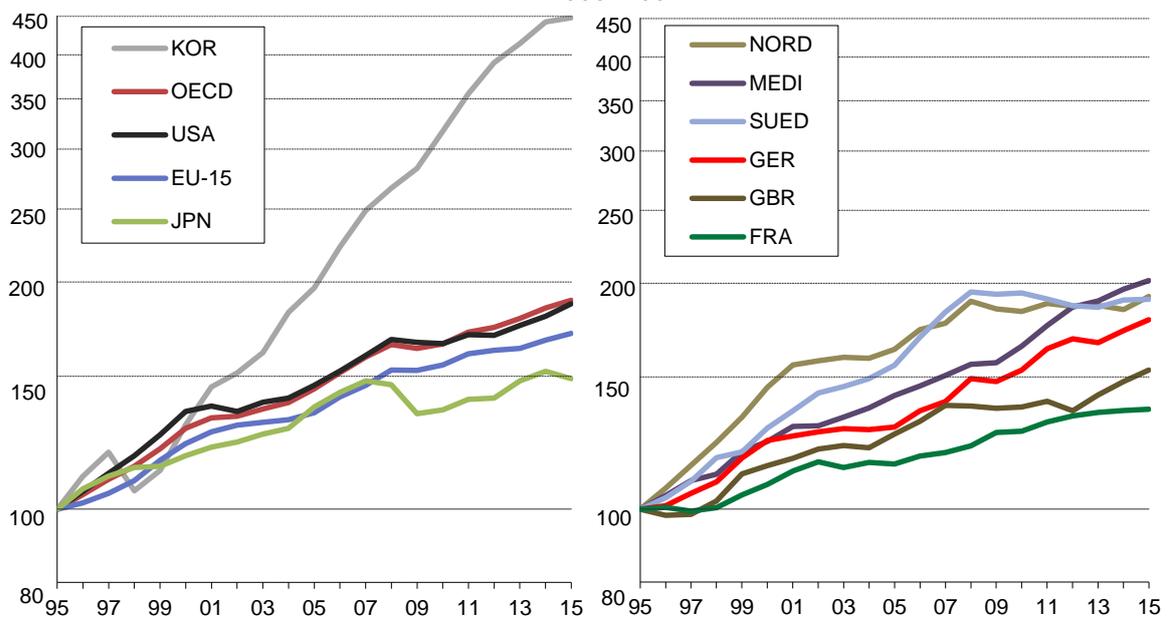
Berechnet auf Grundlage des Bruttoinlandsproduktes nach SNA 2008 bzw. ESVG 2010.

SWE und SUI: Daten zum Teil geschätzt. - FRA 2004 und 2010, KOR 2007, JPN 2008 und CHN 2009: Bruch in der Reihe.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). - SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Abb. 2.1.2: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2015

- 1995=100 -



Halblogarithmisch. - Daten zum Teil geschätzt.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. 2.1.1: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 2000 bis 2015 (in %)

Sektor \ Region	OECD	USA	JPN	KOR	CHN	EU-15	GER ¹⁾	GBR	FRA	NORD	SUED	MEDI
Wirtschaft												
2000-2004	1,2	-1,1	3,6	9,9	21,4	1,5	0,6	0,4	1,9	1,9	3,9	2,5
2004-2008	5,3	5,8	4,5	9,5	19,7	4,0	3,8	3,0	1,1	5,0	9,0	3,2
2008-2012	0,8	-0,5	-1,6	11,0	18,3	1,6	2,6	0,2	3,1	-1,7	-1,1	5,4
2012-2013 ¹⁾	3,6	5,0	4,6	6,8	13,2	0,2	-2,3	5,8	1,0	0,4	-0,4	1,9
2013-2014	4,3	3,8	5,2	6,4	9,9	3,1	4,5	6,3	1,2	-1,7	2,9	4,4
2014-2015	2,7	4,4	-1,3	0,4	8,6	2,9	4,9	4,4	0,6	5,2	-0,5	2,0
Öffentlicher Sektor²⁾												
2000-2004	3,7	6,5	-1,8	6,0	12,7	2,4	1,3	3,1	1,3	4,2	3,9	2,8
2004-2008	3,0	1,8	-0,2	11,5	10,8	3,7	4,5	3,6	1,5	3,8	4,7	3,6
2008-2012	2,4	2,2	1,1	7,0	13,9	1,4	4,1	-1,2	1,0	3,0	-1,0	2,7
2012-2013	0,7	-1,4	7,8	3,3	10,4	1,1	1,3	3,4	1,0	0,4	-0,6	1,8
2013-2014	1,2	0,8	-4,2	8,3	5,8	1,5	2,3	0,6	-0,5	1,4	1,7	2,5
2014-2015	1,4	2,2	-5,4	4,5	11,8	0,6	0,2	1,8	0,0	1,4	0,9	4,1
Insgesamt												
2000-2004	2,0	1,0	2,1	8,9	18,2	1,8	0,8	1,4	1,7	2,6	3,9	2,6
2004-2008	4,5	4,6	3,4	10,0	16,9	3,9	4,0	3,2	1,3	4,7	6,9	3,4
2008-2012	1,3	0,3	-1,0	10,0	17,2	1,5	3,1	-0,3	2,3	-0,2	-1,1	4,5
2012-2013 ¹⁾	2,7	3,0	5,4	6,0	12,5	0,5	-1,2	4,9	1,0	0,4	-0,5	1,9
2013-2014	3,3	2,9	3,0	6,8	9,0	2,5	3,8	4,3	0,6	-0,6	2,3	3,7
2014-2015	2,3	3,8	-2,2	1,3	9,3	2,1	3,3	3,5	0,4	3,9	0,1	2,7

1) GER 2013: Bruch in der Reihe wegen Meldefehlerkorrektur; Schätzwerte (NIW) 2012 – 2013: -0,1 (Wirtschaft), +0,3 (Insgesamt), als Folge sind in diesem Jahr auch die Wachstumsraten für die EU-15 und für die OECD zu gering ausgewiesen.

2) Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

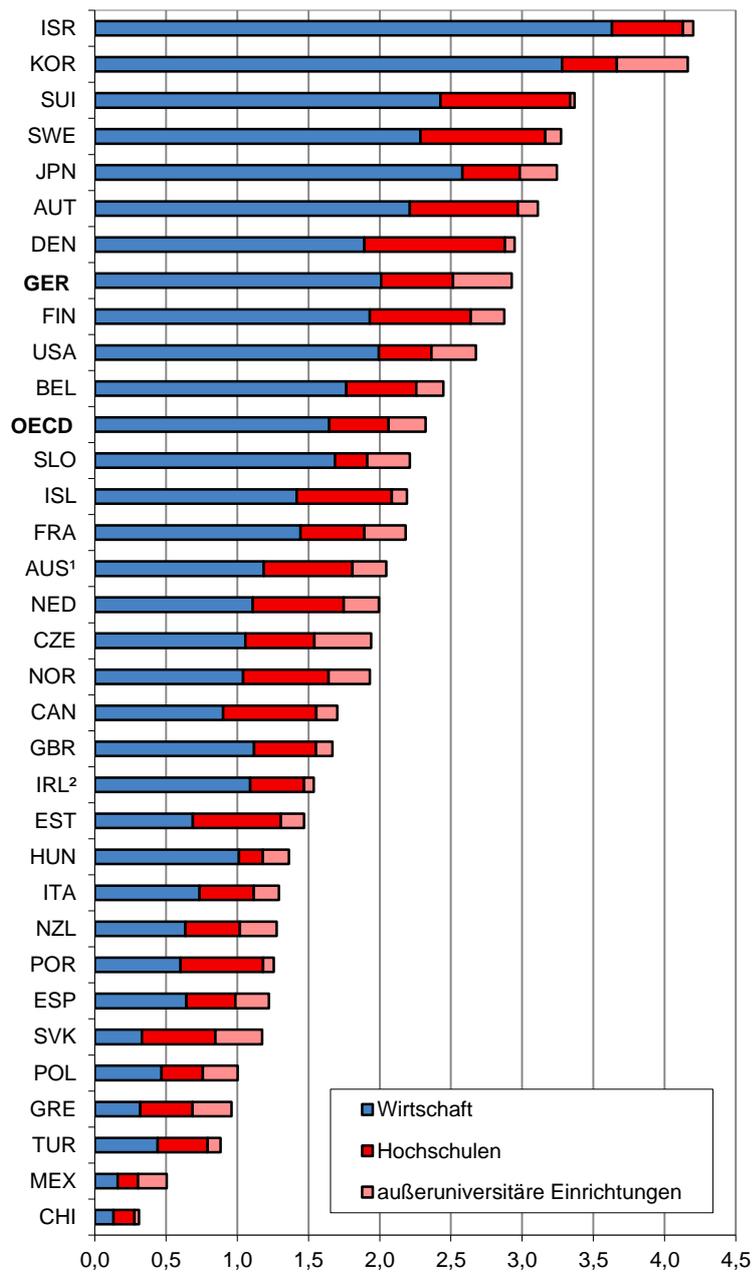
Nach 2012 sind die USA neben China, Japan und Korea zunächst wieder zum Motor der weltweiten FuE-Aktivitäten geworden. Bei realen Zuwächsen von 3 % und mehr in den USA fiel die EU-15 mit 0,5 % (2013), 2,5 % (2014) und 2,1 % (2015) hinter den OECD-Durchschnitt zurück, was vor allem auf vergleichsweise geringe Zuwächse in südeuropäischen Ländern und in Frankreich zurückzuführen war. Im Gegensatz dazu haben Deutschland und andere westeuropäische Länder nach 2013 wieder deutlich stärker zugelegt als der Durchschnitt der OECD-Länder. Im Jahr 2015 zeigen Japan und erstmals auch Korea negative bzw. sehr geringe reale Zuwächse der gesamten FuE-Aufwendungen.

Bezogen auf die jeweilige Wirtschaftskraft der Länder bilden sich diese Entwicklungen auch in den jeweiligen FuE-Intensitäten ab (Abb. 2.1.1, Abb. 2.1.3 und Tab. A.2.1 im Anhang): Im Jahr 2015 wiesen Israel (4,3 %) und Korea (4,2 %) die mit Abstand höchsten FuE-Intensitäten weltweit auf, gefolgt von der Schweiz (3,4 %), Schweden und Japan (3,3 %), Österreich (3,1 %), Dänemark (3,0 %) und Deutschland (2,9 %). Gegenüber den Vorjahren bedeutet dies:

- Finnlands FuE-Intensität ist weiter stark rückläufig. Nach noch 3,7 % im Jahr 2010 ist diese bis 2015 auf nur noch 2,9 % gesunken.

- Die FuE-Intensität in der Schweiz ist deutlich gestiegen. Da entsprechende Daten für die Schweiz nur in mehrjährigen Abständen erhoben werden, ist nicht ersichtlich, wie sich dieser Zuwachs auf die Jahre 2013 bis 2015 verteilt.
- Die internationalen Positionen von Deutschland (2,9 %) und den USA (2,8 %) haben sich nicht verändert. Beide Länder liegen weiterhin deutlich über dem Durchschnitt aller OECD-Länder, der weiterhin bei 2,4 % liegt.
- In den osteuropäischen EU-Ländern ist aktuell keine FuE-Intensivierung festzustellen. Auf niedrigem Niveau haben seit 2012/13 Polen (1,0 %) und die Slowakei (1,2 %) ihre gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität leicht gesteigert, während Slowenien (2,2 %) hier verloren hat.
- Unter den BRICS-Ländern steigert China seine FuE-Intensität weiter kontinuierlich und erreicht 2015 einen Anteil der gesamtwirtschaftlichen FuE-Aufwendungen am BIP von 2,1 %. Auch in Brasilien zeigt sich bis 2014 eine leicht steigende Tendenz (1,3 %). Insgesamt liegt die FuE-Intensität in den BRICS-Ländern weiterhin deutlich unterhalb des OECD-Durchschnitts.

Abb. 2.1.3: FuE-Intensität* in den OECD-Ländern 2015



*) FuE-Ausgaben der durchführenden Sektoren in % des Bruttoinlandsprodukts

1) 2013 statt 2015 - 2) 2014 statt 2015.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – Zusammenstellung des CWS.

2.1.2 FuE in der Wirtschaft, in Hochschulen und Forschungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen

Die Bruttoinlandsaufwendungen für FuE teilen sich zwischen Wirtschaft und FuE-Einrichtungen des öffentlichen Bereichs (Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen) auf. Entsprechend ihres Anteils kann die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität in die Komponenten Wirtschaft, Hochschulen, Staat (öffentlich finanzierte außeruniversitäre FuE-Einrichtungen, einschl. Organisationen ohne Erwerbscharakter) zerlegt werden (Abb. 2.1.3 sowie Tab. A.2.2 und Tab. A.2.3 im Anhang).

FuE wird zum überwiegenden Teil in der Wirtschaft durchgeführt, im Schnitt der OECD-Länder zu 69 % (2015). Hochschulen liegen innerhalb des Sektors Wissenschaft/Forschung mit 18 % vor den außeruniversitären FuE-Einrichtungen zusammen mit privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (13 %). Dabei streuen die Anteile des öffentlichen Sektors ziemlich stark zwischen den hoch entwickelten Volkswirtschaften, von über 40 % in den südeuropäischen Ländern, den Niederlanden, Polen und Kanada über gut einem Drittel in einer Reihe von nord- und westeuropäischen Ländern bis hin zu 28 % in den USA und gut einem Fünftel in China (23 %) Japan und Korea (22 %). Generell gilt: In Europa ist der „öffentliche FuE-Sektor“ mit einem Anteil von 36 % an den gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten von deutlich höherer Relevanz als bspw. in den USA und den asiatischen Ländern. In Deutschland entfielen 2015 insgesamt 69 % der FuE-Aufwendungen auf die Wirtschaft, 17 % auf Hochschulen und 14 % auf außeruniversitäre Einrichtungen⁴⁵. Damit entspricht die Struktur genau derjenigen 10 Jahre zuvor.

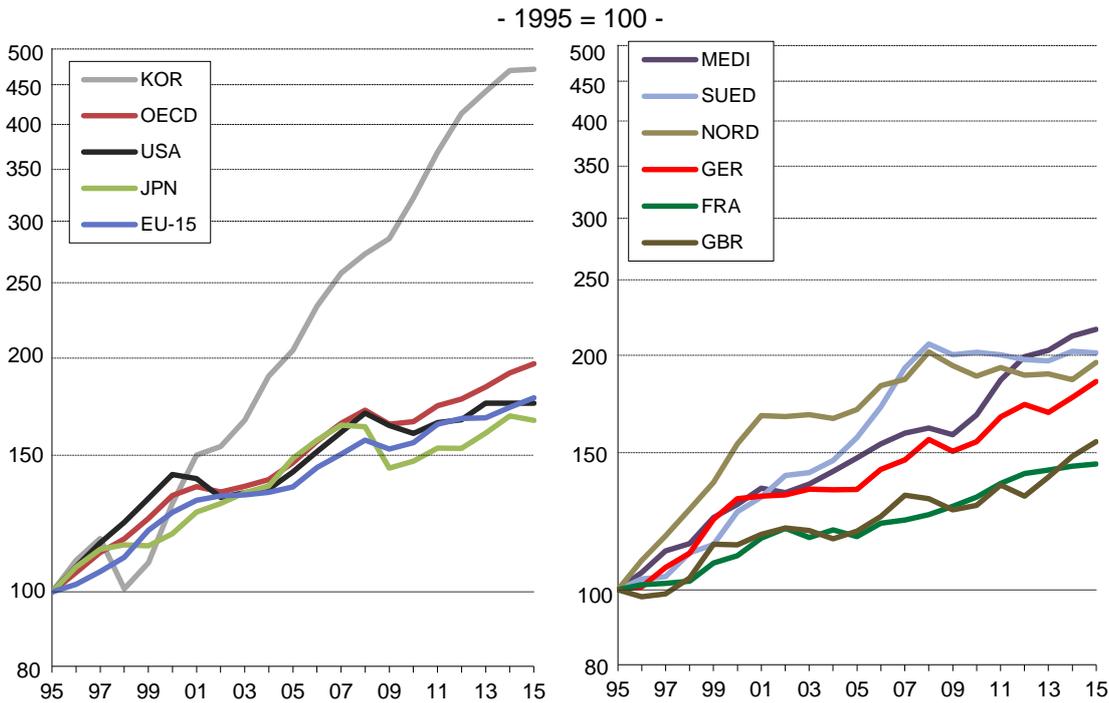
In vielen Ländern hat die Wirtschaft im Krisenjahr 2009 deutlich weniger in FuE investiert als im Vorjahr, während die öffentlichen FuE-Aufwendungen in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen weitergewachsen sind. Dies hat vielfach zu einer Strukturverschiebung hin zu öffentlicher FuE geführt. Ab 2010 sind die FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft aber wieder deutlich stärker ausgeweitet worden als in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen. Im Ergebnis hat dies dazu geführt, dass in den meisten betrachteten Ländern der Anteil der Wirtschaft an den gesamten FuE-Aufwendungen im Jahr 2015 über demjenigen des Jahres 2005 lag (Tab. A.2.3). Lediglich in Finnland und Schweden ist es im gleichen Zeitraum zu einem Rückgang der Bedeutung von FuE in der Wirtschaft gekommen.⁴⁶

Betrachtet man das reale Wachstum der FuE-Aufwendungen differenziert nach Wirtschaft (Abb. 2.1.4) und öffentlichen Einrichtungen (Abb. 2.1.5), so zeigt sich, dass die FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft insgesamt stärker ausgeweitet worden sind als im öffentlichen Bereich. Deutlich wird dabei aber auch das Problem der südeuropäischen Länder, in denen die Wirtschaft seit 2010 keine realen Zuwächse bei den FuE-Aufwendungen zu verzeichnen hat, während der öffentliche Bereich sogar deutliche Verluste aufweist: Die Wirtschaft gewinnt relativ an Bedeutung, weil der öffentliche Bereich schrumpft. Umgekehrt ist es in nordeuropäischen Ländern, wo in Schweden und Finnland der öffentliche Bereich deutlich gewachsen ist und gleichzeitig die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft zwischen 2008 und 2014 zurückgegangen sind, was einen relativen Bedeutungsverlust der Wirtschaft zur Folge hat.

⁴⁵ In Tab. A.2.2 im Anhang entspricht dies der Summe der Kategorien „Staat“ und „Organisationen ohne Erwerbszweck“.

⁴⁶ In der Schweiz und in Kanada ist der Anteil ebenfalls gesunken. Allerdings sind die Ergebnisse aufgrund eines abweichenden Zeitrahmens nicht vergleichbar.

Abb. 2.1.4: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2015

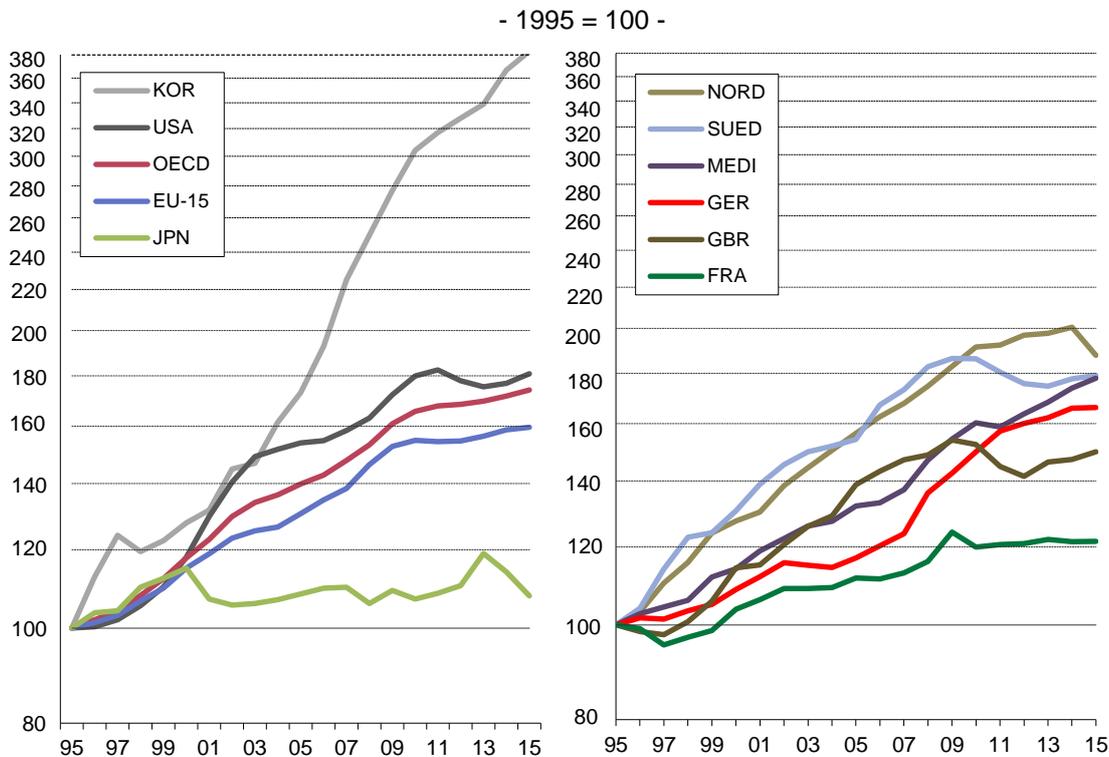


Halblogarithmischer Maßstab. – Daten teilweise geschätzt.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Abb. 2.1.5: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen¹⁾ in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2015



Halblogarithmischer Maßstab. Daten zum Teil geschätzt - 1) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

In Korea und China hat die Wirtschaft ihre FuE-Aufwendungen bis 2012 weiter mit 10- bzw. fast 20-prozentigen jährlichen Zuwächsen ausgeweitet. Diese Entwicklung zeigt seit 2013 deutliche Brems Spuren, die sowohl die Wirtschaft als auch den Bereich öffentlicher FuE betreffen (Tab. 2.1.1). Die FuE-Aufwendungen der koreanischen Wirtschaft stagnieren 2015 erstmals, während die Aufwendungen öffentlicher Einrichtungen mit rund 5 % nur noch etwa halb so stark wachsen wie noch in der Vordekade. Auch in China sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 2015 „nur noch“ um 9 % gewachsen, öffentliche Aufwendungen zeigen 2014 eine Delle (+6 %), 2015 (12 %) wurde wieder gegengesteuert.

2.1.3 Staatliche FuE-Aufwendungen

Die Haushaltsansätze des Staates für zivile FuE bilden einen Indikator für Investitionen des Staates in FuE. Da es sich dabei zunächst um Plandaten handelt und weil die Mittel in den öffentlichen FuE-Budgets nicht allein für die Durchführung von FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen verwendet werden, weichen sie von den tatsächlichen FuE-Ausgaben des öffentlichen Sektors (Hochschulen, Staat) ab. Anders als Daten zu den realisierten FuE-Aufwendungen, die erst mit zeitlicher Verzögerung vorliegen, sind Haushaltsansätze aber bereits zu Beginn eines Kalenderjahres verfügbar und weisen somit den Charakter eines Frühindikators hinsichtlich der öffentlichen FuE-Aufwendungen auf.⁴⁷

Als eine Reaktion auf die Wirtschaftskrise 2008/09 hat eine Reihe von Staaten ihre Ausgaben für FuE kurzfristig erheblich ausgeweitet. Soweit anhand der aktuellen Haushaltsansätze der Länder zu erkennen, haben sich die Bemühungen zur Krisenbewältigung danach in unterschiedlicher Weise in der Bereitschaft niedergeschlagen, öffentliche Mittel für zivile FuE bereitzustellen (Abb. 2.1.6).

So sind die Haushaltsansätze für zivile FuE in den USA schnell fast wieder auf Vorkrisenniveau zurückgefahren worden,⁴⁸ ähnlich auch in Großbritannien, wo es aber ab 2013 wieder zu einer Aufstockung der Mittel gekommen ist.

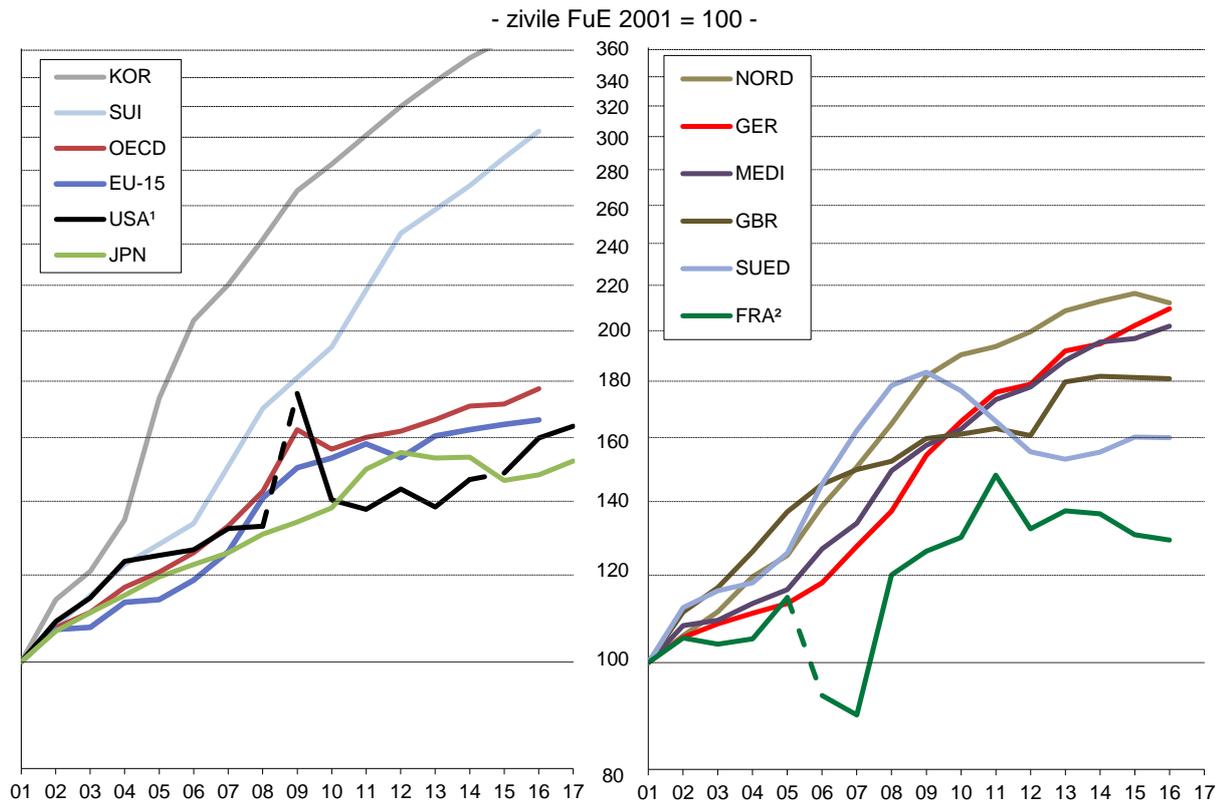
In Südeuropa waren die Haushaltsansätze für zivile FuE z. T. schon 2009 rückläufig (Griechenland, Italien) und sind in den Folgejahren stark zurückgefahren worden (Griechenland, Italien, Spanien). Hier haben sich die Staatsschuldenkrise und die damit verbundenen Haushaltskonsolidierungsmaßnahmen bis heute sehr direkt in den staatlichen FuE-Aktivitäten niedergeschlagen. Diese Entwicklung hat sich bis 2013 fortgesetzt. In 2014 zeigen sich erste Anzeichen für eine Stabilisierung.

Im Gegensatz dazu sind die Haushaltsansätze für FuE in Deutschland und Schweden sowie anderen mittel- und nordeuropäischen Ländern auch nach 2009 weiter ausgeweitet worden. Frankreich hat seine Haushaltsmittel für zivile FuE nach 2013 sogar weiter zurückgefahren.

⁴⁷ Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden nur die Haushaltsansätze für zivile FuE verwendet. Durch den hohen Anteil des Verteidigungshaushalts an den gesamten Haushaltsmitteln für FuE in den USA (rund 50 %) und das hohe Gewicht der USA in der OECD wird die Entwicklung der gesamten staatlichen Budgets für FuE stark durch den US-Militärhaushalt beeinflusst.

⁴⁸ In den USA hat insbesondere das Konjunkturpaket des „American Recovery and Reinvestment Act of 2009“ zu einem massiven Zuwachs beigetragen, was sich aufgrund des großen Strukturgewichts der USA auch in der OECD-Gesamtentwicklung niedergeschlagen hat. Dem Einmal-Charakter des Programms entsprechend ist der Haushaltsansatz in den Folgejahren wieder um über 20 % (2010) gesenkt worden, vgl. National Science Board (2012).

Abb. 2.1.6: Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 2001 bis 2017



Halblogarithmischer Maßstab.

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

1) 2009: Bruch in der Reihe. – 2) 2006: Bruch in der Reihe.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

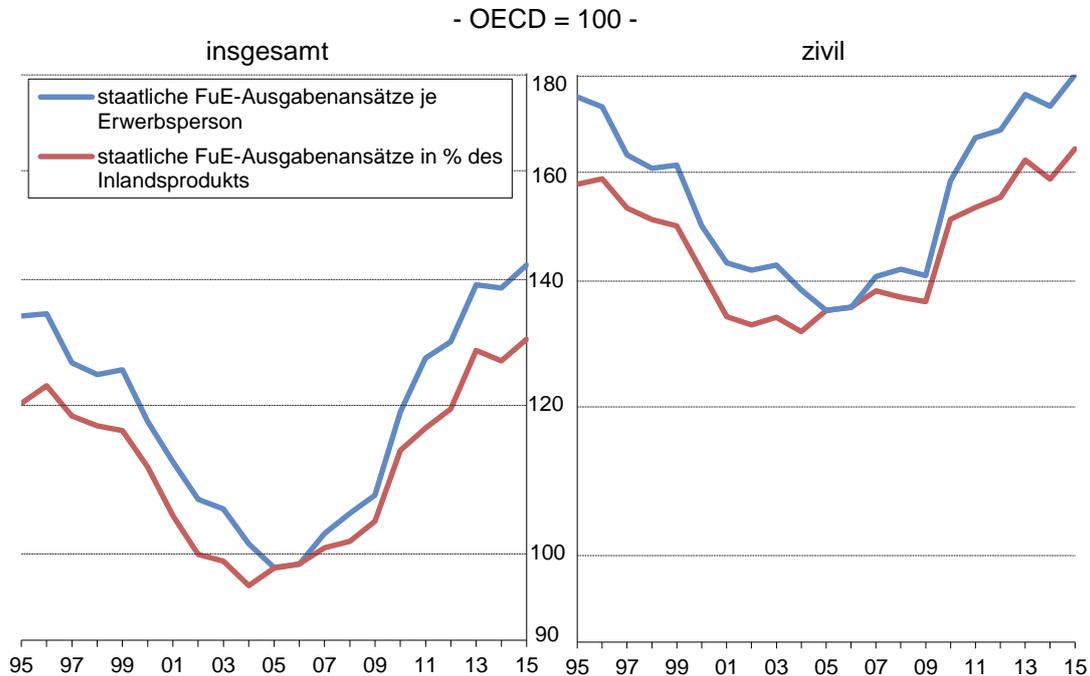
Ein Vergleich der staatlichen Haushaltsansätze für FuE in Deutschland mit dem entsprechenden Durchschnitt der OECD-Länder verdeutlicht die seit dem Tiefpunkt im Jahr 2004 zunehmende Positionsverbesserung bis zum Jahr 2015 (Abb. 2.1.7). Im Jahr 2015 sind die staatlichen Ausgabenansätze für FuE bezogen auf das Inlandprodukt oder die Zahl der Erwerbstätigen in Deutschland erneut wieder stärker gestiegen als im OECD-Durchschnitt.

Die aktuelle Struktur der staatlichen Ausgaben nach Forschungszielen zeigt sich im internationalen Vergleich gegenüber den Vorjahren wenig verändert (Tab. 2.1.2).⁴⁹ Neben den unspezifischen Kategorien „allgemeine Hochschulforschungsmittel“ und „nicht zielorientierte Forschung“ sind Schwerpunkte in den USA und Großbritannien vor allem bei der Gesundheitsforschung, in Deutschland bei industriellen Technologien und in Japan bei Energietechnologien zu erkennen. Weltraumforschung ist eine Domäne der USA. Bei längerfristiger Betrachtung zeigen sich einige Änderungen hinsichtlich der Zielstruktur des staatlichen Mitteleinsatzes für zivile FuE. Generell floss 2016 ein deutlich höherer Anteil dieser Mittel in nicht zielorientierte Forschung als noch 10 Jahre zuvor. Deshalb ist der Anteil vieler spezifischer Forschungsziele zurückgegangen. Lediglich FuE im Energiebereich hat außer in

⁴⁹ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016).

Japan leicht an Bedeutung gewonnen. Insgesamt ist der Anteil der FuE-Ausgaben für zivile Zwecke an den gesamten staatlichen FuE-Ausgaben deutlich von 68 % (2006) auf fast 76 % (2015) gestiegen.

Abb. 2.1.7: Staatliche FuE-Ausgabenansätze in Deutschland 1995 bis 2015 im Vergleich zum OECD-Durchschnitt (OECD=100)



Halblogarithmischer Maßstab.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. 2.1.2: Struktur der staatlichen zivilen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2014 (Anteile in %)

	GER		USA		JPN		GBR ¹		FRA		OECD ²	
	2006	2016	2006	2016	2006	2016	2006	2015	2006	2016	2006	2015
Erforschung u. Nutzung d. irdischen Umwelt	2,0	1,8	1,8	2,3	1,8	1,4	3,5	4,5	1,2	1,4	2,0	2,2
Verkehr, Telekommunikation und andere Infrastrukturen	1,9	1,6	3,1	2,1	4,4	3,2	1,3	4,4	1,1	5,3	2,7	2,6
Umwelt	3,3	3,0	1,1	0,7	0,9	2,3	2,3	2,7	3,9	1,6	2,2	2,2
Gesundheitsprojekte	4,8	5,3	51,9	49,3	4,2	4,3	20,4	28,0	8,3	7,4	21,2	19,6
Energie	3,1	4,9	2,2	4,8	16,0	12,4	0,6	3,0	6,3	6,8	5,2	6,1
Landwirtschaft	2,4	3,3	4,7	3,8	3,6	3,2	4,1	4,1	2,1	3,6	4,7	3,9
Industrielle Produktion und Technologie	13,5	12,5	0,8	1,1	7,7	7,3	3,5	4,3	10,3	1,5	9,6	8,9
Weltraumforschung und -nutzung	5,2	5,3	18,2	17,7	7,1	6,4	2,2	4,0	12,2	6,3	9,0	7,9
Allg. Hochschulforschungsmittel für Grundlagenforschung	41,9	41,4	0,0	0,0	36,0	37,0	30,6	26,2	38,0	26,4	24,1	23,7
Nicht zielorientierte Forschung	18,8	17,5	13,2	15,8	17,6	21,9	26,2	13,8	12,6	24,2	15,7	18,7
sonstige ³	3,0	3,3	3,2	2,5	0,7	0,6	5,2	5,1	4,0	15,4	3,7	4,2
FuE-Ausgaben für zivile Zwecke	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Anteil der FuE-Ausgaben für zivile Zwecke an insgesamt	93,5	97,2	42,1	48,6	94,9	96,9	76,2	83,6	72,1	93,6	68,1	75,6

1) 2015 statt 2016. - 2) 2015 statt 2016, geschätzt.

3) Bildung, Kultur, Erholung, Religion und Massenmedien, gesellschaftliche Strukturen u. Beziehungen. -

USA und JPN: Nur Bundes- bzw. Zentralregierung

Quelle: OECD Science, Technology and R&D Statistics. - Berechnungen des CWS.

2.1.4 Art der FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen

Die Durchführung von FuE in Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen ist in ihrer Bedeutung aber nicht nur kompensatorisch in Hinblick auf die FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft zu sehen, denn hier werden zentrale Grundlagen und wichtige Ergänzungen für die in Unternehmen durchgeführte FuE gelegt.⁵⁰ Unternehmen richten FuE eher an kurz- und mittelfristigen Markt- und Absatzaussichten aus und setzen ihre Mittel deshalb vor allem im Bereich der experimentellen Entwicklung und der angewandten Forschung ein, während im öffentlichen Bereich insbesondere längerfristig ausgerichtete Grundlagenforschung und angewandte Forschung betrieben werden (Tab. 2.1.3 und Tab. A.2.4 im Anhang).

Grundlagenforschung wird in den OECD-Ländern⁵¹ überwiegend an den Hochschulen betrieben und macht dort zumeist weit über 40 % der eingesetzten Forschungsmittel aus. Hinzu kommen wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen, die im Schnitt ebenfalls 20 % bis 30 % ihrer Mittel für Grundlagenforschung einsetzen. Anders als in den meisten anderen Ländern betreiben wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen in Deutschland mit 58 % der FuE-Aufwendungen vor allem Grundlagenforschung. Forschung im engeren Sinne wird also in den meisten Ländern vom Staat finanziert und in Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen durchgeführt.

Angewandte Forschung hat ihren (relativen) Schwerpunkt in wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb von Hochschulen. In vielen Ländern richten diese FuE-Einrichtungen die Hälfte oder mehr ihrer Aktivitäten hierauf aus. In Deutschland und Belgien (Grundlagenforschung), den USA, Japan und Korea (experimentelle Entwicklung) sind die wissenschaftlichen Einrichtungen hinsichtlich ihres Mitteleinsatzes breiter aufgestellt bzw. stärker auf andere Ziele ausgerichtet. In den meisten berücksichtigten OECD-Ländern stellt angewandte Forschung in den Hochschulen den jeweils zweitwichtigsten Bereich nach der Grundlagenforschung. Die Wirtschaft bewegt sich bei ihren FuE-Aktivitäten vielfach nur mit einem Anteil von deutlich unter 50 % auf diesem Feld. Die deutsche Wirtschaft betreibt zu 45 % angewandte Forschung.

Grundlagenforschung spielt im FuE-System Chinas nach wie vor eine untergeordnete Rolle. Nur 5 % aller FuE-Aufwendungen dienen diesem Ziel. Hochschulen haben ihren Schwerpunkt mit 52 % der FuE-Aufwendungen eher im Bereich angewandter Forschung. Wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen (56 %) und insbesondere die Wirtschaft (97 %) sind vor allem auf experimentelle Entwicklung ausgerichtet.

⁵⁰ Vgl. dazu z.B. BMBF (2013); Schibany, Gassler (2010) oder MIT (2015).

⁵¹ Da entsprechende Daten nur für einen Teil der OECD-Länder und teilweise zeitlich verzögert verfügbar sind, lässt sich FuE in den Statistiken nicht durchgängig nach der Art der Forschung und der durchführenden Sektoren auswerten. Für Deutschland fehlen z. B. vergleichbare Angaben für die Aufteilung von FuE in Hochschulen.

Tab. 2.1.3: FuE-Aufwendungen in ausgewählten OECD-Ländern nach durchführenden Sektoren und Art der FuE 2015 (Anteile in %)

Durchführung	Land/Region	Grundlagenforschung	Angewandte Forschung	Experimentelle Entwicklung
insgesamt	BEL	15,6	45,4	39,0
	DEN	19,4	36,9	42,7
	GER			
	FIN			
	FRA	24,4	37,6	34,7
	GBR	16,7	44,3	39,0
	ISR	12,3	11,2	76,6
	ITA	24,4	45,4	30,2
	JPN	11,9	19,9	63,7
	KOR	17,2	20,8	61,9
	NED	27,0	44,6	28,4
	AUT	17,6	34,5	46,2
	POL	31,9	20,3	47,8
	SWE			
	SUI	38,2	28,5	33,3
	ESP	22,0	40,9	37,1
	USA	17,6	19,9	62,5
CHN	5,1	10,8	84,2	
RSA	23,8	47,3	28,9	
Hochschulen	BEL	18,6	74,2	7,2
	DEN	42,7	43,6	13,6
	GER			
	FIN			
	FRA	82,1	14,4	3,1
	GBR	33,3	52,0	14,7
	ISR	68,2	24,8	7,0
	ITA	56,1	33,8	10,2
	JPN	38,7	23,9	6,0
	KOR	35,3	33,1	31,6
	NED	57,4	42,6	
	AUT	55,4	36,5	8,1
	POL	68,2	19,9	11,9
	SWE			
	SUI	78,9	14,9	6,2
	ESP	47,6	37,1	15,3
	USA	63,8	28,8	7,4
CHN	39,2	51,7	9,1	
RSA	51,9	33,1	15,0	
wiss. Einrichtungen	BEL	63,9	21,9	14,2
	DEN	16,6	65,7	17,7
	GER	58,0	37,1	4,9
	FIN	10,1	64,5	25,5
	FRA	23,0	47,9	4,4
	GBR	41,9	45,9	12,2
	ISR	19,9		80,1
	ITA	26,5	66,3	7,2
	JPN	20,6	36,8	38,3
	KOR	35,5	20,9	43,5
	NED	25,2	62,6	12,2
	AUT	20,6	39,0	5,2
	POL	39,3	25,2	35,5
	SWE	15,9	58,9	25,2
	SUI	47,7	48,4	3,9
	ESP	33,7	52,0	14,3
	USA	28,6	30,4	41,0
CHN	13,7	29,8	56,5	
RSA	20,3	55,1	24,6	
Wirtschaft	BEL	8,2	40,1	51,7
	DEN	7,2	32,3	59,0
	GER	6,0	44,6	49,4
	FIN	3,3	12,5	84,2
	FRA	6,0	42,6	51,3
	GBR	6,7	41,7	51,7
	ISR	3,5	9,5	87,0
	ITA	9,8	44,5	45,7
	JPN	6,7	17,2	75,9
	KOR	12,4	19,3	68,2
	NED	9,9	42,0	48,0
	AUT	5,0	33,3	61,7
	POL	5,4	18,0	76,5
	SWE	2,3	14,6	83,1
	SUI	22,6	32,9	44,5
	ESP	4,1	38,7	57,1
	USA	6,0	15,8	78,1
CHN	0,1	3,0	96,9	
RSA	8,2	51,7	40,1	

FRA 2014; USA, ISR und RSA 2013.

FRA, JPN: ohne nicht zurechenbare Anteile ("not elsewhere classified")

Quelle: Eurostat und OECD Science, Technology and R&D Statistics. – Berechnungen des CWS.

In der Mehrzahl der betrachteten Länder fließen die meisten Mittel in die experimentelle Entwicklung, d. h. in neue Produkte und Verfahren. Am bedeutendsten ist die experimentelle Entwicklung für die Wirtschaft, gefolgt von den wissenschaftlichen Einrichtungen und den Hochschulen, die in den meisten Ländern weniger als 15 % ihrer FuE-Mittel hierfür einsetzen.

Die aktuellen Ergebnisse belegen, dass die Schwerpunkte zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE weiterhin sehr unterschiedlich gelagert sind. Dies ist bei einem Vergleich von Strukturkennziffern in Rechnung zu stellen. Während bei öffentlichen FuE-Einrichtungen die Betonung eindeutig auf dem „F“ liegt, dominiert in der Wirtschaft das „E“.

2.2 FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen in Deutschland

Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen haben zu den im internationalen Vergleich überdurchschnittlichen Zuwächsen an FuE-Aufwendungen in Deutschland zwischen 2008 und 2012 beigetragen (Tab. 2.1.1). Bis 2007 lagen die gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen lange Jahre knapp oberhalb von 2,4 % des BIP, danach kam es bis 2012 zu einem Anstieg auf knapp 2,9 % (Abb. 2.2.1 auch Tab. A.2.1 im Anhang). Im Jahr 2013 ist diese Quote leicht auf 2,8 % gefallen, bevor die seit 2014 verstärkt wachsenden FuE-Aufwendungen die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität auf über 2,9 % haben steigen lassen. Dabei hat insbesondere die Wirtschaft bis 2016 von 1,7 % auf 2,0 % zugelegt, während der öffentliche Sektor seine FuE-Intensität von 0,7 % auf über 0,9 % gesteigert hat.⁵²

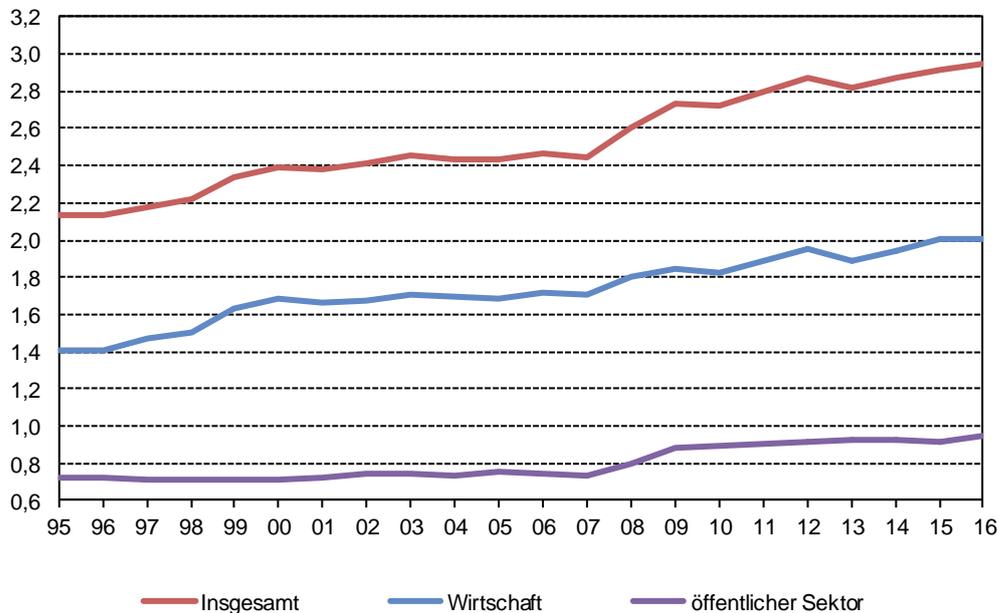
Folgende Punkte erläutern Rolle und Gewicht von industrieller und öffentlicher FuE im deutschen Innovationssystem (Tab. 2.2.1):

- Die deutsche Wirtschaft – der Begriff umfasst Unternehmen sowie die Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG) – hat im Jahr 2016 FuE-Aktivitäten im Umfang von fast 63 Mrd. Euro durchgeführt und damit 68 % der gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten bereitgestellt. Die FuE-Aufwendungen sind gegenüber dem Vorjahr um 3 % gewachsen. Die Wirtschaft hat 2016 mit 413.000 Personen (in Vollzeitäquivalenten gerechnet) 63 % des gesamten FuE-Personals in Deutschland beschäftigt. Der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr betrug 2 %. Damit haben sich die Zuwächse bei FuE gegenüber dem Vorjahr deutlich verringert. Im Jahr 2015 haben die FuE-Aufwendungen noch um 7 % und das FuE-Personal sogar um 9 % zugelegt.
- Im Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen umfassenden öffentlichen Sektor wurden nach vorläufigen Berechnungen im Jahr 2016 Mittel in Höhe von 29,6 Mrd. Euro für die Durchführung von FuE aufgewendet, davon 16,9 Mrd. Euro für Hochschulforschung (18 % aller FuE-Aufwendungen) und 12,7 Mrd. Euro außerhalb der Hochschulen (14 % aller FuE-Aufwendungen). Das dafür eingesetzte FuE-Personal entsprach mit knapp 244.000 Personen 37 % des gesamten FuE-Personals in Deutschland. Gegenüber dem Vorjahr werden dabei für Hochschulen erhebliche höhere Zuwächse ausgewiesen als in

⁵² Zur langfristigen Entwicklung der FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Deutschland vgl. auch Tab. A.2.2 im Anhang. Die aktuelle Entwicklung in Deutschland wird in Abschnitt 9.2 noch einmal differenziert betrachtet.

den Vorjahren.⁵³ In wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen wird hingegen von relativ konstanten Ressourcen ausgegangen (FuE-Aufwendungen +1,7 %; FuE-Personal -1,5 %).

Abb. 2.2.1: FuE-Aufwendungen in % des Bruttoinlandsprodukts in Deutschland 1995 bis 2015



1) Geschätzt, Wirtschaft – Planangaben.

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

- Weiterhin erbringt die Wirtschaft mit 68 % aller Aufwendungen und 63 % des Personals den überwiegenden Teil der FuE-Leistungen in Deutschland. Nachdem es im Gefolge der Wirtschaftskrise in 2009 und 2010 zu einer deutlichen Anteilsverschiebung zugunsten der FuE-Kapazitäten in Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen gekommen war, sind in den letzten Jahren nur geringen Schwankungen bei der Arbeitsteilung zwischen Wirtschaft und öffentlich geförderten FuE-Einrichtungen zu beobachten.
- In der Wirtschaft wurden 2015 insgesamt 45 % der FuE-Aufwendungen für die Durchführung von angewandter Forschung und 49 % für experimentelle Entwicklung ausgegeben, für Grundlagenforschung blieben 6 %.⁵⁴ Diese Relationen haben sich in den 10 Jahren zuvor nur wenig verändert. Insgesamt unterscheiden sich die Strukturen jedoch signifikant von denen in den meisten westlichen Industrieländern: Deutsche Unternehmen verwenden sehr viel mehr Mittel für angewandte Forschung und veranschlagen einen deutlich geringeren Anteil für experimentelle Entwicklung (Tab. 2.1.3). Dagegen führen wissenschaftliche Einrichtungen au-

⁵³ Demnach wären die FuE-Aufwendungen der Hochschulen 2016 um 10 % und das FuE-Personal um 7 % gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Ein Teil dieses Zuwachses dürfte aber auch methodische Änderungen zurückzuführen sein, denn Eurostat, die diese vorläufigen Daten veröffentlicht hat, weist an dieser Stelle für 2016 einen „Bruch in der Reihe“ aus. Vgl. Tabelle „rd_e_gerdot“ in der Eurostat-Datenbank (<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>).

⁵⁴ Vgl. Tab. 2.1.3, auch SV Wissenschaftsstatistik (2017a).

Berhalb der Hochschulen in Deutschland weitaus mehr Grundlagenforschung aus als in anderen Ländern, während experimentelle Entwicklung hier kaum eine Rolle spielt.⁵⁵

Tab. 2.2.1: FuE-Aufwendungen und -Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Forschungseinrichtungen 2012 bis 2016

	2012		2013		2014		2015		2016*	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
FuE-Aufwendungen (Mio. €)										
Wirtschaft (interne Aufwendungen) ¹⁾	53.790	68,0	53.566	67,2	56.996	67,7	60.952	68,7	62.826	68,0
Unternehmen	53.517	67,6	53.296	66,8	56.726	67,3	60.657	68,3	62.531	67,7
IfG	273	0,3	270	0,3	270	0,3	295	0,3	295	0,3
Wissenschaft, öffentliche Forschung	25.320	32,0	26.163	32,8	27.250	32,3	27.830	31,3	29.593	32,0
Hochschulen	13.980	17,7	14.302	17,9	14.930	17,7	15.344	17,3	16.893	18,3
Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck	11.341	14,3	11.862	14,9	12.320	14,6	12.486	14,1	12.700	13,7
Insgesamt	79.110	100,0	79.730	100,0	84.246	100,0	88.782	100,0	92.419	100,0
FuE-Personal (Vollzeitäquivalente)										
Wirtschaft ¹⁾	367.478	62,2	360.375	61,2	371.706	61,4	404.767	63,2	413.027	62,9
Unternehmen	364.095	61,6	357.003	60,7	368.334	60,9	401.231	62,6	409.492	62,4
IfG	3.383	0,6	3.372	0,6	3.372	0,6	3.536	0,6	3.536	0,5
Wissenschaft, öffentliche Forschung	223.782	37,8	228.240	38,8	233.547	38,6	235.749	36,8	243.700	37,1
Hochschulen	127.900	21,6	130.079	22,1	132.542	21,9	134.032	20,9	143.500	21,9
Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck	95.882	16,2	98.161	16,7	101.005	16,7	101.717	15,9	100.200	15,3
Insgesamt	591.260	100,0	588.615	100,0	605.253	100,0	640.516	100,0	656.727	100,0

*: Vorläufig

1) 2013 und 2015: Vollerhebung; 2012, 2014 und 2016: Kurzerhebung.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt. – Berechnungen des CWS.

- Trotz der zwischenzeitlichen Steigerung der FuE-Kapazitäten im öffentlichen Bereich ist das FuE-Verhalten der Wirtschaft weiterhin von zentraler Bedeutung für die Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Die langfristige Entwicklung der FuE-Aktivitäten in der deutschen Wirtschaft (Abb. 2.2.1) beinhaltet auch eine nicht zu vernachlässigende Konjunkturkomponente.⁵⁶ Aus Sicht der Unternehmen ist FuE nicht autonom, sondern eine Investition und damit abhängig von den Ertragsersparungen, die an FuE-Projekte geknüpft werden können. Dies hat sich mit negativem Vorzeichen im Krisenjahr 2009 gezeigt und mit dem (Wieder-)Aufschwung 2010/11 mit positivem Effekt bestätigt. Positive konjunkturelle Erwartungen dürften auch zur deutlichen Steigerung der eingesetzten FuE-Ressourcen im Jahr 2015 und zum weiteren Anstieg in 2016 beigetragen haben.

Neben den konjunkturellen Erwartungen nehmen aber auch eine ganze Reihe von weiteren Faktoren Einfluss auf FuE-Aktivitäten der Unternehmen: Rahmenbedingungen (z. B. Verfügbarkeit von FuE-Ressourcen, öffentliche Förderung, internationaler Wettbewerbsdruck, Digitalisierung und Globalisierung) ändern sich und das FuE-Verhalten der Unternehmen passt sich an und differiert z. B. hinsichtlich Größe, Branche oder Region.

⁵⁵ Da keine Angaben über die entsprechende Verteilung von FuE an Hochschulen verfügbar sind, kann hier keine Aussage über den gesamten öffentlichen Sektor gemacht werden.

⁵⁶ Vgl. Schasse, Kladroba, Stenke (2012) zur Konjunkturresilienz von FuE im internationalen Vergleich.

Im Folgenden werden Indikatoren zur Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft (Tab. 2.2.2) herangezogen, um diese Veränderungen sichtbar zu machen. Dabei steht zunächst das FuE-Verhalten von kleinen und mittelgroßen Unternehmen (KMU) im Fokus (Abschnitt 3), es folgt eine differenzierte Betrachtung nach Wirtschaftszweigen (Abschnitt 4) bevor näher auf Fragen der Finanzierung von FuE durch die Wirtschaft, den Staat und das Ausland eingegangen wird (Abschnitt 5). Strukturelle Aspekte des eingesetzten Personals (Abschnitt 6) beleuchten den Faktoreinsatz und FuE-Aufträge durch die Wirtschaft an externe Partner (Abschnitt 7) sagen etwas über FuE-Kooperationen aus. Es folgt ein Blick auf die regionale Verteilung von FuE innerhalb Deutschlands (Abschnitt 8).

Tab. 2.2.2: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1995 bis 2015

	Anteile in %										
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Finanzierung von FuE in der Wirtschaft 1)											
Wirtschaft	90,3	88,0	90,7	92,9	93,1	92,3	92,1	91,5	90,9	91,0	89,3
Staat	7,5	8,3	6,4	4,1	4,3	4,1	3,9	4,2	4,4	3,3	3,3
<i>davon in Klein- und Mittelunternehmen</i>	<i>7,4</i>	<i>9,2</i>	<i>7,2</i>	<i>5,5</i>	<i>6,5</i>	<i>5,6</i>	<i>6,4</i>	<i>7,5</i>	<i>8,7</i>	<i>10,1</i>	<i>10,8</i>
<i>Unternehmen > 500</i>	<i>7,0</i>	<i>7,7</i>	<i>6,3</i>	<i>3,3</i>	<i>3,5</i>	<i>3,3</i>	<i>3,0</i>	<i>3,1</i>	<i>3,1</i>	<i>1,8</i>	<i>1,8</i>
Ausland	2,1	3,6	2,7	2,9	2,5	3,5	3,8	4,2	4,5	5,5	7,3
Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen											
weniger als 100 Beschäftigte	8,1	8,6	7,1	6,3	5,7	6,3	8,3	8,9	9,9	10,2	9,0
100 bis unter 500 Beschäftigte	11,7	11,4	11,2	11,6	11,8	13,5	13,7	13,6	14,1	12,7	12,1
500 bis unter 1.000 Beschäftigte	6,2	6,9	7,1	6,8	7,8	6,9	7,5	6,9	7,3	7,8	7,2
1.000 und mehr Beschäftigte	74,1	73,1	74,6	75,3	74,8	73,3	70,5	70,5	68,7	69,3	71,7
Anteil der Wirtschaftszweige am FuE-Personal 2)											
Chemie und Pharma	17,5	16,8	14,5	13,9	14,2	13,2	12,9	12,2	11,9	11,2	10,4
Maschinenbau	13,7	13,6	12,1	12,0	11,7	11,8	12,0	11,4	11,3	11,6	10,7
Elektro, Elektronik, Instrumente, Computer	29,0	25,0	23,5	25,9	23,1	22,1	20,2	19,0	19,6	21,1	20,0
Fahrzeugbau	25,0	28,5	29,6	28,7	32,0	32,8	30,5	29,8	29,3	29,0	29,6
übr. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	8,2	8,2	8,3	7,6	7,7	7,5	10,6	10,3	10,1	10,0	9,4
übr. Warenproduzierendes Gewerbe	0,8	0,9	0,9	0,6	0,6	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,8
Dienstleistungen	4,4	5,8	9,7	9,8	9,5	10,8	11,9	15,3	16,0	15,2	18,2
Gemeinschaftsforschung	1,4	1,3	1,3	1,5	1,2	1,5	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9
Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 3)											
insgesamt	10,5	13,3	14,9	17,0	18,3	20,2	19,5	19,8	19,5	21,8	21,8
<i>Klein- und Mittelunternehmen</i>	<i>8,1</i>	<i>8,4</i>	<i>8,2</i>	<i>11,9</i>	<i>10,1</i>	<i>10,5</i>	<i>11,7</i>	<i>12,0</i>	<i>11,3</i>	<i>11,3</i>	<i>11,3</i>
<i>Unternehmen > 500</i>	<i>10,5</i>	<i>14,1</i>	<i>15,5</i>	<i>17,5</i>	<i>19,1</i>	<i>21,5</i>	<i>20,6</i>	<i>21,0</i>	<i>20,6</i>	<i>23,2</i>	<i>23,1</i>
Durchführung externer FuE der Wirtschaft											
Wirtschaft	59,9	64,0	68,3	71,0	61,7	59,2	58,3	61,1	61,2	62,5	63,7
Hochschulsektor	13,1	9,3	7,4	7,7	10,5	11,3	11,1	9,7	6,8	5,0	6,7
sonstige FuE-Einrichtungen	8,6	5,6	4,1	4,0	5,0	10,1	9,1	8,1	7,0	3,0	3,7
sonstige Inländer	3,3	2,1	1,4	0,9	0,6	0,9	1,7	1,5	2,8	3,3	1,7
Ausland	15,2	18,9	18,7	16,4	22,2	18,5	19,8	19,7	22,3	26,3	24,1
Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen											
Personal	59,8	61,5	59,2	58,5	58,6	60,8	59,5	60,1	59,6	62,6	61,4
Sachmittel	33,4	31,2	32,2	33,4	32,9	31,0	32,7	32,5	32,7	29,8	30,7
Investitionen	6,8	7,3	8,6	8,1	8,5	8,1	7,8	7,4	7,7	7,6	7,9
Struktur des FuE-Personals in Unternehmen											
Wissenschaftler/Ingenieure	45,7	46,2	48,7	51,3	54,3	54,8	54,2	55,1	53,4	55,1	57,0
Techniker	27,6	27,6	26,3	24,1	23,5	25,0	26,0	26,5	32,3	31,6	31,0
sonstige	26,7	26,1	25,1	24,6	22,2	20,2	19,9	18,4	14,3	13,3	12,0
Struktur des FuE-Personals nach Regionen											
östliche Bundesländer	11,5	12,5	11,6	12,0	10,2	9,7	9,8	10,0	10,1	9,6	9,6
nordwestliche Bundesländer (SH,HH,HB,NI,NW)	27,2	26,4	25,4	25,2	25,4	24,8	25,9	25,9	26,5	26,5	26,0
südwestliche Bundesländer (HE, BW, BY, RP, SL)	61,3	61,1	63,1	62,8	64,4	65,5	64,3	64,1	63,4	63,9	64,5
Auslandsverflechtungen											
Anteil von Unternehmen im ausländischen Besitz an den FuE-Gesamtaufwendungen	17	17	18	26	26	26	25	27	26	22,6	21,5
Anteil von FuE im Ausland an den globalen Gesamtaufwendungen deutscher Unternehmen mit Auslandsforschung 4)	23	23	25	26,7	30,0	29,9	24,4	27,3	30,5	31,3	34,8

1) Bis 2001: Anteil an der Summe der internen und externen FuE-Aufwendungen; ab 2003: Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors durchgeführt werden.

2) Bis 2005: WZ 2003; ab 2007: WZ 2008.

3) Anteil an der Summe der internen und externen FuE-Aufwendungen.

4) Eingeschränkte Vergleichbarkeit zur ab 2001 verwendeten Methode.

Kursivdruck: Unternehmensangaben, ohne IfG.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – DIW Berlin. – Berechnungen und Schätzungen des NIW und des CWS.

3 FuE in kleinen und mittelgroßen Unternehmen

3.1 Die Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen für FuE im internationalen Vergleich

Die Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) für Forschung und Innovation in Deutschland ist bei rein quantitativer Betrachtung gering.⁵⁷ Nur noch in Japan entfallen anteilig weniger FuE-Aufwendungen auf Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten (11 % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft) als in Deutschland (13 %) (Abb. 3.1.1). Es folgen die USA (16 %), Korea (26 %) und Schweden (27 %). In diesen Ländern dominieren Großunternehmen das FuE-Geschehen. Am anderen Ende der Skala finden sich vor allem kleinere Volkswirtschaften aus Süd- und Mitteleuropa, in denen KMU zwei Drittel und mehr der FuE-Aufwendungen ausmachen.⁵⁸ Diese Unterschiede sind z. T. auch darauf zurückzuführen, dass die generelle Bedeutung von Großunternehmen zwischen den Ländern und nach Wirtschaftszweigen variiert.⁵⁹

Im europäischen Vergleich ist die regelmäßige Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE in Deutschland als hoch einzuschätzen (Tab. A.3.2 im Anhang). Nach den Ergebnissen des Community Innovation Survey (CIS) ist allerdings der Anteil kontinuierlich FuE betreibender Unternehmen in der Gruppe der kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten in Deutschland zwischen 2012 und 2014 von 13,5 % auf 11,8 % gesunken. Deutschland liegt damit hinter Länder wie den Niederlanden (16 %), Belgien (14 %) und der Schweiz (13 %) zurück. Auch bei mittleren Unternehmen mit bis zu 250 Beschäftigten liegt Deutschland eher im Mittelfeld unter den betrachteten europäischen Konkurrenzländern.

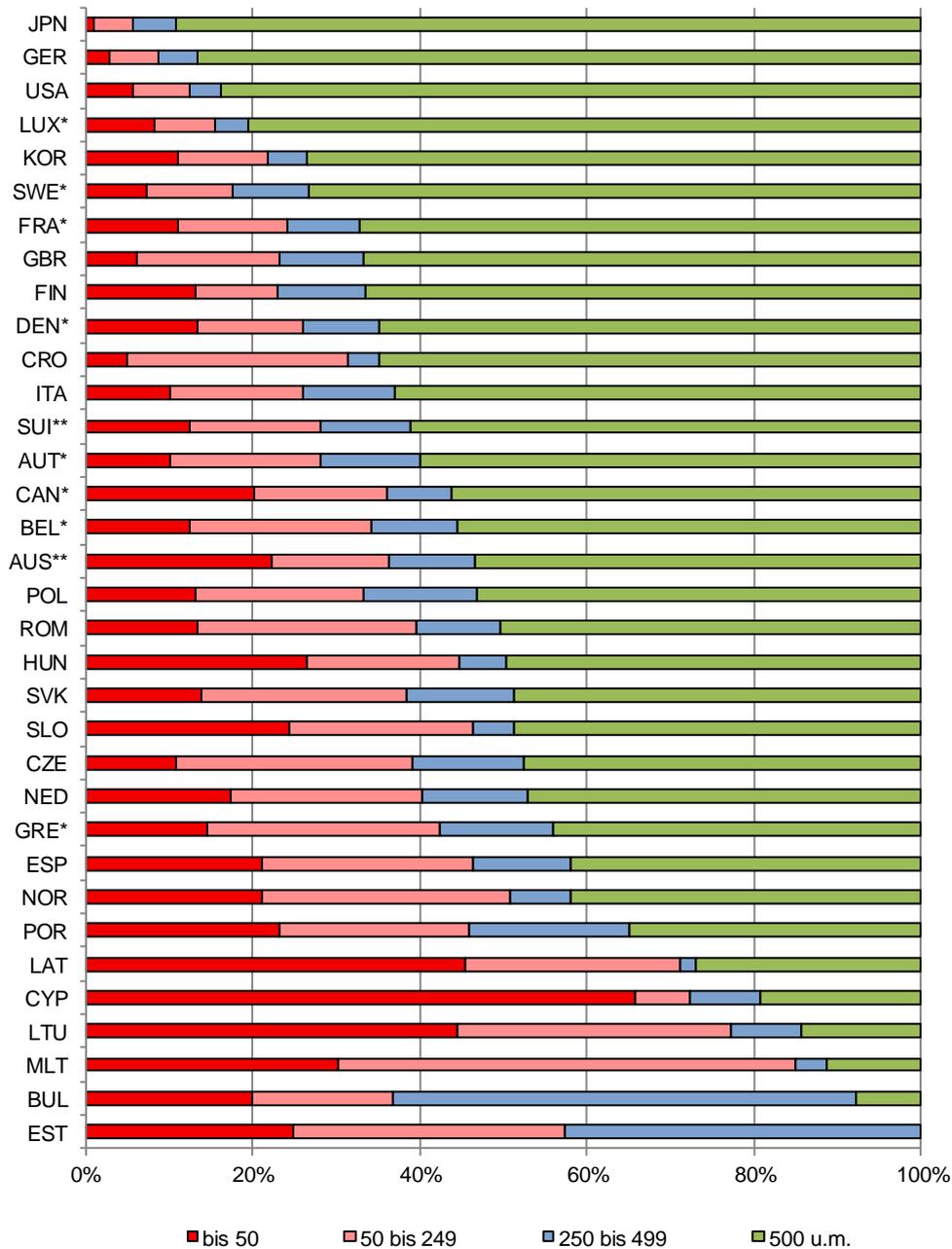
Da der Anteil kontinuierlich FuE betreibender Unternehmen insgesamt maßgeblich von der großen Zahl kleiner Unternehmen bestimmt wird, zeigt sich auch hier ein deutlicher Rückgang (Abb. 3.1.2). Von 2010 bis 2014 ist der Anteil kontinuierlich FuE betreibender Unternehmen in Deutschland, Finnland und Italien zurückgegangen während Länder wie die Niederlande, Belgien, Frankreich, Schweden und Österreich hier z.T. sehr deutliche Zuwächse zu verzeichnen hatten. Deutschlands Anteil liegt aber immer noch deutlich über dem Durchschnitt der betrachteten EU-Länder.

⁵⁷ Vgl. auch Rammer u.a. (2016).

⁵⁸ Dieses Bild ändert sich auch dann nicht grundlegend, wenn man die Verteilung des FuE-Personals oder die Grenze zwischen KMU und Großunternehmen nach dem Frascati-Handbuch (OECD 2015) bei 250 Beschäftigten setzt.

⁵⁹ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2014), Gehrke und Schasse (2017a).

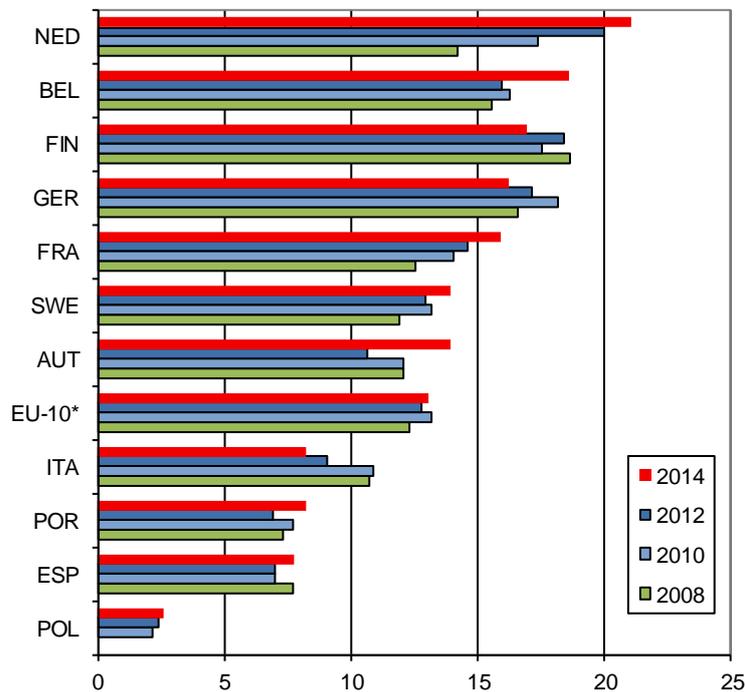
Abb. 3.1.1: Interne FuE-Ausgaben des Wirtschaftssektors nach Beschäftigtengrößenklassen 2014



*) 2013 statt 2014. **) 2012 statt 2014

Quelle: OECD, Research and Development Statistics (9/2017). – Eurostat. – Berechnungen des CWS.

Abb. 3.1.2: Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen im europäischen Vergleich 2008 bis 2014 in (in %)



* EU-10: FIN, FRA, GER, BEL, NED, AUT, SWE, ITA, ESP, POR, 2014 geschätzt.

Quelle: Eurostat: Community Innovation Survey (CIS) 2008, 2010, 2012, 2014. – Berechnungen des CWS.

3.2 FuE in kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland

Großunternehmen (mit 1.000 und mehr Beschäftigten) dominieren die FuE-Aktivitäten in der deutschen Wirtschaft: Fast 81 % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen⁶⁰ und 72 % des FuE-Personals entfielen 2015 auf Unternehmen dieser Größenordnung (Tab. 2.2.2), wobei rund die Hälfte von Unternehmen mit mehr als 10.000 Beschäftigten erbracht wird. Der Anteil der Großunternehmen seit 2011 weiter gestiegen.

In kleinen und mittelgroßen Unternehmen mit bis zu 500 Beschäftigten belief sich der Anteil an den internen FuE-Aufwendungen im Jahr 2015 auf 13 %⁶¹ und der FuE-Personalanteil auf 21 % (Abb. 3.2.1). Damit ist der Anteil der KMU am FuE-Personal seit 2011 (24 %) deutlich gesunken, liegt aber immer noch deutlich über dem Wert zu Beginn der letzten Dekade, als nur 17,5 % des FuE-Personals auf KMU entfielen.

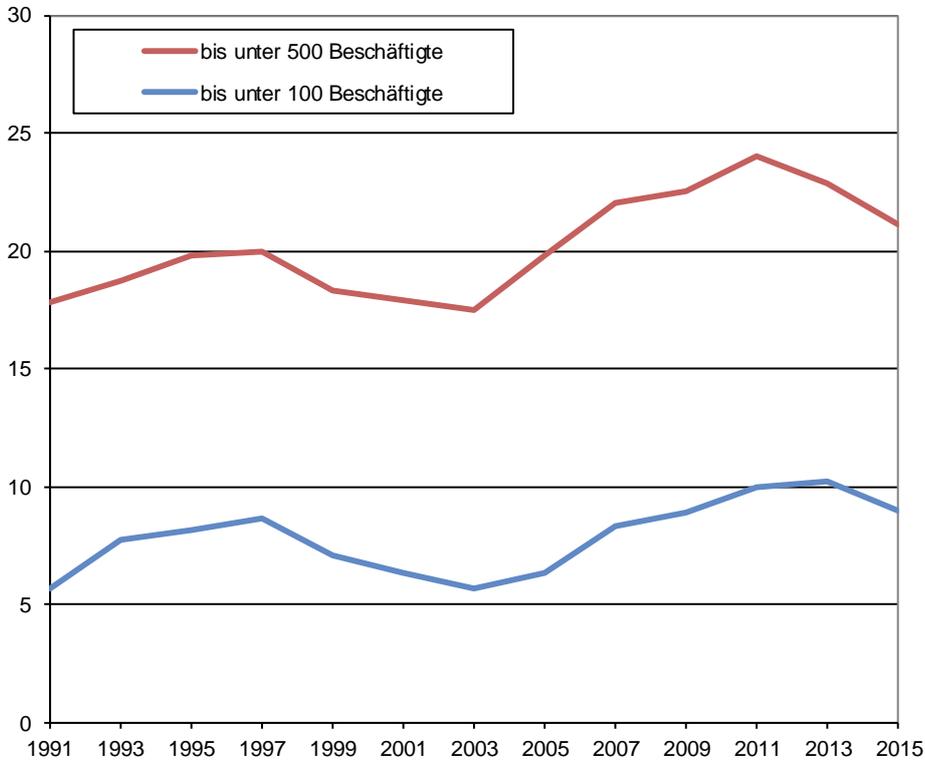
Tendenziell sinkt die FuE-Intensität der *forschenden Unternehmen* mit zunehmender Unternehmensgröße (Abb. 3.2.2). Wenn kleine Unternehmen überhaupt FuE betreiben, so wenden sie hierfür in Relation zu ihrem Umsatz bzw. zu den Beschäftigten erheblich mehr Ressourcen auf als größere Unter-

⁶⁰ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2017a).

⁶¹ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2017a).

nehmen. Die damit verbundenen Risiken und Finanzierungsprobleme sind ein Grund dafür, dass besonders kleine Unternehmen nur selten eigene FuE betreiben.⁶²

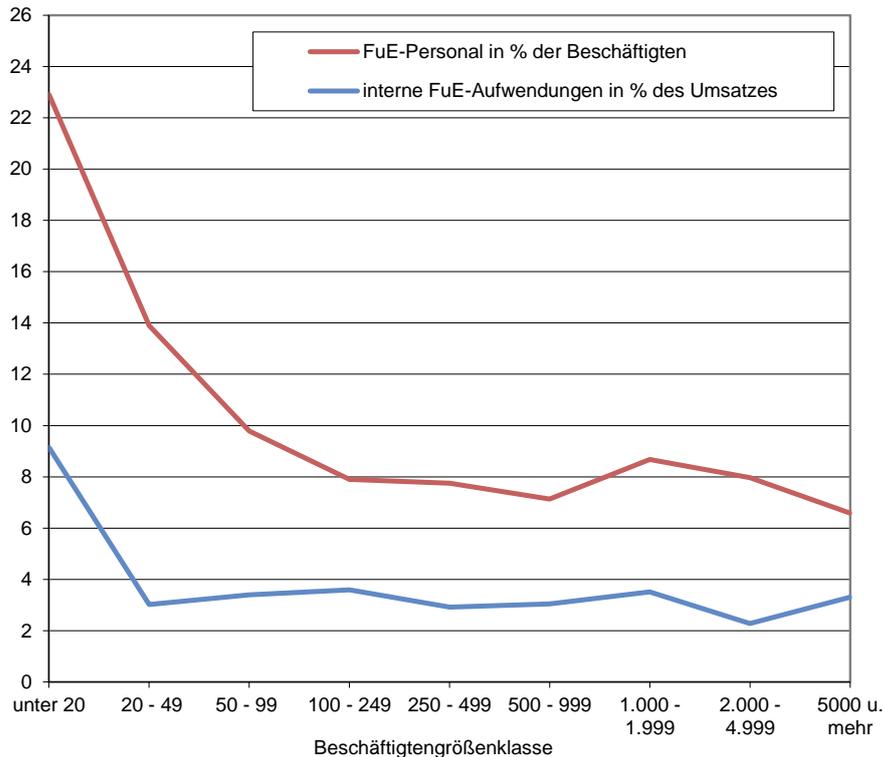
Abb. 3.2.1: Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal der Unternehmen in Deutschland 1991 bis 2015 (in %)



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des CWS.

⁶² Vgl. Rammer u.a. (2016), Kritikros u.a. (2017).

Abb. 3.2.2: FuE-Intensität forschender Unternehmen in Deutschland 2015 nach Unternehmensgrößenklassen (in %)



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des CWS.

Die Beteiligung von Unternehmen am FuE-Prozess in Deutschland nimmt mit der Unternehmensgröße zu (vgl. Tab. 3.2.1 und Tab. A.3.1 im Anhang): Sie liegt nach der deutschen FuE-Statistik im Jahr 2015 im Verarbeitenden Gewerbe bei 23 % der Unternehmen,⁶³ weist jedoch eine Bandbreite von 20 % bei Kleinunternehmen, 24 % bei mittleren Unternehmen und 47 % bei größeren Unternehmen mit einer Beschäftigtenzahl von 500 bis unter 1.000 auf. Große Industrieunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten betreiben zu 79 % eigene FuE.⁶⁴

In forschungsintensiven Wirtschaftszweigen ist die FuE-Beteiligung unter den Kleinunternehmen überdurchschnittlich hoch (Tab. A.3.1 im Anhang). Dies betrifft die Industriezweige der Datenverarbeitung, Elektronik, Optik und der Pharmaindustrie, aber auch die in Deutschland forschungsintensiven Industrien der Chemischen Industrie, des Maschinenbaus und der Elektrotechnik). Kleinbetriebe des Automobilbaus beteiligen sich deutlich weniger häufig an FuE (Tab. A.3.1 im Anhang).

Nach einer bis zur Mitte des letzten Jahrzehnts nachlassenden FuE-Beteiligung kleiner Unternehmen war von 2007 bis 2013 wieder eine steigende FuE-Beteiligungsquote industrieller Kleinunternehmen zu beobachten (Tab. 3.2.1). Der Anteil FuE-betreibender Kleinbetriebe im Verarbeitenden Gewerbe ist kontinuierlich von 17 % im Jahr 2007 auf 21 % im Jahr 2013 gestiegen, danach stagnierte der Wert.

⁶³ Kleinbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten sind in der Bezugsgröße nicht erfasst. Tatsächlich sind also erheblich weniger als 23 % der Industrieunternehmen den forschenden zuzurechnen. Dies gilt jedenfalls dann, wenn man die aufgrund der Erhebungsmethode nicht von der FuE-Statistik erfassten Klein- und Mittelunternehmen bei der Berechnung der Prozentangaben außer Acht lässt.

⁶⁴ Der Anstieg der FuE-Beteiligungsquote bei Kleinunternehmen im Jahr 2007 ist ein statistischer Effekt, der durch die Erfassung von zusätzlichen AiF-geförderten Unternehmen entstanden ist.

Gleichzeitig ist aber der Anteil FuE betreibender mittlerer Unternehmen mit 100 bis unter 5000 Beschäftigten von 2005 bis 2015 deutlich von 29 % auf 24 % gesunken.

Tab. 3.2.1: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen der Unternehmen 1995 bis 2015

Beschäftigtengrößenklasse	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
	FuE-Personalintensität* forschender Unternehmen										
unter 100	8,8	9,1	8,6	8,5	10,4	9,1	9,8	9,7	10,8	10,8	10,7
100 bis unter 500	4,4	4,8	4,5	5,1	5,7	5,9	6,1	6,0	6,6	6,6	6,7
500 bis unter 1.000	4,7	5,7	5,1	5,9	7,0	6,2	6,4	6,5	6,9	7,2	7,3
1.000 und mehr	7,2	8,1	8,9	9,1	9,4	9,7	9,5	9,7	9,9	9,9	10,6
insgesamt	6,6	7,4	7,5	8,0	8,3	8,4	8,6	8,7	9,1	9,1	9,7
	Anteil forschender Unternehmen**										
unter 100	21	20	16	15	12	12	17	18	20	21	20
100 bis unter 500	34	31	30	29	28	29	27	28	27	25	24
500 bis unter 1.000	40	40	47	38	42	42	46	47	46	47	47
1.000 und mehr	73	67	72	66	71	75	76	76	76	78	79
insgesamt	26	24	22	20	18	18	21	22	23	24	23
	FuE-Personalintensität* aller Unternehmen										
unter 100	1,5	1,5	1,2	1,1	0,9	1,0	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6
100 bis unter 500	1,6	1,5	1,5	1,7	1,6	1,9	1,8	1,9	2,0	1,8	1,8
500 bis unter 1.000	1,9	2,2	2,4	2,3	2,6	2,5	2,9	3,1	3,2	3,4	3,4
1.000 und mehr	7,0	7,5	8,4	8,1	8,3	8,2	8,9	9,6	9,8	9,7	10,4
insgesamt	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,5	4,7	4,9	4,9	5,1

*) FuE-Personalanteil in % der Beschäftigten laut Kostenstrukturerhebung des Statistischen Bundesamtes.

**) Forschende Unternehmen in % der Unternehmen insgesamt. Strukturbruch 2005 – 2007.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 4.3. – Berechnungen des CWS.

Neben der Frage, *ob* sich kleine und mittlere Unternehmen am FuE-Prozess beteiligen, ist genauso bedeutsam, mit welcher *Intensität* sie dies dann tun. Die wichtigste Determinante sowohl für die FuE-Beteiligung als auch für FuE-Intensität ist die jeweilige Marktkonstellation, also die Branchenzugehörigkeit. Forschungsintensive Zweige, insbesondere die der Spitzentechnologie weisen die höchsten FuE-Beteiligungen auf (Tab. A.3.1 im Anhang).

Betrachtet man nur die *forschenden Unternehmen*, so zeigt sich in der Mehrzahl der Branchen die hohe FuE-Intensität der Kleinunternehmen, die deutlich über dem Branchendurchschnitt liegt (Tab. 3.2.2). Vielfach nimmt die FuE-Intensität bei mittleren Unternehmen mit 100 bis unter 500 Beschäftigten zunächst ab, um dann bei größeren Unternehmen wieder anzusteigen.

Dabei ist aber zu betonen, dass Klein- und Mittelunternehmen keine homogene Gruppe darstellen: Darunter finden sich Töchter von Konzernen, technologieintensive Start-Ups, typische Mittelständler mit langer Tradition, Aus- und Umgründungen usw.: Alles bislang zur Rolle von Klein- und Mittelunternehmen Gesagte steht unter der Annahme: „*wenn* sie FuE betreiben“.

Das Muster, nach dem in kleinen Unternehmen am intensivsten FuE betrieben wird, relativiert sich in dem Maße, in dem die Beteiligung der Unternehmen am FuE-Prozess variiert (Tab. 3.2.1). Klein- und Mittelunternehmen neigen auf der einen Seite eher zu einem diskontinuierlichen, projektbezogenen FuE-Verhalten. Auch sind sie zahlenmäßig nur zu einem kleinen Teil in die Technologieproduktion im engeren Sinne eingebunden, zu einem hohen Anteil jedoch in der Anwendung und Verbreitung von

Technologien aktiv.⁶⁵ Insgesamt nimmt daher über *alle Industrieunternehmen* betrachtet die FuE-Intensität mit steigender Unternehmensgröße zu (Tab. 3.2.1). Dabei zeigt sich eine deutliche Grenze zwischen KMU und größeren Unternehmen mit bis unter 1.000 Beschäftigten auf der einen Seite und den Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten auf der anderen Seite, deren FuE-Personalintensität in vielen Branchen mehr als doppelt so hoch ausfällt als bei der erstgenannten Gruppe (Tab. A.3.1 im Anhang). In der Gesamtbetrachtung ist eine klare Abstufung zwischen Groß-, Mittel- und Kleinunternehmen zu erkennen: Großunternehmen entscheiden durch ihr FuE-Verhalten über das gesamtwirtschaftliche FuE-Volumen und die FuE-Intensität. Hingegen bestimmt die große Zahl der Klein- und Mittelunternehmen die Breite, mit der FuE in der Wirtschaft verankert ist. Insofern ist für die Innovationspolitik die FuE-Beteiligung eine kritische Größe.

Tab. 3.2.2: FuE-Personalintensität von forschenden Unternehmen nach Größenklassen, Wirtschaftszweigen und Technologieklassen 2015

- FuE-Personal in % der Beschäftigten -

Wirtschaftsgliederung ¹ Technologieklasse	FuE-Intensität nach Größenklassen					
	insgesamt	< 100	100 - 249	250 - 499	500 - 999	> 1.000
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	25,6	14,9	21,3	12,9	0,4	53,2
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,9	4,2	4,0	6,9	0,6	0,4
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	9,7	10,7	6,2	7,1	7,4	10,7
10-12 H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	2,5	5,0	2,7	2,7	3,0	2,2
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	3,8	7,2	3,4	2,0	4,1	2,1
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	3,3	4,4	2,1	3,9	1,9	3,9
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	6,4	3,4	2,3	0,1	13,9	6,3
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	9,7	11,1	7,3	8,0	7,7	10,3
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	15,9	20,1	6,9	8,9	10,1	17,5
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	5,5	5,7	2,7	3,4	4,7	6,7
23 H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	3,5	7,3	3,0	2,8	3,0	3,4
24 Metallherzeugung und -bearbeitung	2,7	6,4	2,0	2,5	2,0	2,7
25 H.v. Metallerzeugnissen	3,9	6,5	2,9	2,5	3,2	4,4
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	15,1	19,0	13,3	15,0	13,6	15,1
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	10,4	11,7	8,9	9,6	9,8	10,8
28 Maschinenbau	7,5	8,8	5,5	6,1	8,3	7,8
9 29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	13,5	10,1	9,3	10,6	10,5	13,7
30 Sonstiger Fahrzeugbau	13,0	12,7	9,9	12,4	5,0	13,7
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	14,7	17,0	6,6	20,9	7,0	14,8
31-33 Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	7,0	11,3	6,0	10,3	6,4	6,0
D,E 35-35 Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	0,5	7,0	0,7	0,5	0,1	0,4
F 41-43 Baugewerbe/Bau	1,0	6,7	1,3	1,4	1,2	0,3
J 58-63 Information und Kommunikation	9,1	18,7	14,3	15,0	10,3	6,4
62.01 Programmierungstätigkeiten	24,8	20,6	17,6	24,7	14,6	34,3
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1,5	14,6	2,7	2,4	1,0	1,4
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	13,7	24,6	22,3	17,5	11,2	11,4
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	22,0	16,6	9,0	17,6	15,3	25,8
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	22,2	40,4	45,5	28,2	18,3	14,6
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	0,4	9,1	3,4	3,9	3,1	0,1
I N S G E S A M T	7,4	13,1	7,4	7,6	7,1	7,0
II. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien	12,2	13,7	8,5	9,4	10,0	12,8
Spitzentechnologie	15,3	19,0	12,2	14,1	12,3	15,8
Hochwertige Technik	11,1	10,4	6,8	7,7	9,2	11,9
Forschungsintensive Dienstleistungen	20,9	22,9	18,9	19,9	13,7	21,5
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	2,0	8,0	4,0	4,0	3,6	1,3
I N S G E S A M T	7,4	13,1	7,4	7,6	7,1	7,0

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

⁶⁵ Vgl. Rammer u.a. (2016).

Im Dienstleistungssektor, in dem vor allem die unternehmensorientierten Dienstleistungen im Bereich der IuK-Dienstleistungen und der technischen Dienstleistungen⁶⁶ den Umfang der FuE-Aktivitäten bestimmen, ergibt sich ein anderes Bild (Tab. 3.2.2): Dort ist für das aktuelle Jahr 2015 eine starke Steigerung der FuE-Intensität der im Bereich der technischen Dienstleistungen tätigen Großunternehmen festzustellen. In der Vergangenheit fiel die FuE-Intensität in diesen Branchen bei Großunternehmen extrem stark gegenüber kleinen und mittleren Unternehmen zurück. Gründe für diese Änderung können erhebungstechnischer Art (Ausgründungen, Branchenwechsel von zuvor in der Industrie ansässigen Unternehmen bzw. Unternehmensteilen) oder auch Ausdruck des generellen Bedeutungsgewinns technischer Dienstleistungen im deutschen Innovationssystem sein.⁶⁷

Das FuE-Verhalten von Klein- und Mittelunternehmen ist von zentraler Bedeutung für die Ausrichtung und auch für die Wirksamkeit der Innovationspolitik, die sowohl auf Seiten des Bundes, insbesondere aber auf Seiten der Länder maßgeblich auf diese Klientel ausgerichtet ist.⁶⁸ Dabei ist die im internationalen Vergleich noch vergleichsweise hohe FuE-Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen weiterhin als Vorteil für das „deutsche Innovationssystem“ zu werten. Es zeigen sich aber auch Warnsignale, die vor allem unter dem Gesichtspunkt der FuE-Förderung weiter im Auge behalten werden sollten: Die Beteiligung von KMU am FuE-Prozess nimmt nicht, wie in mehreren europäischen Konkurrenzländern, zu. Der Anteil von KMU am FuE-Personal in Deutschland ist zuletzt gesunken. Die insgesamt wachsende FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft wird vor allem von Großunternehmen getragen.

⁶⁶ Zusammengefasst im Wirtschaftszweig „Freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen (M)“, der insbesondere die Wirtschaftsgruppen „Architektur-, Ingenieurbüros; technische, physikalische, chemische Untersuchung (71)“ und „Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung (72)“ beinhaltet.

⁶⁷ Vgl. Schasse, Schiller u.a. (2016).

⁶⁸ Vgl. BMBF (2010b).

4 Sektorale Struktur des FuE-Einsatzes

4.1 Sektorale FuE-Strukturen im internationalen Vergleich

Unterschiede in der Intensität und der Dynamik, mit der in verschiedenen Volkswirtschaften FuE betrieben wird, können durch eine Reihe von länderspezifischen Faktoren erklärt werden. Ein Großteil der international unterschiedlichen FuE-Intensitäten und -Entwicklungspfade kann auf unterschiedliche Wirtschaftsstrukturen zurückgeführt werden.⁶⁹ Je größer die jeweilige Bedeutung forschungsintensiver Wirtschaftszweige wie Elektronik, Pharmazeutische Industrie oder Automobilbau, desto höher dürfte c. p. auch die FuE-Intensität der Volkswirtschaft ausfallen.⁷⁰ Außerdem spielt eine Rolle, wie stark in den Volkswirtschaften wissensintensive Dienstleistungen vertreten sind (z. B. Telekommunikations-, Datenverarbeitungsdienste, Beratung, Planung, Forschung usw.), die zum einen besonders hohe Anforderungen an FuE in der Verarbeitenden Industrie stellen, zum anderen aber zunehmend selbst FuE betreiben.⁷¹

In den OECD-Ländern werden insgesamt 54 % der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in forschungsintensiven Industriezweigen aufgewendet.⁷² Auf den Dienstleistungsbereich entfielen 27 % (Abb. 4.1.1). Deutschland weicht stark von der Struktur des Durchschnitts ab. Mit 68 % erreichen forschungsintensive Industrien gemeinsam mit Korea (73 %) und Japan (67 %) den höchsten Anteil der FuE-Aufwendungen unter den darstellbaren Ländern. Auf FuE im Dienstleistungsbereich entfällt mit lediglich 12 % hingegen ein eher niedriger Anteil, ähnlich wie in Korea und Japan, wo dieser Sektor auf 8 bzw. 12 % der FuE-Aufwendungen kommt. Insgesamt sind gegenüber dem Jahr 2013 nur geringe numerische Veränderungen festzustellen, die keine generellen Strukturverschiebungen zur Folge haben.⁷³

Den Schwerpunkt bildet in Deutschland seit Jahren der Sektor Hochwertige Technik, der 2014 insgesamt fast 45 % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft auf sich vereinte. Ein ähnlich hohes Gewicht dieses Sektors ist in keinem anderen OECD-Land (Durchschnitt: 18 %) auch nur annähernd zu finden. In vielen anderen Ländern werden zudem im Spitzentechnologiesektor deutlich mehr FuE-Mittel verwendet als im Sektor Hochwertige Technik. In Deutschland liegt dessen Anteil bei gut 23 %, im OECD-Durchschnitt sind es 36 % – nicht zuletzt wegen des hohen Gewichts der USA (46 %).

⁶⁹ Zum Einfluss der Wirtschaftsstruktur auf die gesamtwirtschaftliche FuE vgl. Gehrke und Schasse (2017a).

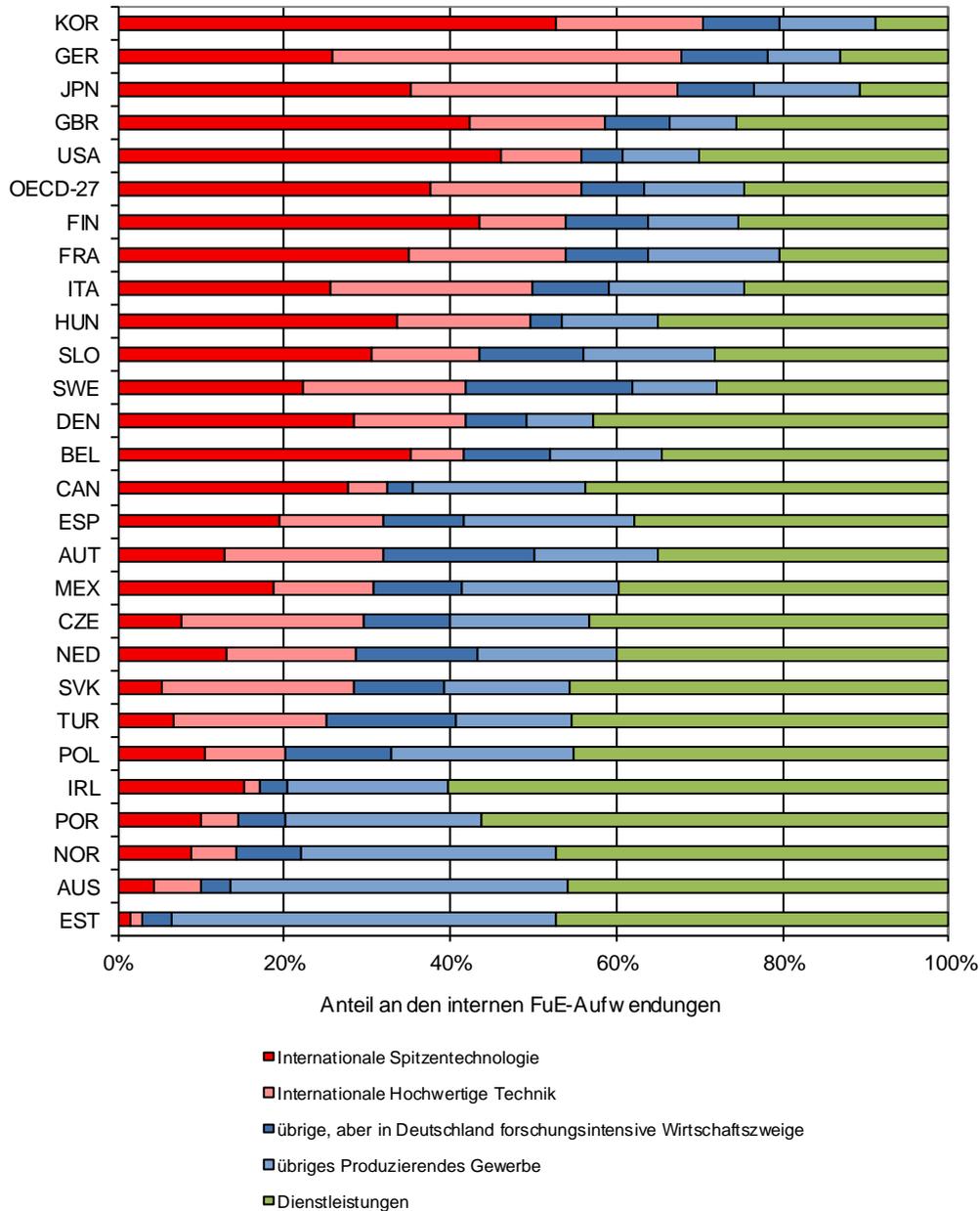
⁷⁰ Zur Abgrenzung forschungsintensiver Wirtschaftszweige vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3.

⁷¹ Wissensintensive Dienstleistungen stehen in besonders intensivem Kontakt mit Technologielieferanten aus der Industrie, z. B. Kommunikation, Mobilität, Gesundheit, innere und äußere Sicherheit, Umwelt usw., vgl. Cordes, Gehrke (2012); Belitz, Gornig, Mölders, Schiersch (2012) sowie die Analysen zur Bedeutung von FuE-Dienstleistern in Schasse, Schiller u. a. (2016).

⁷² Vgl. Abschnitt 1.3. Wenn man die Chemie- und die Elektroindustrie hinzunimmt, die in Deutschland, nicht aber weltweit forschungsintensiv produzieren („übrige, aber in Deutschland forschungsintensive Wirtschaftszweige“) beläuft sich dieser Anteil in der OECD auf 61 %, hierzulande sind es sogar 79 % aller internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft.

⁷³ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016).

Abb. 4.1.1: Internationaler Vergleich der Verteilung der internen FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2015 ¹⁾



1) Oder letztes verfügbares Jahr.

2) Geschätzt. OECD-27: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, ESP, POR, SWE, FIN, AUT, NOR, TUR, POL, HUN, CZE, SVK, SLO, EST, USA, CAN, JPN, KOR, AUS, MEX.

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

Die sektorale Verteilung der FuE-Aufwendungen im OECD-Raum wird ganz maßgeblich von wenigen Ländern, insbesondere den USA, bestimmt (Tab. 4.1.1): So werden 54 % aller Aufwendungen für die Durchführung von FuE in Spitzentechnologiesektoren in den USA investiert. Im Dienstleistungsbereich sind es 47 %. Absolut dominieren die USA auch alle einzelnen Spitzentechnologiebranchen. Relative Stärken – bezogen auf ihren durchschnittlichen Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen – weisen hier nur noch Japan und Korea bei „DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen“ auf. Frankreich und Großbritannien sind im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik.

Tab. 4.1.1: Struktur der FuE-Ausgaben 2014 in ausgewählten OECD-Ländern

Sektor/Wirtschaftszweig	Vertikalstruktur ¹ in %	Anteile von ... an der OECD-27 in %					
	OECD ²	USA	JPN	KOR	GER	FRA	GBR
Spitzentechnik	36,0	54,4	15,0	11,0	6,0	3,2	1,5
Pharmazeutische Erzeugnisse	11,1	63,8	16,4	1,5	5,9	1,1	0,7
DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse	20,0	46,1	17,6	19,0	6,1	2,8	0,9
Luft- und Raumfahrzeugbau	4,9	66,8	1,2	0,2	6,0	9,8	5,5
Hochwertige Technik	18,2	20,9	31,5	6,9	22,7	2,5	2,7
Maschinenbau	5,8	26,0	26,8	7,0	15,8	2,7	2,3
Automobilbau	12,4	18,6	33,7	6,8	25,9	2,4	2,9
übrige, aber in Deutschland forschungsintensive WZ	6,8	29,8	20,6	8,8	14,5	4,3	1,7
Chemische Erzeugnisse	3,8	31,8	24,1	9,0	15,5	3,8	1,7
Elektrische Ausrüstungen	2,3	24,1	19,0	7,1	15,6	4,5	1,4
Sonstiger Fahrzeugbau ohne Luft- und Raumfahrzeugbau	0,7	37,2	6,8	13,5	6,0	5,8	2,4
übriges Produzierendes Gewerbe	12,0	35,9	16,5	6,1	6,8	5,0	2,8
Dienstleistungen	27,0	46,9	7,6	2,2	4,3	8,0	7,7
Insgesamt	100,0	42,4	16,5	7,1	9,3	4,7	3,6

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

2) OECD-27 geschätzt: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, ESP, POR, SWE, FIN, AUT, NOR, TUR, POL, HUN, CZE, SVK, SLO, EST, USA, CAN, JPN, KOR, AUS, MEX

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

Eine sehr viel gleichmäßigere internationale Verteilung der FuE-Kapazitäten ergibt sich in den Sektoren der Hochwertigen Technik, wo Japan mit einem Anteil von 31 % an allen Aufwendungen in den OECD-Ländern die Spitzenposition vor Deutschland (23 %) und den USA (18 %) hält. Der Grund hierfür liegt im Automobilbau, wo 2014 in Japan und in Deutschland deutlich mehr FuE-Mittel aufgewendet wurden als in den USA. Deutschland und Japan weisen auch im Maschinenbau relative Stärken auf. Darüber hinaus weisen Japan, Korea und Deutschland einen relativ hohen FuE-Einsatz in der Chemie- und der Elektroindustrie auf. In Großbritannien und in Frankreich sind FuE-Kapazitäten offenbar seit 2012 in den Dienstleistungsbereich verschoben worden.⁷⁴ Dies betrifft die Pharmazeutische Industrie in Großbritannien und den Automobilbau in Frankreich. Beide Länder weisen jetzt relative FuE-Schwerpunkte im Dienstleistungsbereich auf.

Deutschlands Industrie unterscheidet sich unter wirtschaftsstrukturellen Gesichtspunkten deutlich von anderen Ländern. Vor allem sind es (Abb. 4.1.2)

- der Automobilbau als Deutschlands herausragende Stärke, der mittlerweile fast 35 % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft auf sich vereint, sowie der Maschinenbau (10 %) und die Chemieindustrie (6 %) auf der einen Seite sowie
- die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (13 %) und der Dienstleistungssektor (12 %, darunter insbesondere die unternehmensnahen und DV-Dienstleistungen) auf der anderen Seite, die in Deutschland weniger präsent sind.

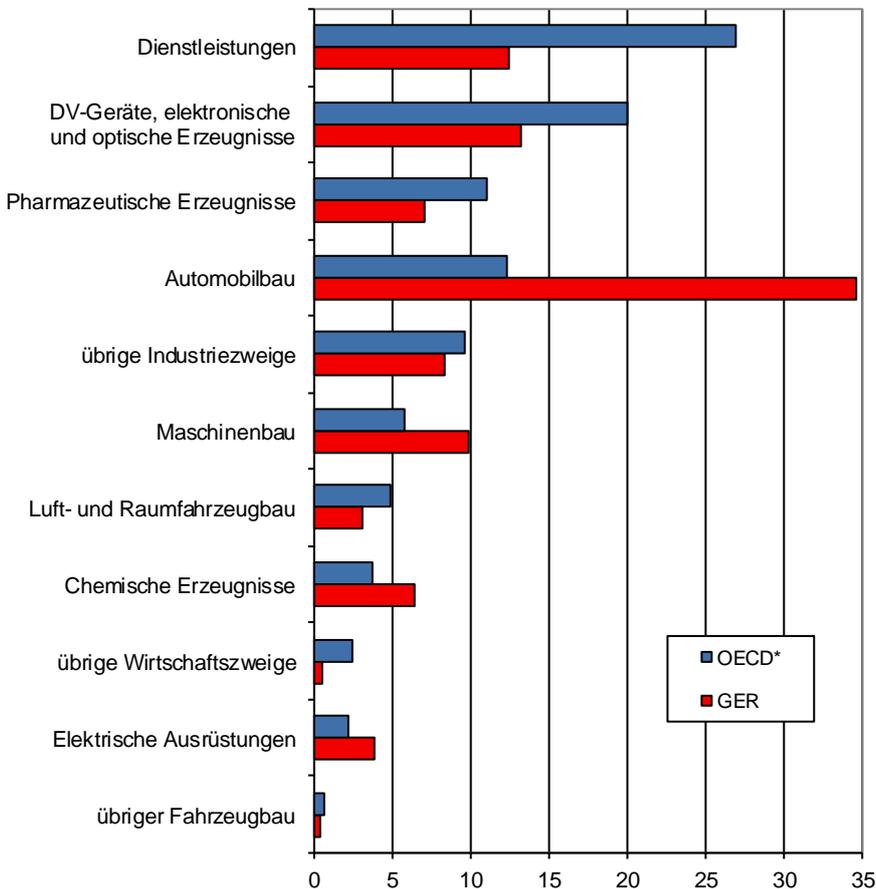
Weiterhin bestätigt sich das langjährige deutsche Spezialisierungsmuster: Es ist geprägt von einer im internationalen Vergleich relativ schwachen Präsenz bei Spitzentechnologien und bei Dienstleistungen und einer Spitzenposition bei Industrien der Hochwertigen Technik.⁷⁵ Dieses Muster zieht sich wie ein

⁷⁴ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba und Stenke (2016).

⁷⁵ Für die langfristige Betrachtung vgl. auch Gehrke, Schasse, Kladroba, Stenke (2013) sowie Gehrke und Schasse (2017a).

roter Faden durch das „deutsche Innovationssystem“, ist also nicht nur bei FuE, sondern auch in der Wirtschaftsstruktur und im Außenhandel oder bei Patenten sichtbar.

Abb. 4.1.2: Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit¹⁾ in Deutschland im internationalen Vergleich 2014



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

*) OECD-27 geschätzt: GER, FRA, GBR, ITA, BEL, NED, DEN, IRL, ESP, POR, SWE, FIN, AUT, NOR, TUR, POL, HUN, CZE, SVK, SLO, EST, USA, CAN, JPN, KOR, AUS, MEX.

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

4.2 Sektorale FuE-Strukturen in Deutschland

Sektoral sehr tief gegliederte Daten zu den FuE-Aufwendungen und zum FuE-Personal in der Wirtschaft werden von der deutschen FuE-Statistik auf Basis einer Vollerhebung (ungerade Jahre, zuletzt für 2015) bereitgestellt. Diese können in Zusammenschau mit industriestatistischen Kennziffern zur Berechnungen sektoraler FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft herangezogen werden. Die Daten werden von der SV Wissenschaftsstatistik in erster Linie nach „institutionellen“ Kriterien (*schwerpunktmäßige* Zugehörigkeit der Unternehmen zu *Wirtschaftszweigen*, der „Quelle“, Abb. 4.2.1, Tab. A.4.1 bis Tab. A.4.4 im Anhang) erhoben. Zusätzlich kann für einige größere Wirtschaftszweige auch eine „funktionale Gliederung“ (Tab. 4.2.1) herangezogen werden, welche die FuE-Aufwendungen nach den *Erzeugnisbereichen* erfasst, für die in den Unternehmen tatsächlich FuE durchgeführt wird (das „Ziel“), und nicht nach der (rechnerischen) Zugehörigkeit der Unternehmen zu Wirtschaftszweigen. Parallel dazu werden seit dem Erhebungsjahr 2015 auch die Forschungs- und Technologiefelder

erfragt, in denen die Unternehmen dabei tätig sind. So ergibt sich ein differenziertes Bild der Verteilung und Intensität der FuE-Aktivitäten nach sektoralen und technologischen Schwerpunkten.

4.2.1 Sektorale Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland

Wirtschaftszweige aus dem Bereich der Hochwertigen Technik bilden seit Jahren den Schwerpunkt von FuE in der deutschen Wirtschaft. Es dominiert der Automobilbau mit 35 % der FuE-Aufwendungen und 27 % des FuE-Personals (Tab. A.4.4 im Anhang). Auch der Maschinenbau (9 % der FuE-Aufwendungen und 11 % des FuE-Personals) und die in Deutschland forschungsintensiven Wirtschaftszweige der Chemieindustrie (6 % / 6 %) und der Elektrotechnik (4 % / 5 %) tragen zur Stärke der Hochwertigen Technik bei. Im Bereich der Spitzentechnologie sind die Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (14 % der FuE-Aufwendungen und 15 % des FuE-Personals) – hier vor allem die MSR-Technik (4 % / 5 %) – und die Pharmaindustrie (6 % / 5 %) von Gewicht. Der Luft- und Raumfahrzeugbau (3 % / 2 %) hat zuletzt klar an Bedeutung verloren.

Die Entwicklung der FuE-Struktur der deutschen Industrie zwischen 2009 und 2015 ist durch eine weiter steigende Bedeutung des Automobilbaus, dessen Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen von 30,5 % auf 35,2 % gestiegen ist, und schrumpfenden Anteilen der pharmazeutischen Industrie (von 8,6 % auf 6,5 %) und des Luft- und Raumfahrzeugbaus (von 4,2 % auf 2,8 %) gekennzeichnet.

Erst im aktuellen Berichtsjahr 2016 zeigt sich nach längerer Zeit erstmals wieder eine leicht abnehmende Bedeutung des Automobilbaus. Sein Anteil an den internen FuE-Aufwendungen liegt nun leicht unter der 35 %-Schwelle. Dafür hat die pharmazeutische Industrie als aktuelles Zugpferd bei der Ausweitung der FuE-Budgets ihren Anteil auf 7,2 % steigern können (vgl. Abschnitt 9.2).

FuE in der deutschen Wirtschaft wird in erster Linie in der Industrie durchgeführt. Insgesamt 85 % der internen FuE-Aufwendungen und 80 % des FuE-Personals entfallen auf das Verarbeitende Gewerbe. Dienstleistungsunternehmen machen 2015 knapp 14 % der FuE-Aufwendungen und knapp 18 % der FuE-Personalkapazitäten aus. Langfristig steigt der Anteil von FuE in Dienstleistungsunternehmen.

Dabei konzentrieren sich die FuE-Kapazitäten im Dienstleistungssektor in nur sehr wenigen Wirtschaftszweigen: Unternehmen aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationsdienstleistungen stellen 5 % der FuE-Aufwendungen und 6 % des Personals. Es folgen die technischen Dienstleistungen (Architektur-, Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchung; 4 % / 6 %) und Dienstleistungsunternehmen, deren Schwerpunkt die Durchführung von Forschung und Entwicklung ist (3 % / 4 %) Insbesondere der Anteil der technischen Dienstleistungen ist 2015 gegenüber den Vorjahren sehr deutlich von 2 % auf 4 % der FuE-Aufwendungen und von 3 % auf 6 % des FuE-Personals gestiegen.⁷⁶

Einen Schwerpunkt der Erhebung zum Berichtsjahr 2015 bildeten Fragen zum Themenfeld FuE für Dienstleistungsinnovationen.⁷⁷ Es galt dezidiert zu ermitteln, in welcher Größenordnung FuE in Industrieunternehmen mit dem Ziel der Realisierung von Dienstleistungsinnovationen durchgeführt wird. Dabei zeigte sich in allen industriellen Kernbranchen, dass zwischen 11 % und 18 % der internen FuE-Aufwendungen der Realisierung von Dienstleistungsinnovationen zugutekommt. So sind es im Fahrzeugbau 12 %, im Maschinenbau 16 % und in der Pharmazeutischen Industrie 18 %. Weitaus

⁷⁶ Für eine vertiefende Analyse der Verteilung von FuE im Dienstleistungssektor vgl. auch Schasse, Schiller u. a. (2016).

⁷⁷ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2017c).

höhere Anteile erreichen erwartungsgemäß FuE-aktive Dienstleistungsunternehmen. Technische FuE-Dienstleister, wie auch Unternehmen der Informations- und Kommunikationswirtschaft, verwenden die Hälfte ihrer FuE-Budgets für Dienstleistungsinnovationen.

4.2.2 FuE-Intensitäten in der Industrie

Gemessen an den internen FuE-Aufwendungen am Umsatz weisen die typischerweise im Bereich der Spitzentechnik zusammengefassten Wirtschaftszweige die höchsten FuE-Intensitäten auf (Tab. A.4.2 im Anhang). In der Hierarchie der Wirtschaftszweige liegen die Hersteller von Telekommunikationstechnik (30 % in 2013), DV-Geräten (16 %), Medizintechnik (13 %), pharmazeutischen Spezialitäten (12 %) und MSR-Technik (11 %) an der Spitze.⁷⁸

Im Luft- und Raumfahrzeugbau hat sich die FuE-Intensität seit 2011 (12 %) halbiert (6 %). Im Jahr 2015 hat ein Teil der Automobilzulieferer (WZ 29.3) mit einer FuE-Intensität von fast 10 % zu den Spitzentechnologiebranchen aufgeholt. Dies hat dazu geführt, dass der Automobilbau als Ganzes (WZ 29) im Jahr 2015 in Deutschland mit 6,8 % erstmals eine höhere FuE-Intensität aufwies als der Luft- und Raumfahrzeugbau mit 6,2 %.

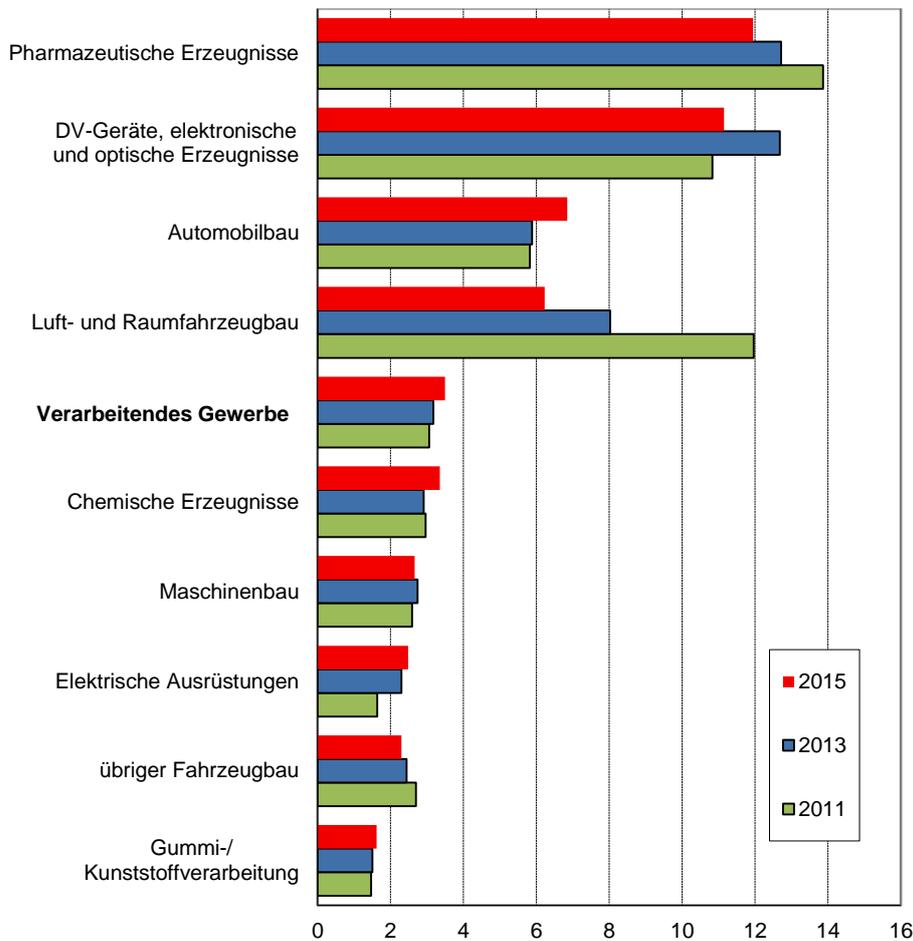
Überdurchschnittliche FuE-Intensitäten finden sich außerdem bei Unterhaltungselektronik (10 %), Waffen und Munition (10 %), Lampen/Leuchten (7 %), optischen Instrumenten (8 %), Kraftfahrzeugen (7 %), elektronischen Bauelementen (7 %), pharmazeutischen Grundstoffen (7 %), Gummiwaren (5 %), sonstigen chemischen Erzeugnissen (7 %). Haushaltsgeräten und sonstigen elektrischen Ausrüstungen (4 %) sowie Landwirtschaftsmaschinen (4 %).

Nachdem der – durch das krisenbedingte z. T. extreme Umsatzminus im Jahr 2009 hervorgerufene – Anstieg der FuE-Aufwandsintensität im Jahr 2011 weitgehend egalisiert worden ist, weist die deutsche Industrie seitdem eine insgesamt steigende FuE-Intensität auf. In der gesamten Industrie stieg der Anteil der FuE-Aufwendungen am Umsatz 2015 auf 3,4 % (Abb. 4.2.1 und Tab. A.4.2 im Anhang). Dazu hat maßgeblich der Anstieg im absolut dominierenden Automobilbau beigetragen. Auch die klassische Elektroindustrie (elektrische Ausrüstungen) und die Gummiindustrie haben merklich angezogen. Deutliche Rückgänge haben hingegen die der Spitzentechnologie zugehörige Elektronikindustrie, die Pharmazeutische Industrie und besagter Luft- und Raumfahrzeugbau zu verzeichnen.

Die weniger konjunkturresistente FuE-Personalintensität, gemessen am FuE-Personal an den Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen, weist für die gesamte Industrie (Verarbeitendes Gewerbe) im Jahr 2015 ebenfalls auf eine gestiegene FuE-Intensität hin (von 4,4 % auf 4,7 %, Tab. A.4.3 im Anhang). Auch hier muss der Automobilbau als treibende Kraft angesehen werden, während in den Wirtschaftszweigen, die der Spitzentechnologie zugerechnet werden, eher konstante FuE-Personalintensitäten (DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse, Luft- und Raumfahrzeugbau) bzw. Rückgänge (pharmazeutische Industrie) zu beobachten sind.

⁷⁸ Der sehr kleine Chemiebranch der Hersteller von Schädlingsbekämpfungsmitteln-, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln (WZ 20.2) weist mit 29 % eine sehr hohe und stark schwankende FuE-Intensität auf. Offenbar steht dem FuE-Einsatz hier keine eigene Produktion gegenüber, die wahrscheinlich in anderen Wirtschaftszweigen erfolgt.

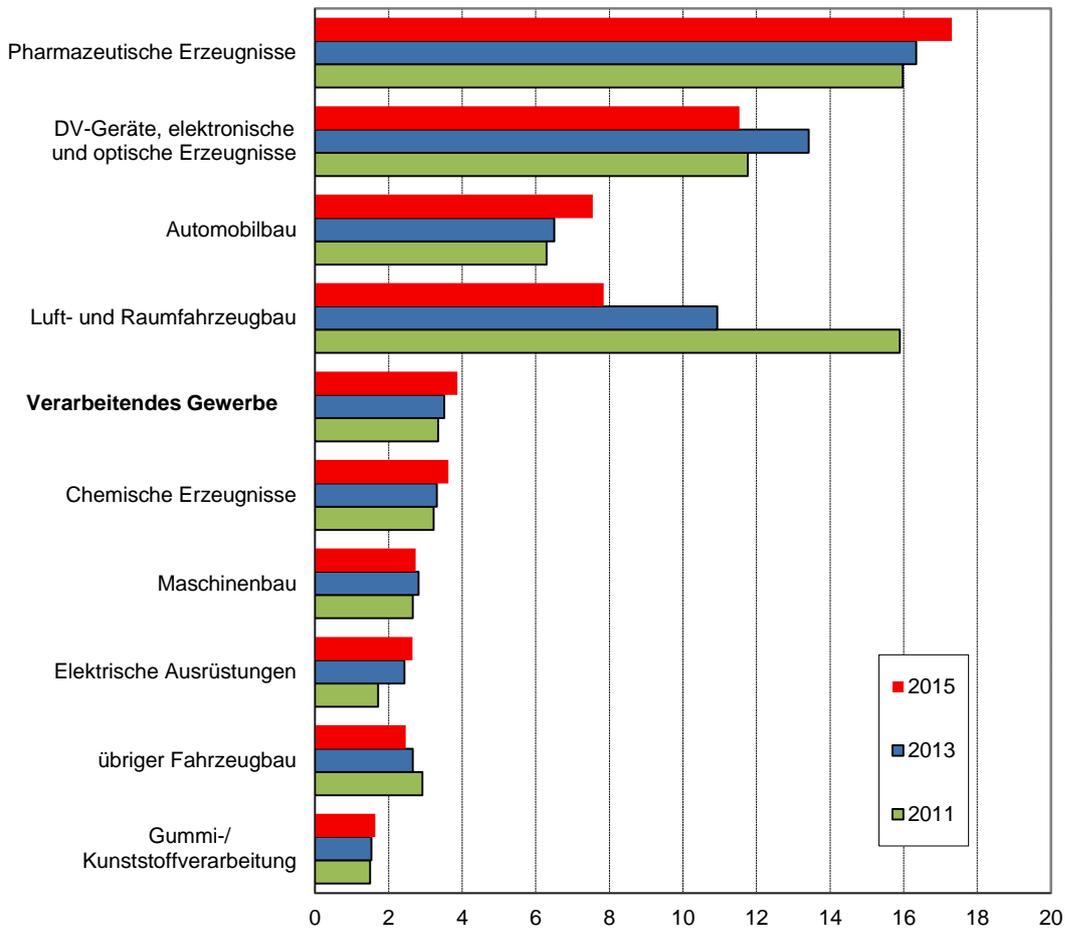
Abb. 4.2.1: Interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2011, 2013 und 2015



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, Unternehmensergebnisse Deutschland (unveröffentlichte Daten) sowie Fachserie 4, Reihe 4.3. – Berechnungen des CWS.

In der Mehrzahl der betrachteten Wirtschaftszweige ändern sich die beschriebenen grundlegenden Strukturen und Entwicklungen der FuE-Aufwandsintensitäten nur wenig wenn neben den internen auch externe FuE-Aufwendungen berücksichtigt, welche die Unternehmen für FuE-Aufträge an deutsche Forschungseinrichtungen, Hochschulen und ausländische Partner aufwenden (Abb. 4.2.2). Eine deutliche Abweichung ist nur bei der pharmazeutischen Industrie festzustellen, deren FuE-Aufwandsintensität sich bei Berücksichtigung der externen FuE-Aufwendungen seit 2011 nicht verringert hat. Externe FuE, insbesondere aus dem Ausland, ist in der pharmazeutischen Industrie von weitaus größerer Bedeutung als in anderen Wirtschaftszweigen (vgl. auch Abschnitt 7.2). Bei wachsenden Umsätzen und relativ konstanten internen FuE-Aufwendungen sind die externen Aufwendungen hier überproportional gestiegen und haben bis 2015 einen Rückgang der FuE-Intensität bezogen auf die gesamten FuE-Aufwendungen verhindert.

Abb. 4.2.2: Gesamte FuE-Aufwendungen* in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2011, 2013 und 2015



*) Gesamte FuE-Aufwendungen = Summe der internen und der externen FuE-Aufwendungen außerhalb der Wirtschaft der Unternehmen des Wirtschaftszweigs (zur Bestimmung vgl. Abschnitt 1.3 und 5.2).

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, Unternehmensergebnisse Deutschland (unveröffentlichte Daten) sowie Fachserie 4, Reihe 4.3. – Berechnungen des CWS.

4.2.3 FuE-Intensitäten im Dienstleistungssektor

Im Dienstleistungssektor fällt der Anteil des FuE-Personals mit 0,4 % im Vergleich zur Industrie (4,7 %) sehr gering aus (Tab. A.4.3 im Anhang).⁷⁹ Ausnahmen bilden die Informations- und Kommunikationsdienstleistungen (vor allem Dienstleistungen der Informationstechnologie (3,7 %), hinter denen sich vor allem Programmierstätigkeiten verbergen (6,3 %)) und technische Dienstleistungen⁸⁰ (5,0 %), die insbesondere von Ingenieurbüros (6,9 %) erbracht werden. Hinzu kommen Unternehmen, die explizite FuE-Dienstleistungen für Dritte erbringen (10,4 %). Gegenüber den Vorjahren hat sich die FuE-Personalintensität im Bereich der technischen Dienstleistungen von 2,5 % auf 5 % verdoppelt.

⁷⁹ Hier wird aus Gründen der Vergleichbarkeit nur die FuE-Personalintensität als Indikator herangezogen. Sektorale Aufwandsintensitäten auf Basis von Umsatzdaten in Dienstleistungsbranchen sind schwer vergleichbar, weil hier verschiedene Umsatzdefinitionen zum Tragen kommen.

⁸⁰ Architektur-, Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchungen (WZ 71).

Berücksichtigt man die insgesamt geringere Beteiligung von Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor an FuE und beschränkt die Analyse allein auf die FuE-betreibenden Unternehmen, erweisen sich die angeführten Dienstleistungsbereiche als überdurchschnittlich FuE-personalintensiv (Tab. 3.2.2).⁸¹ Mit einem Anteil von 25 % des FuE-Personals an den Beschäftigten stehen FuE-betreibende Unternehmen, die Programmierfähigkeiten ausführen, hier an der Spitze, gefolgt wissenschaftlichen FuE-Dienstleistern (22 %) und Architektur- und Ingenieurbüros (22 %). Dabei ist die stark gestiegene FuE-Personalintensität bei den Architektur- und Ingenieurbüros primär auf große Unternehmen mit mehr als 1.000 Beschäftigten zurückzuführen (vgl. Abschnitt 3.2). Die Übernahme von Entwicklungstätigkeiten durch große technische Dienstleister ist vor allem ein Phänomen der Automobilindustrie.⁸²

4.2.4 FuE-Aufwendungen in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen nach Produktgruppen

Die Untersuchung der FuE-Aufwendungen nach Erzeugnisbereichen bzw. Produktgruppen, für die in den Unternehmen tatsächlich FuE durchgeführt wird, bedeutet einen Perspektivwechsel von der *institutionellen* Ebene der Wirtschaftszweige (Unternehmensschwerpunkt nach WZ 2008) auf die *funktionale* Ebene der produzierten Güter (Güterverzeichnis für die Produktion 2009). Entsprechende Daten wurden in den FuE-Erhebungen des Stifterverbands bis zum Jahr 2013 in sehr differenzierter Weise für insgesamt 49 Erzeugnisbereiche erfragt. Dieses Vorgehen wurde mit dem Erhebungsjahr 2015 aus erhebungstechnischen Gründen modifiziert und stark vereinfacht. Eine Berechnung der FuE-Intensitäten nach Produktgruppen, für die FuE durchgeführt wird, und der umfassende Abgleich mit den Ergebnissen der institutionellen Betrachtung nach Wirtschaftszweigen, wie er in den vergangenen Indikatorikberichten zu FuE in Staat und Wirtschaft durchgeführt wurde⁸³, muss deshalb an dieser Stelle entfallen. Ein zentrales Ergebnis der bisherigen Analysen war die Tatsache, dass bei den FuE-Intensitäten nach Erzeugnisbereichen grundsätzlich diejenigen Produktgruppen im Vordergrund standen, die den forschungsintensiven Wirtschaftszweigen entsprechen. Dies betrifft die Pharmazeutischen Erzeugnisse, Datenverarbeitungstechnik und Elektronik, Instrumente und Luft- und Raumfahrzeuge, aber auch Automobile und Automobilteile und Teile des Maschinenbaus. Für diese Produktgruppen lässt sich weiterhin untersuchen, ob FuE in Unternehmen der entsprechenden Branche durchgeführt wird, oder ob auch in anderen Branchen diesbezügliche FuE betrieben wird.

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 nur „branchentypische“ Produkte herstellen. Dies ist keineswegs überall der Fall. Vielmehr gibt es nicht nur in der Produktion eine gewisse Überschneidung von Produktgruppen und Wirtschaftszweigen, sondern auch bei FuE. Die Verflechtung von FuE und Produktion über Branchengrenzen hinweg könnte daher bei der Analyse der Strukturwandeldynamik zwischen und innerhalb von Branchen von Bedeutung sein.

Die aktuellen Ergebnisse aus der neu formulierten Frage nach den Produktionsbereichen, für die FuE-Mittel eingesetzt werden, bestätigt die bereits in den Vorjahren festgestellte Konzentration von FuE auf die Kernkompetenzen der Unternehmen in den jeweiligen forschungsintensiven Wirtschaftszwei-

⁸¹ Vgl. für die Vorjahre auch Schasse, Schiller u. a. (2016), insbes. Tab. A.3.10.

⁸² Vgl. Schasse, Schiller u.a. (2016).

⁸³ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba und Stenke (2014 und 2016).

gen⁸⁴ (Tab. 4.2.1): So setzen FuE betreibende Unternehmen der Chemieindustrie über 98 % ihrer internen FuE-Mittel für Forschung und Entwicklung von Chemieprodukten ein. In der Pharmaindustrie werden fast 100 % der Mittel ausschließlich für Pharmaforschung eingesetzt. „Branchenfremde“ FuE findet sich am ehesten in der Elektronikbranche (Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen), die nur 77,7 % ihrer FuE-Mittel für „branchentypische“ FuE aufwendet und auch Mittel für FuE hinsichtlich Elektrogütern (4,2 %), Maschinenbauerzeugnissen (6,8 %) und Automobilen (4,8 %) einsetzt. Geringe Anteile branchenfremder FuE gibt es auch in der klassischen Elektroindustrie und im Maschinenbau, die jeweils knapp 93 % ihrer FuE-Aufwendungen für branchentypische Produkte einsetzen.

Tab. 4.2.1: Interne FuE-Aufwendungen 2015 in forschungsintensiven Industriezweigen nach Erzeugnisbereichen, für die FuE durchgeführt wurde

Wirtschaftszweig (WZ 2008)	CPA (GP 2009)	Interne FuE-Aufwendungen (Tsd. €)	Erzeugnisbereiche, für die FuE durchgeführt wurde in %								
			Chemie	Pharmazie	Gummi- u. Kunststoffwaren	DV-Geräten, Elektronik, Optik	Elektrische Ausrüstungen	Maschinenbau	Kraftwagen und deren Teile	Luft- und Raumfahrzeuge	übrige Güter und Dienstleistungen ¹
			20	21	22	26	27	28	29	30.3	
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	3.786.071	98,4	0,1	1,0	.	.	0,0	.	.	0,5
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	3.956.079	0,1	99,5	.	.	.	.	.	.	0,4
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.088.340	.	.	95,0	.	.	0,5	1,9	.	2,5
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erz.	7.541.354	.	0,0	0,0	77,7	4,2	6,8	4,8	0,5	6,1
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.249.103	.	.	0,2	1,9	92,6	1,0	1,7	0,1	2,5
28	Maschinenbau	5.459.450	1,3	0,0	0,4	1,5	0,3	92,7	1,2	.	2,6
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	21.465.983	.	.	0,1	0,0	.	0,8	98,3	.	0,8
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	1.706.837	.	.	.	.	.	.	.	99,8	0,2

1) einschl. Geheimhaltung (.); in keinem Wirtschaftszweig entfallen mehr als 0,5 % der FuE-Aufwendungen auf geheim zuhaltende Erzeugnisbereiche. - 0,0: kleiner 0,05 %.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des CWS.

4.2.5 Forschungsfelder der deutschen Wirtschaft

Die Betrachtung nach Produktgruppen hat gezeigt, dass die FuE-Mittel der Unternehmen weitgehend für Produkte aufgewendet werden, die deren Kernkompetenzen entsprechen (vgl. Abschnitt 4.2.4). Dahinter kann sich insbesondere bei Großunternehmen trotzdem eine Vielzahl von Produkten befinden, deren Komplexität sich häufig von der Ebene einzelner Komponenten über die Ebene von Modulen bis zur Ebene ganzer Systeme ausdifferenziert und gruppiert. Einzelne Bauteile und deren Zusammenwirken als System haben dabei oft völlig unterschiedliche Zielstellungen an die unternehmensinterne Forschung und Entwicklung. Die hierbei angesprochenen Forschungs- und Technologiefelder können nicht selten von den Materialwissenschaften über physikalisch-technische Fragestellungen, Informations- und Kommunikationstechnologien, Umweltechnologien bis hin zu medizinischen Aspekten reichen. Das gleiche Produkt erfordert heute FuE-Anstrengungen in anderen Forschungsfeldern als

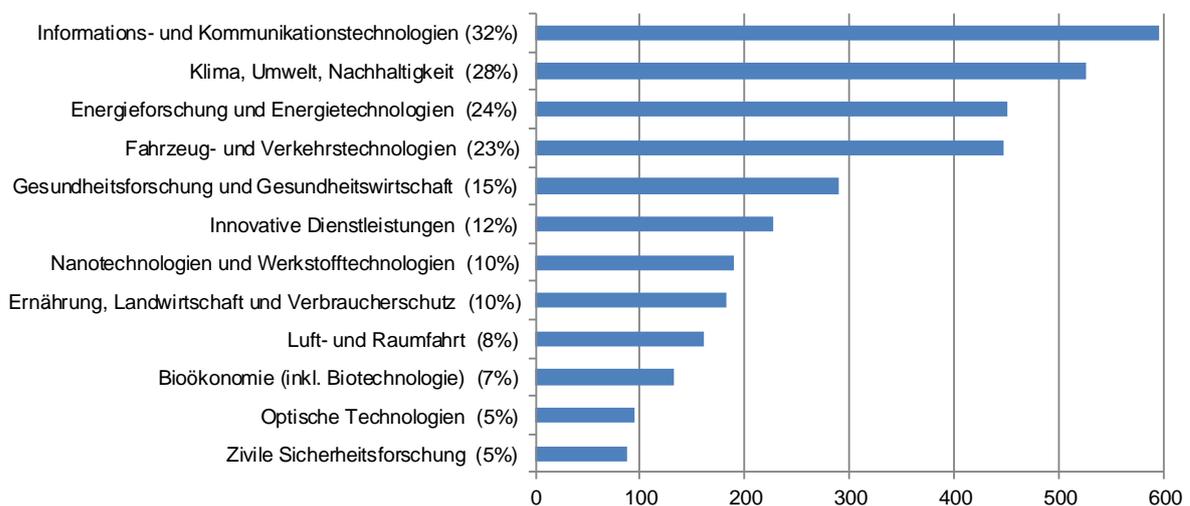
⁸⁴ Für die gesamte Wirtschaft ist der Anteil „branchenfremder“ FuE von 15 % im Jahr 2009 über 11 % in 2011 auf 7 % im Jahr 2013 zurückgegangen, vgl. Schasse, Belitz, Kladroba und Stenke (2016).

noch vor 15 Jahren. So sind z.B. im Automobilbau zum Kernbereich der Fahrzeugtechnologie zunehmend Informations- und Kommunikationstechnologien, Elemente der Energieforschung und nicht zuletzt auch FuE-Tätigkeiten auf dem Gebiet der Umwelt- und Klimaschutztechnik hinzugekommen.

Um eine aktuelle Bestimmung derjenigen Technologiefelder vorzunehmen, in denen die deutsche Wirtschaft forscht und entwickelt, wurden diese in der FuE-Erhebung zum Berichtsjahr 2015 erstmals direkt bei den Unternehmen abgefragt.⁸⁵ Die Auswahl der Technologiefelder orientierte sich an der Leistungsplansystematik des Bundes aus dem Jahr 2009. Dies hat den Vorteil der Konkordanz der Forschungsfelder mit den Förderschwerpunkten des Bundes.⁸⁶ Insgesamt wurde auf einem relativ hohen Aggregationsniveau abgefragt, in welchen Forschungsfeldern die FuE-Aktivitäten der Unternehmen stattfinden. Der Indikator erfasst die Beteiligung an FuE in den Forschungsfeldern, nicht aber deren Volumen oder Intensität, für die zusätzlich Informationen über die Höhe der dabei eingesetzten Ressourcen (FuE-Aufwendungen oder FuE-Personal) erforderlich wären. Insgesamt haben 1.840 Unternehmen Angaben zur Beteiligung an FuE in den Forschungsfeldern gemacht (Stand 12/2017).

Am häufigsten genanntes Technologiefeld ist die Informations- und Kommunikationstechnologie (32 % der antwortenden Unternehmen). Erhebliche Relevanz besitzen zudem Klima-, Umwelt- und Nachhaltigkeitstechnologien. Sie wurden am zweithäufigsten genannt (29 %). An dritter und vierter Stelle folgen Energieforschung und Energietechnologien (25 %) sowie Fahrzeug- und Verkehrstechnologien (24 %), mit Abstand gefolgt von Gesundheitsforschung (16 %) und innovativen Dienstleistungen (12 %) (Abb. 4.2.3).

Abb. 4.2.3: Forschungsfelder der Unternehmen (Anzahl der Unternehmen, die in den Forschungsfeldern agieren)



() In Klammern: Anteil der antwortenden Unternehmen (1.840), die in den Forschungsfeldern agieren in Prozent. – Mehrfachnennungen möglich. - Quelle: SV Wissenschaftsstatistik.

⁸⁵ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2017c).

⁸⁶ Vgl. zum Beispiel BMBF (2016).

Fast ein Drittel aller Unternehmen betreiben FuE im IuK-Segment. FuE für die Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien wird demnach von mehr Unternehmen in Deutschland betrieben als anhand der Branchenverteilung aller erfassten FuE-betreibenden Unternehmen (23 %) und deren FuE-Aufwendungen (17,5 %) zu erwarten war.⁸⁷ Die Differenzierung nach Forschungsfeldern untermauert den Charakter von Informations- und Kommunikationstechnologie als Schlüssel- beziehungsweise Querschnittstechnologie. FuE in diesem Forschungsfeld findet sich neben den klassischen Branchen „Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen“ und „Information und Kommunikation“ auch in nennenswertem Umfang bei technischen FuE-Dienstleistern oder im Maschinenbau. Die Querschnittstechnologie IuK wird dementsprechend mit anderen Wissens- und Technologiefeldern verknüpft, wodurch nachhaltige Interdependenzen entstehen. Diese interaktiven Verbindungen und Wissensflüsse zwischen Branchen und Technologien, auch als *Relatedness* bezeichnet⁸⁸, können zur Ausprägung neuer technologischer Systeme oder Trajektorien führen⁸⁹ und so zu einem zentralen Bestimmungsfaktor für wirtschaftlichen Strukturwandel und Wachstum werden.

Auch die Bereiche „Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit“ sowie „Energieforschung und Energietechnologien“ weisen den Charakter von Querschnittstechnologien auf.⁹⁰ FuE in diesen Bereichen wird deshalb in unterschiedlichen Branchen (Tab. 4.2.2) und in unterschiedlichen Kombinationen mit anderen Forschungsfeldern (Abb. 4.2.4) genannt. Mit Ausnahme des IKT-Sektors (Informations- und Kommunikationstechnik) existiert keine Branche, in der nicht wenigstens eines von beiden Forschungsfeldern unter den drei bedeutsamsten platziert ist. Sie sind sowohl in Hinblick auf die eigenen Produktionsprozesse (Energieeinsparung, CO₂-Minderung) als auch hinsichtlich der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen auf den Wachstumsmärkten für Umwelt- und Klimaschutztechnologien von Bedeutung.

Auch Fahrzeug- und Verkehrstechnologien werden von Unternehmen aus verschiedensten Branchen als Forschungsfeld genannt. In sechs von acht Hauptbranchen zählt dieses Forschungsfeld zu den am häufigsten genannten. Hierin dürften sich auch die umfassenden Lieferverflechtungen des Automobilbaus in Deutschland widerspiegeln, die direkte und indirekte Zulieferer veranlassen, FuE-Ressourcen in diesem Forschungsfeld einzusetzen. Generell mangelt es an Informationen zur Höhe der eingesetzten FuE-Aufwendungen in den Technologiefeldern. FuE mit technisch-naturwissenschaftlicher Ausrichtung, die auf die Entwicklung materieller Industrieprodukte abzielt, benötigt in der Regel einen höheren Einsatz von FuE-Ressourcen als etwa die Entwicklung neuer Dienstleistungen oder Softwareprodukte.⁹¹

FuE in Querschnittstechnologien wie IKT, Klima und Umwelt oder Energieforschung erfolgt vielfach in Kombination untereinander oder mit anderen Forschungsfeldern (Abb. 4.2.4). Unter den 10 häufigsten Technologiekombinationen findet sich nur eine (Luft- und Raumfahrt zusammen mit Fahrzeug- und Verkehrstechnologien), an denen nicht mindestens eines der genannten Querschnittsforschungsfelder beteiligt ist.

⁸⁷ Anteil der Wirtschaftszweige „Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (WZ 26)“ und „Information und Kommunikation (WZ 58-63)“ an allen erfassten FuE-betreibenden Unternehmen bzw. an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft.

⁸⁸ Vgl. Boschma und Frenken (2009).

⁸⁹ Vgl. Dosi (1982).

⁹⁰ Vgl. Gehrke et al. (2015), Gehrke und Schasse (2017b), Gehrke et al. (2018).

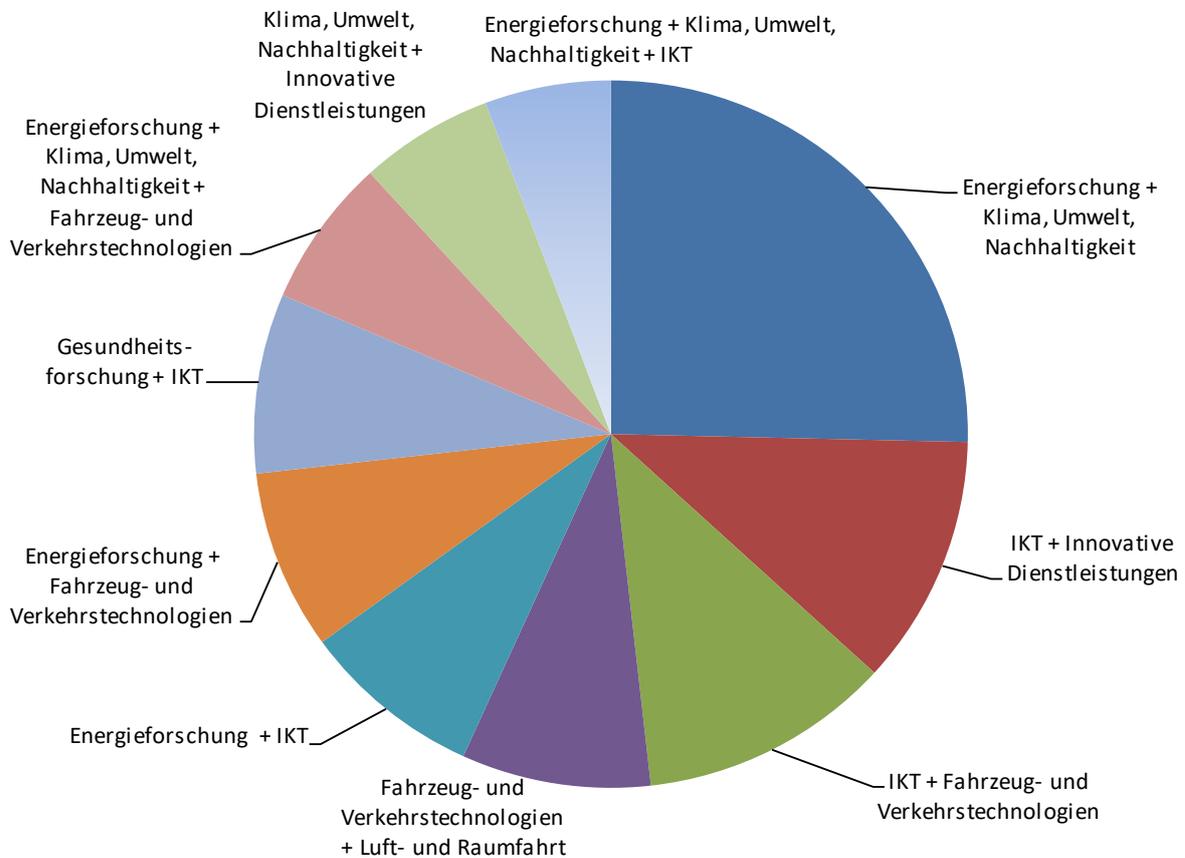
⁹¹ Vgl. Frietsch et al. (2014).

Tab. 4.2.2: Branchen und Forschungsfelder

Branche	Drei am häufigsten genannte Forschungsfelder
Fahrzeugbau	Fahrzeug- und Verkehrstechnologien / Energieforschung und Energietechnologien / Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit
FuE-Dienstleistungen	Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit / Energieforschung und Energietechnologien / IKT
Chemieindustrie	Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit / Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz / Fahrzeug- und Verkehrstechnologien
Elektroindustrie	IKT / Energieforschung und Energietechnologien / Fahrzeug- und Verkehrstechnologien
Gummi- Kunststoff und Glasindustrie	Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit / Energieforschung und Energietechnologien / Nanotechnologien und Werkstofftechnologien
IKT	IKT / Fahrzeug- und Verkehrstechnologien / Innovative Dienstleistungen
Maschinenbau	Energieforschung und Energietechnologien / IKT / Fahrzeug- und Verkehrstechnologien
Metallbearbeitung	Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit / Fahrzeug- und Verkehrstechnologien / Energieforschung und Energietechnologien

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik

Abb. 4.2.4: Technologiekombinationen



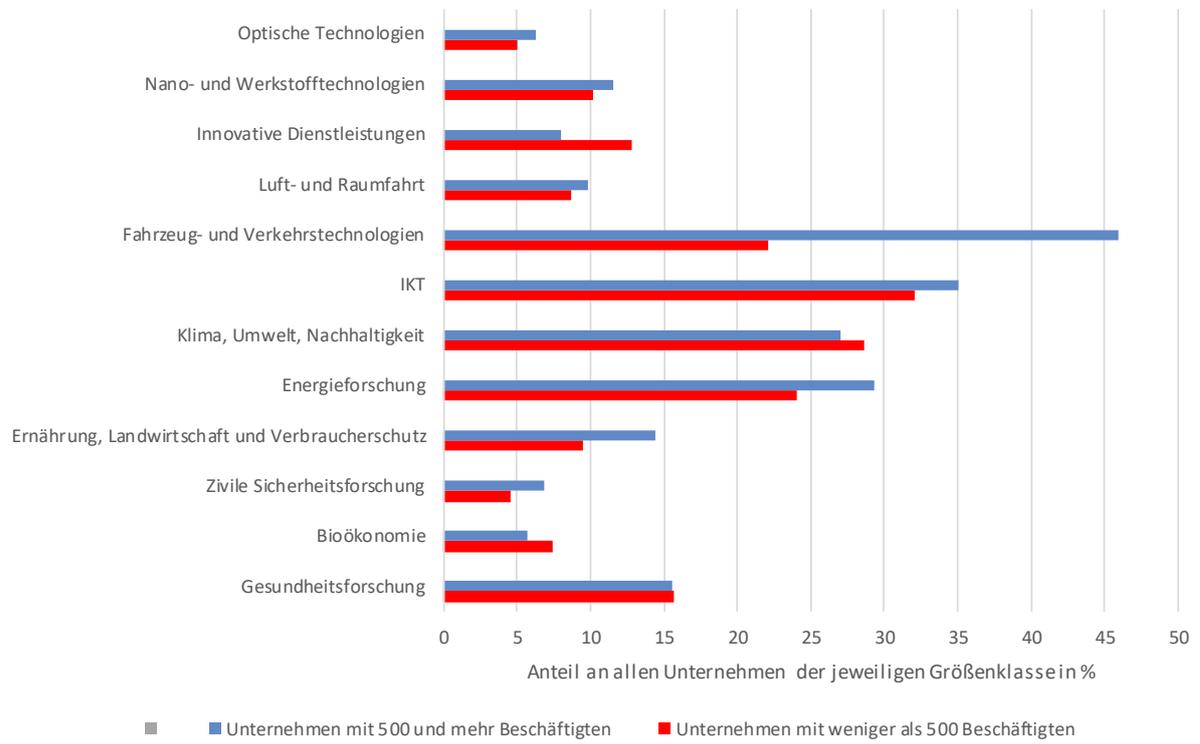
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik

Diese Beobachtung trifft für rund die Hälfte der beteiligten Unternehmen zu. Die andere Hälfte ist nur in einem Forschungsfeld tätig. Mehr als ein Viertel (27 %) kombiniert zwei Forschungsfelder miteinander und insgesamt 21 % der antwortenden Unternehmen bearbeitet mehr als zwei Forschungsfelder. Kombinationen von Forschungsfeldern sind von Interesse, weil Innovationen mit hohem Neuheitsgrad und radikale Innovationen vielfach an der Schnittstelle mehrerer Forschungsfelder, oftmals auch in Nischen existierender Cluster, entstehen. Dabei erhöht eine Verbindung unterschiedlicher Wissens- und Technologiegebiete nicht nur die Chance für Innovationen mit hoher ökonomischer Wirkkraft, sondern auch die Resilienz von Regional- und Volkswirtschaften.⁹² Externen Schocks können Unternehmen mit diversem Forschungsfeldportfolio deutlich besser begegnen als innerhalb starrer, eindimensional ausgerichteter Forschungspfade. Sie sind auch in der Lage, sich agilen Innovationssystemen anzupassen und von ihnen zu profitieren.

Kleine und mittlere Unternehmen unterscheiden sich hinsichtlich der Beteiligung in verschiedenen Forschungsfeldern von größeren Unternehmen. Insgesamt 52 % der KMU mit weniger als 500 Beschäftigten sind nur in einem Forschungsfeld aktiv. Bei größeren Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten sind dies nur 44 %. Im Durchschnitt sind KMU in 1,8 Forschungsfeldern aktiv, größere Unternehmen in 2,2 % Forschungsfeldern. Dies spiegelt sich auch in der Verteilung der Forschungsfelder, denn in den meisten Forschungsfeldern ist die Beteiligung unter den KMU geringer als unter den großen Unternehmen (Abb. 4.2.5). Dies trifft insbesondere für das Forschungsfeld „Fahrzeug- und Verkehrstechnologien“ zu, wo 46 % der großen Unternehmen aber nur 22 % der KMU FuE betreiben. Relativ häufiger sind KMU hingegen in den Forschungsfeldern „Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit“, „Innovative Dienstleistungen“ und „Bioökonomie“ vertreten. KMU und große Unternehmen unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Beteiligung an Gesundheitsforschung. Mit Ausnahme der Fahrzeugtechnologien weisen KMU offenbar keine grundsätzlich anderen Präferenzen hinsichtlich der Beteiligung an verschiedenen Forschungsfeldern auf als größere Unternehmen.

⁹² Vgl. (Cooke, et al. (2012).

Abb. 4.2.5: Forschungsfelder nach Beschäftigtengrößenklassen



Mehrfachnennungen möglich. - Quelle: SV Wissenschaftsstatistik

5 Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Staat

5.1 Die Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich

FuE-Vorhaben, die in Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen durchgeführt werden, können sowohl von den jeweiligen Sektoren aus eigenen Mitteln selbst finanziert werden als auch auf Finanzierungsquellen aus anderen Sektoren oder aus dem Ausland zurückgreifen. Auch wenn die Wirtschaft den größten Teil der von den Unternehmen durchgeführten FuE-Aktivitäten selbst finanziert und Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen primär von Staat finanziert werden, variieren die Finanzierungsstrukturen z. T. erheblich zwischen den Ländern (Tab. 5.1.1, Tab. 5.1.2). Diese betreffen neben dem Anteil der eingesetzten FuE-Mittel aus dem Ausland auch die Finanzierungsströme zwischen Wirtschaft und Staat, sowohl hinsichtlich der öffentlichen Förderung von FuE in der Wirtschaft (Tab. A.5.1 im Anhang) als auch der Finanzierung von FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen durch die Wirtschaft (Tab. A.5.2 im Anhang).

Aufgrund des relativ hohen Anteils der Selbstfinanzierung zeigt sich eine positive Korrelation des Anteils eines Sektors bei der Durchführung von FuE (Tab. A.2.3 im Anhang) mit dem jeweiligen Finanzierungsanteil (Tab. 5.1.1). Deshalb ist in Ländern, in denen der Anteil von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen bei der Durchführung von FuE gestiegen ist, auch der Finanzierungsanteil des Staates gestiegen. Das Bild wird differenzierter, wenn man die Sektoren getrennt betrachtet und zusätzlich die Auslandsfinanzierung berücksichtigt.

Das Ausland spielt als Finanzier von FuE in Wirtschaft und Staat in Europa eine erheblich größere Rolle als in den überseeischen Volkswirtschaften, was zum Teil auf die Förderpolitik der EU zurückzuführen ist (Tab. 5.1.2). Andererseits ist der Anteil der FuE-Finanzierung durch international verbundene Unternehmen in Europa relativ hoch.⁹³ Im Durchschnitt der OECD-Länder werden 7,1 % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus ausländischen Quellen finanziert, in der EU-28 sind es 10,8 % und in Deutschland 6,7 %, wobei sich der Anteil in Deutschland zwischen 2005 und 2015 mehr als verdoppelt hat. Auch OECD-weit hat sich der Anteil der Auslandsfinanzierung verdoppelt. Der hohe Anteil der auslandsfinanzierten FuE in der Wirtschaft Großbritanniens, Österreichs und der Niederlande dürfte vor allem auf verbundene Unternehmen zurückzuführen sein.

Die Finanzierung von FuE im öffentlichen Sektor erfolgte im OECD-Durchschnitt im Jahr 2015 zu 5,2 % durch die Wirtschaft (Tab. A.5.2 im Anhang). Dabei finanzierte die Wirtschaft in der OECD im Schnitt 6,4 % der Hochschulforschung (Deutschland: 13,9 %) und 3,7 % der FuE in außeruniversitären FuE-Einrichtungen (Deutschland: 11,3 %). Mittel aus der Wirtschaft spielen für die Durchführung von FuE in deutschen Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen eine wesentlich größere Rolle als in entsprechenden Einrichtungen in anderen größeren OECD-Ländern.

Bei der Finanzierung von FuE, die in der Wirtschaft durchgeführt wird, spielt der Staat eine unterschiedliche Rolle in den Volkswirtschaften. Im OECD-Mittel lag der staatlich finanzierte Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 2015 bei 5 % (Tab. 5.1.2 und Tab. A.5.1 im Anhang). Er ist seit 2009 kontinuierlich zurückgegangen. In der EU liegt der Anteil gegenwärtig bei 6 % und hat sich ebenfalls verringert. In Deutschland werden weitaus weniger FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus staatlichen Quellen finanziert. Hier ist der Anteil seit 2010 von 4,5 % auf nur noch 3,3 % gesunken.

⁹³ Vgl. Belitz (2017).

Ein im internationalen Vergleich unterdurchschnittlicher Anteil des Staates an der Finanzierung von FuE in der Wirtschaft und ein gleichzeitig zu beobachtender überdurchschnittlicher Anteil der Finanzierung von FuE im öffentlichen Sektor durch die Wirtschaft tragen dazu bei, dass in Deutschland im internationalen Vergleich ein überdurchschnittlicher Anteil der gesamten FuE-Aufwendungen von der Wirtschaft finanziert wird (Tab. 5.1.1). Die deutsche Wirtschaft finanziert fast 66 % aller FuE-Aufwendungen in Deutschland, im OECD-Schnitt sind es 62 %, in der EU-15 nur 56 %.

Besonders niedrig fällt der durch die Wirtschaft finanzierte Anteil in den Ländern Südeuropas (46 %) oder in Polen (39 %) aus. Hier kommt dem Staat eine sehr viel gewichtigere Rolle bei der Finanzierung von FuE zu. Israel (37 %) muss diesbezüglich als Ausnahme gewertet werden, da hier fast die Hälfte der gesamten FuE-Aufwendungen aus dem Ausland finanziert wird.

Tab. 5.1.1: Verteilung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2005 und 2015

Land	2005					2015				
	GERD in Mio. PPP US\$	davon finanziert von ... (in %)				GERD in Mio. PPP US\$	davon finanziert von ... (in %)			
		Wirt- schaft	Staat	Andere Inländer	Ausland		Wirt- schaft	Staat	Andere Inländer	Ausland
GER	63.868	67,6	28,4	0,3	3,7	114.778	65,6	27,9	0,4	6,2
FRA ¹	39.530	51,9	38,6	1,9	7,5	59.529	55,7	34,6	2,0	7,8
GBR	30.640	42,1	32,7	5,9	19,3	46.260	48,4	28,0	6,0	17,6
ITA ¹	18.241	39,7	50,7	1,7	8,0	30.324	46,2	40,8	3,6	9,3
BEL ²	6.225	59,7	24,7	3,3	12,4	11.841	61,3	24,1	1,4	13,2
NED	10.892	46,3	38,8	2,8	12,0	16.910	48,7	33,4	2,8	15,1
DEN	4.430	59,5	27,6	2,8	10,1	8.236	59,4	29,4	4,7	6,5
ESP	13.251	46,3	43,0	5,0	5,7	19.735	45,8	40,9	5,2	8,0
AUT	6.837	45,6	35,9	0,4	18,0	13.321	48,4	35,7	0,5	15,4
SWE ²	10.388	63,9	24,4	3,6	8,1	14.496	61,0	28,3	4,1	6,7
FIN	5.589	66,9	25,7	1,2	6,3	6.712	54,8	28,9	1,8	14,5
SUI ³	7.742	69,7	22,7	2,3	5,2	17.688	63,5	24,4	1,9	10,2
POL	2.985	33,4	57,7	3,2	5,7	10.240	39,0	41,8	2,4	16,7
CAN	23.090	49,3	31,8	10,1	8,8	27.071	44,3	33,0	14,0	8,7
USA ⁴	328.128	63,3	30,8	5,9		502.893	64,2	24,0	7,1	4,7
JPN	128.695	76,1	16,8	6,8	0,3	170.003	78,0	15,4	6,1	0,5
KOR	30.618	75,0	23,0	1,3	0,7	74.051	74,5	23,7	1,0	0,8
ISR ²	6.966	56,2	14,5	4,6	24,7	11.434	37,0	12,5	1,3	49,2
CHN	86.828	67,0	26,3	5,7	0,9	408.829	74,7	21,3	3,3	0,7
RUS	18.121	30,0	61,9	0,5	7,6	38.136	26,5	69,5	1,4	2,6
RSA ²	4.051	43,9	38,2	4,4	13,6	4.975	41,4	42,9	2,8	12,9
EU-28 ¹	226.753	53,7	35,2	2,3	8,7	372.272	54,4	32,6	2,4	10,2
EU-15 ¹	215.832	54,5	34,4	2,3	8,8	344.763	56,1	32,1	2,5	9,3
OECD	778.142	62,3	29,6	4,8	3,2	1.247.981	62,2	26,2	5,3	6,2

1) 2014 statt 2015. - 2) 2013 statt 2015. - 3) 2004 statt 2005. - 4) 2005 Ausland in anderen Kategorien enthalten
Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). - Berechnungen des CWS.

Tab. 5.1.2: Verteilung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft (BERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2005 und 2015

Land	2005					2015				
	BERD in Mio. PPP US\$	davon finanziert von ... (in %)				BERD in Mio. PPP US\$	davon finanziert von ... (in %)			
		Wirt- schaft	Staat	Andere Inländer	Ausland		Wirt- schaft	Staat	Andere Inländer	Ausland
GER	44.288	92,1	4,5	0,2	3,3	78.799	89,7	3,3	0,3	6,7
FRA ¹	24.554	80,7	10,1	0,0	9,2	38.676	82,9	7,8	0,1	9,3
GBR	18.809	64,5	8,3	0,0	27,1	30.405	70,6	9,3	0,7	19,4
ITA ¹	9.187	76,8	11,0	0,1	12,1	16.792	81,6	5,7	0,4	12,3
BEL ²	4.234	82,8	6,2	0,0	11,0	8.367	82,5	6,1	0,0	11,4
NED	5.762	79,0	3,4	0,3	17,2	9.396	80,1	1,8	0,3	17,8
DEN	3.023	86,0	2,4	0,2	11,4	5.268	91,4	2,8	0,3	5,5
ESP	7.128	79,9	13,6	0,7	5,8	10.368	81,9	9,4	0,8	7,9
AUT ³	4.049	67,2	6,4	0,0	26,3	8.504	66,7	12,5	0,1	20,7
SWE ²	7.564	86,1	4,5	0,2	9,1	9.995	86,7	6,1	0,3	6,9
FIN	3.958	90,9	3,8	0,0	5,3	4.475	79,7	3,6	0,0	16,7
SUI ⁴	5.709	90,9	1,5	0,5	7,1	12.557	85,4	1,4	0,5	12,6
POL	948	83,0	13,7	0,1	3,2	4.769	79,8	10,0	0,1	10,1
CAN ¹	12.886	82,5	2,6		14,9	14.262	78,1	4,9	1,2	15,8
USA	226.159	90,3	9,7			359.652	88,2	5,5	0,1	6,2
JPN	98.384	98,3	1,2	0,1	0,4	133.437	98,3	1,0	0,1	0,6
KOR	23.531	94,4	4,6	0,1	0,9	57.410	94,1	5,1	0,1	0,8
ISR ¹	5.677	67,2	4,8	0,6	27,4	10.387	42,0	3,1	0,6	54,3
CHN	59.320	91,2	4,6	3,2	1,0	313.948	93,7	4,3	1,2	0,9
RUS	12.318	37,3	53,6	0,0	9,1	22.578	34,2	63,4	0,2	2,2
RSA ²	2.360	68,3	16,2	1,0	14,5	2.284	81,1	5,8	2,7	10,4
EU-28 ¹	141.010	82,0	7,4	0,1	10,5	235.402	82,5	6,4	0,2	10,8
EU-15 ¹	136.223	82,1	7,2	0,1	10,6	220.893	83,4	6,1	0,3	10,2
OECD	526.912	89,3	6,8	0,1	3,7	862.062	87,6	5,0	0,2	7,1

1) 2014 statt 2015. - 2) 2013 statt 2015. - 3) 2004 statt 2005 und 2013 statt 2015. - 4) 2004 statt 2005
 Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

5.2 Die Finanzierung von FuE in der deutschen Wirtschaft

Der Staat fördert in fast allen betrachteten Ländern den FuE-Prozess in der Wirtschaft mehr oder weniger massiv, mit unterschiedlichen Instrumenten und Anreizen und im Zeitablauf nicht immer stabil. In der ökonomischen Theorie wird das staatliche Eingreifen im Wissenschafts- und Forschungssystem mit einer „Lücke“ zwischen volkswirtschaftlichen und privatwirtschaftlichen Erträgen von Forschungsaktivitäten begründet.⁹⁴ Dies wird vor allem für die Grundlagenforschung angenommen, die deshalb in besonderem Maße durch staatliche Mittel finanziert wird. Auch gesellschaftliche Aufgaben wie äußere und innere Sicherheit, Gesundheit oder Umweltschutz, die sich zunächst zwar einer öko-

⁹⁴ Diese Lücke kann man auch als „soziale Zusatzträge“ der privaten FuE-Tätigkeit ansehen. Vgl. Peters, Licht u. a. (2009); Nooteboom, Stam (2008).

nomischen Bewertung entziehen, in langfristiger Perspektive aber durchaus aus privatwirtschaftlicher Sicht profitabel sein können, begründen die öffentliche Förderung von FuE in diesen Feldern. Staatliche Finanzierungshilfen an die Unternehmen senken bei diesen das hohe Risiko von FuE-Projekten. Denn die Wirtschaft tendiert wegen der hohen FuE-Kosten, Informationsdefiziten über die technologischen Möglichkeiten, technologischer Risiken bis hin zum Fehlschlag und wegen unsicherer Marktaussichten und Erträge – auch aufgrund möglicher Trittbrettfahreffekte – eher zu zögerlichem FuE-Verhalten und damit zu „Unterinvestitionen“ in FuE. Staatliche FuE-Finanzierungshilfen können dem entgegenwirken.

Die staatlichen Ansatzpunkte zur Förderung von FuE in der Industrie reichen von der Finanzierung und Durchführung von FuE für die Produktion öffentlicher Güter bis zum Ausgleich von „klassischem Marktversagen“, indem der Staat versucht, das FuE-Budget der Privaten an das gesellschaftliche Optimum heranzuführen.⁹⁵ Empirische Studien kommen in ihrer Mehrzahl zu dem Schluss, dass die öffentliche Förderung privater FuE die Unternehmen zu höheren eigenen FuE-Aufwendungen anregt.⁹⁶

Der im internationalen Vergleich mit 3,3 % relativ geringe Anteil der staatlichen Finanzierung von FuE in der deutschen Wirtschaft (vgl. Abschnitt 5.1) bedeutet nicht, dass die damit verbundenen Zahlungsströme unerheblich sind: Nach den Angaben der Wirtschaft in der deutschen FuE-Erhebung („Empfängerstatistik“) lag dieser Betrag in den Jahren 2013 und 2015 bei rund 2 Mrd. Euro, 2011 waren es 2,4 Mrd. Euro.⁹⁷

Damit ist aber noch nicht der gesamte staatliche Finanzierungsanteil erfasst. Es fehlen noch die Rückflüsse aus Mitteln, die der Staat supranationalen Behörden (wie EU, ESA o. ä.) zur Verfügung stellt. Deshalb kommen mindestens noch die aus EU-Förderprogrammen erhaltenen FuE-Mittel hinzu, die als Teil der vom Ausland finanzierten FuE erfasst werden und 2015 insgesamt zusätzliche 586 Mio. Euro ausmachten. Einschließlich dieser Mittel lag der staatliche Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 2015 bei rund 4,1 %.

Insgesamt belief sich der Auslandsbeitrag zu den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft im Jahr 2015 auf 4 Mrd. Euro (6,7 %), wobei drei Viertel aus Zuflüssen aus verbundenen Unternehmen stammen und die FuE-Fördermittel der EU rund 10 % ausmachen.⁹⁸ Insgesamt ist der Auslandsbeitrag seit 2013 (3,2 Mrd. Euro, 5,5 % der internen FuE-Aufwendungen) deutlich gestiegen.

Dabei müssen die Unternehmen nicht nur ihre internen FuE-Anstrengungen finanzieren, sondern auch externe FuE-Aufträge (vgl. Abschnitt 7). Nimmt man beides zusammen und bereinigt um Doppelzählungen durch Auftragsvergaben zwischen Unternehmen, so steigt der Anteil der auslandsfinanzierten Mittel für die Durchführung von FuE von 6,7 % auf 7,3 % (Tab. 5.2.1). Dies impliziert, dass externe FuE außerhalb des Wirtschaftssektors einen relativ höheren Auslandsfinanzierungsanteil aufweist als interne, im Wirtschaftssektor durchgeführte FuE. Davon abgesehen unterscheiden sich die Finanzierungsstrukturen der gesamten FuE-Aufwendungen nach Wirtschaftszweigen, Beschäftigtengrößen-

⁹⁵ Vgl. Arrow (1962) sowie Peters, Licht u. a. (2009).

⁹⁶ Vgl. z.B. Guellec u.a. (2003) und die dort zitierten Studien.

⁹⁷ 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 offenbar 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 zugutekommen. 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. dazu Eickelpasch, Grenzmann (2009), die aber auch zeigen, dass Geber- und Empfängerstatistik faktisch nicht weit voneinander abweichen.

⁹⁸ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2015 und 2017a).

klassen und Technologieklassen nur geringfügig von denjenigen der internen FuE-Aufwendungen (Tab. A.5.3 im Anhang).

Tab. 5.2.1: Finanzierung der gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2015

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse	Gesamte FuE- Aufwendungen* In Mio. € in %		davon finanziert von			
			Wirtschaft	Staat	andere inländische Quellen	Ausland
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	236	0,4	96,8	1,4	0,0	1,8
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	27	0,0	90,8	3,6	0,0	5,6
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	57.432	85,6	90,2	1,9	0,1	7,7
10-12 H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	325	0,5	98,4	1,5	0,0	0,1
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	95		86,5	13,2	0,0	0,2
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	226	0,3	78,6			18,5
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	135		96,6	1,7	0,0	1,7
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	4.093	6,1	89,7	1,4	0,0	8,9
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5.731	8,5	76,0			23,5
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.102	1,6	96,0	2,0	0,3	1,7
23 H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	317	0,5	80,8	5,2	0,2	13,8
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	563	0,8	77,5	2,5	0,4	19,7
25 H.v. Metallerzeugnissen	871	1,3	83,3	13,3	0,1	3,4
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen	7.801	11,6	90,8	2,9	0,0	6,2
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.394	3,6	91,6	1,9	0,1	6,4
28 Maschinenbau	5.609	8,4	95,1	2,1	0,1	2,7
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	23.676	35,3	93,5	0,7	0,2	5,6
30 Sonstiger Fahrzeugbau	2.471	3,7	79,7	7,2	0,1	13,0
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	2.149	3,2	77,4			14,6
31-33 Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	2.023	3,0	93,8	4,6	0,1	1,5
D,E 35-39 Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	178	0,3	85,5	13,4	0,0	1,2
F 41-43 Baugewerbe/Bau	82	0,1	81,9	17,0	0,3	0,7
J 58-63 Information und Kommunikation	3.304	4,9	91,2	5,3	0,1	3,5
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	294	0,4	99,9	0,1	0,0	0,0
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	5.069	7,6	78,7	15,4	0,2	5,7
71 Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	2.344	3,5	90,4	8,4	0,0	1,1
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2.450	3,6	66,8	22,4	0,4	10,4
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	432	0,6	39,8	54,1	0,8	5,3
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	502	0,7	74,1	20,7	0,6	4,6
INSGESAMT	67.122	100,0	89,3	3,3	0,1	7,3
II. NACH BESCHÄFTIGTENGRÖSSENKLASSEN						
unter 100 Beschäftigte	3.139	4,7	70,2	22,2	0,3	7,3
100 bis 499 Beschäftigte	5.539	8,3	84,5	7,8	0,2	7,5
500 bis 999 Beschäftigte	3.872	5,8	87,4	6,1	0,1	6,4
1000 und mehr Beschäftigte	54.573	81,3	91,1	1,5	0,1	7,3
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien	51.295	76,4	90,2	1,7	0,1	8,0
Spitzentechnologie	16.042	23,9	83,1	3,0	0,0	13,8
Hochwertige Technik	35.253	52,5	93,4	1,0	0,2	5,4
Forschungsintensive Dienstleistungen	7.747	11,5	83,5	11,5	0,2	4,9
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	8.080	12,0	89,5	5,5	0,2	4,8
INSGESAMT	67.122	100,0	89,3	3,3	0,1	7,3

*) Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. In der Summe der internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die aus Sicht des einzelnen Unternehmens zwar von anderen Wirtschaftsunternehmen („extern“) finanziert werden, aber im eigenen Unternehmen („intern“) durchgeführt werden. –1) Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) – 2) Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

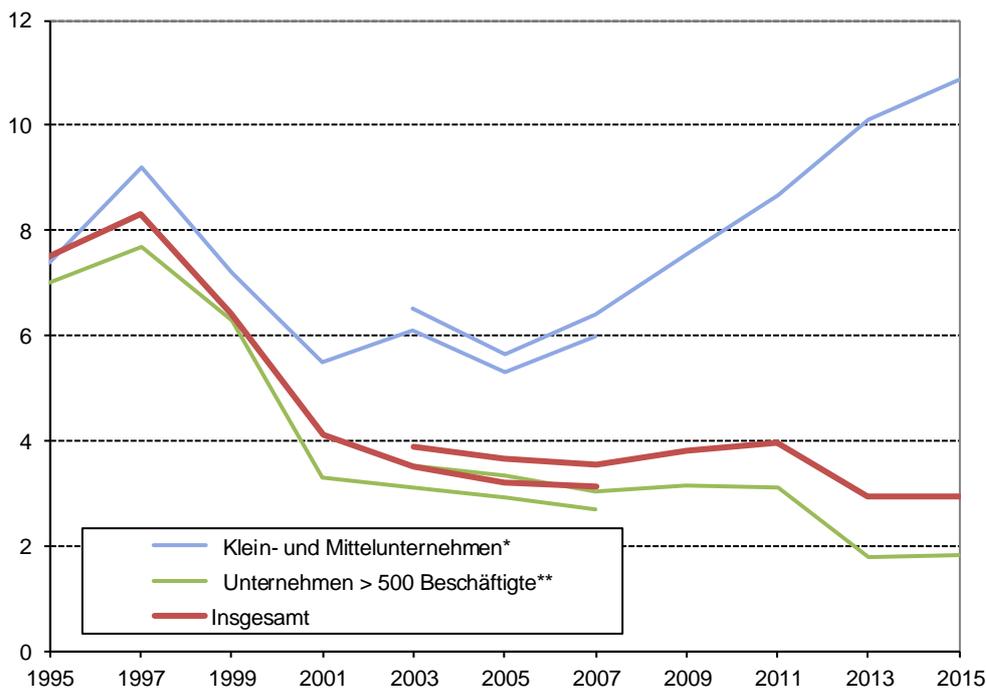
Ein einheitliches Muster der staatlichen Finanzierung von FuE in der deutschen Industrie ist auf der Basis sektoraler Daten aus der „Empfängerstatistik“ nicht zu erkennen (Tab. 5.2.1). Die bis zum Beginn dieses Jahrzehnts in relativ hohem Maße von staatlichen Mitteln (ohne EU-Mittel) mitgetragene Luft- und Raumfahrtindustrie hat mittlerweile deutlich weniger staatlich finanzierte Mittel für FuE zur

Verfügung. Im Jahr 2011 wurden noch 22 % der gesamten FuE-Aufwendungen dieses Sektors vom Staat finanziert, 2013 ist dieser Anteil auf nur noch 7 % gesunken und 2015 lag der Anteil weiter unter 10 %.⁹⁹

Der Dienstleistungssektor „Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung“, der auch die Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG), deren FuE-Aktivitäten zu über der Hälfte aus staatlichen Mitteln finanziert werden, einschließt, weist einen vergleichsweise hohen staatlichen Finanzierungsanteil von 22 % auf. Der gesamte Bereich der „Freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen“ kommt damit auf einen Anteil der Staatsfinanzierung von 15 %.

Nimmt man alle zur Spitzentechnologie zählenden Wirtschaftszweige zusammen, wurden 2015 insgesamt 3 % der FuE-Aufwendungen durch den Staat finanziert. In der Hochwertigen Technik ist es nur 1 %, in Unternehmen aus Wirtschaftszweigen, die in Deutschland im Durchschnitt nicht forschungsintensiv produzieren, sind es hingegen 5,5 %, bei forschungsintensiven Dienstleistungen – primär wegen der Einbeziehung der Institutionen für Gemeinschaftsforschung – sogar 11,5 %. Gegenüber dem Jahr 2013 sind dies nur geringfügige Veränderungen.¹⁰⁰

Abb. 5.2.1: Staatliche FuE-Finanzierungsanteile an den FuE-Aufwendungen¹⁾ bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1995 bis 2015 (in %)



*) Bis unter 500 Beschäftigte, ohne IfG. – **) 500 und mehr Beschäftigte.

1) Zeitreihen 1995 bis 2007: Anteil an den FuE-Gesamtaufwendungen als Summe der internen und externen FuE-Aufwendungen; Zeitreihen von 2003 bis 2015: Anteil an der Summe der internen FuE-Aufwendungen zuzüglich der externen FuE-Aufwendungen, die außerhalb des Wirtschaftssektors aufgewendet werden. In den internen FuE-Aufwendungen sind solche Aufwendungen schon enthalten, die extern finanziert werden, aber im Wirtschaftssektor („intern“) durchgeführt werden; ohne Mittel, die an Institutionen der Gemeinschaftsforschung geflossen sind. Die Änderung erfolgt, um die Bezugsbasis um Doppelzählungen zu bereinigen, vgl. Schasse, Kladroba, Stenke (2012).

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

⁹⁹ einschließlich anderer inländischer Quellen außerhalb der Wirtschaft sind es 8 %.

¹⁰⁰ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba und Stenke (2016).

Der Finanzierungsanteil des Staates sinkt mit der Unternehmensgröße. Der Anteil beträgt bei kleinen Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten 22 % der gesamten FuE-Aufwendungen und sinkt bis auf 1,5 % bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten, die aber mehr als ein Drittel der staatlichen Finanzmittel, die in die Wirtschaft fließen, erhalten (Tab. 5.2.1).

Längerfristig hat sich der Anteil der durch den Staat finanzierten FuE (ohne EU-Fördermittel) bei den großen Unternehmen von fast 8 % (1997) auf unter 2 % (2013 und 2015) reduziert (Abb. 5.2.1). Bei kleinen und mittleren Unternehmen (ohne IfG) ist der Anteil der staatlich finanzierten FuE in den letzten Jahren hingegen deutlich vom Tiefpunkt 2005 mit 5,6 % auf 10,8 % (2015) gestiegen.

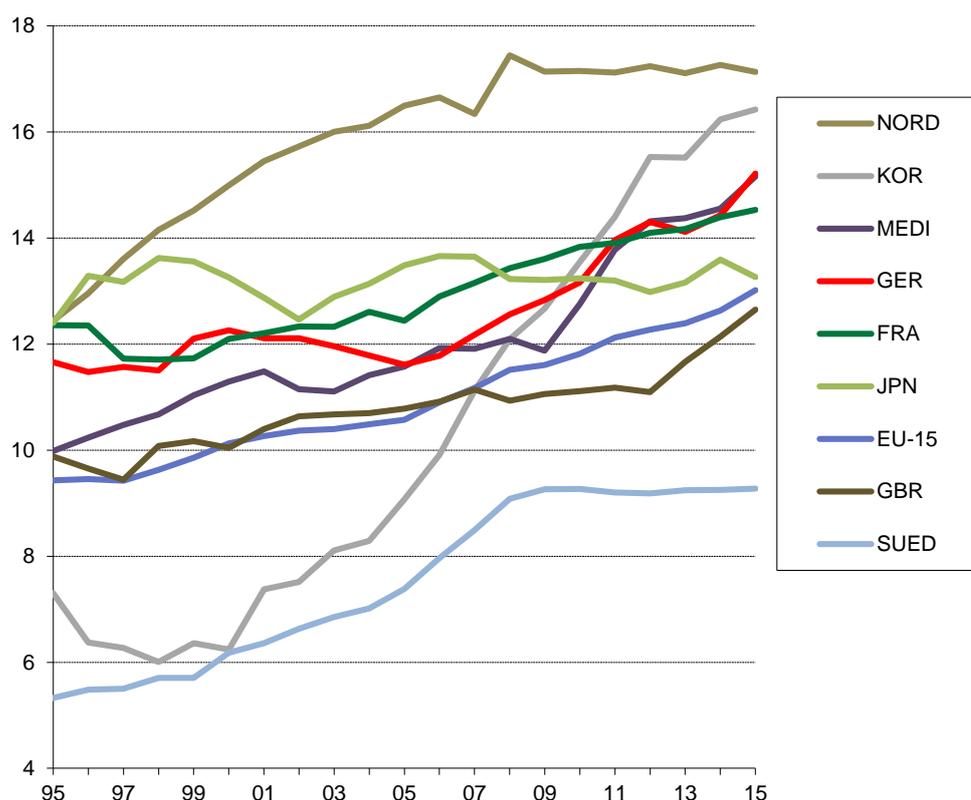
6 FuE-Personaleinsatz

6.1 FuE-Personaleinsatz im internationalen Vergleich

Der Anteil der für FuE eingesetzten Personalkapazitäten – gemessen in Vollzeitäquivalenten – je 1.000 Erwerbspersonen bildet einen geeigneten Indikator für den internationalen Vergleich der FuE-Personalintensität einzelner Länder oder Ländergruppen. Berücksichtigt wird das FuE-Personal, das in Unternehmen, Hochschulen, wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen (Staat) und anderen Organisationen ohne Erwerbszweck mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben betraut ist. Für den internationalen Vergleich erweist es sich allerdings als problematisch, dass entsprechende lange Datenreihen für die USA fehlen, was letztlich auch die Abschätzung genereller Entwicklungen in der OECD insgesamt stark einschränkt. Der Blick ist deshalb vor allem auf den europäischen Vergleich gerichtet.

Anders als die FuE-Aufwendungen erweist sich die Entwicklung der FuE-Personalkapazitäten als weitaus weniger konjunktur reagibel (Abb. 6.1.1 und Tab. A.6.1 im Anhang). In Europa¹⁰¹ hat es seit den 1990er Jahren eine langsame aber stetige Steigerung der FuE-Personalintensität gegeben.

Abb. 6.1.1: FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2014 in ausgewählten Ländern und Ländergruppen (in %)



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

Bruch in der Reihe: FRA 1997, 2000 und 2010, NORD 2007 und 2011, JPN 1996 und 2008, KOR 2007.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

¹⁰¹ Dies gilt sowohl für die Länder der EU-15 als auch der EU-27, vgl. Tab. A.6.1 im Anhang)

Statistisch waren im Jahr 1995 in der EU-15 insgesamt 9,4 Vollzeitbeschäftigte je 1.000 Erwerbspersonen mit FuE-Aufgaben beschäftigt. Dieser Wert ist bis 2015 ohne Unterbrechung – auch nicht im Jahr 2009 – auf 13 gestiegen. Dabei erweist sich die Rangfolge der Länder als vergleichsweise stabil und durchweg kompatibel zu den eingesetzten FuE-Mitteln (vgl. Tab. A.6.1 und Tab. A.2.1 im Anhang): Deutschland erreichte 2015 mit 15,2 FuE-Beschäftigten je 1.000 Erwerbspersonen eine deutlich über dem Schnitt der EU-15 liegende FuE-Personalintensität, die nach dem starken Anstieg seit 2013 auf gleichem Niveau wie die Benelux-Länder, Österreich und der Schweiz liegt, aber vor Frankreich (14,5) und Japan (13,3) und hinter Korea (16,4) und den nordeuropäischen Ländern (17,1). Dänemark ist das Land mit der mit Abstand höchsten FuE-Personalintensität in Europa (20,1).

Wissenschaftler und Ingenieure bilden einen zentralen Inputfaktor für FuE-Prozesse. Hier hat sich ein auch international bereits länger erkennbarer Trend fortgesetzt (Tab. 6.1.1): Die Akademikerquote beim FuE-Personal ist seit den 1990er Jahren bis heute deutlich gestiegen. Nur in wenigen Ländern, vor allem aus Osteuropa, ist die Akademikerquote zuletzt (2010-2015) leicht gesunken. In Deutschland ist der Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure am FuE-Personal kontinuierlich gestiegen und hält sich mit 60,6 % knapp unter dem Durchschnitt der EU-15-Länder (63,7 %). Der Wissenschaftleranteil in Deutschland und Europa liegt damit deutlich unter demjenigen in den asiatischen Volkswirtschaften. In Europa weisen vor allem die nordischen Länder überdurchschnittliche Wissenschaftleranteile auf.

Die Ausweitung der FuE-Kapazitäten ist sehr eng an die Verfügbarkeit von wissenschaftlichem Personal gebunden. So ist die Zahl der forschenden Personen in Europa (EU-15, gerechnet in Vollzeitäquivalenten) zwischen 1995 und 2015 um eine Million gestiegen, 78 % davon waren wissenschaftliches Personal. In Deutschland entfielen 86 % des Anstiegs (+181.000) auf den Zuwachs beim wissenschaftlichen Personal (+157.000).

Eine stärkere Gewinnung von hoch qualifizierten Frauen für FuE-Tätigkeiten ist nicht nur unter gleichstellungspolitischen Gesichtspunkten relevant, sondern auch zur Mobilisierung notwendiger Humankapitalpotenziale.¹⁰²

Die Frauenanteile am wissenschaftlich ausgebildeten FuE-Personal sind seit der Mitte des letzten Jahrzehnts in den meisten Ländern, für die entsprechende Daten verfügbar sind, gestiegen (Tab. 6.1.2). Dabei ist der Frauenanteil in vielen Ländern, so auch in Deutschland, in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen stärker gewachsen als in der Wirtschaft. Lediglich in einer Reihe osteuropäischer Länder sind zwischen 2005 und 2015 leicht rückläufige Anteile der Wissenschaftlerinnen/Ingenieurinnen mit FuE-Aufgaben in der Wirtschaft zu beobachten. Im Durchschnitt der EU-15 ist der Frauenanteil von 30,0 % auf 32,5 % gestiegen. In Deutschland haben vor allem die öffentlichen Forschungseinrichtungen zugelegt; hier sind inzwischen mehr als ein Drittel aller forschenden Wissenschaftler Frauen.

Die Beteiligung von Frauen an wissenschaftlicher Forschung ist in Deutschland zwar steigend, aber mit 28 % nach wie vor als sehr niedrig zu bezeichnen. Deutlich unterboten wird sie nur in Japan und Korea mit 15 bzw. 19 %. Neben Deutschland und Luxemburg weisen auch Frankreich, die Niederlande, Österreich und Tschechien eine Frauenbesetzung in den Forschungsstäben von unter 30 % auf. Dabei ist der Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern in der Wirtschaft durchgängig weitaus niedriger als in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Die geringe Frauenbeteiligung an FuE lässt auf den Einfluss von spezifischen kulturellen und gesellschaftlichen Beson-

¹⁰² Vgl. Baethge u.a. (2015).

derheiten in Ausbildung und betrieblicher Praxis schließen, die sich letztlich in den nationalen Innovationssystemen restriktiv niederschlagen.¹⁰³

Tab. 6.1.1: Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen im internationalen Vergleich 1995 bis 2015

- Anteile in % -

Land	1995	2000	2005	2010	2015
GER	50,3	53,2	57,3	59,8	60,6
FRA	47,5	52,5	57,9	61,2	64,8
GBR	52,6	59,1	76,5	73,1	69,5
ITA	53,3	44,1	47,1	45,8	48,6
BEL	58,5	57,2	61,9	68,0	70,7
LUX		44,9	50,7	52,6	51,3
NED	43,5	46,2	51,1	53,4	60,0
DEN ³	52,8	48,8	64,8	66,1	71,3
IRL	59,7	66,7	69,4	71,9	72,9
GRE ^{3,7}	55,2	47,5	58,3	66,8	69,4
ESP	59,2	63,6	62,8	60,6	61,0
POR	75,0	76,5	82,1	87,2	81,6
SWE ³	53,7	63,7	70,9	63,7	79,5
FIN	50,1	66,2	68,9	74,1	74,5
AUT ⁴		59,8	59,8	61,0	61,1
EU-15	51,7	54,6	61,5	62,2	63,7
CZE	52,6	57,2	55,7	55,9	57,3
POL	60,3	69,9	81,0	78,8	75,6
SVK	60,0	65,4	75,8	83,5	81,9
SLO	49,6	50,6	58,4	59,5	55,5
HUN	53,6	61,2	68,3	67,8	68,7
EST		71,9	76,4	77,3	74,3
SUI ^{1,5,8}	44,1	49,9	48,6	47,4	53,7
ISL ^{3,7}	63,5	64,1	66,8	69,6	66,1
NOR ^{1,3}	66,6	73,7	70,7	73,2	72,2
TUR	85,7	85,5	79,5	78,7	77,8
CAN ⁹	60,3	64,2	62,5	68,1	70,2
MEX ^{3,9}	58,4	53,8	52,5	54,2	50,7
CHI ⁶			50,4	47,3	53,6
JPN	66,8	72,2	75,9	74,7	75,7
KOR	66,0	78,5	83,5	78,8	80,6
CHN	69,4	75,4	82,0	47,4	43,1
TPE		53,0	59,6	60,7	59,1
SIN ¹⁰	81,0	85,9	83,2	86,5	86,2
AUS ^{1,5}	67,3	69,0	69,9	67,9	
NZL ^{3,7}	57,9	69,0	68,6	69,1	70,8
RSA ^{2,3,10}	47,7	66,9	60,1	63,5	61,0

1) 1996 statt 1995. - 2) 1997 statt 1995. - 3) 2001 statt 2000. - 4) 1998 statt 2000. - 5) 2004 statt 2005. - 6) 2007 statt 2005. - 7) 2011 statt 2010. - 8) 2012 statt 2010. - 9) 2013 statt 2015. - 10) 2014 statt 2015. Änderung der Datenerfassung zwischen 2000 und 2005 für GBR, NED, DEN, HUN, CZE und zwischen 2005 und 2010 für DEN, ESP, POR, SWE, SLO, JPN, KOR, CHN.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). - Berechnungen des CWS.

¹⁰³ Vgl. auch OECD (2012), Ihsen u. a. (2014), Baethge u. a. (2015).

Tab. 6.1.2: Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2005 und 2015* (in %)

- Anteile in % -

Land	2005				2015			
	insgesamt	Wirtschaft	außeruniv. FuE-Eintr.	Hochschulen	insgesamt	Wirtschaft	außeruniv. FuE-Eintr.	Hochschulen
GER	21,3	11,6	28,5	29,9	28,0	14,7	35,4	38,7
FRA	28,0	20,3	32,9	34,2	26,7	20,0	36,2	36,3
GBR	35,7	19,1	33,9	41,9	37,4	20,3	35,7	44,1
ITA	32,3	20,3	39,9	34,6	36,0	22,3	46,9	40,3
BEL	29,6	20,5	31,4	36,2	33,4	24,9	36,5	41,0
LUX	18,2	14,3	30,6	26,3	27,3	10,5	39,1	38,3
NED	21,0	10,0	29,5	33,3	23,4	15,1	37,4	41,8
DEN	29,7	24,9	36,4	35,7	35,2	26,6	45,3	43,2
IRL	30,3	20,2	35,4	38,2	32,3	22,6	37,8	44,1
GRE	36,4	28,0	40,8	38,0	39,4	26,5	49,9	38,9
ESP	36,7	26,8	46,6	38,0	40,0	30,7	50,2	41,9
POR	44,4	26,4	56,6	46,9	44,3 ³	32,0 ³	58,6 ³	48,1 ³
SWE	35,7	25,2	37,1	48,3	33,3 ³	23,1 ³	34,5 ³	44,4
FIN	30,2	17,7	41,9	43,7	32,3	17,3	44,2	47,7
AUT ¹	23,6	12,6	36,2	32,8	29,6	17,6	45,7	39,7
EU-15	30,0	17,9	36,2	37,2	32,5	19,8	41,1	41,4
CZE	28,8	14,7	38,2	32,9	26,9	12,8	38,8	35,2
POL	39,3	26,6	40,4	41,0	37,2	19,5	41,9	43,3
SVK	41,5	32,4	42,7	43,0	42,2	17,7	49,5	46,1
SLO	34,8	25,8	43,1	36,2	36,1	26,0	50,1	42,6
HUN	34,2	22,6	38,2	36,6	30,8	18,1	42,9	39,4
EST	40,8	24,1	59,5	43,8	43,9	27,9	61,2	47,4
SUI ¹	26,7	21,1	25,5	29,6	33,5	23,3	36,0	38,8
ISL	39,3	32,2	43,5	43,5	45,6 ³	36,8 ³	40,1 ³	52,4 ³
NOR	31,6	19,7	37,4	39,4	37,4	22,8	46,5	47,6
TUR	36,1	25,5	27,4	38,5	37,3	24,4	30,4	42,6
JPN	11,9	6,5	12,5	21,5	15,3	8,6	17,8	26,3
KOR	12,9	10,4	11,0	18,8	18,9	14,8	24,9	29,5
TPE	19,6	14,3	19,9	26,5	22,2	16,2	27,8	33,1
SIN	26,3	23,7	32,9	29,0	30,1	26,1	35,8	33,6
RSA ²	39,7	29,4	39,4	42,4	44,0	37,0	47,0	44,9

1) 2004 statt 2005 und 2011 statt 2013. - 2) 2011 statt 2013. - 3) Bruch in der Reihe.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). - Berechnungen des CWS.

6.2 Struktur des FuE-Personaleinsatzes in der deutschen Wirtschaft

In Deutschland stellen die Personalkosten den weitaus größten Teil der FuE-Aufwendungen. Über 60 % der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen sind Personalmittel (Tab. 2.2.2). Knapp 31 % der FuE-Aufwendungen entfallen auf Sach- und rund 8 % auf Investitionsmittel. Dabei hat sich die Qualifikationsstruktur des FuE-Personals in der deutschen Wirtschaft in den letzten 20 Jahren zunehmend in Richtung Wissenschaftler/Ingenieure und Techniker entwickelt. So ist der Anteil des Hilfspersonals von 27 % (1995) über 18 % (2009) auf nur noch 12 % (2015) gesunken. Der Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure am FuE-Personal in Unternehmen ist seit 1995 von 46 % auf 57 % (2015) gestiegen. Der steigende Bedarf an akademischem Wissen im FuE-Prozess ist ungebrochen. Dies ist

vor dem Hintergrund der Knappheit an Akademikern mit natur- und ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung als kritisch und als Engpassfaktor anzusehen.¹⁰⁴

Die Qualifikationsstruktur des FuE-Personals forschender Unternehmen unterscheidet sich deutlich hinsichtlich der Wirtschaftszweige (Tab. 6.2.1). So ist bspw. der Akademikeranteil in nicht-forschungsintensiven Sparten deutlich geringer als in der Spitzentechnologie, der Hochwertigen Technik oder bei forschungsintensiven Dienstleistungen. Der schon zuvor beschriebene überproportionale Zuwachs bei forschungsintensiven Dienstleistungen (vgl. Abschnitt 3.2 und 4.2) hat hier gegenüber dem Jahr 2013 zu einer deutlichen Verschiebung der Qualifikationsstruktur hin zu Wissenschaftlern und Ingenieuren geführt.

Unter den forschungsintensiven Wirtschaftszweigen weisen die Chemische Industrie (39 %) und die Pharmazeutische Industrie (46 %) vergleichsweise geringe Akademikerquoten auf, weil hier Techniker und Laboranten eine relativ große Rolle spielen. Die höchsten Akademikeranteile weisen die Hersteller von Datenverarbeitungstechnik und Elektronik (68 %), wissenschaftliche FuE-Dienstleister (69 %), die Automobilindustrie (64 %) sowie der Luft- und Raumfahrzeugbau (63 %) auf. Allerdings ist der Anstieg des Akademikeranteils im verarbeitenden Gewerbe vor allem auf die Chemische und die Pharmazeutische Industrie zurückzuführen, während diese in den anderen genannten forschungsintensiven Zweigen zwischen 2013 und 2015 eher stagnierte.

In den weniger forschungsintensiven Wirtschaftszweigen ist der Akademisierungsgrad des FuE-Personals im Durchschnitt deutlich geringer. Hier spielen vor allem Techniker (40,6 %) eine weitaus größere Rolle als bei forschungsintensiven Wirtschaftszweigen. In der Metallindustrie übersteigt der Technikeranteil denjenigen der Akademiker deutlich.

Insgesamt fallen die Unterschiede hinsichtlich des Anteils der Akademiker am FuE-Personal zwischen den verschiedenen Unternehmensgrößenklassen tendenziell eher gering aus. Kleine und mittlere Unternehmen setzen mit einem Anteil von 53 bis 55% in fast gleichem Umfang Wissenschaftler und Ingenieure ein wie große Unternehmen mit rund 58 %.

¹⁰⁴ Vgl. Baethge u. a. (2015) sowie Gehrke, John, Kerst u.a. (2017), auch SV Wissenschaftsstatistik (2017c).

Tab. 6.2.1: FuE-Personalstruktur in der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2015

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse	FuE-Personal VZÄ) Anzahl in %		Qualifikationsstruktur (in %)		
			Wissens- schaffler, Ingenieure	Techniker	sonstige
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG					
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	1.438	0,4	18,8	38,2	43,0
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	213	0,1	37,9	55,2	7,0
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	324.061	80,1	57,2	29,8	13,0
10-12 H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u.Tabakerzeugn.	2.553	0,6	54,0	39,4	6,6
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	1.089	0,3	39,2	48,8	12,0
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	1.758	0,4	47,7	47,9	4,4
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	351	0,1	48,3	47,5	4,2
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	23.618	5,8	39,3	37,5	23,1
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	18.357	4,5	45,9	36,7	17,4
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	8.489	2,1	42,2	42,8	15,0
23 H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	2.628	0,6	49,0	40,1	10,9
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	4.398	1,1	39,2	48,1	12,7
25 H.v. Metallerzeugnissen	7.391	1,8	38,9	49,9	11,2
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	60.351	14,9	67,9	24,9	7,2
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	20.623	5,1	56,9	34,3	8,8
28 Maschinenbau	43.292	10,7	50,3	40,8	8,9
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	108.134	26,7	63,3	19,9	16,7
30 Sonstiger Fahrzeugbau	11.865	2,9	57,7	31,4	10,9
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	9.720	2,4	62,8	25,5	11,7
31-33 Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	9.166	2,3	59,5	32,9	7,6
D,E 35-39 Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	793	0,2	59,7	22,6	17,6
F 41-43 Baugewerbe/Bau	1.002	0,2	58,9	35,5	5,6
J 58-63 Information und Kommunikation	23.307	5,8	50,0	44,1	5,9
62.01 Programmierungstätigkeiten	16.727	4,1	51,3	41,9	6,8
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1.395	0,3	54,2	19,6	26,1
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	47.829	11,8	60,2	33,0	6,8
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	25.018	6,2	54,8	41,5	3,6
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	20.725	5,1	68,5	21,0	10,5
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	3.536	0,9	61,9	24,4	13,7
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	4.729	1,2	62,8	24,7	12,5
INSGESAMT	404.767	100,0	57,0	31,0	12,0
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN					
unter 100 Beschäftigte	37.306	9,2	55,4	36,4	8,2
100 bis 499 Beschäftigte	50.923	12,6	53,2	36,8	10,0
500 bis 999 Beschäftigte	28.904	7,1	53,1	36,7	10,2
1000 und mehr Beschäftigte	287.633	71,1	58,3	28,7	13,0
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²					
Forschungsintensive Industrien	280.582	69,3	58,7	27,9	13,4
Spitzentechnologie	89.949	22,2	62,8	27,1	10,1
Hochwertige Technik	190.634	47,1	56,8	28,3	14,9
Forschungsintensive Dienstleistungen	66.717	16,5	57,8	35,6	6,6
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	57.467	14,2	47,9	40,6	11,5
INSGESAMT	404.767	100,0	57,0	31,0	12,0

1) Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008).

2) Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des CWS.

7 Externe FuE-Aufwendungen und FuE-Kooperationen

7.1 FuE-Kooperationen im internationalen Vergleich

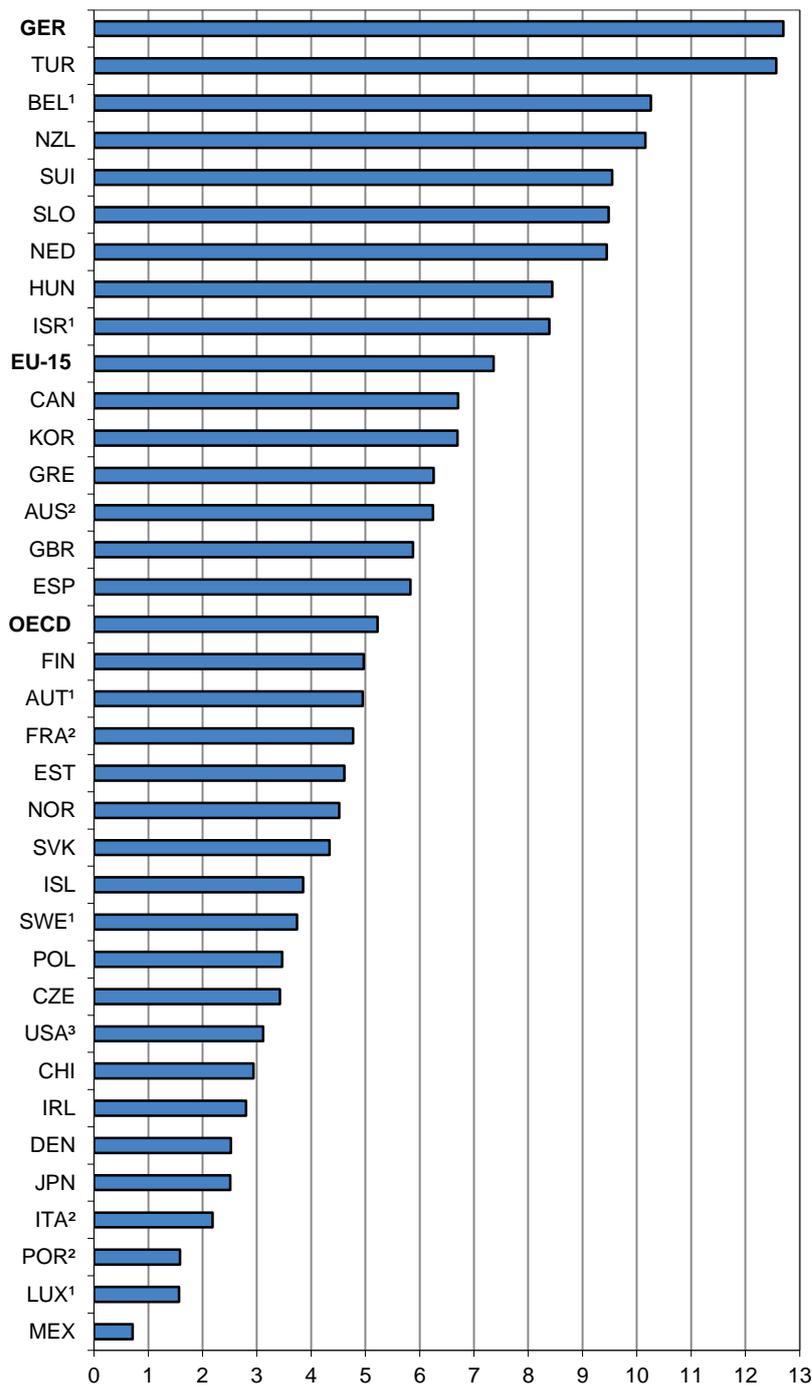
Die Vergabe von FuE-Aufträgen durch die Wirtschaft und FuE-Kooperationen zwischen Partnern aus Wirtschaft, Hochschulen und Forschungseinrichtungen im In- und Ausland kann anhand von Indikatoren zur Finanzierung von FuE im internationalen Vergleich beleuchtet werden (vgl. Abschnitt 5.1). Die Relation der FuE-Aufwendungen von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen, die von der Wirtschaft finanziert werden, zu deren gesamten FuE-Aufwendungen dient als Indikator für die Bedeutung der Wirtschaft als „Drittmittelgeber“ von öffentlicher FuE (Abb. 7.1.1 und Tab. A.5.2 im Anhang). Dieser Indikator weist auf besonders intensive FuE-Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und öffentlich geförderten Einrichtungen in Deutschland hin. Aus Verwertungssicht ist die enge und eingeübte Vernetzung von Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung ein klarer Vorteil für Deutschland, der sich auch auf die Attraktivität als FuE-Standort für multinationale Unternehmen mit Standortalternativen auswirken kann.¹⁰⁵

Zum anderen kann man die FuE-Aufwendungen von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen, die von der Wirtschaft finanziert werden, in Relation zu den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft setzen, um einen Indikator für die Bedeutung von FuE-Aufträgen an öffentliche Einrichtungen für die Unternehmen zu erhalten. Aus Sicht der Wirtschaft hat sich die Bedeutung der von ihr finanzierten öffentlichen Forschung – bezogen auf die FuE-Ressourcen, die in den Unternehmen selbst eingesetzt werden – in den letzten 10 Jahren im OECD-Mittel nicht verändert. Der Anteil liegt relativ stabil bei 2,2 % (Abb. 7.1.2 und Tab. A.5.2 im Anhang). Der Finanzierungsbeitrag der deutschen Wirtschaft beläuft sich auf 6 % der internen FuE-Aufwendungen und liegt damit deutlich über dem OECD- und auch über dem EU-15-Durchschnitt (4,0 %). Der Beitrag der Wirtschaft in den USA und in Japan liegt sehr deutlich unter dem OECD-Durchschnitt.

Fasst man die privat finanzierten FuE-Leistungen des öffentlichen Sektors als komplementär zu den eigenen FuE-Aktivitäten der Wirtschaft auf, dann hat sich im letzten Jahrzehnt weltweit wenig verändert. In einigen großen Volkswirtschaften sind die Finanzierungsbeiträge der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen oder öffentlich geförderten Einrichtungen im Vergleich zu eigener FuE zwischenzeitig gar reduziert worden (vgl. Tab. A.5.2 im Anhang). Korea, das bis 2008 immer einen überdurchschnittlichen Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft aufwies, ist zuletzt sogar unter den OECD-Durchschnitt gefallen. In Deutschland schwankte der Finanzierungsbeitrag, den Unternehmen zu öffentlichen FuE-Projekten leisten, zwischen 2005 und 2011 um 5,7 % der eigenen internen Aufwendungen. Nach einem zwischenzeitlich leichten Steigerung (6,1 % in 2014) wurde 2015 mit 5,8 % wieder das Niveau der Vorjahre erreicht. EU-weit ist seit dem Krisenjahr 2009 ein langsamer kontinuierlicher Rückgang des Finanzierungsbeitrags von 4,5 % auf zuletzt 4,0 % zu beobachten.

¹⁰⁵ Vgl. Belitz (2017).

Abb. 7.1.1: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an den FuE-Aufwendungen in öffentliche Einrichtungen 2015 (in %)

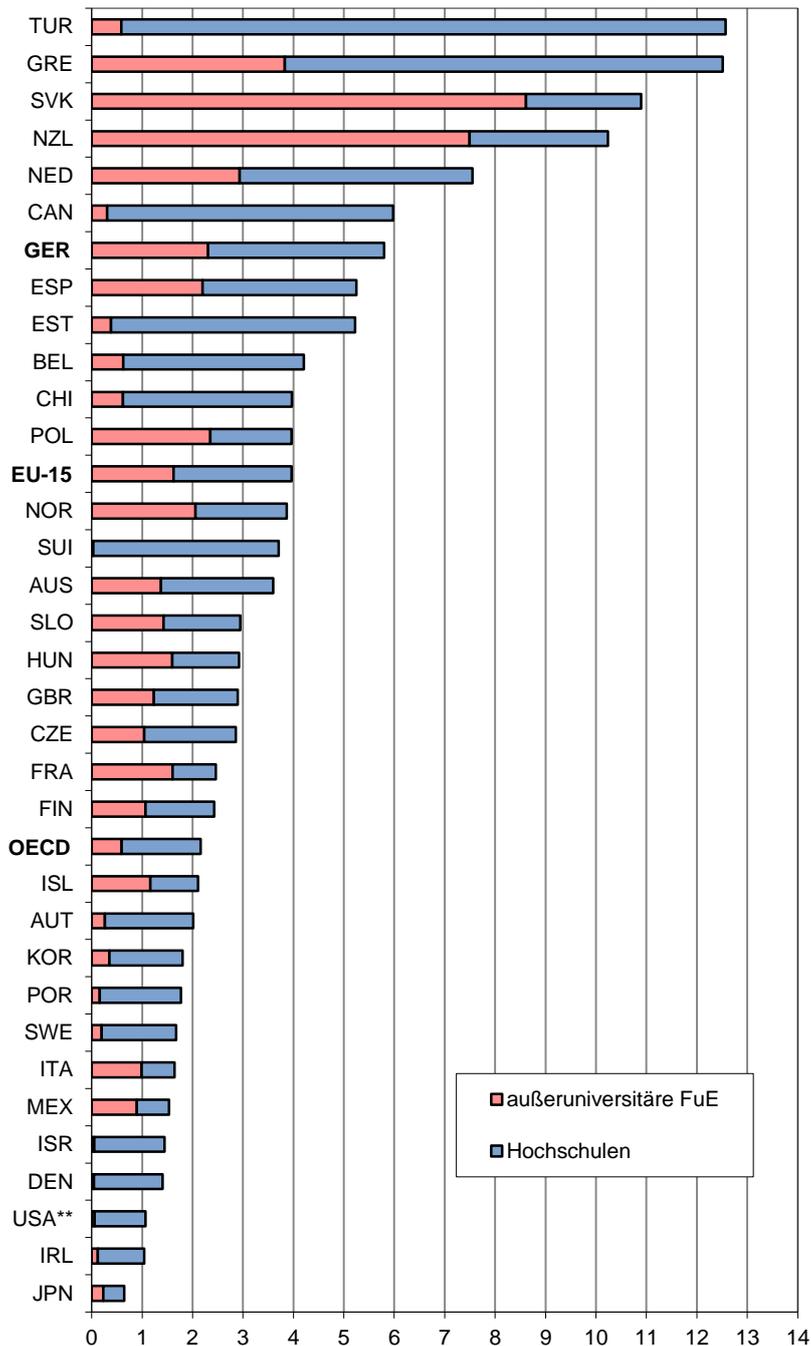


1) 2013 statt 2015. - 2) 2014 statt 2015.

3) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck; geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1) – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Abb. 7.1.2: FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen 2015*



*) Oder letztes verfügbares Jahr.

**) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck; geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1) – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

7.2 Externe FuE in Deutschland

Aus Sicht der Unternehmen bilden die Vergabe von FuE-Aufträgen und FuE-Kooperationen an und mit anderen Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wichtige Instrumente zur effizienten Gestaltung der eigenen FuE-Prozesse. Dort, wo sich Unternehmen bei der internen FuE auf ihre „Kernkompetenzen“ konzentrieren, sind sie nicht unbedingt an einer Ausweitung

ihrer eigenen FuE-Aktivitäten interessiert, sondern an einer Optimierung und an einer Minimierung der Risiken – z. B. durch Vergabe von FuE-Aufträgen an Unternehmen (auch aus der eigenen Gruppe!) sowie an Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen im In- und Ausland bis hin zu „open innovation“-Kooperationen.¹⁰⁶ Viele Jahre wurde ein immer größerer Teil des technischen Wissens auf dem „Forschungsmarkt“ eingekauft.¹⁰⁷

Die deutsche FuE-Statistik des Stifterverbands lässt eine sehr viel ausführlichere Analyse der Vergabe von FuE-Aufträgen und FuE-Kooperationen zu als die internationale Statistik.¹⁰⁸ So können Unterschiede in der Vergabe von externen FuE-Aufträgen zwischen KMU und Großunternehmen sowie die Bedeutung von Kooperation mit der Wissenschaft und deren sektorale Verteilung differenziert betrachtet werden.¹⁰⁹ Während der von Dritten durchgeführte Anteil an allen FuE-Aufwendungen Mitte der 1990er Jahre noch bei 10 % lag, ist er danach deutlich gestiegen. Seit Mitte der letzten Dekade liegt der Anteil im Schnitt über 20 % (vgl. Tab. 2.2.2).¹¹⁰ Zwischen 1995 und 2005 sind insbesondere Großunternehmen dazu übergegangen, FuE-Aufträge zunehmend an Dritte zu erteilen. Seitdem stagniert der Anteil externer FuE bei Großunternehmen zwischen 21 % und 23 %. Klein- und Mittelunternehmen weisen seit 2001 einen relativ konstanten Anteil externer FuE zwischen 10 % und 12 % auf. Im Jahr 2016 ist der Anteil externer FuE-Aufwendungen leicht gesunken, weil Großunternehmen weniger externe Aufträge vergeben haben (Abb. 7.2.1). Denn die Höhe der externen FuE-Aufwendungen und ihre Verteilung werden weitgehend vom Verhalten der *Großindustrie* bei der Vergabe von FuE-Aufträgen bestimmt. Im den Jahren 2015 und 2016 entfielen 90 % aller externen FuE-Aufwendungen auf Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten.¹¹¹

Insgesamt hat externe FuE bei Großunternehmen eine weitaus größere Bedeutung als bei kleinen und mittleren Unternehmen (Tab. 7.2.1), was vor allem mit der Internationalisierung der Forschung und der intensiveren FuE-Verflechtung von großen Unternehmen untereinander zu tun hat. Wenn sich kleine und mittlere Unternehmen beteiligen, setzen sie vergleichsweise stärker auf Partner aus der Wissenschaft. Dies ist zum einen auf die Einbeziehung der Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG) zurückzuführen. Hier handelt es sich in der Regel um FuE-Einrichtungen mit weniger als 100 Beschäftigten, die im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) eng mit dem Wissenschaftssystem verbunden bzw. Teil davon sind. Zum anderen ist dies auch in Zusammenhang mit der auf KMU fokussierten deutschen Innovationsförderung zu sehen, die besonderen Wert auf Kooperationen mit Wissenschaft und Forschung legt.¹¹² Aus dem Indikator ist nicht ersichtlich, ob und in welchem Umfang die Zahl der FuE-Kooperationen zugenommen hat und wie sich dabei die Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen entwickelt hat.

¹⁰⁶ Vgl. Chesbrough (2003), Freeman, Soete (2007).

¹⁰⁷ Vgl. Stanko und Colantone (2011). 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.

¹⁰⁸ Die quantitativen Ergebnisse auf Basis der expliziten Befragung der deutschen Unternehmen sind nicht direkt mit den aus der internationalen Statistik zu den Finanzierungsstrukturen abgeleiteten Ergebnissen vergleichbar.

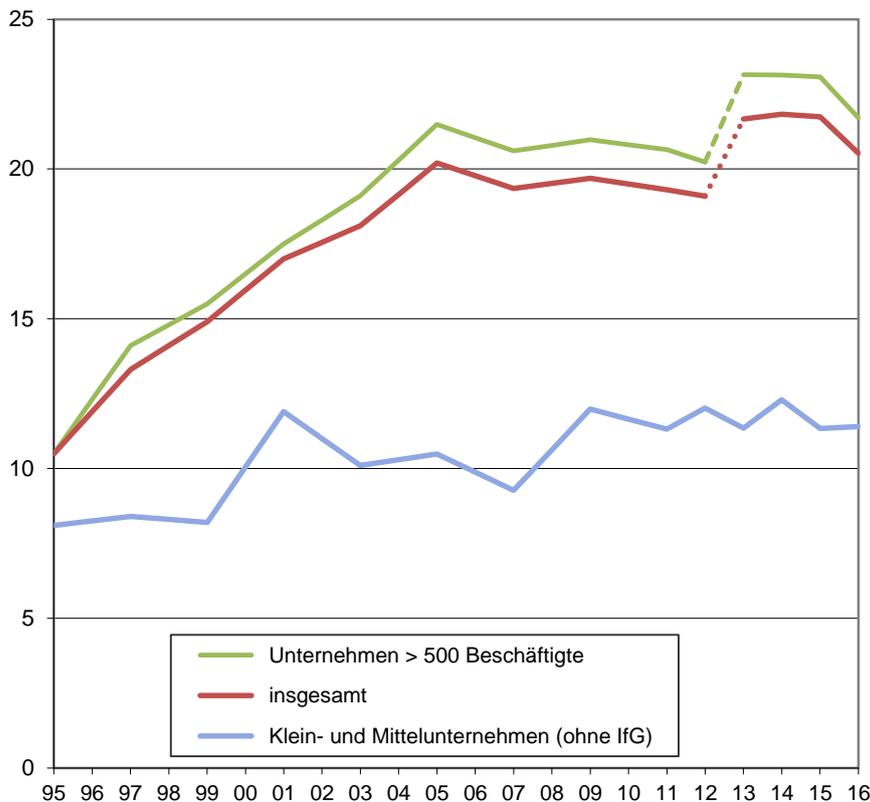
¹⁰⁹ Die Entwicklung und sektorale Verteilung der externen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft wurde zuletzt ausführlich in Schasse, Schiller u.a. (2016) beschrieben. Im Mittelpunkt steht dabei die Vergabe von FuE-Aufträgen an andere Wirtschaftsunternehmen, insbesondere Dienstleistungsunternehmen, im In- und Ausland.

¹¹⁰ Eine Meldekorrektur im Jahr 2013 hat zur Folge, dass der für dieses Jahr ausgewiesenen Anteile der externen FuE-Aufwendungen bei größeren Unternehmen und insgesamt nicht mit den Vorjahren vergleichbar sind.

¹¹¹ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2017a).

¹¹² Vgl. Belitz, Eickelpasch, Lejpras (2012).

Abb. 7.2.1: Anteil externer FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland 1995 bis 2016 an den gesamten FuE-Aufwendungen (in %)

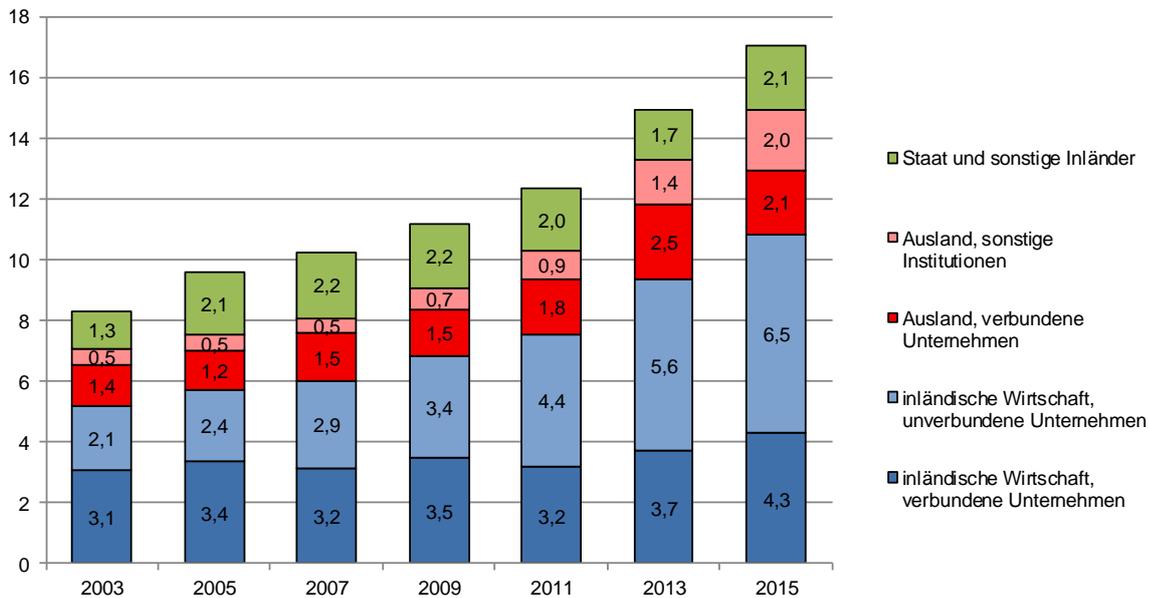


Anteil der externen FuE-Aufwendungen an der Summe aus internen und externen FuE-Aufwendungen in Prozent.
Wert ab 2013 wegen Meldekorrekturen nicht mit den Vorjahren vergleichbar.
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

Die Struktur der Auftragnehmer für externe FuE hat sich in den letzten 20 Jahren bei kontinuierlichem Wachstum deutlich verändert. Verschiedene Effekte sind dafür verantwortlich, die sich auch in der zu beobachtenden Mittelverteilung spiegeln (Abb. 7.2.2 und Abb. 7.2.3).

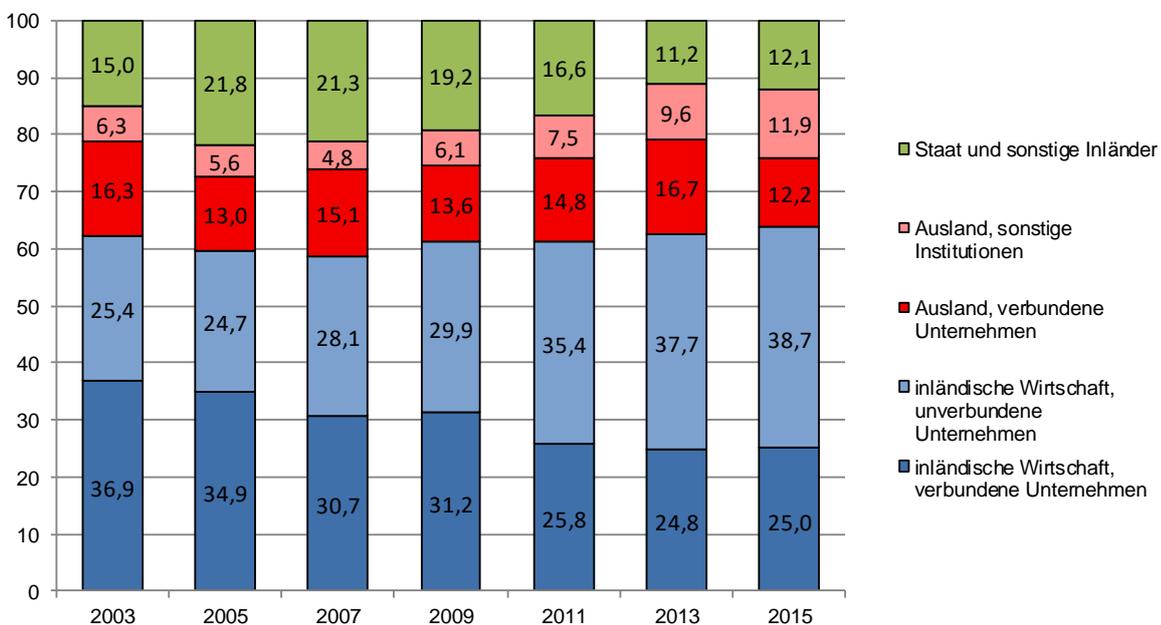
So ist es insbesondere zu einer Intensivierung der FuE-Beziehungen der Unternehmen mit Zulieferern und anderen unverbundenen Unternehmen gekommen, deren Anteil an den externen FuE-Aufwendungen seit 2003 von 25 % auf fast 39 % gestiegen ist. Die Kooperationen innerhalb von Unternehmensverbänden im Inland haben dagegen an Gewicht verloren. Insgesamt ist die Vergabe von FuE-Aufträgen zwischen Wirtschaftsunternehmen sehr viel weiterverbreitet als FuE-Kooperationen zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen (Staat und sonstige Inländer). Seit 2005 sind die Anteile der inländischen und ausländischen Wirtschaft an den externen FuE-Aufwendungen deutlich gestiegen, während die Auftragsvergabe an die Wissenschaft (Hochschulen, staatliche außeruniversitäre Forschungsinstitute, private Organisationen ohne Erwerbszweck) bei absolut konstantem Volumen relativ stark an Bedeutung verloren hat.

Abb. 7.2.2: Externe FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Auftragnehmern 2003 bis 2015 (in Mrd. €)



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

Abb. 7.2.3: Verteilung der externen FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Auftragnehmern 2003 bis 2015 (in %)



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

Der Anteil der an ausländische Partner (Unternehmen und sonstige Einrichtungen) vergebenen FuE-Aufträge an allen FuE-Aufträgen ist von 2009 bis 2013 deutlich 19 % auf 26 % gestiegen. Danach ist er leicht auf 24 % zurückgegangen, was auf den Rückgang der Aufträge an verbundene Unternehmen zurückzuführen ist. Ausländische Partner kommen allerdings nur in wenigen Branchen sehr kon-

zentriert für FuE-Aufträge in Frage (Tab. 7.2.1): In der Chemie- (63 %) und der Pharmaindustrie (52 %) übersteigt dieser Anteil deutlich den Industriedurchschnitt (23 %). Auch in der Elektroindustrie (36 %) ist der Anteil hoch. Dagegen hat sich der Anteil des Auslands an den externen FuE-Aufträgen der deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie von 2013 (57 %) bis 2015 (33 %) sehr stark vermindert. Hier ist auch der Hauptgrund für die zuletzt insgesamt rückläufigen Auslandsaufträge an verbundene Unternehmen zu finden.

Der Automobilbau hat sich nach 2005 wieder stärker auf inländische Kooperationspartner konzentriert. Hierzu mag auch beigetragen haben, dass ein Teil der Auslands-FuE-Kapazitäten in verbundenen Unternehmen wieder abgegeben worden ist.¹¹³ Auf den Automobilbau entfallen 60 % aller externen FuE-Aufwendungen in Deutschland. Hier werden mit einem Drittel der gesamten FuE-Aufwendungen weit überdurchschnittlich viele FuE-Aktivitäten außerhalb des eigenen Unternehmens durchgeführt. Dabei kooperiert der Automobilbau vor allem mit anderen inländischen Unternehmen (78 %). FuE-Aufträge an die Wissenschaft sind hier von vergleichsweise geringer Bedeutung (4,5 %), was sich letztlich auch deutlich im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt bemerkbar macht. In das Ausland fließen 17 % der externen FuE-Mittel der Automobilindustrie.

Externe FuE-Aufträgen werden vor allem in forschungsintensiven Industriezweigen vergeben: Es gibt ein extremes Gefälle hinsichtlich des Anteils externer FuE zwischen Industrieunternehmen aus Wirtschaftszweigen, die relativ niedrige FuE-Intensitäten aufweisen, und solchen, die der Spitzen- und der Hochwertigen Technik zugerechnet werden: In der Spitzentechnologie wird besonders intensiv mit Kooperationspartnern aus dem Ausland geforscht (41 %). Bei der Hochwertigen Technik sind es vor allem andere inländische Unternehmen (76 %), nicht zuletzt wegen der Dominanz des Automobilbaus in dieser Technologiekategorie. Die Wissenschaft spielt bei forschungsintensiven Dienstleistungen eine große Rolle (36,5 %), u. a. weil hier wissenschaftliche FuE-Dienstleister und Institutionen der Gemeinschaftsforschung beteiligt sind.

Die Bedeutung externer FuE-Aufträge an andere inländische Unternehmen nimmt mit der Unternehmensgröße zu. Bei Auslandskooperationen gibt es diesbezüglich nur geringe Unterschiede. Hier sind nur kleine Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten weniger aktiv. Andererseits sinkt der Anteil der Wissenschaft an den externen FuE-Aufwendungen mit der Unternehmensgröße von 43 % bei Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten auf 11 % bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten. In der Summe weisen Großunternehmen einen fast doppelt so hohen Anteil externer FuE-Aufträge auf als KMU.

¹¹³ Vgl. Belitz (2017).

Tab. 7.2.1: Bedeutung und Struktur von externer FuE der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2015

- Anteile in % -

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologiekategorie	Anteil an den FuE-Gesamt- aufwen- dungen*	Struktur der Auftragnehmer					
		Wirtschaft	Ausland	Wissenschaft (Staat und sonst. Inländer)			
				zusammen	davon:		
				Hoch- schulen	außeruni- versitär	sonstige Inländerin- nen und Inländer	
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG							
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	37,1	2,6	96,1	1,2	0,6	0,5	0,1
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	22,8	17,0			11,0	3,0	
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	23,3	65,0	24,2	10,7	5,5	3,5	1,7
10-12 H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	3,8	42,8	27,2	30,0	21,1	4,2	4,7
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren							
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	12,3	62,9	10,9	26,2	3,7	8,6	13,9
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung							
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	9,5	22,6	62,7	14,7	8,1	6,4	0,2
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	35,7	19,1	52,7	28,2	14,8	11,9	1,5
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	4,9	76,1	7,6	16,3	10,7	4,4	1,2
23 H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	6,6	70,1	9,8	20,2	8,5	8,6	3,0
24 Metallherstellung und -bearbeitung	12,4	57,4	15,3	27,3	11,1	3,2	13,0
25 H.v. Metallherstellung	9,6	46,0	17,6	36,4	11,9	3,3	21,2
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen	11,1	72,5	16,5	11,0	1,9	3,3	5,8
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	10,5	45,0	35,6	19,4	11,2	7,5	0,7
28 Maschinenbau	9,1	72,9	15,6	11,5	6,9	3,8	0,8
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	32,1	78,2	17,3	4,5	2,3	1,0	1,2
30 Sonstiger Fahrzeugbau	28,5	42,2	32,5	25,4	17,4	6,3	1,6
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	31,0	42,4	33,3	24,3	16,9	5,8	1,6
31-33 Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	8,8	52,9	15,6	31,5	15,0	11,1	5,4
D,E 35-39 Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	23,4	66,6	0,3	33,1	21,2	11,8	0,0
F 41-43 Baugewerbe/Bau	12,4	32,3			24,6	6,6	
J 58-63 Information und Kommunikation	8,5	59,9	20,6	19,5	13,2	5,5	0,8
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	7,7	59,6	10,3	30,1	3,2	2,5	24,4
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	12,0	40,0	16,9	43,1	32,6	8,6	1,9
71 Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	6,9	55,3	16,0	28,7	9,8	15,9	3,0
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	15,7	31,0	17,5	51,5	45,8	4,4	1,3
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	35,5	15,4	2,7	81,9	75,3	5,3	1,3
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	19,5	79,1	16,6	4,3	2,9	1,2	0,2
INSGESAMT	21,8	63,7	24,1	12,1	6,7	3,7	1,7
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROßENKLASSEN							
unter 100 Beschäftigte	15,2	40,1	16,6	43,3	34,3	6,9	2,1
100 bis 499 Beschäftigte	11,0	55,3	25,7	19,1	9,7	6,0	3,4
500 bis 999 Beschäftigte	11,9	57,0	29,2	13,7	6,0	3,6	4,1
1000 und mehr Beschäftigte	23,8	65,1	24,2	10,7	5,7	3,5	1,6
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²							
Forschungsintensive Industrien	25,0	65,2	24,4	10,4	5,4	3,4	1,6
Spitzentechnologie	23,0	35,8	40,8	23,4	12,1	8,6	2,7
Hochwertige Technik	25,8	75,7	18,6	5,7	3,0	1,5	1,2
Forschungsintensive Dienstleistungen	10,3	45,5	17,9	36,5	28,0	7,0	1,5
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	10,3	55,3	25,3	19,4	9,1	5,8	4,5
INSGESAMT	21,8	63,7	24,1	12,1	6,7	3,7	1,7

*) Anteil an der Summe der internen und externen FuE-Aufwendungen.

1) Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008).

2) Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

8 Regionale Verteilung von FuE in Deutschland

8.1 Entwicklung des FuE-Personals in den Regionen

Die regionale Verteilung der FuE-Kapazitäten variiert nicht nur zwischen Ländern, sondern auch innerhalb der Länder. In keinem Land sind diese regional gleichmäßig verteilt. Vielmehr haben sich in jeder Volkswirtschaft zwischen den Regionen Unterschiede eingestellt, sind Binnenverlagerungen von FuE-Kapazitäten vorgenommen worden und es zeigt sich deshalb eine mehr oder weniger ausgeprägte regionale Konzentration der FuE-Kapazitäten. Dies gilt für Deutschland¹¹⁴ ebenso wie im internationalen Kontext.¹¹⁵ Vor dem Hintergrund eingengter regionaler Umverteilungspotenziale hat sich vielfach die Erkenntnis durchgesetzt, durch „endogene Innovationspotenziale“ Wachstum und Beschäftigung in den Regionen zu sichern. Dieser Weg wird auch von politischer Seite, etwa durch die Förderkulisse der Europäischen Union, nachhaltig unterstützt. Die regionalen FuE-Kapazitäten dienen als ein Indikator für das endogene Innovationspotential.

In Deutschland erhielt die Frage nach der Regionalverteilung von Innovationspotenzialen schon in den 1990er Jahren einen besonderen Stellenwert, weil die Rahmenbedingungen für Innovationen und wirtschaftliche Expansion nach der Vereinigung zwischen den beiden Wirtschaftsgebieten Ost- und Westdeutschland stark divergierten. Die besonderen Bedingungen, unter denen sich die Wirtschaft in den östlichen Bundesländern im internationalen Wettbewerb behaupten musste, legen eine gesonderte Betrachtung der technologischen Leistungsfähigkeit und der Innovationsindikatoren für dieses Wirtschaftsgebiet nahe. Schon zuvor kam in den westlichen Bundesländern immer wieder die Debatte um ein Süd-Nord-Gefälle in der wirtschaftlichen Entwicklung auf. Diese Diskussionen haben schon seit den 1980er Jahren dazu geführt, dass Fragen der Innovationspolitik auch in den Bundesländern stärker in den Fokus rückten. Beides zusammen begründet eine nach geographischen Großräumen vorgenommene Analyse der Verteilung der FuE-Potenziale in Deutschland.

Dabei wird die ostdeutsche Wirtschaft mit ihren FuE-Kapazitäten und -strukturen nicht nur den gesamten westdeutschen Ländern gegenübergestellt. Der Vergleich wird zusätzlich differenziert, dass der Westen in nordwestliche (Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen, Nordrhein-Westfalen) und südwestliche Bundesländer (Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Bayern, Saarland) untergliedert wird. Ostdeutschland umfasst alle neuen Bundesländer und Berlin. Es ist zu betonen, dass diese Analyseebene nicht für eine Regionalanalyse im engeren Sinne geeignet ist, die Bündel oder Cluster von innovativen Kompetenzen zu lokalisieren versucht. Sie umfasst aus raumwirtschaftlicher Sicht jeweils sehr heterogen strukturierte Teilräume.

Als Indikatoren für die Untersuchung der regionalen Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland dient die bundeslandbezogene FuE-Personalintensität, gemessen am Anteil des FuE-Personals an den jeweiligen Erwerbspersonen. Zusätzlich wird auch die FuE-Aufwandsintensität, gemessen am Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt des Landes, ausgewiesen. Da aber nur das FuE-Personal in der Erhebung für die deutsche FuE-Statistik auf regionaler Ebene erfasst wird und die FuE-Aufwendungen schwerpunktmäßig auf dieser Basis den Regionen zugeordnet werden, gibt es eine erhebungstechnisch bedingte Korrelation beider Indikatoren. Dabei muss angenommen werden, dass sich die gesamten FuE-Aufwendungen – also nicht nur die Personalaufwendungen, sondern auch die Sachaufwendungen und insbesondere die Investitionen – gemäß der Verteilung des FuE-Personals

¹¹⁴ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2017a), Gehrke, Legler, Schasse u. a. (2010).

¹¹⁵ Vgl. European Commission (2017).

auf die Bundesländer verteilen. Aus diesem Grund wird im Folgenden primär auf die regionale Verteilung des FuE-Personals abgestellt.

Dabei kann nach den jeweils durchführenden Sektoren Wirtschaft, Hochschulen und Staat unterschieden werden. Es werden nur Daten für ungerade Jahre ausgewiesen, da diese nur in diesen Jahren originär erhoben werden. Die regionale Zuordnung erfolgt nach dem Sitz der Forschungsstätten und nicht nach dem Unternehmenssitz.

Bei Betrachtung der so definierten Großräume erreichte der Südwesten im Jahr 2015 eine FuE-Personalintensität von 192 FuE-Personen (VZÄ) je 10.000 Erwerbstätige, Ostdeutschland und der Nordwesten kommen beide auf 120. Insgesamt übersteigt die FuE-Intensität der westdeutschen Länder zwar weiterhin diejenige Ostdeutschlands, allerdings nur aufgrund der besonderen Stärke des Südwestens (Abb. 8.1.1 und Tab. A.8.2 im Anhang).¹¹⁶ Das FuE-Gefälle zwischen Südwest- und Norddeutschland fällt damit deutlicher aus als zwischen West- und Ostdeutschland. Baden-Württemberg, Bayern und Hessen sowie die Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen weisen überdurchschnittliche FuE-Personalintensitäten auf. In den Stadtstaaten sind hierfür die Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen verantwortlich. Die geringsten FuE-Intensitäten finden sich in den ostdeutschen Ländern Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg, gleichwohl aber auch in den westdeutschen Ländern Schleswig-Holstein und im Saarland.

Das nach wie vor zwischen West- und Ostdeutschland bestehende FuE-Gefälle verringert sich kaum – zwischen 2013 und 2015 ist die Lücke sogar wieder größer geworden. Im Einzelnen stellt sich die Entwicklung in den verschiedenen Sektoren wie folgt dar:

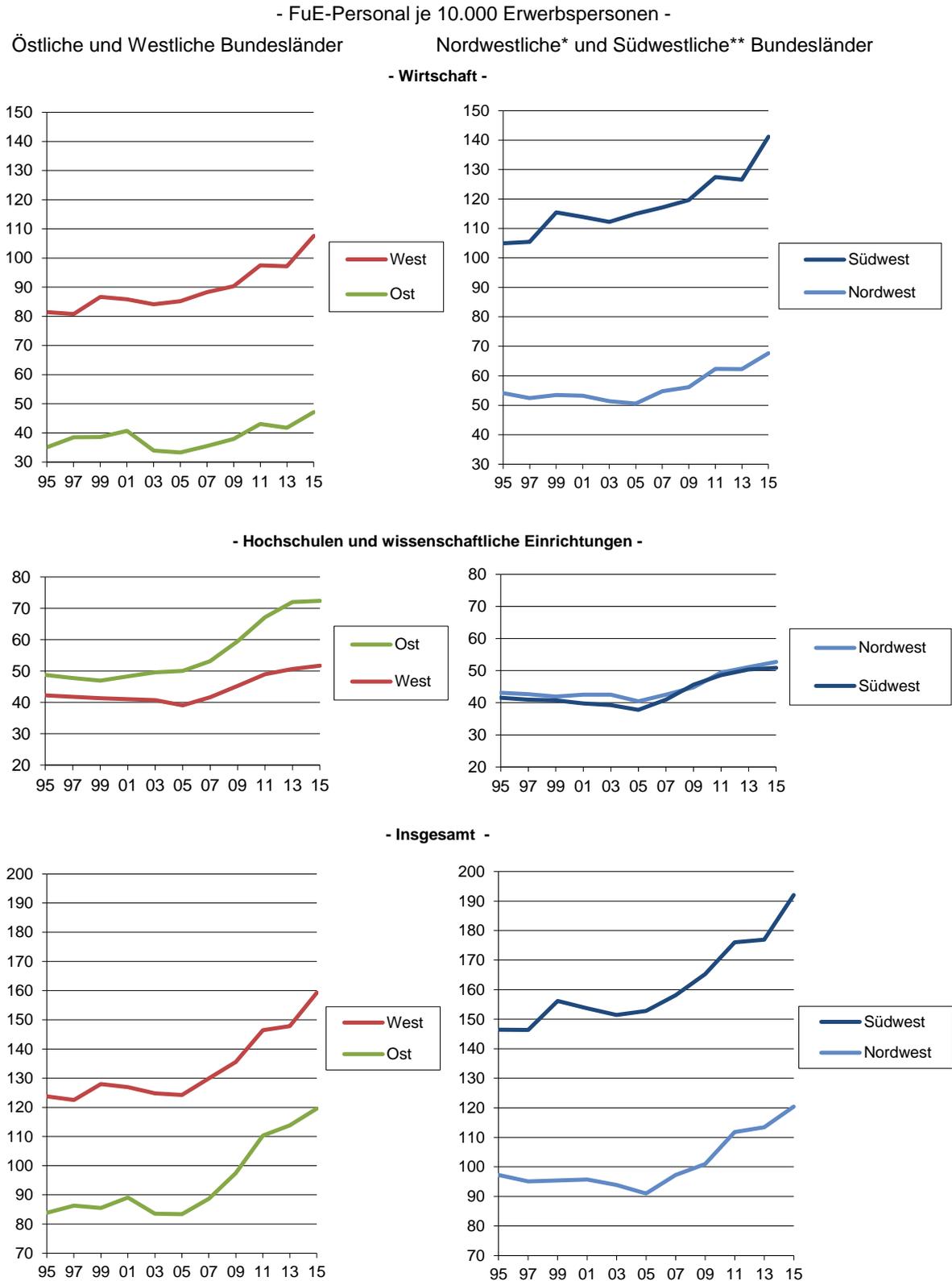
- Bei den öffentlichen FuE-Einrichtungen bestehen zwischen Nord- und Südwest praktisch keine Ausstattungsunterschiede. Dies ist das Ergebnis einer konsequent föderal betriebenen Wissenschaftspolitik und der vielfältigen Mischfinanzierungsformen bei außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Beide Wirtschaftsgebiete in Westdeutschland, Nordwest und Südwest, liegen allerdings deutlich unterhalb der Ausstattung Ostdeutschlands mit öffentlich geförderten Einrichtungen von Wissenschaft und Forschung. Diese Lücke hat sich seit Mitte des letzten Jahrzehnts aufgrund der Entwicklung bei den außeruniversitären Forschungseinrichtungen deutlich zugunsten der ostdeutschen Länder vergrößert.
- Die Nord-Süd-Unterschiede basieren allein auf riesigen Diskrepanzen in der FuE-Intensität der Wirtschaft in den jeweiligen Gebieten. Die FuE-Personalintensität in den nordwestlichen Bundesländern (68 je 10.000 Erwerbspersonen) ist weniger als halb so hoch wie in den südwestlichen Bundesländern (141). Die Abstände haben sich zwischen 2013 und 2015 deutlich vergrößert.¹¹⁷
- Berücksichtigt man in einer Gesamtbetrachtung neben den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft die Ausstattung mit öffentlichen FuE-Einrichtungen, dann fällt die FuE-Personalintensität in Ostdeutschland genauso hoch wie im Nordwesten aus. Hierbei ist jedoch die hohe Konzentration der öffentlichen Einrichtungen auf Berlin und Sachsen in Rechnung zu stellen.

Bei großräumiger Betrachtung werden die entscheidenden Unterschiede durch die Wirtschaft markiert.

¹¹⁶ Vgl. auch im Anhang für die FuE-Aufwandsintensitäten.

¹¹⁷ Die FuE-Aufwandsintensität deutet hingegen auf eine Verringerung des Abstands hin, vgl. Tab. A.8.2 im Anhang. Grund hierfür könnte die Tatsache sein, dass größere FuE-Investitionen, deren regionale Verteilung nicht bekannt ist, aufgrund der Verteilung des FuE-Personals Nordwestdeutschland (Niedersachsen) zugerechnet worden sind.

Abb. 8.1.1: FuE-Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Einrichtungen in deutschen Regionen 1995 bis 2015



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

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

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

Seit 2005 liegt der Anteil der ostdeutschen Länder relativ stabil im Bereich von 10 %, während der Nordwesten bei rund 26 % liegt ((Tab. 2.2.2). Der Anteil des Südwestens liegt bei 64 % und ist von 2011 bis 2015 wieder leicht gestiegen. Insgesamt ist die regionale Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland nur relativ geringen Schwankungen unterworfen.

8.2 Regionale Struktur des FuE-Personals in der Wirtschaft

Bei wirtschaftsstruktureller Betrachtung unterscheiden sich die Teilräume erheblich (Tab. 8.2.1):

- Unter wirtschaftsstrukturellen Gesichtspunkten ist von Bedeutung, dass in den östlichen Bundesländern nur 62 % des FuE-Personals in Forschungsstätten des Verarbeitenden Gewerbes beschäftigt sind. In Westdeutschland sind es hingegen 82 %. Die in Deutschland im internationalen Vergleich sehr hohe Verankerung von FuE in der Verarbeitenden Industrie ist vor allem ein westdeutsches Phänomen.
- Die Unterschiede sind vor allem im hohen Anteil der Dienstleistungen (IuK-Dienstleistungen, technische Dienstleistungen und Gemeinschaftsforschung) zu sehen, die in Ostdeutschland 34 % des FuE-Personals stellen. Neben den forschungsintensiven Dienstleistungen spielt in Ostdeutschland auch der Industriezweig „Datenverarbeitung, Elektronik, Optik“ (21,5 %) eine relativ größere Rolle als in Westdeutschland (14 %). Dies ist auch der Grund dafür, dass Spitzentechnologiebranchen in der ostdeutschen Industrie ein insgesamt größeres FuE-Gewicht aufweisen als in Westdeutschland (insbesondere als im Nordwesten). Dagegen dominiert im Westen der Automobilbau (29 %) und damit der Bereich der hochwertigen Technik (50 %).
- Quantitativ große Unterschiede lassen sich häufig durch die Ausstattung mit großen Unternehmen erklären. Der Osten hat mit 56 % einen deutlich höheren Teil des FuE-Personals in Klein- und Mittelunternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten als Westdeutschland mit lediglich 26%. Der Nordwesten hat seine Unternehmensgrößenvorteile bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten (68 %), noch stärker der Südwesten (76 %). Weiterhin gibt es in den ostdeutschen Ländern trotz vereinzelt beachtlicher und spektakulärer Ansiedlungserfolge und der Hauptstadt Berlin immer noch sehr wenige forschende Großunternehmen, die dort ihren Hauptsitz haben. Der größte Teil der Großunternehmen, die Forschungsstätten in Ostdeutschland halten, haben ihren Hauptsitz in Westdeutschland (oder im Ausland). Damit fehlen weiterhin wesentliche Kernelemente und Kristallisationspunkte, die das sich in der alten Bundesrepublik herausgebildete Innovationssystem ausmachen.¹¹⁸
- Zwischen 2013 und 2015 ist es in Ost- und in Westdeutschland gleichermaßen zu einer Verschiebung der FuE-Kapazitäten hin zu großen Unternehmen und zu forschungsintensiven Dienstleistungen gekommen.¹¹⁹ Dabei ist der Anteil der Spitzentechnologiesektoren am FuE-Personal in Westdeutschland leicht gesunken, während er sich in Ostdeutschland sogar geringfügig erhöht hat. Der Anteil nicht forschungsintensiver Wirtschaftszweige am FuE-Personal ist in den ostdeutschen Ländern tendenziell stärker zurückgegangen als in Westdeutschland.

¹¹⁸ Vgl. auch die aktuelle Studie von Eickelpasch (2015).

¹¹⁹ Vgl. für die Gesamtentwicklung auch Abschnitt 6.2 und Tab. A.4.4 im Anhang und Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016) für die regionale Verteilung 2013.

Tab. 8.2.1: Kennziffern zum FuE-Personal in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgebieten 2015

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse	Struktur des FuE-Personals			
	Ost	West	darunter	
			Nordwest*	Südwest**
FuE-Personal im Wirtschaftssektor insgesamt	38.707	366.059	105.152	260.907
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG				
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	61,9	82,0	82,6	81,7
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	2,9	6,1	9,0	5,0
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	7,1	4,3	3,0	4,8
22-23 H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	2,0	2,8	3,7	2,5
24-25 Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	2,8	2,9	4,5	2,3
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	21,5	14,2	10,7	15,6
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	2,6	5,4	8,4	4,1
28 Maschinenbau	8,7	10,9	12,2	10,4
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	3,5	29,2	22,1	32,0
30 Sonstiger Fahrzeugbau	4,7	2,7	4,8	1,9
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	2,6	2,4	3,8	1,8
Rest C Verarbeitendes Gewerbe restliche Abschnitte (10-19,31-33)	6,0	3,4	4,3	3,1
J 58-63 Information und Kommunikation	11,5	5,1	3,2	5,9
62.01 Programmierungstätigkeiten	8,1	3,7	1,6	4,6
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	23,0	10,6	10,4	10,7
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	7,3	6,1	5,6	6,3
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	15,0	4,1	4,4	3,9
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	3,8	0,6		
Rest Restliche Abschnitte (A,B,D-I,K,L,N-U)	3,6	2,2	3,8	1,6
II. NACH BESCHÄFTIGTENGRÖSSENKLASSEN				
< 100	31,1	6,9	8,6	6,2
100 - 499	21,4	11,6	15,1	10,3
500 - 999	3,9	7,5	8,4	7,1
1000 und mehr	43,6	74,0	67,8	76,4
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²				
Forschungsintensive Industrien	49,5	71,4	67,8	72,9
Spitzentechnologie	31,7	21,2	17,8	22,6
Hochwertige Technik	17,8	50,2	50,0	50,3
Forschungsintensive Dienstleistungen	32,4	14,8	12,5	15,7
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	18,1	13,8	19,7	11,4
INSGESAMT	100,0	100,0	100,0	100,0

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

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

1) Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008).

2) Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

9 Zusammenfassung, aktuelle Entwicklungen und Ausblick

Forschung und Entwicklung ist von zentraler Bedeutung für die technologische Leistungsfähigkeit und die internationale Wettbewerbsfähigkeit von entwickelten Volkswirtschaften. Auch wenn FuE angesichts von komplexen Wirkungszusammenhängen und -voraussetzungen – welche sich zudem in jedem „national“ definierten „Innovationssystem“ unterscheiden – nicht unbedingt als hinreichender Faktor für technologische Leistungsfähigkeit zu sehen ist, werden damit doch die Weichen für die längerfristige Entwicklung gestellt. Der längerfristig positive Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum ist theoretisch und empirisch vielfältig belegt.¹²⁰ In diesem Kontext ist FuE vor allem als notwendiger Faktor anzusehen, der eine differenzierte und kontinuierliche Beobachtung erfordert. Mit diesem Bericht wird eine Vielzahl von Indikatoren zur Beschreibung der internationalen und nationalen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Unternehmen, Hochschulen und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen komprimiert dargestellt.

Im folgenden Abschnitt werden die bisherigen Ergebnisse zur Entwicklung zentraler FuE-Indikatoren in Deutschland und im internationalen Vergleich zusammengefasst (9.1). Es folgt ein Ausblick für FuE in der deutschen Wirtschaft auf Basis der aktuellen FuE-Erhebung der SV Wissenschaftsstatistik vom Herbst 2017 (9.2).

9.1 FuE-Indikatoren im Überblick

Nachdem die Mehrzahl der industrialisierten Länder die Folgen der Finanz- und Wirtschaftskrise für FuE bis spätestens 2013 überwunden hatte, sind die FuE-Aufwendungen weltweit seitdem weiter gewachsen. Im OECD-Durchschnitt hat es bei Berücksichtigung der unterschiedlichen Wirtschaftskraft der Länder, gemessen am Anteil der FuE-Aufwendungen am BIP, seit 2014 aber keine Steigerung mehr gegeben: Die *FuE-Intensität* liegt unverändert bei 2,4 %. Im Jahr 2015 wiesen Israel (4,3 %) und Korea (4,2 %) die mit Abstand höchsten FuE-Intensitäten weltweit auf, gefolgt von der Schweiz (3,4 %), Schweden und Japan (3,3 %), Österreich (3,1 %), Dänemark (3,0 %) und Deutschland (2,9 %). Finnlands FuE-Intensität ist stark rückläufig. Nach noch 3,7 % im Jahr 2010 ist diese bis 2015 auf nur noch 2,8 % gesunken. Die FuE-Intensität der Schweiz ist deutlich gestiegen. Die internationalen Positionen von Deutschland (2,9 %) und den USA (2,8 %) haben sich nicht verändert. Beide Länder liegen weiterhin deutlich über dem Durchschnitt aller OECD-Länder. In den osteuropäischen EU-Ländern ist aktuell keine FuE-Intensivierung festzustellen. In den EU-Ländern Südeuropas stagniert die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität weitgehend auf niedrigem Niveau. Unter den BRICS-Ländern steigert China seine FuE-Intensität weiter kontinuierlich und erreicht bis 2015 einen Anteil der gesamtwirtschaftlichen FuE-Aufwendungen am BIP von 2,1 %. Insgesamt liegt die FuE-Intensität in den BRICS-Ländern weiterhin deutlich unterhalb des OECD-Durchschnitts.

Im Jahr 2015 sind die gesamten FuE-Aufwendungen in den OECD-Ländern weiter um real 2,3 % gestiegen. Dieses Wachstum wird vor allem von den USA getragen, während Japan und erstmals auch Korea negative bzw. sehr geringe reale Zuwächse der FuE-Aufwendungen aufweisen. In den Ländern der EU-15 geht die positive Entwicklung vor allem von Deutschland, Großbritannien und den nordischen Ländern Schweden und Dänemark aus. Im Jahr 2015 konnten die südeuropäischen Länder nach einem Zwischenhoch 2014 real nicht weiter zulegen. China steigert seine jährlichen FuE-Aufwendungen weiter kontinuierlich um rund 9 %.

¹²⁰ Vgl. Abschnitt 1.1.1.

In Deutschland hat die Wirtschaft ihren Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen 2015 weiter deutlich auf 69 % gesteigert, weil ihre FuE-Aufwendungen 2015 nominal um fast 7 % zugelegt haben. Hingegen sind die Mittel für die Durchführung von FuE in Hochschulen um 2,8 % und die der außeruniversitären FuE-Einrichtungen nur um 1,3 % gestiegen. Nachdem die öffentlichen FuE-Aufwendungen für Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen bis 2013 stärker zugelegt hatten, ist die Wirtschaft seitdem wieder als treibende Kraft für die FuE-Entwicklung hervorgetreten – in Deutschland wie im internationalen Raum. Auch 2016 sind die FuE-Aufwendungen weiter gestiegen, allerdings mit einer deutlich geringeren Wachstumsrate.¹²¹

Die FuE-Personalkapazitäten (gemessen in Vollzeitäquivalenten) sind 2015 gegenüber dem Vorjahr deutlich um 5,8 % auf insgesamt über 640.000 gestiegen. Auch hier hat die Wirtschaft den größten Teil des Zuwachses ausgemacht (+8,9 %) während Hochschulen (+1,1 %) und außeruniversitäre FuE Einrichtungen (+0,7 %) ihre FuE-Personalkapazitäten weitaus weniger ausgeweitet haben. Nach vorläufigen Ergebnissen hat sich der Zuwachs im Jahr 2016 mehr als halbiert.¹²² Bis zum Jahr 2015 ist der Anteil des wissenschaftlichen Personals am gesamten FuE-Personal auf 61 % gestiegen (1995: 50 %). Der Anteil der Frauen am forschenden wissenschaftlichen Personal ist in Deutschland sowohl in der Wirtschaft als auch in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen seit 2005 deutlich gewachsen, lag aber 2015 mit 28 % immer noch klar unter den Durchschnitt von 33 % in der EU-15.

Bezüglich der Art der durchgeführten FuE verwenden deutsche Unternehmen grundsätzlich sehr viel mehr Mittel für angewandte Forschung und veranschlagen einen deutlich geringeren Anteil für experimentelle Entwicklung als die Wirtschaft in anderen OECD-Ländern. Dagegen führen wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen in Deutschland weitaus mehr Grundlagenforschung durch als in anderen Ländern, während experimentelle Entwicklung hier kaum eine Rolle spielt.

Die *FuE-Strukturen* in Deutschland unterscheiden sich im internationalen Vergleich deutlich von denen anderer Länder. Nur in Japan sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft noch stärker in Großunternehmen konzentriert als in Deutschland. Großunternehmen entscheiden durch ihr FuE-Verhalten über das FuE-Volumen und die FuE-Intensität in der Wirtschaft. Kleine und mittlere Unternehmen bestimmen mit Zahl und Intensität die Breite, mit der FuE in der Wirtschaft verankert ist. Mittelfristig haben KMU von 2003 bis 2011 deutlich sowohl hinsichtlich der gesamten FuE-Kapazitäten, der FuE-Beteiligung, als auch ihrer FuE-Intensität an Bedeutung gewonnen. Seitdem mehren sich die Anzeichen dafür, dass KMU wieder an Bedeutung verloren haben: Gemessen am FuE-Personal ist der Anteil kleiner und mittlerer Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten seit 2011 von 24 % auf 21 % gesunken und die FuE-Intensität der FuE-betreibenden KMU stagniert. Der aktuelle FuE-Zuwachs in der deutschen Wirtschaft wird in erster Linie von Großunternehmen getragen.

FuE in der deutschen Wirtschaft wird zu 85 % in der Industrie durchgeführt. Bei sektoraler Betrachtung stellt der Automobilbau mit 35 % aller internen FuE-Aufwendungen und 27 % des FuE-Personals der Wirtschaft Deutschlands herausragende Stärke dar. Insgesamt bilden Wirtschaftszweige der Hochwertigen Technik (Automobilbau, Maschinenbau, in Deutschland auch die Chemische Industrie und die Elektrotechnik) mit 53 % der internen FuE-Aufwendungen den Schwerpunkt von FuE in der Wirtschaft. In den Wirtschaftszweigen der Spitzentechnologie (Pharmazeutika, Elektronik, Luft- und Raumfahrzeuge) wird zwar mit weitaus höherer Intensität FuE betrieben, sie sind aber in Deutschland mit weniger als einem Viertel der internen FuE-Aufwendungen vergleichsweise weniger vertreten.

¹²¹ Vgl. den folgenden Abschnitt 9.2.

¹²² Vgl. den folgenden Abschnitt 9.2

Von 2009 bis 2015 ist der Anteil des Automobilbaus an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft deutlich gestiegen, gleichzeitig haben die zur Spitzentechnologie zählenden Wirtschaftszweige an Gewicht verloren. Dies führte dazu, dass die deutsche Automobilindustrie, gemessen an den internen FuE-Aufwendungen am Umsatz, im Jahr 2015 eine höhere FuE-Intensität aufwies als der Luft- und Raumfahrzeugbau. Im Zuge der Ausweitung der FuE-Kapazitäten in den Wirtschaftszweigen der Hochwertigen Technik ist auch die FuE-Intensität der deutschen Industrie insgesamt von 3,2 % (2013) auf 3,5 % (2015) gestiegen. Der Dienstleistungssektor hat bei FuE-Aufwendungen und –Personal langfristig hinzugewonnen, ist im internationalen Vergleich aber, wie auch der Spitzentechnologiesektor, nach wie vor unterdurchschnittlich vertreten. FuE konzentriert sich hier in wenigen, relativ forschungsintensiven Wirtschaftszweigen (Information und Kommunikation, technische Dienstleistungen und explizite FuE-Dienstleistungsunternehmen).

Die Differenzierung der FuE-Aufwendungen nach *Erzeugnisbereichen*, für die FuE betrieben wird, bestätigt die bereits in den Vorjahren festgestellte Konzentration von FuE auf die Kernkompetenzen der Unternehmen. Technologisch bedeutet dies aber nicht, dass dabei jeweils einseitig FuE betrieben wird. Die angesprochenen *Forschungs- und Technologiefelder* belegen die technologische Breite der durchgeführten FuE: Diese können nicht selten von den Materialwissenschaften über physikalisch-technische Fragestellungen, Informations- und Kommunikationstechnologien, Umwelttechnologien bis hin zu medizinischen Aspekten reichen. Am häufigsten genannt werden Forschungsfelder mit Querschnittscharakter wie „Informations- und Kommunikationstechnologien“, „Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit“ und „Energieforschung“. Erst dann folgen Fahrzeug- und Verkehrstechnologien.

In Deutschland erfolgt die *Finanzierung* von FuE zu zwei Dritteln durch die inländische Wirtschaft. Sie ist damit weitaus stärker von der Wirtschaft abhängig als in den meisten anderen europäischen Ländern. Der Anteil wird mit 75 % oder mehr nur in Japan, Korea und China übertroffen. FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen wird in Deutschland in überdurchschnittlichem Maß durch die Wirtschaft finanziert, was eine im internationalen Vergleich relativ intensive FuE-Kooperationen zwischen Wirtschaft und Staat in Deutschland belegt. FuE in Hochschulen wird zu 14 % (OECD-Durchschnitt 6,4 %) und solche in außeruniversitären Einrichtungen zu 11 % (OECD 4 %) von der Wirtschaft finanziert. Im Gegenzug ist der Anteil der öffentlichen Finanzierung an FuE in der Wirtschaft insgesamt vergleichsweise gering. Allerdings hat sich der öffentliche Anteil bei kleinen und mittleren Unternehmen aufgrund der ausgeweiteten staatlichen FuE-Förderung für KMU von 5,6 % Mitte des letzten Jahrzehnts auf 10,8 % im Jahr 2015 fast verdoppelt. Das Ausland trägt mit 7 % im internationalen Vergleich durchschnittlich zur Finanzierung von FuE in Deutschland bei. Der Finanzierungsanteil des Auslands für die Durchführung von FuE in der Wirtschaft hat sich aber zwischen 2005 und 2015 mehr als verdoppelt.

Neben den internen Mitteln, welche die Unternehmen für die Durchführung eigener FuE benötigen, werden erhebliche Mittel auch für *FuE-Aufträge oder –Kooperationen* an andere Unternehmen, Hochschulen oder FuE-Einrichtungen im In- und Ausland aufgewendet (externe FuE-Aufwendungen). Sie machen rund ein Fünftel aller FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus und werden vor allem von Großunternehmen vergeben. Dabei hat sich die Struktur der Auftragnehmer in den vergangenen Jahren deutlich verändert: Der Anteil des Auslands am gesamten externen FuE-Auftragsvolumen der deutschen Wirtschaft ist von 2005 bis 2015 von knapp 19 % auf 24 % gestiegen. Auch der Anteil inländischer, unverbundener Unternehmen hat deutlich von 25 % auf fast 39 % zugenommen. Dagegen ist der Anteil der Wissenschaft bei absolut konstantem Volumen von 20 % auf 12 % gesunken.

Die *regionale Verteilung* der FuE-Kapazitäten in der deutschen Wirtschaft ist weiterhin sehr „südlas-tig“. Die südwestlichen Bundesländer dominieren vor allem mit einer hohen FuE-Intensität in der

Wirtschaft. Weil regionale Unterschiede im Hinblick auf die FuE-Intensität innerhalb Deutschlands primär von wirtschaftsstrukturellen Gegebenheiten und der FuE-Neigung der Wirtschaft bestimmt werden, hat sich das zwischen West- und Ostdeutschland wie auch zwischen den südwestlichen und nordwestlichen Bundesländern bestehende FuE-Gefälle langfristig kaum verändert. Das Fehlen großer Unternehmen aus forschungsintensiven Industriezweigen in Ostdeutschland bleibt weiterhin eine der zentralen Erklärungen für das große West-Ost-Gefälle der FuE-Kapazitäten in Deutschland.

9.2 Zur aktuellen Entwicklung in Deutschland und Ausblick

In Deutschland wurden im Jahr 2016 insgesamt 92,4 Mrd. € für Forschung und Entwicklung (FuE) in Unternehmen, Hochschulen und öffentlichen oder öffentlich geförderten FuE-Einrichtungen aufgewendet.¹²³ Dies sind nominal 4,1 % mehr als im Vorjahr. Bei gleichzeitigem Wachstum des Bruttoinlandsproduktes stieg der Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt um 0,02 Prozentpunkte auf 2,94 %.¹²⁴ Damit ist die FuE-Intensität gegenüber den Vorjahren (2014: 2,87 %, 2015: 2,92 %) weiter leicht gestiegen.

Mit 62,8 Mrd. Euro werden 68 % aller FuE-Mittel für die Durchführung von FuE in der Wirtschaft aufgewendet. Die Unternehmen in Deutschland haben im Jahr 2016 ihre Mittel für die Durchführung interner FuE um 3,1 % gegenüber dem Vorjahr erhöht. Damit hat sich nach der starken Steigerung von 2014 auf 2015 um 6,9 %, der positive Trend zwar abgeschwächt, aber insgesamt fortgesetzt. Die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft entsprechen 2 % des BIP. Mittelfristig ist die FuE-Intensität der Wirtschaft deutlich gestiegen, weil sie FuE deutlich stärker ausgeweitet hat als die erzielte Wertschöpfung (Abb. 9.2.1)

Insgesamt 29,6 Mrd. Euro (0,94 % des BIP) entfallen auf Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen.¹²⁵ Hiervon werden 16,9 Mrd. Euro in der Hochschulforschung (18 % aller FuE-Aufwendungen) und 12,7 Mrd. Euro in Forschungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen (14 % aller FuE-Aufwendungen) eingesetzt. Die entsprechenden FuE-Intensitäten belaufen sich auf 0,54 % des BIP für Hochschulen und 0,40 % für außeruniversitäre Einrichtungen. Dabei ist der Wert für die FuE-Aufwendungen der Hochschulen in 2016 wegen erhebungstechnischer Änderungen nicht mit den Vorjahren vergleichbar.¹²⁶ In wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen wird gegenüber dem Vorjahr von relativ konstanten Ressourcen ausgegangen (FuE-Aufwendungen +1,7 %, FuE-Intensität -0,01 Prozentpunkte).

Die FuE-Personalkapazitäten (gemessen in Vollzeitäquivalenten) sind 2016 gegenüber dem Vorjahr um 2,5 % auf insgesamt 657.000 gestiegen.¹²⁷ Damit hat sich die Zuwachsrate gegenüber 2015 (5,8 %) mehr als halbiert. Dabei hat sich die Verteilung des FuE-Personals auf Wirtschaft (63 %), Hochschulen (22 %) und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen (15 %) nur geringfügig verändert.

¹²³ Stand 12/2017, vorläufige Ergebnisse, vgl. hier und im Folgenden Abschnitt 2.2.

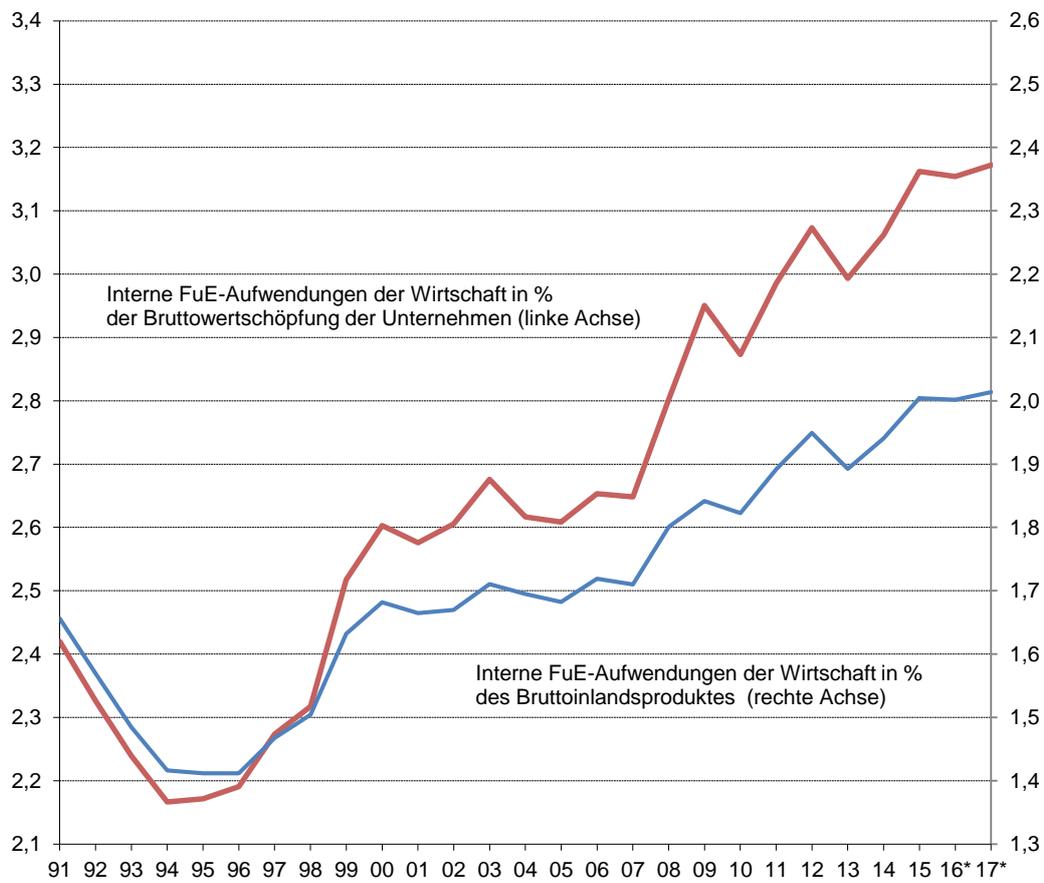
¹²⁴ BIP nach ESG 2010, vgl. Abschnitt 1.3

¹²⁵ Daten für Hochschulen und Forschungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen vom Statistischen Bundesamt geschätzt (Stand 12/2017).

¹²⁶ Vgl. Abschnitt 2.2

¹²⁷ Vgl. Tab. 2.2.1 in Abschnitt 2.2.

Abb. 9.2.1: Interne FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in % der Bruttowertschöpfung der Unternehmen und in % des Bruttoinlandsproduktes in Deutschland 1991 bis 2017*



*) 2016 vorläufig und 2017 Planangaben.

1) Bruttoinlandsprodukt berechnet nach ESVG 2010.

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

Tab. 9.2.1: FuE-Daten des Wirtschaftssektors 2003 bis 2017

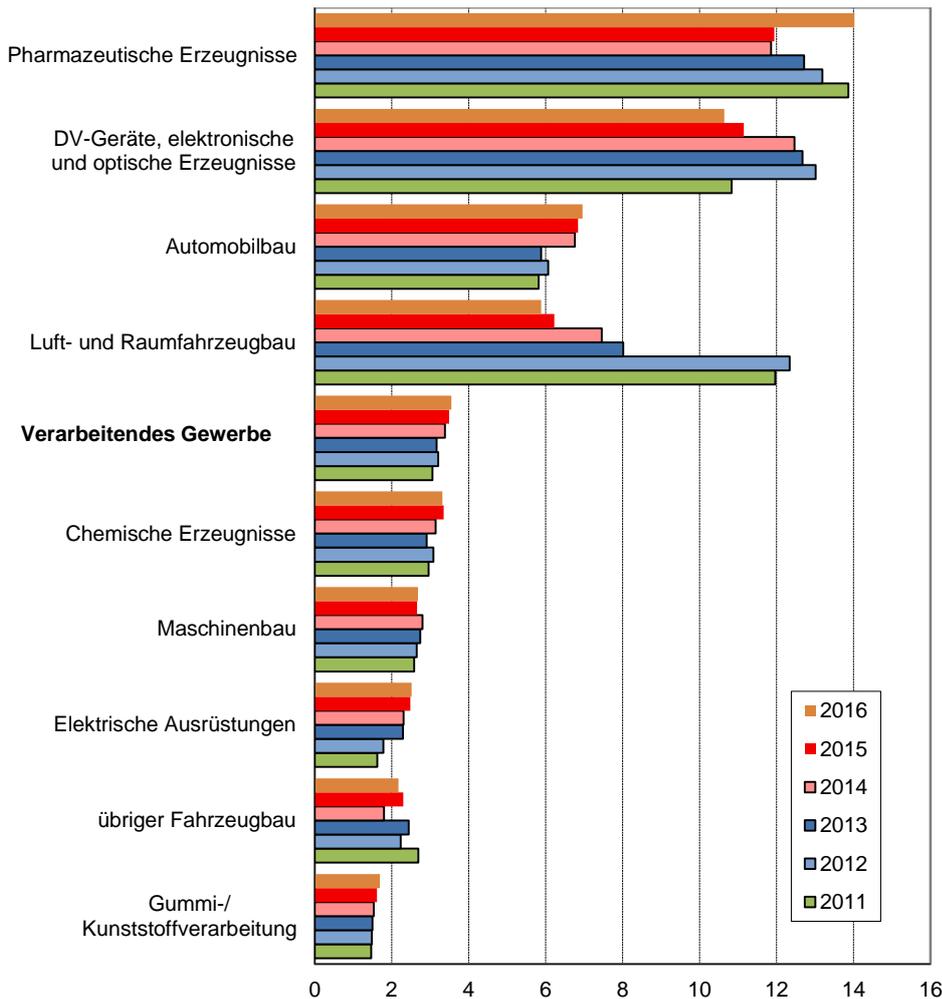
Jahr	Interne FuE-Aufwendungen	Externe FuE-Aufwendungen	FuE-Personal
	Mio. €		Vollzeitäquivalente
2003	38.029	8.493	298.072
2004	38.363	7.696	298.549
2005	38.651	9.758	304.503
2006	41.148	10.832	312.145
2007	43.035	10.412	321.853
2008	46.073	11.231	332.909
2009	45.275	11.204	332.491
2010	46.929	10.863	337.211
2011	51.077	12.340	357.129
2012	53.790	12.812	367.478
2013	53.566	14.955	360.375
2014	56.996	16.050	371.706
2015	60.952	17.021	404.767
2016	62.826	16.319	413.027
2017 ¹	65.718		

1) Plandaten erhoben im Frühjahr/Sommer 2017.
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik.

Der FuE-Schwerpunkt der deutschen Wirtschaft liegt traditionell im Bereich der Hochwertigen Technik (v.a. Automobilbau, Maschinenbau, Chemie) und hat bis 2015 stärker zugelegt als der Spitzentechnologiesektor. Aktuell werden hier mit 53 % mehr als die Hälfte der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft getätigt. Dabei stellt der Automobilbau mit 35 % aller internen FuE-Aufwendungen und über einem Viertel des FuE-Personals der Wirtschaft Deutschlands herausragende Stärke dar. Nachdem der deutsche Automobilbau seine internen FuE-Aufwendungen zwischen 2013 und 2015 überdurchschnittlich gesteigert hatte, weist er – gemessen an den internen FuE-Aufwendungen am Umsatz – in den Jahren 2015 und 2016 eine höhere FuE-Intensität auf als der Luft- und Raumfahrzeugbau. Im Zuge der Ausweitung der FuE-Kapazitäten in den Wirtschaftszweigen der Hochwertigen Technik ist auch die FuE-Intensität der deutschen Industrie insgesamt von 3,2 % (2013) auf 3,6 % (2016) gestiegen (Abb. 9.2.2).

Im Jahr 2016 sind die internen FuE-Aufwendungen des Spitzentechnologiebereichs, anderes als in den Vorjahren, erstmals wieder stärker gestiegen als diejenigen im Bereich der Hochwertigen Technik (Tab. 9.2.2). Verantwortlich hierfür ist allein die pharmazeutische Industrie, die ihre internen FuE-Aufwendungen deutlich um 14,2 % ausgeweitet hat und zeitgleich die externen FuE-Aufwendungen um 22,4 % reduziert hat. Damit kann die deutliche Steigerung der FuE-Intensität in der Pharmaindustrie (Abb. 9.2.2) primär als Folge einer (Re-)Internalisierung zuvor an externe Partner vergebener FuE-Aufträge interpretiert werden. In den übrigen Wirtschaftszweigen der Spitzentechnologie wächst FuE nur verhalten. Bei den Herstellern von Datenverarbeitungstechnik, elektronischen und optischen Erzeugnissen erhöhen sich die internen FuE-Aufwendungen im Jahr 2016 um 1,3 %, im Luft- und Raumfahrzeugbau um 1,4 %.

Abb. 9.2.2: Interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen* 2011 bis 2016



*) Ohne Vorsteuer.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – 2016 vorläufig. - Statistisches Bundesamt, Unternehmensergebnisse Deutschland, unveröffentlichte Tabellen sowie Fachserie 4, Reihe 4.3. – Berechnungen des CWS.

Beim FuE-Personal legt die Pharmaindustrie ebenfalls deutlich zu (Tab. 9.2.3). Gegenüber dem Vorjahr ergibt sich 2016 eine Steigerung um fast 6 %, gemessen in Vollzeitäquivalenten. Hersteller von Datenverarbeitungstechnik, elektronischen und optischen Erzeugnissen erhöhen ihren FuE-Personalbestand in Einklang mit den Budgetsteigerungen um 1,3 %, der Luft- und Raumfahrzeugbau gibt in geringem Umfang Personal ab.

Der Dienstleistungssektor hat seine FuE-Tätigkeit weiter überdurchschnittlich ausgeweitet. Information und Kommunikation steigert 2016 die internen FuE-Aufwendungen um 4,6 % im Vergleich zum Vorjahr, technische Dienstleistungen der Architektur- und Ingenieurbüros (WZ 71) sogar um 9,7 %. Insgesamt haben Unternehmen, die zu Wirtschaftszweigen aus dem Bereich forschungsintensiver Dienstleistungen zählen, ihre internen FuE-Aufwendungen im Jahr 2016 mit 6 % doppelt so stark ausgeweitet wie solche aus forschungsintensiven Industrien – allerdings ausgehend von einem sehr viel geringeren Niveau. Damit gewinnt dieser Sektor im Vergleich zur Industrie sukzessive an Gewicht, ist aber im internationalen Vergleich, wie auch der Spitzentechnologiesektor, nach wie vor unterdurchschnittlich vertreten.

Tab. 9.2.2: Interne und externe FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors 2015 und 2016 nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse	2015		2016		Veränderung 2015-2016				
	interne	externe	interne	externe	interne		externe		
	Mio. €				Mio. €	%	Mio. €	%	
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG (WZ 2008)									
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	150	88	158	93	8	5,7	4	4,9
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	21	6	21	7	-1	-3,6	0	6,3
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	51.913	15.792	53.359	15.093	1.447	2,8	-699	-4,4
10-12	H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabakerzeugn.	318	13	313	19	-4	-1,4	6	50,6
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	91	8	94	8	3	3,7	0	-1,6
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	215	30	230	33	15	6,9	2	8,0
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	135	4	141	3	7	5,0	-1	-21,6
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	3.786	396	3.913	331	127	3,4	-65	-16,4
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	3.956	2.194	4.518	1.703	562	14,2	-491	-22,4
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.088	56	1.174	59	86	7,9	3	5,1
23	H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen, Erden	310	22	329	24	19	6,0	2	6,8
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	531	75	539	91	9	1,6	16	21,5
25	H.v. Metallerzeugnissen	824	87	843	102	19	2,3	15	17,3
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugn.	7.541	942	7.637	1.016	96	1,3	74	7,9
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.249	264	2.298	256	49	2,2	-9	-3,2
28	Maschinenbau	5.459	549	5.652	655	193	3,5	106	19,3
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	21.466	10.161	21.889	9.808	423	2,0	-353	-3,5
30	Sonstiger Fahrzeugbau	2.007	802	2.026	783	18	0,9	-19	-2,3
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	1.707	767	1.732	751	25	1,4	-16	-2,1
31-33	Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	1.935	187	1.762	200	-173	-9,0	13	7,1
D,E 35-39	Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	161	49	155	44	-7	-4,2	-6	-12,0
F 41-43	Baugewerbe/Bau	75	11	80	9	6	7,4	-1	-12,6
J 58-63	Information und Kommunikation	3.185	296	3.331	304	146	4,6	7	2,5
62.01	Programmierungstätigkeiten	2.498	241	2.616	247	118	4,7	6	2,4
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	284	24	292	25	7	2,5	1	4,5
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	4.685	639	5.015	665	329	7,0	26	4,1
71	Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	2.269	168	2.488	146	220	9,7	-22	-13,0
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2.170	405	2.260	463	89	4,1	57	14,1
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	295	163	295	163	0	0,0	0	0,0
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	478	115	416	80	-62	-12,9	-35	-30,3
INSGESAMT		60.952	17.021	62.826	16.319	1.874	3,1	-701	-4,1
II. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN ²									
Forschungsintensive Industrien (mind. 3% FuE-Aufwand/Umsatz)		45.975	15.301	47.415	14.551	1.440	3,1	-751	-4,9
Spitzentechnologie (>9% FuE-Aufwand/Umsatz)		13.464	4.014	14.153	3.571	690	5,1	-444	-11,1
Hochwertige Technik (3 - 9% FuE-Aufwand/Umsatz)		32.511	11.287	33.261	10.980	750	2,3	-307	-2,7
Forschungsintensive Dienstleistungen (WZ 62,71,72)		7.293	834	7.733	876	440	6,0	42	5,0
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)		7.684	885	7.678	893	-6	-0,1	7	0,8
INSGESAMT		60.952	17.021	62.826	16.319	1.874	3,1	-701	-4,1
III. NACH BESCHÄFTIGTENGROßENKLASSEN									
unter 250 Beschäftigte		5.257	827	5.340	866	84	1,6	40	4,8
250 bis 499 Beschäftigte		2.826	331	2.921	321	95	3,4	-9	-2,9
500 und mehr Beschäftigte		52.869	15.863	54.565	15.131	1.695	3,2	-731	-4,6
INSGESAMT		60.952	17.021	62.826	16.319	1.874	3,1	-701	-4,1

1) Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) – 2) Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3. – 2016 vorläufig. - Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

Tab. 9.2.3: FuE-Personal im Wirtschaftssektors 2015 und 2016 nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen

Wirtschaftsgliederung ¹ Technologiekategorie Beschäftigtengrößenklasse	2015		2016		Veränderung 2015-2016	
	abs.	in %	abs.	in %	abs.	in %
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG (WZ 2008)						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	1.438	0,4	1.429	0,3	-9	-0,7
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	213	0,1	204	0,0	-9	-4,1
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	324.061	80,1	332.280	80,4	8.219	2,5
10-12 H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	2.553	0,6	2.589	0,6	36	1,4
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	1.089	0,3	1.112	0,3	22	2,1
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	1.758	0,4	1.797	0,4	39	2,2
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	351	0,1	361	0,1	10	2,9
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	23.618	5,8	21.667	5,2	-1.951	-8,3
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	18.357	4,5	19.429	4,7	1.072	5,8
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	8.489	2,1	8.675	2,1	186	2,2
23 H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	2.628	0,6	2.679	0,6	52	2,0
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	4.398	1,1	4.562	1,1	164	3,7
25 H.v. Metallerzeugnissen	7.391	1,8	7.601	1,8	210	2,8
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugn.	60.351	14,9	61.135	14,8	784	1,3
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	20.623	5,1	21.405	5,2	783	3,8
28 Maschinenbau	43.292	10,7	44.464	10,8	1.172	2,7
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	108.134	26,7	113.865	27,6	5.731	5,3
30 Sonstiger Fahrzeugbau	11.865	2,9	11.656	2,8	-209	-1,8
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	9.720	2,4	9.589	2,3	-130	-1,3
31-33 Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	9.166	2,3	9.284	2,2	118	1,3
D,E 35-39 Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	793	0,2	711	0,2	-81	-10,3
F 41-43 Baugewerbe/Bau	1.002	0,2	991	0,2	-11	-1,1
J 58-63 Information und Kommunikation	23.307	5,8	24.266	5,9	959	4,1
62.01 Programmierungstätigkeiten	16.727	4,1	17.462	4,2	735	4,4
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1.395	0,3	1.325	0,3	-70	-5,0
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	47.829	11,8	47.551	11,5	-278	-0,6
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	20.725	5,1	21.147	5,1	422	2,0
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	3.536	0,9	3.536	0,9	0	0,0
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	4.729	1,2	4.269	1,0	-460	-9,7
INSGESAMT	404.767	100,0	413.027	100,0	8.261	2,0
II. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien (mind. 3% FuE-Aufwand/Umsatz)	280.582	69,3	288.106	69,8	7.524	2,7
Spitzentechnologie (>9% FuE-Aufwand/Umsatz)	89.949	22,2	91.533	22,2	1.585	1,8
Hochwertige Technik (3 - 9% FuE-Aufwand/Umsatz)	190.634	47,1	196.573	47,6	5.939	3,1
Forschungsintensive Dienstleistungen (WZ 62,71,72)	66.717	16,5	67.344	16,3	627	0,9
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	57.467	14,2	57.577	13,9	110	0,2
INSGESAMT	404.767	100,0	413.027	100,0	8.261	2,0
III. NACH BESCHÄFTIGTENGRÖSSENKLASSEN						
unter 250 Beschäftigte	62.817	15,5	63.387	15,3	570	0,9
250 bis 499 Beschäftigte	25.412	6,3	25.890	6,3	478	1,9
500 und mehr Beschäftigte	316.538	78,2	323.750	78,4	7.213	2,3
INSGESAMT	404.767	100,0	413.027	100,0	8.261	2,0

1) Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) – 2) Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3. – 2016 vorläufig. - Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

Externe FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft, die aufgrund von FuE-Aufträgen an andere Unternehmen, Hochschulen oder FuE-Einrichtungen im In- und Ausland fließen, sind zwischen 2010 und 2015 kontinuierlich ausgeweitet worden und 2016 erstmals wieder gesunken (Tab. 9.2.1). Letzteres ist in erster Linie auf die bereits genannte Entwicklung in der pharmazeutischen Industrie zurückzuführen. Auch in der Automobilindustrie haben sich die externen FuE-Aufwendungen 2016 erstmals seit 2010 wieder rückläufig entwickelt. Während kleine Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten ihre externen FuE-Aufwendungen aber sogar ausgeweitet haben, trifft der Rückgang der externen FuE nur für den Bereich der Großunternehmen zu.

Nachdem der Anteil des Auslands am gesamten externen FuE-Auftragsvolumen der deutschen Wirtschaft von 2005 bis 2013 von 18 % auf 26 % gestiegen war, hat es 2015 – nur bis dahin liegen Daten vor – einen leichten Rückgang auf 24 % gegeben. Dabei haben insbesondere verbundene Unternehmen im Ausland an Bedeutung eingebüßt. Im Inland haben die Kooperationen mit anderen, unverbundenen Unternehmen weiter zugenommen. Ihr Anteil an allen externen Aufträgen ist von 25 % auf fast 39 % (2015) gestiegen. Der Anteil der Wissenschaft liegt nur noch bei 12 % nach 22 % im Jahr 2005.

Nach den im Frühjahr und Sommer 2017 erhobenen FuE-Budgetplanungen der deutschen Wirtschaft für das Jahr 2017 gaben die Unternehmen in Deutschland an, ihre internen FuE-Aufwendungen auf 65,7 Mrd. Euro anzuheben - eine Steigerung um 4,6 % gegenüber dem Vorjahr (Tab. 9.2.4). Damit signalisieren die Unternehmen, dass sie ihre FuE-Aufwendungen in 2017 wieder stärker als im Vorjahr ausweiten wollen. Dies betrifft vor allem Unternehmen aus Wirtschaftszweigen die zu den forschungsintensiven Industrien zählen:

- Im Bereich der Spitzentechnologie planen vor allem die Hersteller von pharmazeutischen Erzeugnissen und von Luft- und Raumfahrzeugen deutliche Steigerungen der internen FuE-Mittel gegenüber dem Vorjahr. Verhaltender planen hier die Unternehmen aus dem Bereich der Datenverarbeitungsgeräte, elektronischen und optischen Erzeugnisse. Insgesamt dürften die internen FuE-Aufwendungen im Bereich der Spitzentechnologie 2017 um 5,4 % steigen.
- In den zur Hochwertigen Technik gezählten Wirtschaftszweigen (Automobilbau, Maschinenbau elektrische Ausrüstungen, Chemische Industrie) sind mit durchschnittlich 5,1 % etwas geringere Zuwächse der internen FuE-Aufwendungen als in der Spitzentechnologie zu erwarten. Unternehmen der chemischen Industrie gehen eher von Stagnation aus.
- Unternehmen aus den Branchen der forschungsintensiven Dienstleistungen haben für 2017 nur unterdurchschnittliche Zuwächse der internen FuE-Aufwendungen um 1,6 % geplant. Nach der Expansion in den Vorjahren ist hier aktuell eher von Stagnation auszugehen.

Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten dominieren mit einem Plus der FuE-Aufwendungen von 4,7 % die Entwicklung in 2017. Kleine und mittlere Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten sind hier weniger optimistischer. Sie planen ihre internen FuE-Aufwendungen um 3,4 % (Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten) bzw. 4,1 % (Unternehmen mit 250 bis 499 Beschäftigten) zu steigern.

Nach den Budgetplanungen der Unternehmen für das Jahr 2017 ist davon auszugehen, dass die FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft mit 2,01 % auf dem Niveau des Vorjahres (2,00 %) bleibt, denn das Wachstum liegt nur geringfügig über demjenigen des nominalen Bruttoinlandsprodukts.

Um zusätzlich die aktuelle Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität in Deutschland abschätzen zu können, ist es erforderlich, Annahmen über die Entwicklung der FuE-Aufwendungen der Hochschulen und der außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu treffen:

Unter der Annahme, dass die FuE-Aufwendungen im öffentlichen Bereich der Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen so gestiegen sind wie die gesamten öffentlichen Haushaltsansätze für FuE (vorläufige Schätzung +5 % in 2017)¹²⁸, würde die FuE-Intensität im öffentlichen Bereich (Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen zusammen) 2017 geringfügig auf 0,95 % steigen. Dann würde die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität in Deutschland in 2017 weiter leicht auf 2,97 % steigen.

¹²⁸ Vgl. Tabelle „gba_nabsfin07“ in der Eurostat-Datenbank (<http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>); vorläufige Daten vom 2.2.2018.

Tab. 9.2.4: Interne FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors 2016 und Plandaten 2017 nach Wirtschaftsgliederung und Beschäftigtengrößenklassen

Wirtschaftsgliederung Beschäftigtengrößenklasse	2016		FuE- Budgetplanung 2 ¹⁾ 2017		Veränderung 2016-2017	
	Mio. €	Anteil in %	Mio. €	Anteil in %	Mio. €	in %
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG (WZ 2008)						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	158	0,3	171	0,3	13	8,1
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	21	0,0	26	0,0	6	27,2
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	53.359	84,9	56.030	85,3	2.670	5,0
10-12 H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabakerzeugn.	313	0,5	331	0,5	17	5,6
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	94	0,2	100	0,2	6	6,0
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	230	0,4	242	0,4	13	5,5
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	141	0,2	143	0,2	1	0,9
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	3.913	6,2	3.937	6,0	24	0,6
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	4.518	7,2	4.864	7,4	347	7,7
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.174	1,9	1.163	1,8	-11	-0,9
23 H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen, Erden	329	0,5	326	0,5	-3	-0,9
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	539	0,9	565	0,9	26	4,8
25 H.v. Metallerzeugnissen	843	1,3	884	1,3	41	4,8
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugn.	7.637	12,2	7.870	12,0	233	3,1
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.298	3,7	2.437	3,7	139	6,0
28 Maschinenbau	5.652	9,0	6.048	9,2	396	7,0
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	21.889	34,8	23.091	35,1	1.202	5,5
30 Sonstiger Fahrzeugbau	2.026	3,2	2.230	3,4	204	10,1
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	1.732	2,8	1.906	2,9	175	10,1
31-33 Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	1.762	2,8	1.798	2,7	36	2,1
D,E 35-39 Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	155	0,2	159	0,2	5	3,1
F 41-43 Baugewerbe/Bau	80	0,1	86	0,1	5	6,8
J 58-63 Information und Kommunikation	3.331	5,3	3.425	5,2	94	2,8
62.01 Programmierungstätigkeiten			2.689	4,1		
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	292	0,5	301	0,5	9	3,1
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	5.015	8,0	5.058	7,7	43	0,9
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2.260	3,6	2.278	3,5	18	0,8
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	295	0,5	295	0,4	0	0,0
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	416	0,7	463	0,7	47	11,4
INSGESAMT	62.826	100,0	65.718	100,0	2.892	4,6
II. NACH FORSCHUNGSINTENSITÄTEN						
Forschungsintensive Industrien (mind. 3% FuE-Aufwand/Umsatz)	47.415	75,5	49.866	75,9	2.451	5,2
Spitzentechnologie (>9% FuE-Aufwand/Umsatz)	14.153	22,5	14.915	22,7	762	5,4
Hochwertige Technik (3 - 9% FuE-Aufwand/Umsatz)	33.261	52,9	34.951	53,2	1.690	5,1
Forschungsintensive Dienstleistungen (WZ 62,71,72)	7.733	12,3	7.858	12,0	125	1,6
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	7.678	12,2	7.994	12,2	316	4,1
INSGESAMT	62.826	100,0	65.718	100,0	2.892	4,6
III. NACH BESCHÄFTIGTENGROßENKLASSEN						
unter 250 Beschäftigte	5.340	8,5	5.522	8,4	181	3,4
250 bis 499 Beschäftigte	2.921	4,6	3.041	4,6	120	4,1
500 und mehr Beschäftigte	54.565	86,9	57.156	87,0	2.592	4,7
INSGESAMT	62.826	100,0	65.718	100,0	2.892	4,6

1) Plandaten erhoben im Frühjahr/Sommer 2017. - 2016 vorläufig. - Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des CWS.

10 Literaturverzeichnis

- 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.
- Baethge, M., A. Cordes, A. Donk, Ch. Kerst, J. Wespel, M. Wieck, G. Winkelmann (2015): *Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2015*, DZHW, NIW, SOFI, *Studien zum deutschen Innovationssystem 1-2015*, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Barro, R. J., X. Sala-i-Martin (1995): *Economic Growth*, New York.
- Belitz, H. (2017): *Internationalisierung privater Forschung und Entwicklung im Ländervergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem 12-2017*, Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.), Berlin.
- Belitz, H., A. Eickelpasch, A. Lejpras (2012): *Volkswirtschaftliche Bedeutung der Technologie- und Innovationsförderung im Mittelstand, Projekt-Nr.: 49/10, Schlussbericht*, DIW, Berlin.
- Belitz, H., M. Gornig, F. Mölders, A. Schiersch (2012): *FuE-intensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen im internationalen Wettbewerb*, DIW, *Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 12-2012*, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Belitz, H., S. Junker, A. Schiersch, M. Podstawski (2015): *Wirkung von Forschung und Entwicklung auf das Wirtschaftswachstum, Gutachten im Auftrag der KfW Bankengruppe (KfW)*, DIW, *Politikberatung kompakt Nr. 102*, Berlin.
- Bitzer, J., A. Stephan (2007): *A Schumpeter-inspired approach to the construction of R&D capital stocks*, *Applied Economics* 39 (2007), S. 179-189.
- Blind, K., R. Frietsch (2006): *Integration verschiedener Technologieindikatoren, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 16-2006*, Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- BMBF (2006): *Hightech-Strategie für Deutschland*, Berlin.
- BMBF (2010a): *Ideen. Innovation. Wachstum – Hightech-Strategie 2020 für Deutschland*, Bonn und Berlin.
- BMBF (2010b): *Bundesbericht Forschung und Innovation 2010*, Bonn und Berlin.
- BMBF (2013): *Innovationsmotor Grundlagenforschung*, Bonn und Berlin.
- BMBF (2016): *Bundesbericht Forschung und Innovation*, Berlin.
- BMBF (2017): *Bildung und Forschung in Zahlen*, Bonn und Berlin.
- Boschma, R.; K. Frenken (2009): *Technological relatedness and regional branching*. In: H. Bathelt, M.P. Feldman und D.F. Kogler (Hrsg.) (2009), *Dynamic Geographies of Knowledge Creation and Innovation*, Routledge, Taylor and Francis.
- Braakmann, A. (2013): *Revidierte Konzepte für Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Wirtschaft und Statistik*, August 2013, S. 521-527.
- Brécard, D., C. Chevallier, A. Fougeyrollas, P. Le Mouël, L. Lemiale, P. Zagamé (2004): *A 3 % Effort in Europe in 2010: An Analysis Of The Consequences. Using The Nemesis Model*. Luxembourg.
- Chesbrough, H. (2003): *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Review Press.

- Cohen, W., D. Levinthal (1990): Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, in: *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, S. 128-152.
- Cooke, P., M.D. Parilli, J.L. Curbelo (Hrsg.) (2012): *Innovation, Global Change and Territorial Resilience*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Cordes, A., B. Gehrke (2012): *Strukturwandel und Qualifikationsnachfrage, Aktuelle Entwicklungen forschungs- und wissensintensiver Wirtschaftszweige in Deutschland und im internationalen Vergleich*, NIW, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 10-2012, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Cordes, A., U. Schasse (2012): *Forschungseinrichtungen als Standortfaktor – Eine Bewertung durch niedersächsische, ost- und westdeutsche Betriebe*, in: Gerlach, K., O. Hübler, S. Thomsen (Hrsg.), *Arbeitsmarkt und Arbeitsmarktpolitik in Niedersachsen – Neuere Ergebnisse*, NIW-Vortragsreihe, Band 18, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Dezember 2012, S. 55-75.
- 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.
- Dosi, G. (1982): *Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*. In: *Research Policy* 11:147–62.
- Eickelpasch, A. (2015): *Forschung, Entwicklung und Innovationen in Ostdeutschland: Rückstand strukturell bedingt*, in: *DIW Wochenbericht* 41-2015, 907-918.
- Eickelpasch, A., Ch. Grenzmann (2009): *Kurzexpertise zur Inanspruchnahme der Förderung von Forschung und Entwicklung*, DIW und SV Wissenschaftsstatistik, Studien zum deutschen Innovationssystem 16-2009, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- European Commission (2017): *Regional Innovation Scoreboard 2017*.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (2017): *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2017*, Berlin.
- 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., P. Neuhäusler, C. Michels, N. Bethke, O. Rothengatter, V. Eckl, A. Kladroba, G. Stenke (2014): *Identifikation der Technologieprofile von FuE-betreibenden Unternehmen anhand eines Matchings von FuE- und Patentdaten*. Endbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Essen/Karlsruhe.
- Gehrke, B., R. Frietsch, Ch. Rammer, P. Neuhäusler, M. Leidmann (2010): *Listen wissen- und technologieintensiver Güter und Wirtschaftszweige. Zwischenbericht zu den NIW/ISI/ZEW-Listen 2010/2011*, NIW, Fraunhofer-ISI, ZEW, Studie zum Deutschen Innovationssystem Nr. 19-2010, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Gehrke, B., R. Frietsch, P. Neuhäusler, C. Rammer (2013): *Neuabgrenzung forschungsintensiver Industrien und Güter*, NIW, Fraunhofer-ISI, ZEW, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2013, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Gehrke, B., J. John, C. Kerst, M. Wieck, S. Sanders, G. Winkelmann (2017): *Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2017*, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 1-2017, Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.), Berlin.

- Gehrke, B., K. John, U. Schasse, K. Ostertag, F. Marscheider-Weidemann, O. Rothengatter (2018): Innovationsmotor Umweltschutz: Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich, Aktualisierte Ausgabe 2017, Umweltbundesamt: Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 1/2018, Dessau-Roßlau.
- Gehrke, B., H. Legler, U. Schasse, A. Cordes (2009): Adäquate quantitative Erfassung wissensintensiver Dienstleistungen, NIW, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 13-2009. Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Gehrke, B., H. Legler, U. Schasse, Grenzmann, Ch. und B. Kreuels (2010): Regionale Verteilung von Innovationspotenzialen in Deutschland, NIW, SV Wissenschaftsstatistik, Studien zum deutschen Innovationssystem 3-2010, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Gehrke, B., U. Schasse (2017a): Folgen des wirtschaftlichen Strukturwandels für die langfristige Entwicklung der FuE-Intensität im internationalen Vergleich, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2017, Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.), Berlin.
- Gehrke, B., U. Schasse (2017b): Umweltschutzwirtschaft in Deutschland - Produktion, Umsatz und Außenhandel, Umweltbundesamt: Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 03/2017, Dessau-Roßlau.
- Gehrke, B., U. Schasse, A. Kladroba und G. Stenke (2013): FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich, NIW und SV Wissenschaftsstatistik, Studien zum deutschen Innovationssystem 2-2013, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Gehrke, B., U. Schasse, K. Ostertag, F. Marscheider-Weidemann, (2015): Innovationsmotor Umweltschutz – Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich, Umweltbundesamt: Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung 5/2015, Dessau-Roßlau.
- Guellec, D., B. van Pottelsberghe de la Potterie (2003): The Impact of public R&D Expenditure on Business R&D, *Economics of Innovation and New Technology*, 12, 225-243.
- Gumus, E., F. Celikay (2015): R&D Expenditure and Economic Growth: New Empirical Evidence, *Margin – Journal of Applied Economic Research* 9, S. 205-217.
- Hall, B. H., J. Mairesse (1995): Exploring the Relationship Between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms, *Journal of Econometrics* 65 (1995), 263-294.
- Hall, B. H., J. Mairesse, P. Mohnen (2010): Measuring the returns to R&D, in Hall, B.H., N. Rosenberg (Ed.), *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol. 2, 1033-1082.
- Howells, J. (2008): New Directions in R&D: Current and Prospective Challenges. *R&D Management* 38,(3): 241-252.
- Ihsen, S., H. Schiffbänker, F. Holzinger, Y. Jeanrenaud, U. Sanwald, K. Scheibl, W. Schneider (2014): Frauen im Innovationsprozess, Technische Universität München, Joanneum Wien, Studien zum deutschen Innovationssystem 12-2014, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Jirjahn, U., K. Kraft (2011): Do Spillovers Stimulate Incremental or Drastic Product Innovations? Evidence from German Establishment Data, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 73, 4 (2011), S. 509-538.
- Knott, A. M., H. Posen, B. Wu, (2009): Spillover asymmetry and why it matters, *Management Science*, 55, S. 373-388.
- Kritikos, A., M. Hafenstein, A. Schiersch (2017): Auch kleine Betriebe stoßen erfolgreich Innovationen an, sie tun es nur seltener, *DIW Wochenbericht* 37-2017, DIW Berlin, S. 755-761.

- Licht, G., H. Legler, U. Schmoch, J. Egel, B. Gehrke, C. Rammer (2007): Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007. BMBF (Hrsg.), Berlin.
- MIT (2015): Massachusetts Institute of Technology, The Future Postponed, Why Declining Investment in Basic Research Threatens a U.S. Innovation Deficit, Cambridge, Mass..
- National Science Board (2012): Research & Development Innovation and the Science and Engineering Workforce, National Science Foundation, Arlington, VA.
- National Science Foundation (2017): Business R&D Performed in the United States Reached \$356 Billion in 2015, InfoBrief des National Center for Science and Engineering Statistics, NSF 17-320.
- Nierhaus, W. (2014): Zur Einführung des ESVG 2010: Auswirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt, Ifo Schnelldienst, 5/2014, S. 45-48.
- Nooteboom, B., E. Stam (2008): Micro-foundations for Innovation Policy, Amsterdam: Amsterdam University Press.
- OECD (2010): Measuring Innovation: A New Perspective, Paris.
- OECD (2012): Closing the Gender Gap: Act Now, OECD, Paris.
- OECD (2015): Frascati Manual 2015 – Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD, Paris.
- OECD (2017): Main Science and Technology Indicators 2017/1 – Statistical Content and Documentation, Paris.
- Pessoa, A. (2010): R&D and economic growth: How strong is the link?, Economics Letters 107, S. 152-154.
- Peters, B., G. Licht, D. Crass, A. Kladroba (2009): Soziale Erträge der FuE-Tätigkeit in Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem 15-2009, ZEW, SV Wissenschaftsstatistik, Mannheim, Essen.
- Rammer, Ch., M. Berger, T. Doherr, M. Hud, P. Hünermund, Y. Iferd, u. a. (2017): Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2016, ZEW, infas und Fraunhofer ISI, Mannheim.
- Rammer, C., S. Gottschalk, B. Peters, J. Bersch, D. Erdsiek (2016): Die Rolle von KMU für Forschung und Innovation in Deutschland, Studien zum deutschen Innovationssystem 10-2016, Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.), Berlin.
- Rammer, Ch., Ch. Köhler, M. Murmann, A. Pesau, F. Schwiebacher, S. Kinkel, E. Kirner, T. Schubert, O. Som (2011): Innovationen ohne Forschung und Entwicklung, ZEW, FhG-ISI, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 15-2011, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Rammer, Ch., A. Pesau (2011): Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2009. Aktuelle Entwicklungen – Bundesländerunterschiede – internationaler Vergleich, ZEW, Studien zum deutschen Innovationssystem, 7-2011, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Schasse, U. (2017): Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft –Kurzstudie 2017, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 2-2017, Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.), Berlin.
- Schasse, U., H. Belitz, A. Kladroba, G. Stenke (2014): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft, NIW, DIW und SV Wissenschaftsstatistik, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 2-2014, Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.), Berlin.

- Schasse, U., H. Belitz, A. Kladroba, G. Stenke (2016): Forschung und Entwicklung in Wirtschaft und Staat, NIW, DIW und SV Wissenschaftsstatistik, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 2-2016, Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.), Berlin.
- Schasse, U., A. Kladroba, G. Stenke (2012): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft, NIW und SV Wissenschaftsstatistik, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 4-2012, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Schasse, U., D. Schiller, M. Leidmann, V. Eckl, B. Grave, A. Kladroba, G. Stenke (2016): Die Rolle von FuE-Dienstleistern im deutschen Innovationssystem, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2016, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Schibany, A., H. Gassler (2010): Nutzen und Effekte der Grundlagenforschung, Policies Research Report Nr. 98-2010, Joanneum Research Forschungsgesellschaft, Graz.
- Schmoch, U., G. Licht, M. Reinhard u. a. (Hrsg.) (2000): Wissens- und Technologietransfer in Deutschland. Stuttgart.
- Schmoch, U., Ch. Rammer, H. Legler (Hrsg.) (2006): National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies, Dordrecht.
- Silaghi, M., D. Alexa, C. Jude, C. Litan (2014): Do business and public sector research and development expenditures contribute to economic growth in Central and Eastern European Countries? A dynamic panel estimation, *Economic Modelling* 36, S. 108-119.
- Stanko, M. A., R.J. Colantone (2011): Controversy in innovation outsourcing research: review, synthesis and future directions. *R&D Management* 41 (1), S. 8-20.
- Statistisches Bundesamt (2014): Generalrevision 2014: Methodische Weiterentwicklung der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, Statistisches Bundesamt, Januar 2014.
- SV Wissenschaftsstatistik (2015), a:rændi: Zahlenwerk 2015 – Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2013, Essen, September 2015.
- SV Wissenschaftsstatistik (2017a): a:rændi: Zahlenwerk 2017 – Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2015, Essen August 2017.
- SV Wissenschaftsstatistik (2017b): Infoblatt zum Fragebogen 2016: http://www.stifterverband.de/fue-erhebung2016/fue-erhebung_2016_fragebogen_infoblatt.pdf (zuletzt 25.10.2017).
- SV Wissenschaftsstatistik (2017c): a:rændi: Analysen 2017 – Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft, Essen August 2017.
- Uger, M., E. Trushin, E. Solomon, F. Guidi (2016): R&D and productivity in OECD firms and industries: A hierarchical meta-regression analysis, *Research Policy*, 45, 2069-2086.
- Van de Ven, P. (2015): New Standards for Compiling National Accounts: What's the Impact on GDP and Other Macro-Economic Indicators?, *OECD Statistics Brief*, 20, February 2015.
- Voßkamp, R., J. Schmidt-Ehmcke (2006): FuE in der Wirtschaft – Auswirkungen auf Produktivität und Wachstum. In: Legler, H., Grenzmann, C. (Hrsg.): *FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft. Materialien zur Wissenschaftsstatistik*, Heft 15, S. 7-18.

Anhang

Tab. A.2.1: FuE-Intensität in OECD-Ländern und ausgewählten Schwellenländern (BRICS) 1995 bis 2016

- Bruttoinlandsausgaben für FuE in % des Bruttoinlandsprodukts¹ 1995 bis 2004 -

Land	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
GER	2,1 ^c	2,1 ^c	2,2	2,2 ^c	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4
FRA	2,2	2,2	2,1 ^a	2,1	2,1	2,1 ^a	2,1	2,2	2,1	2,1 ^a
GBR	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
ITA	0,9	0,9	1,0 ^a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
BEL	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	1,9	1,8	1,8
NED	1,8	1,9 ^a	1,9	1,8	1,8 ^a	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
DEN	1,8	1,8 ^c	1,9	2,0 ^c	2,1		2,3	2,4	2,5	2,4
IRL	1,2 ^c	1,3	1,2 ^c	1,2 ^c	1,2 ^c	1,1 ^c	1,1	1,1	1,1	1,2
GRE	0,4 ^a		0,4		0,6		0,6		0,5	0,5 ^c
ESP	0,8	0,8 ^c	0,8	0,9 ^c	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
POR	0,5	0,5 ^c	0,6	0,6 ^c	0,7	0,7 ^c	0,8	0,7 ^c	0,7	0,7 ^c
AUT	1,5 ^c	1,6 ^c	1,7 ^c	1,7	1,8 ^c	1,9 ^c	2,0 ^c	2,1	2,2 ^c	2,2
SWE	3,1 ^a		3,3		3,4		3,9		3,6	3,4 ^c
FIN	2,2	2,5 ^c	2,6	2,8	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3
SUI										2,7
NOR	1,7 ^a		1,6		1,6		1,6	1,6	1,7	1,5
ISL	1,5		1,8	2,0 ^c	2,2	2,6 ^c	2,9	2,9 ^c	2,7	
TUR ²	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
POL	0,6 ^a	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6
HUN	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9 ^a
CZE	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1
SVK	0,9	0,9	1,1 ^a	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
SLO	1,5	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,4	1,2	1,4
EST				0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9
LVA										0,4
CAN	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0
USA	2,4	2,4	2,5	2,5 ^a	2,5	2,6	2,6	2,5	2,6	2,5
MEX	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4 ^a
CHI ²										
JPN ²	2,7 ^c	2,8 ^a	2,8	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1
KOR	2,2	2,3	2,3	2,2	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5
ISR	2,4	2,6	2,8	2,9	3,3	3,9	4,2	4,1	3,9	3,9
AUS								1,6		
NZL	0,9		1,1		1,0		1,1 ^a		1,1	
CHN ²	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2
BRA	0,6	0,8			0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
IND		0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
RUS ²	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,1
RSA			0,6				0,7		0,8	0,8
OECD	2,0^{a,c}	2,0^c	2,0^c	2,0^c	2,1^c	2,1^c	2,2^c	2,1^c	2,1^c	2,1^c

Fortsetzung

**noch Tab. A.2.1: FuE-Intensität in OECD-Ländern und ausgewählten Schwellenländern
(BRICS) 1995 bis 2016**

Land	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
GER	2,4	2,5	2,4	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,8	2,9	2,9	2,9 ^b
FRA	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2 ^a	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2 ^b	2,2 ^b
GBR	1,6	1,6	1,6	1,6 ^c	1,7 ^c	1,7 ^c	1,7	1,6 ^c	1,7	1,7 ^c	1,7 ^{cb}	1,7 ^b
ITA	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3 ^c	1,3 ^b	1,3 ^b
BEL	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4 ^c	2,5 ^b	2,5 ^b
NED	1,8	1,8	1,7	1,6	1,7	1,7	1,9 ^a	1,9 ^a	2,0	2,0	2,0 ^b	2,0 ^b
DEN	2,4	2,4	2,5 ^a	2,8	3,1	2,9	2,9	3,0	3,0	2,9	3,0 ^b	2,9 ^c
IRL	1,2	1,2	1,2	1,4	1,6 ^c	1,6 ^c	1,5 ^c	1,6 ^c	1,6 ^c	1,5 ^c	1,2	1,2 ^c
GRE	0,6	0,6 ^c	0,6 ^c	0,7 ^{ac}	0,6 ^c	0,6 ^c	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0 ^b
ESP	1,1	1,2	1,2	1,3 ^a	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2 ^b
POR	0,8	1,0 ^c	1,1	1,4 ^a	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,3 ^b
AUT	2,4 ^c	2,4	2,4	2,6 ^c	2,6	2,7 ^c	2,7	2,9 ^c	3,0	3,1 ^c	3,1 ^c	3,1 ^b
SWE	3,4 ^a	3,5	3,3	3,5 ^c	3,4	3,2 ^c	3,2	3,3 ^c	3,3	3,1 ^c	3,3	3,3 ^b
FIN	3,3	3,3	3,3	3,5	3,7	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	2,9	2,8
SUI				2,7				3,2			3,4	
NOR	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,9	2,0 ^b
ISL	2,7	2,9	2,6	2,5	2,7		2,5 ^a		1,8 ^a	2,0	2,2	2,1
TUR	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	
POL	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0 ^b
HUN	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,2
CZE	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,6	1,8	1,9	2,0	1,9	1,7 ^b
SVK	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,2	0,8
SLO	1,4	1,5	1,4	1,6 ^a	1,8	2,1	2,4 ^a	2,6	2,6	2,4	2,2 ^b	2,0 ^b
EST	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,6	2,3	2,1	1,7	1,5	1,5	1,3
LVA	0,5	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,4 ^b
CAN	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8 ^a	1,7	1,7 ^a	1,7 ^b	1,7 ^b
USA	2,5	2,6	2,6	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	2,7	2,8	2,8 ^b	
MEX	0,4	0,4	0,4 ^a	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5 ^{cb}	0,5 ^{cb}	
CHI ²	..	..	0,3	0,4	0,4 ^a	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4 ^a	0,4 ^b	
JPN	3,2	3,3	3,3	3,3 ^a	3,2	3,1	3,2	3,2	3,3 ^a	3,4	3,3	
KOR	2,6	2,8	3,0 ^a	3,1	3,3	3,5	3,7	4,0	4,1	4,3	4,2	
ISR	4,1	4,1	4,4	4,3	4,1	3,9	4,0	4,2	4,1	4,3	4,3	
AUS		2,0		2,2		2,2 ^c	2,1 ^c		2,1 ^c			
NZL	1,1		1,2		1,3		1,2		1,2		1,3	
CHN	1,3	1,4	1,4	1,4	1,7 ^a	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	
BRA	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2		
IND	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8				0,6	
RUS ²	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	
RSA	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7			
OECD	2,14^c	2,17^c	2,21^c	2,28^c	2,33^c	2,29^c	2,32^c	2,32^c	2,35^c	2,38^c	2,38^c	

1) Berechnet auf Grundlage des Bruttoinlandsprodukts nach SNA 2008 bzw. ESVG 2010. 2) Chile und Russland vor 2013: Berechnet auf Grundlage des Bruttoinlandsprodukts nach SNA 1993 bzw. ESVG 1995.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – SV Wissenschaftsstatistik. – Weltbank. – IMD. Ministerio da Ciencia e Tecnologia do Brasil. – Zusammenstellung des CWS.

Tab. A.2.2: Durchführung von FuE* im internationalen Vergleich 1995 bis 2015

	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
GER													
Wirtschaft	66,3 ^c	70,3	69,3	70,0	70,0	69,2	67,5	67,0	67,6	68,0	67,2	67,7	68,7
Hochschulen	18,2 ^c	16,1	16,5	16,1	16,1	16,7	17,7	18,2	17,9	17,7	17,9	17,7	17,3
Staat	15,5 ^c	13,6	14,1	13,9	13,9	14,0	14,8	14,8	14,5	14,3	14,9	14,6	14,1
Org. o. Erwerbszweck													
GBR													
Wirtschaft	65,0	65,0	61,4	61,7	62,5	62,0 ^c	60,4 ^c	60,9 ^c	63,6	63,3 ^c	63,9	65,1 ^c	65,7 ^{cb}
Hochschulen	19,2	20,6	25,7	26,1	26,1	26,5 ^c	27,9 ^c	27,0 ^c	26,0	26,7 ^c	26,4	25,8 ^c	25,6 ^{cb}
Staat	14,6	12,6	10,6	10,0	9,2	9,2 ^c	9,2 ^c	9,5 ^c	8,6	8,0 ^c	7,9	7,3 ^c	6,8 ^{cb}
Org. o. Erwerbszweck	1,3	1,8	2,3	2,2	2,2	2,4 ^c	2,5 ^c	2,5 ^c	1,8	1,9 ^c	1,8	1,8 ^c	1,9 ^{cb}
FRA													
Wirtschaft	61,0	62,5 ^a	62,1	63,1 ^a	63,0	62,7	61,7	63,2 ^a	64,0	64,6	64,6	65,0	65,1 ^b
Hochschulen	16,7	18,8 ^a	18,8	19,2	19,5	20,0	20,8	21,6 ^a	20,9	20,8	20,9	20,6	20,3 ^b
Staat	21,0	17,3 ^a	17,8	16,5	16,4	16,0	16,3	14,0 ^a	13,9	13,2	13,1	12,9	13,1 ^b
Org. o. Erwerbszweck	1,3	1,4 ^a	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2 ^a	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5 ^b
USA													
Wirtschaft	70,5	74,2	68,9	70,1	70,8	71,4	69,5	68,0	68,4	69,2	70,5	71,1	71,5 ^b
Hochschulen	12,3	11,4	14,3	13,9	13,4	13,2	14,0	14,7	14,5	14,5	14,0	13,5 ^b	13,2 ^b
Staat	14,0	10,8	12,3	12,0	11,8	11,3	12,0	12,7	12,8	12,2	11,4	11,3	11,2 ^b
Org. o. Erwerbszweck	3,2	3,6 ^c	4,4 ^c	4,1 ^c	4,0 ^c	4,0 ^c	4,5 ^c	4,5 ^c	4,3 ^c	4,2 ^c	4,1 ^c	4,1 ^c	4,1 ^{cb}
JPN													
Wirtschaft	70,3	71,0	76,4	77,2	77,9	78,5 ^a	75,8	76,5	77,0	76,6	76,1 ^a	77,8	78,5
Hochschulen	14,5	14,5	13,4	12,7	12,6	11,6 ^a	13,4	12,9	13,2	13,4	13,5 ^a	12,6	12,3
Staat	10,4	9,9	8,3	8,3	7,8	8,3 ^a	9,2	9,0	8,4	8,6	9,2 ^a	8,3	7,9
Org. o. Erwerbszweck	4,8	4,6	1,9	1,9	1,7	1,6 ^a	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3 ^a	1,3	1,3
KOR													
Wirtschaft	73,7	74,0	76,9	77,3	76,2 ^a	75,4	74,3	74,8	76,5	77,9	78,5	78,2	77,5
Hochschulen	8,2	11,3	9,9	10,0	10,7 ^a	11,1	11,1	10,8	10,1	9,5	9,2	9,0	9,1
Staat	17,0	13,3	11,9	11,6	11,7 ^a	12,1	13,0	12,7	11,7	11,3	10,9	11,2	11,7
Org. o. Erwerbszweck	1,1	1,4	1,4	1,2	1,5 ^a	1,4	1,6	1,7	1,6	1,3	1,3	1,5	1,6
EU-15^{d)}													
Wirtschaft	62,1	64,3 ^c	63,1 ^c	63,6 ^c	64,0 ^c	63,6 ^c	62,0 ^c	62,2 ^c	63,6 ^c	63,9 ^c	63,7 ^c	64,1 ^c	64,6 ^c
Hochschulen	20,8	21,2 ^c	22,5 ^c	22,3 ^c	22,4 ^c	22,9 ^c	24,0 ^c	24,1 ^c	23,3 ^c	23,1 ^c	23,4 ^c	23,3 ^c	23,0 ^c
Staat	16,2	13,5 ^c	13,3 ^c	12,8 ^c	12,5 ^c	12,3 ^c	12,8 ^c	12,4 ^c	12,0 ^c	11,9 ^c	11,9 ^c	11,7 ^c	11,4 ^c
Org. o. Erwerbszweck	0,9	0,9 ^e	1,1 ^e	1,2 ^e	1,2 ^e	1,2 ^e	1,2 ^e	1,3 ^e	1,1 ^e	1,1 ^e	1,0 ^e	1,0 ^e	1,0 ^e
OECD insgesamt^{d)}													
Wirtschaft	66,7 ^a	69,4 ^c	67,7 ^c	68,6 ^c	69,0 ^c	69,0 ^c	66,9 ^c	66,4 ^c	67,2 ^c	67,5 ^c	68,1 ^c	68,8 ^c	69,1 ^c
Hochschulen	16,3 ^{ac}	16,0 ^c	17,7 ^c	17,2 ^c	17,2 ^c	17,2 ^c	18,4 ^c	18,7 ^c	18,4 ^c	18,4 ^c	18,2 ^c	17,8 ^c	17,6 ^c
Staat	14,4 ^a	11,9 ^c	12,0 ^c	11,7 ^c	11,4 ^c	11,4 ^c	12,0 ^c	12,2 ^c	11,9 ^c	11,6 ^c	11,4 ^c	11,1 ^c	11,0 ^c
Org. o. Erwerbszweck	2,5	2,7 ^c	2,7 ^c	2,5 ^c	2,5 ^c	2,5 ^c	2,7 ^c	2,7 ^c	2,5 ^c	2,4 ^c	2,4 ^c	2,4 ^c	2,4 ^c

*) Anteil an den Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) durchgeführt von ...

Organisationen ohne Erwerbszweck für Deutschland in „Staat“ enthalten.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – SV Wissenschaftsstatistik. – Zusammenstellung des CWS.

Tab. A.2.3: Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchgeführten Sektoren im internationalen Vergleich 2005 und 2015

Land	2005					2015				
	GERD in Mio. PPP US\$	davon durchgeführt von ... (in %)				GERD in Mio. PPP US\$	davon durchgeführt von ... (in %)			
		Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat	Private Nonprofit*		Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat	Private Nonprofit*
GER	63.868	69,3	16,5	14,1		114.778	68,7	17,3	14,1	
FRA	39.530	62,1	18,8	17,8	1,3	60.819	65,1	20,3	13,1	1,5
GBR	30.640	61,4	25,7	10,6	2,3	46.260	65,7	25,6	6,8	1,9
ITA	18.241	50,4	30,2	17,3	2,1	30.102	55,3	28,6	13,3	2,9
BEL	6.225	68,0	22,3	8,4	1,3	12.625	71,9	19,9	7,8	0,3
NED	10.892	52,9	34,7	12,4		16.910	55,6	32,1	12,3	
DEN	4.430	68,3	24,6	6,5	0,7	8.236	64,0	33,4	2,3	0,4
ESP	13.251	53,8	29,0	17,0	0,1	19.735	52,5	28,1	19,1	0,2
AUT	6.837	69,8	24,7	5,2	0,3	13.321	70,8	24,3	4,4	0,4
SWE	10.388	72,8	22,0	4,9	0,3	15.372	69,7	26,7	3,4	0,2
FIN	5.589	70,8	19,0	9,6	0,6	6.712	66,7	24,4	8,2	0,8
SUI ²	8.436	73,7	22,9	1,1	2,3	17.688	71,0	26,7	0,9	1,5
POL	2.985	31,8	31,6	36,4	0,3	10.240	46,6	28,9	24,4	0,2
CAN	23.090	55,8	34,0	9,7	0,5	27.071	52,7	38,4	8,5	0,4
USA	328.128	68,9	14,3	12,3	4,4	502.893	71,5	13,2	11,2	4,1
JPN	128.695	76,4	13,4	8,3	1,9	170.003	78,5	12,3	7,9	1,3
KOR	30.618	76,9	9,9	11,9	1,4	74.051	77,5	9,1	11,7	1,6
ISR	6.966	81,5	14,9	2,7	1,0	13.024	85,4	11,7	1,7	1,2
CHN	86.828	68,3	9,9	21,8		408.829	76,8	7,0	16,2	
RUS	18.121	68,0	5,8	26,1	0,2	38.136	59,2	9,6	31,1	0,1
RSA ¹	4.051	58,3	19,3	20,8	1,6	4.975	45,9	28,4	23,4	2,3
EU-28	226.753	62,2	22,6	14,1	1,1	386.467	63,6	23,2	12,3	1,0
EU-15	215.832	63,1	22,5	13,3	1,1	356.166	64,6	23,0	11,4	1,0
OECD	778.142	67,7	17,7	12,0	2,7	1.247.981	69,1	17,6	11,0	2,4

*) Organisationen ohne Erwerbszweck in einigen Ländern in „Staat“ enthalten.

1) 2013 statt 2015. – 2) 2004 statt 2005.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des CWS.

Tab. A.2.4: FuE-Aufwendungen in ausgewählten OECD-Ländern nach Art der FuE und durchführendem Sektor 2015 (Anteile in %)

Art der FuE	Land/Region	Hochschulen	wissenschaftl. Einrichtung	Wirtschaft
Grundlagenforschung	BEL	24,2	37,6	36,6
	DEN	73,5	2,0	23,6
	GER			
	FIN			
	FRA	69,4	12,2	16,1
	GBR	50,6	16,7	26,4
	ISR	70,5	3,0	24,0
	ITA	58,7	14,3	23,3
	JPN	39,8	13,6	43,9
	KOR	18,7	24,2	56,0
	NED	68,2	11,1	20,6
	AUT	73,8	5,4	20,3
	POL	61,8	30,1	7,9
	SWE			
	SUI	55,1	2,9	42,0
	ESP	60,7	29,2	9,9
	USA	51,3	24,3	24,2
CHN	54,6	43,8	1,6	
RSA	62,0	19,9	15,9	
Angewandte Forschung	BEL	33,2	4,4	61,9
	DEN	39,5	4,1	56,0
	GER			
	FIN			
	FRA	7,9	16,4	73,7
	GBR	29,8	6,9	62,1
	ISR	28,2		71,8
	ITA	19,0	19,2	57,0
	JPN	14,8	14,6	68,0
	KOR	14,4	11,8	71,9
	NED	30,6	16,7	52,7
	AUT	24,9	5,2	68,9
	POL	28,3	30,3	41,3
	SWE			
	SUI	14,0	4,0	82,1
	ESP	25,5	24,3	49,8
	USA	20,5	22,9	56,3
CHN	33,8	44,7	21,5	
RSA	19,9	27,3	50,2	
Experimentelle Entwicklung	BEL	3,7	3,3	92,7
	DEN	10,7	1,0	88,3
	GER			
	FIN			
	FRA	1,8	1,6	96,0
	GBR	9,5	2,1	87,4
	ISR	1,2	1,9	95,7
	ITA	8,6	3,1	87,9
	JPN	1,2	4,8	93,5
	KOR	4,6	8,3	85,4
	NED		5,1	94,9
	AUT	4,1	0,5	95,3
	POL	7,2	18,1	74,6
	SWE			
	SUI	5,0	0,3	94,8
	ESP	11,6	7,4	80,9
	USA	1,7	9,9	88,4
CHN	0,8	10,8	88,4	
RSA	14,8	19,9	63,6	

FRA 2014; USA, ISR und RSA 2013.

Quelle: Eurostat und OECD Science, Technology and R&D Statistics. – Berechnungen des CWS.

Tab. A.3.1: FuE-Beteiligung und FuE-Personalintensität der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen 2015

Wirtschaftszweig (WZ 2008)	Anteil forschender Unternehmen in %						Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten in %					
	insg.	Beschäftigtengrößenklasse					insg.	Beschäftigtengrößenklasse				
		<100	100 bis <250	250 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr		<100	100 bis <250	250 bis <500	500 bis <1000	1000 u. mehr
Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	23	20	22	30	47	79	5,1	1,6	1,4	2,2	3,4	10,4
Bergbau, Steine/Erden	7	5	18	22	40	38	0,4	0,2	0,8	1,8	0,2	0,4
H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken	4	2	5	6	14	35	0,4	0,1	0,1	0,2	0,5	1,1
H.v. Textilien, Bekleidung, Leder	24	25	19	28	33	40	1,0	1,4	0,7	0,6	0,9	2,5
H.v. Holzwaren, Papier, Pappe, Druckerz.	6	4	13	15	28	55	0,6	0,1	0,3	0,6	0,5	2,5
Kokerei und Mineralölverarbeitung	24	0	*	*	*	*	1,6	*	*	*	*	*
H.v. chemischen Erzeugnissen	45	46	36	36	62	86	7,4	3,4	2,8	3,1	4,9	11,4
H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	61	79	31	32	83	~100	14,5	8,1	2,1	3,1	9,0	20,3
H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	18	16	16	31	43	83	2,2	0,7	0,4	1,0	2,1	6,6
H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, usw.	23	19	26	28	41	94	1,3	1,0	0,8	0,9	1,2	3,5
Metallerzeugung und -bearbeitung	20	12	17	33	31	80	1,7	0,6	0,4	0,9	0,6	3,0
H.v. Metallerzeugnissen	14	12	19	25	46	95	1,1	0,6	0,6	0,7	1,5	4,9
H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erz.	100	~100	64	74	86	~100	19,8	12,2	8,8	11,6	12,0	34,9
H.v. elektrischen Ausrüstungen	32	28	29	39	63	88	4,5	2,3	2,7	3,8	5,8	5,6
Maschinenbau	39	36	35	44	65	83	4,2	2,4	2,0	2,7	5,4	6,3
H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	25	14	20	24	44	93	12,9	1,1	2,0	2,8	4,8	15,2
Sonstiger Fahrzeugbau	45	47	28	43	42	86	9,3	3,7	2,9	5,3	2,0	12,0
Luft- und Raumfahrzeugbau	74	*	*	*	*	*	13,0	*	*	*	*	*
Sonst. H. v. Waren, Rep./Inst. v. Maschinen	15	13	14	21	35	46	2,1	1,1	0,9	2,3	2,1	4,5

*) Keine Angabe aus Gründen der Vertraulichkeit.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 2013). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.3.2: Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE nach Beschäftigtengrößenklassen 2014 im internationalen Vergleich

Land	Anteil der Unternehmen, die ständig im eigenen Haus FuE betreiben an den Unternehmen insgesamt bzw. der Beschäftigtengrößenklasse in %			
	Insgesamt	10-49	50-249	250 o. mehr
Belgien	18,6	14,2	26,2	49,4
Deutschland	16,2	11,8	24,1	49,1
Spanien	7,8	4,9	18,6	40,2
Frankreich	15,9	11,7	27,7	47,0
Italien	8,2	5,9	19,7	38,0
Niederlande	21,1	16,4	34,5	48,4
Österreich	13,9	8,5	26,8	53,2
Polen	2,6	1,1	5,7	17,9
Finnland	17,0	11,7	31,1	55,3
Schweden	13,9	11,3	21,4	41,0
Schweiz	17,5	12,8	27,3	44,9

Quelle: Eurostat, Community Innovation Survey (CIS) 2014, Eurostat. – Berechnungen des CWS.

Tab. A.4.1: FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 1995 bis 2007 nach der bis 2007 geltenden Wirtschaftsgliederung*

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

Fortsetzung

noch Tab. A.4.1: FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 1995 bis 2007 nach der bis 2007 geltenden Wirtschaftsgliederung*

Wirtschaftsgliederung	FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes***							FuE-Personal in % der Beschäftigten						
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
30 H. v. Büromaschinen, DV-Geräten u. -Einrichtungen	11,8	7,5	6,5	5,1	6,0	5,9	7,4	16,9	12,5	15,5	11,6	10,9	11,9	15,0
31.1 H. v. Elektromotoren, Generatoren, Transformatoren	3,0	3,3	3,1	2,3	2,0	1,4	1,5	3,2	3,6	3,5	2,9	2,4	2,3	2,4
31.2 H. v. 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. Kraffrädern, Fahrrädern u. Behindertenfahrzeugen	1,1	1,2	0,6	0,7	0,7	1,2	1,1	1,8	2,5	**	1,7	1,7	2,1	1,8
35.5 Fahrzeugbau a.n.g.	0,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	0,7	**	0,0	0,0	0,0	0,8
36 H. v. Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten usw.	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,1	1,2
36.1 H. v. Möbeln	**	0,5	**	**	0,7	0,5	0,6	**	1,2	**	**	0,9	0,8	1,0
36.2-6 MUSS-Waren	**	1,1	**	**	0,8	1,6	1,4	**	0,1	**	**	1,0	1,7	1,8
37 Recycling	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	1,4	1,0	1,0	0,5	0,3	0,3	0,5
Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	3,2	3,2	3,5	3,6	3,8	3,5	3,2	3,9	4,1	4,2	4,2	4,2	4,4	4,5

*) Bis 2001: WZ 93, ab 2003: WZ-2003. Bei FuE ergeben sich keine Unterschiede bei Anwendung von WZ 2003 und WZ 93. – **) Keine Angabe aus Gründen der Vertraulichkeit. – ***) Umsatz aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern.
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3 (1995 bis 2007) sowie unveröffentlichte Unterlagen zu Umsätzen und Beschäftigten der Unternehmen. – Berechnungen und Schätzungen des NIW.

Tab. A.4.2: FuE-Aufwandsintensität der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2009 bis 2015 nach der Wirtschaftsgliederung*

WZ 2008	Wirtschaftsgliederung	interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes ¹			
		2009	2011	2013	2015
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,1	0,1	0,2	0,2
06	Gewinnung von Erdöl und Erdgas	0,1	0,0	0,0	0,0
07	Erzbergbau				
08	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	0,1	0,1	0,1	0,3
09	Dienstleistungen f. Bergbau u. Gewinnung v. Steinen u. Erden		0,2		0,1
10-12	H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	0,2	0,2	0,2	0,2
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	0,2	0,2	0,2	0,2
11	Getränkeherstellung	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Tabakverarbeitung	1,2	1,3	1,4	1,1
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	0,7	0,6	0,6	0,4
13	H.v. Textilien	0,8	0,6	0,6	0,5
14	H.v. Bekleidung	0,8	0,8	0,8	0,5
15	H.v. Leder, Lederwaren und Schuhen	0,3	0,2	0,2	0,1
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	0,3	0,3	0,3	0,3
16	H.v. Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	0,1	0,1	0,1	0,1
17	H.v. Papier, Pappe und Waren daraus	0,2	0,2	0,3	0,3
18	H.v. Druckerz., Vervielf. bespielter Ton-, Bild- u. Datentr.	0,6	0,6	0,7	0,7
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,4	0,3	0,2	0,5
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	3,5	3,0	2,9	3,4
20.1	H. v. chem. Grundstoffen, Düngemitteln u. Stickstoffverbindg.	3,1	2,2	2,2	2,8
20.2	H. v. Schädlingsbek., Pflanzenschutz- u. Desinfekt.mitteln	67,2	9,4	31,2	28,7
20.3	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitt	2,6	2,0	1,9	1,9
20.4	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflege	1,2	3,9	3,4	1,5
20.5	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen	4,8	5,6	5,2	7,0
20.6	Herstellung von Chemiefasern	0,6	0,7	1,0	1,0
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	13,7	13,9	12,7	11,9
21.1	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen	21,7	15,3	14,9	7,3
21.2	H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen	13,5	13,8	12,6	12,1
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	1,4	1,2	1,3	1,4
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1,6	1,5	1,5	1,6
22.1	Herstellung von Gummiwaren	4,2	3,4	4,0	4,7
22.2	Herstellung von Kunststoffwaren	1,0	1,0	0,9	0,9
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	1,0	0,8	0,9	0,9
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	0,9	0,6	0,7	0,7
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	0,8	0,5	0,6	0,6
24.1	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	0,8	0,4	0,4	0,5
24.2	H. v. Stahlrohren, Rohrform-, verschluss- u. verbgsstücken	1,4	1,6	1,8	1,5
24.3	Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl	0,6	0,3	0,3	0,3
24.4	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	0,7	0,6	0,7	0,6
24.5	Gießereien	0,6	0,3	0,3	0,6
25	H.v. Metallerzeugnissen	1,0	0,8	0,8	0,8
25.1	Stahl- und Leichtmetallbau	0,3	0,3	0,4	0,3
25.2	H. v. Metalltanks u.-behältern, von Heizkörpern u.-kesseln	1,9	0,7	0,5	0,7
25.3	Herstellung von Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)	0,3	0,2	0,5	0,7
25.4	H.v. Waffen und Munition	6,1	6,6	6,0	10,1
25.5	H. v. Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen	0,4	0,4	0,3	0,3
25.6	Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung; Mechanik	0,5	0,4	0,4	0,3
25.7	H. v. Schneidwaren, Werkz u. Schließern aus unedlen Metallen	1,4	1,1	1,2	1,0
25.9	Herstellung von sonstigen Metallwaren	1,2	0,9	1,1	1,2

Fortsetzung

*) Umsatz aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3 und Unternehmensergebnisse Deutschland 2015. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

noch Tab. A.4.2: FuE-Aufwandsintensität der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2009 bis 2015 nach der Wirtschaftsgliederung*

Wirtschaftsgliederung		interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes ¹			
		2009	2011	2013	2015
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	12,1	10,8	12,7	11,2
26.1	H.v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten	6,2	6,8	8,3	7,1
26.2	H.v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	20,6	15,6	16,0	16,2
26.3	H.v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	18,6	26,3	30,2	
26.4	H.v. Geräten der Unterhaltungselektronik		7,4	6,9	9,6
26.5	H.v. Mess-, Kontroll-, Navi- u. ä. Instrumenten; H.v. Uhren	14,7	10,4	12,0	10,5
26.6	H.v. Bestrahlungs-, Elektrotherapie- und elektromed. Geräten	20,5	26,8		13,2
26.7	H.v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten	9,5	6,8	7,2	8,1
26.8	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern		3,3		
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	1,7	1,6	2,3	2,5
27.1	H. v. Elektrom., Gener., Transformatoren, elek. Verteileinr.	1,4	1,3	1,4	1,6
27.2	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren	2,9	2,6	1,9	2,0
27.3	H. v. Kabeln und elektrischem Installationsmaterial	0,5	0,7	1,9	1,8
27.4	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	4,8	4,1	8,7	7,5
27.5	Herstellung von Haushaltsgeräten	2,6	3,0	4,0	4,2
27.9	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten	2,1	2,3	3,5	4,0
28	Maschinenbau	2,9	2,6	2,7	2,7
28.1	H. v. nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen	2,0	1,9	2,3	2,5
28.2	H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen	2,0	1,9	2,2	1,9
28.3	H. v. Land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	3,6	3,7	3,1	4,2
28.4	H. v. Werkzeugmaschinen	3,7	3,4	2,7	2,8
28.9	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	4,7	3,5	3,8	3,3
29-30	Fahrzeugbau ²	6,5	6,1	5,9	6,6
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen ²	6,4	5,8	5,9	6,8
29.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	5,5	5,1	5,3	6,2
29.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	0,3	0,3	0,5	0,8
29.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen	10,5	9,1	8,4	9,8
30	Sonstiger Fahrzeugbau	6,8	8,6	6,2	5,0
30.1	Schiff- und Bootsbau	1,5	2,6	2,1	2,4
30.2	Schienenfahrzeugbau	1,2	3,5	3,2	2,6
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	10,1	12,0	8,0	6,2
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	1,9	1,9	2,0	2,9
31	H.v. Möbeln	0,3	0,3	0,2	0,2
32	H.v. sonstigen Waren	2,7	2,8	3,0	2,9
32.1	Herstellung von Münzen, Schmuck und ähnlichen Erzeugnissen	0,3	0,3	0,1	0,0
32.2	Herstellung von Musikinstrumenten	1,2	8,0	1,1	1,1
32.3	Herstellung von Sportgeräten	1,2	1,2	0,8	0,4
32.4	Herstellung von Spielwaren	0,6	0,4	1,3	1,1
32.5	H.v. med. und zahnmed. Apparaten und Materialien	3,5	3,5	3,8	3,8
32.9	Herstellung von Erzeugnissen a.n.g.	1,3	1,5	1,6	1,2
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	2,3	2,3	2,2	4,4
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe ²	3,4	3,1	3,2	3,5
B+C	Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe ²	3,3	3,0	3,2	3,4

*) Umsatz aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3 und Unternehmensergebnisse Deutschland 2015. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.4.3: FuE-Personalintensität der Unternehmen 2009 bis 2015 nach der Wirtschaftsgliederung

WZ 2008	Wirtschaftsgliederung	FuE-Personal in % der Beschäftigten ¹			
		2009	2011	2013	2015
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,2	0,2	0,3	0,4
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	4,3	4,4	4,4	4,7
D, E, F	übriges Produzierendes Gewerbe	0,1	0,1	0,1	0,1
G-U	Dienstleistungsunternehmen	0,3	0,3	0,3	0,4
10-12	H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken u.Tabakerzeugn.	0,3	0,3	0,4	0,3
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	0,3	0,3	0,4	0,3
11	Getränkeherstellung	0,1	0,1	0,1	0,1
12	Tabakverarbeitung	2,1	2,1	2,1	2,1
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	1,0	1,0	1,0	0,8
13	H.v. Textilien	0,9	0,9	1,0	0,9
14	H.v. Bekleidung	1,6	1,5	1,5	0,9
15	H.v. Leder, Lederwaren und Schuhen	0,4	0,3	0,5	0,3
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	0,4	0,4	0,5	0,5
16	H.v. Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	0,2	0,2	0,2	0,2
17	H.v. Papier, Pappe und Waren daraus	0,5	0,4	0,5	0,6
18	H.v. Druckerz., Vervielf. bespielter Ton-, Bild- u. Datentr.	0,5	0,6	0,6	0,6
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung		2,3	1,9	1,9
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	6,8	6,8	6,4	7,0
20.1	H. v. chem. Grundstoffen, Düngemitteln u.Stickstoffverbindg.	7,0	5,6	5,6	6,4
20.2	H. v. Schädlingsbek., Pflanzenschutz- u.Desinfekt.mitteln	18,8	19,6	30,8	40,6
20.3	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitten	5,3	5,1	4,6	4,7
20.4	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflege	2,6	5,7	5,1	2,8
20.5	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen	10,0	11,8	10,4	12,3
20.6	Herstellung von Chemiefasern	1,1	1,8	2,5	2,4
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	16,1	17,5	15,1	14,1
21.1	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen	20,2	17,0	14,4	8,2
21.2	H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen	15,9	17,5	15,2	14,4
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	1,8	1,7	1,8	1,8
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	2,1	2,1	2,0	2,1
22.1	Herstellung von Gummiwaren	5,3	4,8	4,7	5,3
22.2	Herstellung von Kunststoffwaren	1,4	1,4	1,4	1,3
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	1,1	1,2	1,3	1,2
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	1,1	1,1	1,1	1,1
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	1,6	1,6	1,6	1,7
24.1	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	1,8	1,6	1,4	1,5
24.2	H. v. Stahlrohren, Rohrform-, verschluss- u. verbgsstücken	3,5	3,5	3,5	3,5
24.3	Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl	1,3	0,9	0,9	0,8
24.4	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	1,9	2,4	2,6	2,5
24.5	Gießereien	0,5	0,5	0,5	0,8
25	H.v. Metallerzeugnissen	0,9	0,9	0,9	0,9
25.1	Stahl- und Leichtmetallbau	0,4	0,5	0,5	0,5
25.2	H. v. Metalltanks u.-behältern, von Heizkörpern u.-kesseln	2,2	1,2	1,0	1,1
25.3	Herstellung von Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)	0,5	0,5	0,7	1,1
25.4	H.v. Waffen und Munition	9,8	10,2	9,8	11,5
25.5	H. v. Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen	0,5	0,6	0,5	0,5
25.6	Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung; Mechanik	0,3	0,3	0,3	0,3
25.7	H. v. Schneidwaren, Werkz u. Schössern aus unedlen Metallen	1,4	1,5	1,4	1,3
25.9	Herstellung von sonstigen Metallwaren	1,5	1,4	1,6	1,7
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	17,1	17,8	18,0	17,9
26.1	H.v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten	12,1	13,3	14,8	14,3
26.2	H.v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	24,4	22,7	24,4	22,5
26.3	H.v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	33,1	43,3	38,8	60,5
26.4	H.v. Geräten der Unterhaltungselektronik	12,7	12,7	14,0	14,4
26.5	H.v. Mess-, Kontroll-, Navi- u. ä. Instrumenten; H.v. Uhren	15,4	14,9	14,4	13,6
26.6	H.v. Bestrahlungs-, Elektrotherapie- und elektromed. Geräten	32,7	42,8	47,3	17,2
26.7	H.v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten	11,0	12,2	13,0	14,2
26.8	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern	3,1	5,1	4,5	3,7

Fortsetzung

noch Tab. A.4.3: FuE-Personalintensität der Unternehmen 2009 bis 2015 nach der Wirtschaftsgliederung

Wirtschaftsgliederung		FuE-Personal in % der Beschäftigten ¹			
		2009	2011	2013	2015
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2,8	3,1	4,1	4,4
27.1	H. v. Elektrom., Gener., Transformatoren, elek. Verteilern.	2,5	2,8	2,7	3,2
27.2	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren	5,3	6,0	4,4	4,6
27.3	H. v. Kabeln und elektrischem Installationsmaterial	0,6	1,2	3,2	2,7
27.4	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	6,1	5,7	12,8	12,7
27.5	Herstellung von Haushaltsgeräten	3,9	4,4	5,1	5,4
27.9	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten	3,5	4,3	6,1	6,6
28	Maschinenbau	3,7	3,9	3,9	3,9
28.1	H. v. nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen	2,4	2,7	3,1	3,4
28.2	H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen	2,6	2,8	3,0	2,9
28.3	H. v. Land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	7,8	8,0	7,4	8,7
28.4	H. v. Werkzeugmaschinen	4,8	5,6	4,8	4,7
28.9	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	5,8	5,4	5,1	4,9
29-30	Fahrzeugbau	11,2	11,4	10,9	11,9
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	11,5	11,3	11,1	12,4
29.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	10,8	10,6	10,2	11,7
29.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	0,5	0,7	1,0	1,5
29.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen	14,6	14,2	14,4	15,6
30	Sonstiger Fahrzeugbau	9,2	11,7	9,1	8,7
30.1	Schiff- und Bootsbau	2,9	4,3	3,0	2,8
30.2	Schienefahrzeugbau	2,6	6,1	5,9	5,7
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	14,4	16,7	12,4	12,5
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	1,4	1,5	1,4	1,6
31	H.v. Möbeln	0,4	0,3	0,3	0,3
32	H.v. sonstigen Waren	1,9	2,3	2,4	2,5
32.1	Herstellung von Münzen, Schmuck und ähnlichen Erzeugnissen	0,2	0,2	0,1	0,1
32.2	Herstellung von Musikinstrumenten	0,9	3,8	0,9	1,2
32.3	Herstellung von Sportgeräten	1,3	1,4	0,8	0,5
32.4	Herstellung von Spielwaren	0,7	1,0	2,4	2,1
32.5	H.v. med. und zahnmed. Apparaten und Materialien	2,3	2,6	2,7	2,8
32.9	Herstellung von Erzeugnissen a.n.g.	1,4	1,6	1,9	1,8
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	1,5	1,5	1,2	1,6
G 45-47	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	0,1	0,1	0,1	0,1
J 58-63	Information und Kommunikation	2,6	2,9	2,5	2,4
58	Verlagswesen	0,3	0,3	0,3	0,3
61	Telekommunikation	3,9	5,3	2,7	0,9
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	3,8	4,0	3,7	3,7
63	Informationsdienstleistungen	0,9	1,4	1,4	1,4
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,2	0,2	0,1	0,1
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	1,6	1,7	1,7	2,4
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	2,9	2,8	2,5	5,0
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	8,5	9,2	9,6	10,4
	übrige freiberufliche, wissenschaftl. und techn. Dienstleist.	0,2	0,2	0,2	0,2
49-53,68,77-99	übrige Dienstleistungen	0,0	0,0	0,0	0,0
A-U	Unternehmen insgesamt ²	1,3	1,3	1,3	1,4

1) Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte gem. Unternehmensregister 2015.

2) Ohne Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei und ohne Gemeinschaftsforschung.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Statistisches Bundesamt, Unternehmensregister 2015. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.4.4: Verteilung der internen FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals in der Wirtschaft in Deutschland 2009 bis 2015 nach der Wirtschaftsgliederung

WZ 2008	Wirtschaftsgliederung	Interne FuE-Aufwendungen in %				FuE-Personal in %			
		2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	85,5	85,6	86,0	85,2	82,6	82,2	82,9	80,1
D, E, F	übriges Produzierendes Gewerbe	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4
G-U	Dienstleistungsunternehmen	12,9	13,1	12,7	13,7	15,3	16,0	15,2	18,2
	Gemeinschaftsforschung	0,6	0,5	0,5	0,5	1,1	0,9	0,9	0,9
10-12	H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken u.Tabakerzeugn.	0,7	0,6	0,6	0,5	0,8	0,7	0,7	0,6
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,6	0,7	0,6
11	Getränkherstellung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Tabakverarbeitung	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	0,3	0,2	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	0,3
13	H.v. Textilien	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
14	H.v. Bekleidung	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
15	H.v. Leder, Lederwaren und Schuhen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4
16	H.v. Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
17	H.v. Papier, Pappe und Waren daraus	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
18	H.v. Druckerz., Vervielf. bespielter Ton-, Bild- u. Datentr.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	7,1	6,5	6,2	6,2	6,5	6,2	6,0	5,8
20.1	H. v. chem. Grundstoffen, Düngemitteln u.Stickstoffverbindg.	3,9	3,1	3,2	3,4	3,6	2,9	3,0	2,8
20.2	H. v. Schädlingsbek.-, Pflanzenschutz- u.Desinfekt.mitteln	1,0	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
20.3	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitten	0,5	0,4	0,3	0,3	0,6	0,6	0,5	0,5
20.4	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflege	0,3	0,7	0,7	0,3	0,3	0,6	0,6	0,3
20.5	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen	1,5	1,7	1,5	1,9	1,5	1,7	1,5	1,7
20.6	Herstellung von Chemiefasern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	8,6	8,0	7,6	6,5	5,7	5,7	5,2	4,5
21.1	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen	0,4	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1
21.2	H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen	8,2	7,6	7,3	6,3	5,4	5,4	5,0	4,4
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	2,5	2,4	2,4	2,3	3,0	2,9	2,9	2,7
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1,9	1,8	1,8	1,8	2,3	2,2	2,2	2,1
22.1	Herstellung von Gummiwaren	1,0	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	1,0	1,0
22.2	Herstellung von Kunststoffwaren	0,9	1,0	0,9	0,9	1,2	1,2	1,2	1,1
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,6
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	2,7	2,4	2,4	2,2	3,3	3,2	3,2	2,9
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	1,1	1,0	1,0	0,9	1,2	1,2	1,2	1,1
24.1	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	0,4	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3
24.2	H. v. Stahlrohren, Rohrform-, verschluss- u. verbgsstücken	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
24.3	Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
24.4	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
24.5	Gießereien	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
25	H.v. Metallerzeugnissen	1,6	1,4	1,4	1,4	2,0	2,0	2,0	1,8
25.1	Stahl- und Leichtmetallbau	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
25.2	H. v. Metalltanks u.-behältern, von Heizkörpern u.-kesseln	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1
25.3	Herstellung von Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25.4	H.v. Waffen und Munition	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
25.5	H. v. Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
25.6	Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung; Mechanik	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
25.7	H. v. Schneidwaren, Werkz u. Schössern aus unedlen Metallen	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,5	0,4
25.9	Herstellung von sonstigen Metallwaren	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	12,8	12,8	13,7	12,4	15,0	15,3	15,6	14,9
26.1	H.v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten	2,3	2,6	2,5	2,3	2,6	2,9	2,9	2,6
26.2	H.v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	1,3	1,2	1,2	1,1	1,5	1,3	1,4	1,2
26.3	H.v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	1,9	2,2	2,1	2,2	2,8	2,8	2,7	3,5
26.4	H.v. Geräten der Unterhaltungselektronik	0,6	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4
26.5	H.v. Mess-, Kontroll-, Navi- u. ä. Instrumenten; H.v. Uhren	5,1	4,6	5,3	4,4	5,8	5,8	5,9	5,2
26.6	H.v. Bestrahlungs-, Elektrotherapie- und elektromed. Geräten	1,0	1,2	1,5	1,3	1,0	1,3	1,3	1,1
26.7	H.v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	1,0	1,0
26.8	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fortsetzung

1) Interne FuE-Aufwendungen: Wegen Meldekorrekturen im Jahr 2013 nicht mit den Vorjahren vergleichbar.

. Keine Daten verfügbar.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

noch Tab. A.4.4: Verteilung der internen FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals in der Wirtschaft in Deutschland 2007 bis 2013 nach der Wirtschaftsgliederung

Wirtschaftsgliederung		Interne FuE-Aufwendungen in %				FuE-Personal in %			
		2009	2011	2013	2015	2009	2011	2013	2015
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2,9	3,1	4,0	3,7	3,9	4,3	5,5	5,1
27.1	H. v. Elektrom., Gener., Transformatoren, elek. Verteileinr.	1,5	1,5	1,4	1,4	1,9	2,1	2,1	2,0
27.2	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
27.3	H. v. Kabeln und elektrischem Installationsmaterial	0,1	0,2	0,5	0,4	0,1	0,3	0,0	0,0
27.4	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	0,5	0,4	0,8	0,7	0,7	0,6	1,2	1,0
27.5	Herstellung von Haushaltsgeräten	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6
27.9	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6	0,8	0,8
28	Maschinenbau	9,9	9,6	10,1	9,0	11,4	11,3	11,6	10,7
28.1	H. v. nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen	2,2	2,3	2,7	2,9	2,4	2,7	3,1	3,1
28.2	H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen	1,9	1,9	2,1	1,7	2,1	2,2	2,5	2,2
28.3	H. v. Land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8
28.4	H. v. Werkzeugmaschinen	1,1	1,2	1,0	0,9	1,5	1,7	1,4	1,3
28.9	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	4,1	3,5	3,6	2,9	4,6	4,0	3,9	3,3
29-30	Fahrzeugbau ¹	35,1	37,0	35,9	38,5	29,8	29,3	29,0	29,6
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen ¹	30,5	31,9	32,1	35,2	26,5	25,4	25,8	26,7
29.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	19,9	21,0	21,5	23,9	15,6	14,7	14,9	16,0
29.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
29.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen	10,6	10,8	10,5	11,2	10,8	10,7	10,8	10,6
30	Sonstiger Fahrzeugbau	4,5	5,1	3,8	3,3	3,3	3,9	3,2	2,9
30.1	Schiff- und Bootsbau	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
30.2	Schienenfahrzeugbau	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,3
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	4,2	4,5	3,3	2,8	2,9	3,3	2,6	2,4
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	2,3	2,4	2,4	3,2	2,2	2,3	2,2	2,3
31	H.v. Möbeln	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
32	H.v. sonstigen Waren	1,0	1,1	1,1	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3
32.1	Herstellung von Münzen, Schmuck und ähnlichen Erzeugnissen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
32.2	Herstellung von Musikinstrumenten	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
32.3	Herstellung von Sportgeräten	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
32.4	Herstellung von Spielwaren	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
32.5	H.v. med. und zahnmed. Apparaten und Materialien	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1
32.9	Herstellung von Erzeugnissen a.n.g.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	1,2	1,2	1,2	2,1	0,9	0,9	0,7	0,9
33.1	Reparatur von Metallerzeugnissen, Maschinen und Ausrüstungen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
33.2	Installation von Maschinen und Ausrüstungen	1,2	1,2	1,1	2,1	0,9	0,9	0,7	0,8
G 45-47	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,8	0,7	0,7
J 58-63	Information und Kommunikation	5,7	5,9	5,9	5,2	6,6	6,9	6,4	5,8
58	Verlagswesen	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
61	Telekommunikation	1,3	1,1	0,7	0,3	1,5	1,4	0,7	0,2
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	4,2	4,5	5,0	4,7	4,8	5,1	5,4	5,2
63	Informationsdienstleistungen	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,3
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	5,8	5,9	5,6	7,2	7,2	7,4	7,1	10,9
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	2,4	2,5	2,3	3,7	3,3	3,3	3,2	6,2
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2,9	2,8	2,8	3,1	3,4	3,5	3,4	4,2
	übrige freiberufliche, wissenschaftl. und techn. Dienstleist.	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5
49-53,68,77-99	übrige Dienstleistungen	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,0
	Gemeinschaftsforschung	0,6	0,5	0,5	0,5	1,1	0,9	0,9	0,9
A-U	Wirtschaft insgesamt ¹	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1) Interne FuE-Aufwendungen: Wegen Meldekorrekturen im Jahr 2013 nicht mit den Vorjahren vergleichbar.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.5.1: Beitrag des Staates zur Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft der OECD-Länder 1995 bis 2015 (Anteile in %)

	1995	1999	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AUT					6,4		9,6 ^a	10,3		11,0		13,3		12,5		
BEL	4,3	6,3	5,9	5,4	6,0	6,2	5,7	5,7	5,8	6,6	7,8	6,2	6,1	6,1		
CAN	6,2	3,5	3,6	2,6	2,2	2,6	2,5	2,1	2,3	2,8	3,7	3,6	3,8	4,1	4,7 ^a	4,9
DEN	6,1	4,1	3,1	2,4		2,4		2,4 ^a	2,4 ^c	2,6	2,8 ^c	2,8	2,8 ^c	1,8	2,2 ^c	2,8
FIN	5,6	4,2	3,4	3,3	3,7	3,8	3,7	3,5	2,5	2,5	2,6	2,8	3,0	2,8	3,0	3,6 ^b
FRA	12,7	10,0	8,4 ^a	11,1	11,4 ^a	10,1	11,3 ^a	9,8	11,3	9,0	8,7	7,5	7,9	8,1	7,8	
GER	10,2	7,0	6,7	6,1	5,9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5 ^c	4,3	4,3 ^c	3,4	3,4 ^c	3,3
ISR	21,3	11,2	8,6	9,9	6,5	4,8	4,9	4,5	4,4	4,5	4,2	2,9	3,3	2,4	3,1	
ITA	16,7	13,0	14,9	14,1	13,8	11,0	8,1	6,6	5,9	6,5	5,9	6,9	7,1	6,4	5,7	
JPN	1,6	1,8	1,4	1,4	1,3	1,2	1,0	1,1	0,9	1,2	1,2	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0 ^b
KOR	3,6	5,8	8,1	5,3	4,7	4,6	4,7	6,2 ^a	5,9	6,8	6,7	6,1	6,0	5,5	5,1	5,1
NED	6,6	4,8	4,5	3,3		3,4		2,3		3,7	7,4	3,8 ^a	2,2 ^a	2,0	1,8	1,8
POL	33,8 ^a	26,5	30,4	15,2	16,9	13,7	12,3	11,7		12,3	13,8	12,7	11,2	10,0	11,5	10,0
ESP	9,2	8,6	9,5	11,1	12,5	13,6	14,4	16,3	17,9 ^a	17,1	16,6	14,4	12,6	10,7	9,7	9,4
SWE	9,5 ^a	7,8	5,8	5,9		4,5 ^a		4,6		5,8		5,0		6,1		
SUI	2,4	2,3			1,5				1,7				0,7			1,4
GBR	10,5	10,2	7,8 ^a	9,6	10,2	8,3	7,6	6,8	6,6	7,9	8,7	9,3	7,9	8,9	9,3	9,3
USA	16,3	11,3	8,4	8,9	9,7	9,7	9,8	9,9	12,5 ^a	14,1	12,3	10,8	10,2	9,2	7,8	5,5 ^b
CHN				4,9	4,8	4,6	4,5	4,8	4,3	4,3 ^a	4,6	4,4	4,6	4,5	4,2	4,3 ^b
RUS	51,1	40,8	49,0	51,5	53,0	53,6	52,0	55,3	56,0	57,4	64,2	58,7	60,4	61,5	62,7	63,4
OECD	11,0 ^{a,b}	8,3 ^b	6,7 ^b	6,8 ^c	7,1 ^c	6,8 ^c	6,8 ^c	6,8 ^c	8,1 ^c	9,0 ^c	8,1 ^c	7,3 ^c	7,1 ^c	6,5 ^c	6,0 ^c	5,0
EU-15	10,6 ^b	8,2 ^b	7,4 ^b	7,9 ^c	8,0 ^c	7,2 ^c	7,0 ^c	6,7 ^c	7,2 ^c	6,8 ^c	7,0 ^c	6,6 ^c	6,6 ^c	6,1 ^c	6,1 ^c	
EU-28	11,1 ^b	8,6 ^b	7,7 ^b	8,1 ^c	8,2 ^c	7,4 ^c	7,3 ^c	7,0 ^c	7,4 ^c	7,1 ^c	7,3 ^c	6,9 ^c	6,9 ^c	6,4 ^c	6,4 ^c	

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

Quellen: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – Zusammenstellung des CWS.

Tab. A.5.2: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1995 bis 2015 (in %)

	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	insgesamt												
AUT				5,4	6,4		5,3		5,0		5,0		
BEL	11,8	10,7	10,4	11,2	10,7	10,8	10,6	9,2	9,4	9,5 ^a	10,3		
CAN	5,9	7,7	7,4	7,3	7,7	7,3	7,4	6,7 ^a	7,1	6,7 ^a	6,2	6,7	6,7 ^b
DEN	2,5	3,8	2,3	2,2	2,0 ^a		3,3	3,0	3,4	2,6	2,5	1,9	2,5 ^b
FIN	8,5	8,9	8,5	8,6	9,1	9,4	8,7	6,9	7,2	6,5	6,4	5,2	5,0
FRA	4,5	4,6 ^a	4,4	4,7	3,8	4,2	4,2	4,4 ^a	4,6	4,6	4,8	4,8	
GER	6,0	7,3	12,2	12,9	13,3	12,4	12,2	11,7	11,9	12,4	12,3	12,8	12,7
ISR	1,6	3,5 ^a	7,3	6,9	8,3	8,7	9,3	6,2	6,1	6,1	8,4		
ITA	3,4		1,8 ^a	2,3	2,3	2,4	2,3	2,3	2,5	2,6	2,3	2,2 ^c	
JPN	2,4 ^c	1,9	2,0	2,0	2,2	2,0 ^a	1,8	1,9	2,4	2,3	2,3 ^a	2,3	2,5
KOR	18,4	12,4	9,3	8,8	8,9 ^a	7,6	6,9	7,1	6,8	6,9	7,2	6,6	6,7
NED	8,9		9,6		10,0		14,1		10,6	11,0 ^a	10,1	9,9	9,4 ^d
POL	17,8 ^a	8,7	10,1	11,0	12,8	4,9	4,8	4,5	5,0	3,4	3,7		3,5
ESP	7,2	6,6	7,1	7,2	7,9	7,6	7,7	7,6	7,5	6,4	6,3	5,9	5,8
SWE	4,3 ^a		4,4 ^a		4,8		4,6		4,2		3,7		
SUI		4,8 ^a		8,4		6,7		8,9		10,7		9,7	9,5
GBR	6,6	8,4	6,1	5,9	5,8	5,5	4,9	5,0	5,4	6,0	5,8	6,0	5,9 ^{bc}
USA	3,2	3,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	2,7	2,5	2,6	2,9	3,0	3,1
CHN		14,5	14,9	14,7	14,1	14,1	14,0	13,5	14,4	13,4	13,6	13,1	11,9
RUS	11,4	13,4	14,6	15,0	16,4	15,3	13,2	15,4	14,6	16,2	17,7	15,3	64,9
OECD	4,8^{ac}	5,1^c	5,1^c	5,3^c	5,4^c	5,3^c	5,3^c	4,9^c	4,9^c	5,0^c	5,1^c	5,2^c	5,2^c
EU-15	5,6^c	6,0^c	7,0^c	7,3^c	7,3^c	7,4^c	7,3^c	7,1^c	7,3^c	7,4^c	7,2^c	7,4^c	7,4^c
EU28	6,1^c	6,2^c	7,2^c	7,4^c	7,5^c	7,4^c	7,3^c	7,1^c	7,2^c	7,2^c	7,1^c	7,2^c	7,1^c
	Hochschulen												
AUT				5,0	5,7		5,2		5,2		5,1		
BEL	13,1	11,8	10,9	11,3	11,1	10,6	11,0	10,1	10,7	11,3 ^a	12,1		
CAN	8,0	9,5	8,4	8,4	8,5	8,2	8,3	7,5 ^a	8,2	7,7 ^a	7,1	7,8	7,8 ^b
DEN	1,8	2,0	2,4	2,5	2,1 ^a		3,6	3,1	3,4	2,7	2,5	1,9	2,6 ^b
FIN	5,7	5,6	6,5	6,6	7,0	7,2	6,4	5,7	5,5	5,1	5,0	4,0	3,7
FRA	3,3	2,7 ^a	1,6	1,7	1,6	2,2	1,8	2,0 ^a	2,6	2,6	2,8	2,7	
GER	8,2	11,6	14,1	15,1	15,5	15,1	14,2	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	13,9
ISR	2,3	3,7 ^a	7,3	7,2	9,4	9,7	10,4	6,8	6,8	6,8	9,3		
ITA	4,7		1,4 ^a	1,2	1,3	1,2	1,1	1,1	1,3	1,1	1,3	1,3 ^c	
JPN	3,6 ^c	2,5	2,8	2,9	3,0	3,0 ^a	2,5	2,6	2,7	2,7	2,6 ^a	2,6	2,6
KOR	22,4	15,9	15,2	13,7	14,2 ^a	12,0	11,3	11,3	11,0	11,0	12,3	11,2	12,3
NED	4,0		7,8		7,5		8,2		8,2	8,3 ^a	7,6	7,7	8,0 ^d
POL	11,4 ^a	7,8	5,4	5,4	11,3	3,8	3,3	2,9	2,6	2,1	3,2	2,8	2,6
ESP	8,3	6,9	6,9	7,9	9,0	8,8	8,0	7,9	8,0	7,3	6,6	5,9	5,7
SWE	4,5 ^a		5,1 ^a	5,1	4,9		4,5		4,0		3,8		
SUI		5,1 ^a		8,7		6,9		9,1		10,9		10,0	9,8
GBR	6,3	7,1	4,6	4,8	4,5	4,6	3,9	4,1	4,0	4,1	4,1	4,3	4,3 ^{bc}
USA	6,8	7,1	5,0	5,2	5,5	5,7	5,6	4,7	4,5	4,6	5,0	5,2	5,4
CHN		32,4	36,7	36,6	35,1	34,6	36,7	33,2	35,3	33,4	33,8	33,7	30,2
RUS	27,5	27,3	29,3	29,3	31,0	28,6	22,4	24,5	24,0	27,2	27,6	27,3	27,4
OECD	6,2^{ac}	6,5^c	6,1^c	6,3^c	6,5^c	6,5^c	6,3^c	5,8^c	5,8^c	5,8^c	5,9^c	6,0^c	6,2^c
EU-15	5,9^c	6,3^c	6,5^c	6,7^c	6,7^c	6,8^c	6,4^c	6,4^c	6,7^c	6,7^c	6,5^c	6,6^c	6,6^c
EU28	6,0^c	6,3^c	6,5^c	6,6^c	6,9^c	6,8^c	6,4^c	6,4^c	6,5^c	6,5^c	6,4^c	6,4^c	6,4^c

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Fortsetzung

noch Tab. A.5.2: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1995 bis 2015 (in %)

	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	außeruniversitäre Einrichtungen												
AUT				6,8	9,3		6,0			4,2		4,2	
BEL	5,7	7,2	9,2	10,8	9,6	11,4	9,8	6,7	5,7	5,0 ^a	5,4		
CAN	1,8	3,1	3,8	3,5	5,0	4,3	4,3	4,1 ^a	2,8	2,2 ^a	2,1	2,1	1,9 ^b
DEN	3,5	6,7	2,1	1,0	0,6 ^a		0,4	0,9	3,6	1,6	2,8	1,7	1,2 ^b
FIN	11,9	14,5	12,4	12,7	13,7	14,2	13,6	9,7	11,0	9,9	9,9	8,3	8,7
FRA	5,4	6,7 ^a	7,4	8,1	6,5	6,7	7,2	8,0 ^a	7,8	7,8	8,0	8,1	
GER	3,4	2,2	9,9	10,4	10,8	9,3	9,8	9,0	9,3	10,3	10,3	11,2	11,3
ISR	0,2	2,3 ^a	7,7	4,0	0,6	1,0	1,2	2,4	2,1	1,8	2,2		
ITA	1,8	1,7	2,4 ^a	4,1	4,4	5,3	5,1	4,8	5,3	5,3	4,2	4,1 ^c	
JPN	0,7 ^c	1,0	0,7	0,7	0,8	0,7 ^a	0,7	0,7	2,0	1,7	1,9 ^a	1,9	2,3
KOR	16,5	9,5	4,3	4,5	4,2 ^a	3,5	3,1	3,5	3,2	3,5	2,8	2,8	2,3
NED	16,7		14,6		17,1		32,4		17,9	18,3 ^a	16,6	16,0	13,2 ^d
POL	22,6 ^a	9,5	14,3	15,6	14,1	6,0	6,3	6,2	7,4	4,9	4,3		4,5
ESP	5,3	6,1	7,3	6,0	6,2	5,9	7,4	7,2	6,9	5,0	5,9	5,8	6,0
SWE	2,9 ^a		1,3 ^a		4,4		5,1		5,2		3,7		
SUI		0,0 ^a		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2,4
GBR	6,9	10,4	9,9	8,9	9,2	7,9	8,0	7,4	9,7	12,5	11,6	12,0	12,0 ^{dc}
USA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
CHN		9,6	4,9	4,5	4,9	4,7	4,3	4,4	4,2	4,1	4,6	4,1	3,9
RUS	8,1	10,8	11,4	11,7	13,3	12,4	11,1	12,9	11,8	13,1	13,8	11,5	11,6
OECD	3,3^{ac}	3,2^c	3,5^c	3,7^c	3,7^c	3,6^c	3,9^c	3,5^c	3,6^c	3,7^c	3,7^c	3,8^c	3,7^c
EU-15	5,1^c	5,7^c	7,9^c	8,4^c	8,4^c	8,3^c	9,0^c	8,3^c	8,3^c	8,7^c	8,6^c	8,9^c	
EU28	6,1^c	6,1^c	8,3^c	8,8^c	8,7^c	8,4^c	8,9^c	8,4^c	8,4^c	8,6^c	8,4^c	8,7^c	8,5^c
	FuE-Mittel der Wirtschaft für öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft												
AUT				2,2	2,6		2,5		2,2		2,0		
BEL	4,5	3,9	4,7	4,7	4,5	4,9	5,3	4,4	4,2	3,8 ^a	4,2		
CAN	4,2	5,0	5,8	5,5	6,1	6,1	6,4	6,2 ^a	6,2	6,3 ^a	5,9	5,7	6,0 ^b
DEN	1,8	1,9	1,0	1,1	0,8 ^a		1,4	1,4	1,7	1,4	1,4	1,1	1,4 ^b
FIN	4,9	3,6	3,42	3,4	3,4	3,2	3,4	2,96	2,9	2,9	2,8	2,4	2,4
FRA	2,8	2,7 ^a	2,6	2,6	2,2	2,4	2,5	2,5 ^a	2,5	2,43	2,5	2,5	
GER	3,1	3,1	5,4	5,5	5,7	5,5	5,9	5,7	5,7	5,8	6,0	6,1	5,8
ISR	1,0	0,8 ^a	1,6	1,4	1,5	1,6	1,7	1,2	1,1	1,1	1,4		
ITA	3,0		1,7 ^a	2,2	2,0	1,9	1,9	1,8	2,0	2,0	1,7	1,6 ^c	
JPN	0,9 ^c	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5 ^a	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7 ^a	0,6	0,6
KOR	6,3	4,1	2,6	2,4	2,6 ^a	2,3	2,2	2,2	1,9	1,8	1,8	1,7	1,8
NED	8,0		8,5		8,8		15,8		8,1	8,5 ^a	8,0	7,8	7,6 ^b
POL	28,2 ^a	15,4	21,7	23,7	29,2	11,0	11,9	12,5	11,5	5,7	4,8		4,0
ESP	7,6	5,6	6,1	5,7	6,2	6,2	7,1	7,1	6,9	5,7	5,6	5,2	5,2
SWE	1,5 ^a		1,6 ^a		1,8		1,9		1,9		1,7		
SUI		1,6 ^a		2,6		2,3		3,0		4,0		3,7	3,7
GBR	3,4	4,3	3,6	3,5	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	3,3	3,1	3,0	2,9 ^{bc}
USA	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
CHN		9,7	6,9	6,0	5,4	5,2	5,1	4,9	4,6	4,2	4,2	3,9	3,6
RUS	5,2	5,5	6,9	7,4	9,1	9,0	7,9	10,0	9,3	11,6	11,0	10,3	10,5
OECD	2,2^{ac}	2,0^c	2,2^c	2,2^c	2,2^c	2,2^c	2,4^c	2,3^c	2,2^c	2,2^c	2,2^c	2,2^c	2,2^c
EU-15	3,3^c	3,3^c	4,0^c	4,0^c	4,0^c	4,1^c	4,3^c	4,2^c	4,0^c	4,0^c	4,0^c	4,0^c	
EU28	3,7^c	3,5^c	4,2^c	4,3^c	4,3^c	4,3^c	4,5^c	4,4^c	4,2^c	4,2^c	4,1^c	4,1^c	4,0^c

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.5.3: Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2015

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse	Interne FuE- Aufwendungen* In Mio. € in %		davon finanziert von			
			Wirtschaft	Staat	andere inländische Quellen	Ausland
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	150	0,2	95,7	2,1	0,0	2,2
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	21	0,0	89,0	4,2	0,0	6,8
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	51.913	85,2	90,8	2,0	0,1	7,1
10-12 H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	318	0,5	98,4	1,5	0,0	0,1
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	91		86,3	13,4	0,0	0,2
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	215	0,4	77,6			19,4
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	135		96,6	1,7	0,0	1,7
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	3.786	6,2	90,1	1,4	0,0	8,4
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	3.956	6,5	76,4			23,1
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.088	1,8	96,0	2,0	0,3	1,7
23 H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	310	0,5	80,5	5,3	0,2	14,0
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	531	0,9	77,0	2,6	0,4	20,0
25 H.v. Metallerzeugnissen	824	1,4	82,8	13,7	0,1	3,4
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen	7.541	12,4	90,8	2,9	0,0	6,2
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.249	3,7	91,8	2,0	0,1	6,1
28 Maschinenbau	5.459	9,0	95,1	2,1	0,1	2,7
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	21.466	35,2	93,2	0,7	0,2	5,8
30 Sonstiger Fahrzeugbau	2.007	3,3	83,7	7,9	0,1	8,3
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	1.707	2,8	81,7			9,3
31-33 Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	1.935	3,2	93,8	4,7	0,1	1,3
D,E 35-39 Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	161	0,3	85,1	13,7	0,0	1,3
F 41-43 Baugewerbe/Bau	75	0,1	80,9	18,2	0,3	0,6
J 58-63 Information und Kommunikation	3.185	5,2	91,2	5,3	0,1	3,4
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	284	0,5	99,9	0,1	0,0	0,0
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	4.685	7,7	79,8	14,6	0,2	5,3
71 Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	2.269	3,7	90,3	8,6	0,0	1,1
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2.170	3,6	68,5	21,1	0,4	10,0
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	295	0,5	37,2	54,4	1,2	7,2
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	478	0,8	73,6	21,2	0,6	4,7
INSGESAMT	60.952	100,0	89,9	3,3	0,1	6,7
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROßENKLASSEN						
unter 100 Beschäftigte	2.835	4,7	71,5	21,3	0,3	6,9
100 bis 499 Beschäftigte	5.248	8,6	84,6	7,9	0,2	7,2
500 bis 999 Beschäftigte	3.660	6,0	87,6	6,2	0,1	6,1
1000 und mehr Beschäftigte	49.209	80,7	91,6	1,6	0,1	6,6
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien	45.975	75,4	90,8	1,7	0,1	7,3
Spitzentechnologie	13.464	22,1	84,9	3,4	0,0	11,7
Hochwertige Technik	32.511	53,3	93,3	1,1	0,2	5,5
Forschungsintensive Dienstleistungen	7.293	12,0	84,4	10,9	0,2	4,6
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	7.684	12,6	89,4	5,7	0,2	4,8
INSGESAMT	60.952	100,0	89,9	3,3	0,1	6,7

1) Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) – 2) Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3. - Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

**Tab. A.6.1: FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen
1995 bis 2015**

- Anteile in % -

Land	1995	2000	2005	2010	2015
GER	11,7	12,3	11,6	13,2	15,2
FRA	12,4	12,1	12,4	13,8	14,5
GBR	9,9	10,0	10,8	11,1	12,7
ITA	6,1	6,3	7,2	9,2	9,7
BEL	9,2	12,1	11,6	12,3	15,7
LUX		13,6	13,8	13,3	13,2
NED	10,7	11,2	10,9	11,4	14,3
DEN	10,7	13,1	14,9	19,2	20,1
IRL	6,6	7,2	8,2	9,0	13,6
GRE ^{2,6}	4,2	5,8	6,8	7,5	10,5
ESP	4,9	6,7	8,3	9,5	8,8
POR	3,3	4,2	4,7	8,7	9,3
SWE ²	13,8	14,7	16,5	15,7	15,7
FIN	13,4	20,2	21,8	20,8	18,6
AUT ³		8,3	12,0	14,2	15,8
EU-15	9,4	10,1	10,6	11,8	13,0
CZE	4,4	4,7	8,4	9,9	12,5
POL	4,9	4,6	4,5	4,8	6,3
SVK	6,6	5,9	5,4	6,7	6,4
SLO	10,4	8,9	8,9	12,4	14,1
HUN	4,8	5,7	5,5	7,5	8,2
EST		5,4	6,5	7,7	8,2
SUI ^{1,5,7}	12,2	12,5	12,0	15,3	15,7
ISL ^{2,8}	11,4	15,3	19,5	18,8	15,4
NOR ²	11,0	10,9	12,5	13,9	15,3
TUR	0,9	1,3	2,2	3,2	4,1
CAN ⁹	9,8	10,6	12,6	12,6	11,9
MEX ^{2,9}	0,9	1,0	1,9	1,5	1,1
CHI				1,5	1,8
JPN	12,4	13,3	13,5	13,2	13,3
KOR	7,3	6,2	9,1	13,5	16,4
CHN	1,1	1,2	1,8	3,3	4,7
TPE		10,7	14,4	19,1	21,1
SIN ¹⁰		8,5	11,6	11,8	12,0
AUS ^{1,5}	9,9	10,0	11,4	12,6	
NZL ^{2,8}	5,8	6,9	8,7	10,1	10,5
RSA ^{4,9}		1,3	1,7	1,6	1,9

1) 1996 statt 1995. - 2) 1999 statt 2000. - 3) 1998 statt 2000. - 4) 2001 statt 2000. - 5) 2004 statt 2005.

6) 2011 statt 2010. 7) 2012 statt 2010. - 8) 2009 statt 2010. - 9) 2013 statt 2015. - 10) 2014 statt 2015.

Änderung der Datenerfassung zwischen 2000 und 2005: GBR, NED, DEN, HUN, CZE.

Änderung der Datenerfassung zwischen 2005 und 2010: DEN, ESP, POR, SWE, SLO, JPN, KOR, CHN.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2017/1). – Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.8.1: FuE-Personalintensität¹⁾ in den Bundesländern nach durchführendem Sektor 2001 bis 2015

Bundesland	Insgesamt (alle Sektoren)								Wirtschaft							
	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Baden-Württemberg	190	195	200	208	215	239	242	259	137	142	150	157	158	176	179	195
Bayern	158	152	155	151	160	166	166	181	122	116	119	110	114	119	117	131
Berlin	178	159	152	148	163	180	178	190	87	69	60	54	60	66	64	73
Brandenburg	49	44	45	49	55	70	72	77	17	12	12	15	15	24	24	29
Bremen	159	181	154	159	171	184	195	219	75	79	58	58	59	64	69	78
Hamburg	117	129	126	133	139	154	159	170	57	69	67	70	75	79	80	87
Hessen	139	132	130	146	151	155	148	163	106	100	100	113	115	115	108	122
Mecklenburg-Vorpommern	45	47	49	52	61	76	71	75	7	10	10	14	20	26	18	21
Niedersachsen	104	101	96	106	103	117	121	129	64	60	59	64	61	70	72	80
Nordrhein-Westfalen	93	90	89	94	99	109	107	115	52	49	49	54	57	62	60	64
Rheinland-Pfalz	86	81	74	82	89	92	96	106	61	58	51	58	62	61	64	74
Saarland	56	60	58	70	70	82	88	95	18	20	18	26	28	34	36	40
Sachsen	95	91	90	106	113	126	132	139	48	41	42	50	49	54	52	59
Sachsen-Anhalt	47	48	49	52	59	65	70	67	14	13	15	17	20	22	23	21
Schleswig-Holstein	59	54	55	57	63	71	76	75	25	22	23	25	27	33	37	38
Thüringen	75	73	78	80	87	94	98	102	41	37	40	41	44	45	46	49
Deutschland	119	116	115	121	128	139	141	152	76	73	74	77	79	86	86	96
ostdeutsche Länder	89	84	83	89	97	110	113	120	41	34	33	36	38	43	42	47
westdeutsche Länder	127	125	124	130	136	146	148	159	86	84	85	88	90	97	97	108
nordwestdeutsche Länder*	96	94	91	97	101	112	113	120	53	51	51	55	56	62	62	68
südwestdeutsche Länder**	154	151	153	158	165	176	177	192	114	112	115	117	120	127	127	141

Bundesland	Hochschulen								außeruniversitäre Einrichtungen***							
	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Baden-Württemberg	30	30	28	29	33	36	37	36	23	23	22	23	24	26	26	27
Bayern	22	22	19	24	28	28	30	30	14	15	16	16	18	19	20	20
Berlin	45	42	43	43	50	52	51	55	46	48	48	51	54	63	63	62
Brandenburg	11	11	11	12	14	17	18	18	21	21	22	23	25	29	30	31
Bremen	48	61	53	53	58	60	60	64	36	40	42	48	54	60	67	77
Hamburg	33	34	31	35	37	43	45	47	28	26	28	28	28	32	35	35
Hessen	24	22	20	22	24	26	27	26	9	10	10	11	12	14	14	14
Mecklenburg-Vorpommern	22	20	21	19	20	26	28	27	16	17	18	19	21	25	25	26
Niedersachsen	23	23	19	23	24	27	28	28	17	17	18	18	18	20	20	21
Nordrhein-Westfalen	25	25	23	24	26	29	29	31	16	16	16	16	17	18	19	20
Rheinland-Pfalz	19	17	16	16	18	21	23	23	7	6	7	8	9	10	9	10
Saarland	26	27	26	26	23	26	30	31	12	13	14	18	19	21	22	24
Sachsen	28	28	27	31	36	39	44	43	19	22	22	25	28	34	35	36
Sachsen-Anhalt	20	20	19	19	21	23	25	24	13	15	14	16	18	20	22	23
Schleswig-Holstein	17	17	16	17	19	21	20	20	17	15	16	15	17	17	19	18
Thüringen	20	21	22	22	24	28	31	31	14	15	16	17	19	21	22	22
Deutschland	25	25	23	25	28	30	31	32	18	18	19	19	21	23	23	24
ostdeutsche Länder	26	25	25	26	30	33	35	36	23	24	25	27	29	34	36	36
westdeutsche Länder	25	25	22	25	27	29	30	31	16	16	17	17	18	20	20	21
nordwestdeutsche Länder*	25	25	23	25	26	29	29	31	18	17	18	18	19	20	21	22
südwestdeutsche Länder**	25	24	22	24	28	29	31	31	15	15	16	17	18	19	20	20

1) FuE-Personal (VZÄ) im jeweiligen Sektor je 10.000 Erwerbspersonen.

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

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

***) Öffentliche und öffentlich geförderte Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Statistische Ämter des Bundes und der Länder: VGR der Länder – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.8.2: FuE-Aufwandsintensität¹⁾ in den Bundesländern nach durchführendem Sektor 2001 bis 2015

Bundesland	Insgesamt (alle Sektoren)								Wirtschaft							
	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Baden-Württemberg	3,70	3,76	4,08	4,17	4,61	4,80	4,80	4,94	2,92	2,97	3,27	3,39	3,66	3,88	3,87	4,02
Bayern	2,91	3,00	2,89	2,82	3,06	3,01	3,16	3,16	2,33	2,41	2,32	2,22	2,36	2,30	2,41	2,44
Berlin	3,77	3,65	3,48	3,03	3,37	3,33	3,57	3,55	2,06	1,85	1,69	1,25	1,38	1,30	1,50	1,47
Brandenburg	1,44	1,18	1,17	1,22	1,39	1,65	1,55	1,64	0,53	0,34	0,29	0,32	0,35	0,53	0,45	0,60
Bremen	2,12	2,63	2,15	2,15	2,61	2,68	2,67	2,79	1,04	1,35	0,90	0,86	0,96	0,97	1,01	1,02
Hamburg	1,37	1,71	1,77	1,80	2,11	2,18	2,32	2,24	0,71	1,03	1,06	1,08	1,18	1,23	1,33	1,26
Hessen	2,30	2,46	2,46	2,49	2,97	2,90	2,83	2,82	1,86	2,01	2,00	2,03	2,36	2,26	2,18	2,15
Mecklenburg-Vorpommern	1,16	1,30	1,45	1,37	1,80	2,04	1,83	1,87	0,18	0,27	0,31	0,39	0,57	0,67	0,48	0,60
Niedersachsen	2,39	2,80	2,19	2,41	2,63	2,74	2,84	3,45	1,71	2,05	1,46	1,67	1,74	1,88	1,92	2,53
Nordrhein-Westfalen	1,69	1,74	1,72	1,70	1,94	1,96	1,94	1,95	1,06	1,06	1,06	1,07	1,17	1,18	1,11	1,13
Rheinland-Pfalz	1,90	1,73	1,66	1,78	1,98	1,99	2,13	2,35	1,43	1,24	1,17	1,32	1,45	1,40	1,54	1,79
Saarland	0,99	1,06	1,01	1,03	1,25	1,47	1,42	1,54	0,37	0,39	0,31	0,42	0,50	0,53	0,55	0,64
Sachsen	2,39	2,23	2,35	2,58	2,72	2,80	2,74	2,72	1,20	1,03	1,08	1,34	1,19	1,21	1,11	1,19
Sachsen-Anhalt	1,27	1,18	1,20	1,17	1,36	1,47	1,42	1,39	0,34	0,29	0,35	0,35	0,44	0,42	0,42	0,37
Schleswig-Holstein	1,12	1,10	1,14	1,17	1,27	1,41	1,47	1,47	0,52	0,49	0,52	0,53	0,57	0,68	0,75	0,77
Thüringen	2,05	1,89	1,87	1,87	2,16	2,12	2,20	2,01	1,10	1,01	0,98	0,96	1,05	0,98	1,05	0,97
Deutschland	2,39	2,46	2,43	2,45	2,73	2,80	2,83	2,92	1,67	1,72	1,68	1,71	1,84	1,89	1,91	2,01
ostdeutsche Länder	2,31	2,17	2,17	2,11	2,37	2,45	2,47	2,46	1,11	0,97	0,94	0,91	0,95	0,96	0,96	1,00
westdeutsche Länder	2,39	2,51	2,46	2,50	2,79	2,85	2,89	3,00	1,77	1,85	1,81	1,85	2,00	2,06	2,07	2,19
nordwestdeutsche Länder*	1,78	1,95	1,80	1,84	2,08	2,14	2,17	2,31	1,13	1,24	1,10	1,16	1,25	1,30	1,29	1,43
südwestdeutsche Länder**	2,90	2,96	3,01	3,04	3,38	3,43	3,48	3,55	2,29	2,35	2,39	2,42	2,63	2,67	2,70	2,79

Bundesland	Hochschulen								außeruniversitäre Einrichtungen***							
	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Baden-Württemberg	0,39	0,41	0,41	0,40	0,52	0,53	0,52	0,51	0,39	0,37	0,40	0,37	0,43	0,40	0,42	0,41
Bayern	0,35	0,36	0,31	0,35	0,41	0,42	0,43	0,41	0,23	0,24	0,26	0,26	0,29	0,29	0,32	0,31
Berlin	0,74	0,78	0,76	0,77	0,85	0,87	0,84	0,89	0,97	1,01	1,03	1,00	1,14	1,16	1,23	1,20
Brandenburg	0,28	0,29	0,27	0,26	0,32	0,35	0,36	0,34	0,63	0,55	0,61	0,64	0,72	0,76	0,74	0,70
Bremen	0,52	0,67	0,63	0,58	0,75	0,74	0,70	0,68	0,56	0,61	0,62	0,71	0,90	0,97	0,97	1,09
Hamburg	0,34	0,35	0,37	0,33	0,49	0,50	0,51	0,51	0,33	0,33	0,33	0,40	0,45	0,46	0,47	0,46
Hessen	0,29	0,29	0,30	0,31	0,39	0,42	0,42	0,43	0,14	0,16	0,15	0,15	0,22	0,22	0,23	0,24
Mecklenburg-Vorpommern	0,51	0,50	0,51	0,41	0,53	0,66	0,64	0,65	0,48	0,53	0,62	0,56	0,70	0,71	0,71	0,63
Niedersachsen	0,37	0,44	0,40	0,41	0,49	0,49	0,52	0,53	0,30	0,31	0,33	0,33	0,41	0,38	0,39	0,39
Nordrhein-Westfalen	0,37	0,42	0,41	0,38	0,46	0,47	0,49	0,50	0,27	0,26	0,25	0,25	0,30	0,31	0,33	0,32
Rheinland-Pfalz	0,33	0,34	0,33	0,32	0,37	0,42	0,43	0,41	0,14	0,15	0,16	0,14	0,16	0,17	0,17	0,15
Saarland	0,41	0,43	0,41	0,33	0,38	0,52	0,46	0,52	0,22	0,24	0,29	0,28	0,37	0,42	0,41	0,38
Sachsen	0,60	0,60	0,62	0,58	0,69	0,74	0,82	0,76	0,59	0,60	0,65	0,66	0,83	0,85	0,81	0,78
Sachsen-Anhalt	0,53	0,51	0,44	0,40	0,44	0,49	0,50	0,54	0,40	0,38	0,41	0,42	0,48	0,56	0,50	0,49
Schleswig-Holstein	0,31	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,35	0,36	0,30	0,31	0,30	0,31	0,34	0,36	0,37	0,34
Thüringen	0,52	0,50	0,49	0,48	0,59	0,62	0,63	0,58	0,43	0,39	0,39	0,43	0,53	0,52	0,52	0,46
Deutschland	0,39	0,42	0,40	0,39	0,48	0,50	0,50	0,50	0,33	0,33	0,34	0,34	0,40	0,41	0,42	0,41
ostdeutsche Länder	0,56	0,57	0,55	0,53	0,62	0,66	0,68	0,67	0,64	0,64	0,67	0,67	0,80	0,83	0,83	0,79
westdeutsche Länder	0,36	0,39	0,37	0,37	0,45	0,47	0,47	0,47	0,27	0,27	0,28	0,28	0,33	0,33	0,35	0,34
nordwestdeutsche Länder*	0,36	0,42	0,40	0,38	0,47	0,48	0,50	0,50	0,29	0,29	0,29	0,30	0,36	0,36	0,38	0,37
südwestdeutsche Länder**	0,35	0,36	0,35	0,36	0,44	0,46	0,45	0,45	0,25	0,26	0,27	0,26	0,31	0,30	0,32	0,32

1) Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt nach ESVG 2010 in %.

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

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

***) Öffentliche und öffentlich geförderte Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Statistische Ämter des Bundes und der Länder: VGR der Länder – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Abkürzungsverzeichnis

\$	US-Dollar
%	Prozent
€	Euro
Abb.	Abbildung
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen
ANBERD	Analytical Business Expenditure on Research and Development
AUS	Australien
AUT	Österreich
BEL	Belgien
BERD	Business Expenditure on Research and Development
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
BRA	Brasilien
BRICS	Vereinigung der Gruppe Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika
BUL	Bulgarien
CAN	Kanada
CHI	Chile
CHN	China
CIS	Community Innovation Survey
CWS	Center für Wirtschaftspolitische Studien
CZE	Tschechische Republik
DEN	Dänemark
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DV	Datenverarbeitung
DZHW	Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung
ESA	European Space Agency
ESP	Spanien
EST	Estland
ESVG	Europäischen System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung
EU	Europäische Union
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft
FhG-ISI, Fraunhofer ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
FIN	Finnland
FODI	Foreign ownership of domestic inventions
FRA	Frankreich
FS	Fachserie
FuE	Forschung und experimentelle Entwicklung
GBR	Großbritannien und Nordirland
GER	Deutschland
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
GRE	Griechenland
HUN	Ungarn
IfG	Institute für Gemeinschaftsforschung und experimentelle Entwicklung
IMD	Institute für Management Development, Lausanne
IND	Indien
IRL	Republik Irland
ISI	siehe FhG-ISI
ISIC	International Standard Industrial Classification
ISL	Island
ISR	Israel

ITA	Italien
IuK	Information und Kommunikation
JPN	Japan
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
KOR	Republik Korea
LVA	Lettland
LTU	Litauen
LUX	Luxemburg
MEDI	Gruppe mitteleuropäischer Länder (BEL, NED, SUI, AUT)
MEX	Mexiko
Mio.	Million
Mrd.	Milliarde
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MSTI	Main Science & Technology Indicators
NED	Niederlande
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
NOR	Norwegen
NORD	Gruppe nordeuropäischer Länder (SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL)
NZL	Neuseeland
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
POL	Polen
POR	Portugal
R&D	Research and Development
RSA	Republik Südafrika
RUS	Russland
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
SIN	Singapur
SLO	Slowenien
SNA	System of National Accounts
STAN	Structural Analysis Database
SUED	Gruppe südeuropäischer Länder (ITA, POR, ESP, GRE)
SUI	Schweiz
SV Wissenschaftsstatistik	Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
SV	Stifterverband
SVK	Slowakische Republik
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
TPE	Taiwan
Tsd.	Tausend
TUR	Türkei
u. a.	unter anderem, und andere
USA	United States of America
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VZÄ	Vollzeitäquivalente
WZ	Klassifikation der Wirtschaftszweige
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung