

CWS

Center für Wirtschaftspolitische Studien

des Instituts für Wirtschaftspolitik



Leibniz
Universität
Hannover

DIW BERLIN



STIFTERVERBAND

Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft

- Deutschland im internationalen Vergleich -

Birgit Gehrke, Ulrich Schasse
(Center für Wirtschaftspolitische Studien)

Heike Belitz
(Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung)

Verena Eckl, Gero Stenke
(Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband)

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 2-2020

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

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
Mohrenstraße 58, 10117 Berlin
www.diw.de

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

Februar 2020

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. 2-2020
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 Datengrundlage	12
1.4 Das weitere Vorgehen.....	16
2 FuE in Wirtschaft und Staat	17
2.1 FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen im internationalen Vergleich.....	17
2.1.1 Gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen und -Intensitäten	17
2.1.2 FuE in der Wirtschaft, in Hochschulen und Forschungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen.....	22
2.1.3 Staatliche Budgets für FuE	24
2.1.4 Art der FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen	25
2.2 FuE in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen in Deutschland....	28
3 FuE in kleinen und mittelgroßen Unternehmen	33
3.1 Die Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen für FuE im internationalen Vergleich.....	33
3.2 FuE in kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland.....	35
4 Sektorale Struktur des FuE-Einsatzes	41
4.1 Sektorale FuE-Strukturen im internationalen Vergleich.....	41
4.2 Sektorale FuE-Strukturen in Deutschland.....	44
4.2.1 Sektorale Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland	45
4.2.2 FuE-Intensitäten in der Industrie.....	46
4.2.3 FuE-Intensitäten im Dienstleistungssektor	49
4.2.4 FuE-Aufwendungen in forschungsintensiven Wirtschaftszweigen nach Produktgruppen	50
5 Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Staat.....	52

5.1	Die Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich.....	52
5.2	Die Finanzierung von FuE in der deutschen Wirtschaft	54
6	FuE-Personaleinsatz.....	58
6.1	FuE-Personaleinsatz im internationalen Vergleich	58
6.2	Struktur des FuE-Personaleinsatzes in der deutschen Wirtschaft	62
6.3	Qualifikation und Altersstruktur des FuE-Personals in der deutschen Wirtschaft.....	65
6.4	Internationalität des FuE-Personals und Fachkräfteengpässe in der deutschen Wirtschaft	67
7	Externe FuE-Aufwendungen und FuE-Kooperationen	70
7.1	FuE-Kooperationen im internationalen Vergleich	70
7.2	Externe FuE in Deutschland.....	73
8	Regionale Verteilung von FuE in Deutschland.....	78
8.1	Entwicklung des FuE-Personals in den Regionen.....	78
8.2	Regionale Struktur des FuE-Personals in der Wirtschaft.....	81
9	FuE deutscher multinationaler Unternehmen im In- und Ausland.....	83
9.1	Umfang und Auslandsanteil	83
9.2	Branchen	84
9.3	Zielländer	87
9.4	FuE im Ausland – ein Vergleich mit Unternehmen aus den USA und Schweden.....	89
10	FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland.....	91
10.1	Umfang und Anteil.....	91
10.2	Branchen	91
10.3	Herkunftsländer.....	94
10.4	FuE-Personalintensität	97
10.5	Unternehmensgrößenklassen.....	99
10.6	FuE ausländischer Unternehmen im Inland – ein internationaler Vergleich.....	100
11	Zusammenfassung, aktuelle Entwicklungen und Ausblick.....	103
11.1	FuE-Indikatoren im Überblick	103
11.2	Zur aktuellen Entwicklung in Deutschland und Ausblick.....	107
12	Literaturverzeichnis.....	112
	Anhang	118
	Abkürzungsverzeichnis	139

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1.1:	Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern 1997 bis 2017	7
Abb. 1.1.2:	Verteilung der Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2017 (in Prozent).....	9
Abb. 2.1.1:	FuE-Intensität und FuE-Ausgaben in ausgewählten OECD-Ländern und China 1995 bis 2018.....	18
Abb. 2.1.2:	Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen im internationalen Vergleich 1995 bis 2017	19
Abb. 2.1.3:	FuE-Intensität* in den OECD-Ländern und China 2017	21
Abb. 2.1.4:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen im internationalen Vergleich 1995 bis 2017	23
Abb. 2.1.5:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen in konstanten Preisen im internationalen Vergleich 1995 bis 2017	23
Abb. 2.1.6:	Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE im internationalen Vergleich 2001 bis 2018.....	24
Abb. 2.2.1:	FuE-Aufwendungen in Prozent des Bruttoinlandsprodukts in Deutschland 1995 bis 2018.....	29
Abb. 3.1.1:	Interne FuE-Ausgaben des Wirtschaftssektors nach Beschäftigtengrößenklassen 2017* im internationalen Vergleich.....	34
Abb. 3.1.2:	Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen im europäischen Vergleich 2010 bis 2016 in (in Prozent).....	35
Abb. 3.2.1:	Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal der Unternehmen in Deutschland 1995 bis 2017 (in Prozent).....	36
Abb. 3.2.2:	FuE-Intensität forschender Unternehmen in Deutschland 2009 und 2017 nach Unternehmensgrößenklassen (in Prozent).....	36
Abb. 4.1.1:	Verteilung der internen FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2017 ¹⁾ im internationalen Vergleich	42
Abb. 4.1.2:	Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit in Deutschland im internationalen Vergleich 2017.....	44
Abb. 4.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2011 bis 2017	47
Abb. 4.2.2:	Gesamte FuE-Aufwendungen in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2011 bis 2017	49
Abb. 5.2.1:	Staatliche FuE-Finanzierungsanteile an den FuE-Aufwendungen bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1995 bis 2017 (in Prozent).....	57
Abb. 6.1.1:	Gesamtes FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2017 im internationalen Vergleich.....	58
Abb. 6.1.2:	Wissenschaftliches FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2017 im internationalen Vergleich	60
Abb. 7.1.1:	Finanzierungsanteil der Wirtschaft an den FuE-Aufwendungen in öffentliche Einrichtungen 2017 (in Prozent)	71
Abb. 7.1.2:	FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen 2017	72

Abb. 7.2.1:	Anteil externer FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland 1995 bis 2017 an den gesamten FuE-Aufwendungen (in Prozent).....	74
Abb. 7.2.2:	Externe FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Auftragnehmern 2003 bis 2017 (in Mrd. Euro).....	75
Abb. 7.2.3:	Verteilung der externen FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Auftragnehmern 2003 bis 2017 (in Prozent).....	75
Abb. 8.1.1:	FuE-Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Einrichtungen in deutschen Regionen 1995 bis 2017	80
Abb. 9.1.1:	FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland 1997 bis 2017.....	84
Abb. 9.2.1:	FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland in ausgewählten Branchen 2003 und 2017.....	86
Abb. 9.2.2:	Entwicklung der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland in ausgewählten Branchen 2003 bis 2017	87
Abb. 9.3.1:	FuE-Aufwand deutscher Unternehmen in ausgewählten Zielländern 2005-2017.....	88
Abb. 9.3.2:	Anteile ausgewählter Länder und Regionen im Ausland an den gewichteten Patentanmeldungen der forschungsstärksten deutschen Unternehmen 2012-2014.....	89
Abb. 9.4.1:	FuE-Aufwendungen deutscher, US-amerikanischer und schwedischer Unternehmen im In- und Ausland 1997 bis 2017	90
Abb. 10.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen nach Branchen 2005 bis 2017	92
Abb. 10.2.2:	Anteile ausländischer Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen der FuE-intensiven Industrien und Dienstleistungen in Deutschland 2013 – 2017	93
Abb. 10.2.3:	Branchenstruktur der internen FuE-Aufwendungen ausländischer und deutscher Unternehmen 2009 und 2017	93
Abb. 10.3.1:	Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland nach Herkunftsländern 2017	95
Abb. 10.3.2:	Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland nach Herkunftsregionen 2005, 2011 und 2017	96
Abb. 10.4.1:	FuE-Personalintensität deutscher und ausländischer Unternehmen in Deutschland 1993 - 2017.....	97
Abb. 10.4.2:	FuE-Personalintensität deutscher und ausländischer Unternehmen in ausgewählten Branchen in Deutschland 2003 - 2017	98
Abb. 10.5.1:	Anteil der ausländischen Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen nach Unternehmensgrößenklassen in Deutschland 2011 und 2017.....	99
Abb. 10.5.2:	Veränderung des FuE-Personals in deutschen und ausländischen Unternehmen nach Größenklassen 2011 – 2017.....	100
Abb. 10.6.1:	Anteil ausländischer Unternehmen an den privaten FuE-Aufwendungen in ausgewählten Ländern 2003 und 2016.....	101
Abb. 10.6.2:	FuE-Aufwendungen einheimischer und ausländischer Unternehmen in Relation zum BIP 2016.....	101
Abb. 10.6.3:	FuE-Aufwendungen einheimischer und ausländischer Unternehmen in Relation zum BIP in ausgewählten Ländern 2003 - 2016.....	102
Abb. 11.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen* 2012 bis 2018	111

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.3.1:	NIW/ISI/ZEW-Liste forschungsintensiver Industrien 2012 in dreistelliger Wirtschaftsgliederung (WZ 2008)	15
Tab. 2.1.1:	Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 2000 bis 2017 (in Prozent)	20
Tab. 2.1.2:	Struktur der staatlichen zivilen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2007 und 2017 (Anteile in Prozent)	25
Tab. 2.1.3:	FuE-Aufwendungen in ausgewählten Ländern nach Art der FuE 2017 (Anteile in Prozent)	26
Tab. 2.1.4:	FuE-Aufwendungen in ausgewählten Ländern nach durchführenden Sektoren und Art der FuE 2017 (Anteile in Prozent)	27
Tab. 2.2.1:	FuE-Aufwendungen und -Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Forschungseinrichtungen 2014 bis 2018	30
Tab. 2.2.2:	Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1995 bis 2017	32
Tab. 3.2.1:	FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen der Unternehmen 1995 bis 2017	37
Tab. 3.2.2:	FuE-Personalintensität von forschenden Unternehmen nach Größenklassen, Wirtschaftszweigen und Technologieklassen 2017	39
Tab. 4.1.1:	Struktur der FuE-Ausgaben 2017 in ausgewählten OECD-Ländern	43
Tab. 4.2.1:	Verteilung der internen FuE-Ausgaben und des FuE-Personals nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen 2011 bis 2017	46
Tab. 4.2.2:	Interne FuE-Aufwendungen 2017 in forschungsintensiven Industriezweigen und wissensintensiven Dienstleistungen nach Erzeugnisbereichen, für die FuE durchgeführt wird	51
Tab. 5.1.1:	Verteilung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2007 und 2017	53
Tab. 5.1.2:	Verteilung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft (BERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2007 und 2017	54
Tab. 5.2.1:	Finanzierung der gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017	56
Tab. 6.1.1:	Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen im internationalen Vergleich 1995 bis 2017 (in Prozent)	59
Tab. 6.1.2:	Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2007 und 2017 (in Prozent)	61
Tab. 6.2.1:	FuE-Personalstruktur in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen 2017	63
Tab. 6.2.2:	Frauenanteil an den in FuE beschäftigten Personen nach Personengruppen, Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2007 und 2017	64
Tab. 6.3.1	Anteil einzelner Fachrichtungen am wissenschaftlichen FuE-Personal im Jahr 2017 (in Prozent)	66
Tab. 6.3.2	Verteilung des FuE-Personals im Jahr 2017 nach Altersklassen (in Prozent)	67

Tab. 6.4.1	Staatsangehörigkeit des wissenschaftlichen FuE-Personals im Jahr 2017 (in Prozent).....	68
Tab. 7.2.1:	Bedeutung und Struktur von externer FuE der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017	77
Tab. 8.2.1:	Kennziffern zum FuE-Personal in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgebieten 2017	82
Tab. 9.1.1:	Weltweite FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten deutschen Unternehmen 2005, 2013, 2015 und 2017	83
Tab. 9.2.1:	Globale FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen und Auslandsanteile nach Branchen 2003 bis 2017	85
Tab. 10.1.1:	FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland 1993 bis 2017	91
Tab. 10.2.1:	Anteil ausländischer Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen in ausgewählten Branchen 2003 bis 2017	94
Tab. 11.2.1:	Interne FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen 2017 und 2018.....	108
Tab. 11.2.2:	FuE-Personal in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen 2017 und 2018.....	109

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A.2.1:	FuE-Intensität in OECD-Ländern und ausgewählten Schwellenländern (BRICS) 1995 bis 2018	118
Tab. A.2.2:	Durchführung von FuE im internationalen Vergleich 1995 bis 2017	120
Tab. A.2.3:	Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchgeführten Sektoren im internationalen Vergleich 2007 und 2017	121
Tab. A.2.4:	FuE-Aufwendungen in ausgewählten Ländern nach Art der FuE und durchführendem Sektor 2017 (Anteile in Prozent)	122
Tab. A.3.1:	FuE-Beteiligung und FuE-Personalintensität der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen 2017	123
Tab. A.3.2:	Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE nach Beschäftigtengrößenklassen 2016 im internationalen Vergleich	123
Tab. A.4.1:	FuE-Intensitäten der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 1995 bis 2007 nach der bis 2007 geltenden Wirtschaftsgliederung*	124
Tab. A.4.2:	FuE-Aufwandsintensität der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung.....	126
Tab. A.4.3:	FuE-Personalintensität der Unternehmen 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung	128
Tab. A.4.4:	Verteilung der internen FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals in der Wirtschaft in Deutschland 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung	130
Tab. A.5.1:	Beitrag des Staates zur Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft nach Ländern und Ländergruppen 1995 bis 2017 (Anteile in Prozent).....	132
Tab. A.5.2:	Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen nach Ländern und Ländergruppen 1995 bis 2017 (in Prozent).....	133

Tab. A.5.3:	Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017	135
Tab. A.6.1:	FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen nach Ländern und Ländergruppen 1995 bis 2017	136
Tab. A.8.1:	FuE-Aufwandsintensität in den Bundesländern nach durchführendem Sektor 2001 bis 2017	137
Tab. A.8.2:	FuE-Personalintensität in den Bundesländern nach durchführendem Sektor 2001 bis 2017	138

0 Wichtiges in Kürze

Nach dem starken Anstieg im Jahr 2017 ist auch für 2018 ein weiterer Zuwachs der deutschen FuE-Aufwendungen in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen zu beobachten. Insgesamt sind die FuE-Aufwendungen 2018 gegenüber dem Vorjahr um 5,2 Prozent auf 104,8 Mrd. Euro gestiegen. Die FuE-Intensität entspricht 3,13 Prozent des Bruttoinlandsprodukts und ist gegenüber dem Vorjahr (3,06 Prozent) weiter gestiegen. Gleichzeitig stieg das FuE-Personal (in Vollzeitäquivalenten) um 2,9 Prozent auf 706.600 Personen. Insgesamt ist der Zuwachs der deutschen FuE-Kapazitäten geringer ausgefallen als im Vorjahr.

Die deutsche Wirtschaft hat im Jahr 2018 Aufwendungen im Umfang von 72,1 Mrd. Euro für interne FuE-Aktivitäten aufgewendet, dies entspricht 68,8 Prozent der gesamten deutschen FuE-Aufwendungen und bedeutet eine Steigerung um 4,8 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Die Wirtschaft hat 2018 mit fast 451.000 Personen (in Vollzeitäquivalenten gerechnet) 63,8 Prozent des gesamten FuE-Personals in Deutschland beschäftigt. Der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr betrug 3,3 Prozent.

Im Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen umfassenden öffentlichen Sektor wurden im Jahr 2018 nach aktuellen Schätzungen Mittel in Höhe von 32,7 Mrd. Euro für die Durchführung von FuE aufgewendet. Damit entfallen 17,7 Prozent aller FuE-Aufwendungen in Deutschland auf die Hochschulforschung, 13,5 Prozent auf Einrichtungen außerhalb der Hochschulen. Das dafür eingesetzte FuE-Personal entsprach mit 255.500 Personen 36,2 Prozent des gesamten FuE-Personals in Deutschland. Gegenüber dem Vorjahr ist das FuE-Personal in Hochschulen um 2,5 Prozent und in wissenschaftlichen Einrichtungen um 2,0 Prozent gewachsen.

Im internationalen Vergleich zählt Deutschland mit 3,1 Prozent zu den Ländern mit den höchsten *FuE-Intensitäten*. Es liegt zwar weiterhin hinter den Konkurrenten Korea (4,6 Prozent), Israel (4,5 Prozent), der Schweiz und Schweden (jeweils 3,4 Prozent), aber vor den USA (2,8 Prozent) und Finnland (2,8 Prozent), das bis zu Beginn dieses Jahrzehnts noch die höchste FuE-Intensität in Europa aufwies. Aktuell reicht Deutschland damit fast an Österreich und Japan (3,2 Prozent) heran.

Mittelfristig ist die FuE-Intensität in den meisten betrachteten Ländern gestiegen, im Durchschnitt der OECD-Länder von 2,2 Prozent im Jahr 2007 auf 2,4 Prozent in 2017.

Im gleichen Zeitraum hat China seine FuE-Intensität von 1,4 Prozent auf 2,1 Prozent (seit 2015) massiv gesteigert. China liegt damit vor Ländern wie Großbritannien (1,7 Prozent) und Kanada (1,6 Prozent). Auch wenn das FuE-Wachstum Chinas zuletzt von rund 17 Prozent p.a. auf unter 10 Prozent gesunken ist, werden die FuE-Aufwendungen Chinas absolut nur noch von den USA übertroffen.

Aktuell hat Korea die höchste FuE-Steigerung zu verzeichnen, hier ist die FuE-Intensität zuletzt von 4,2 Prozent (2016) auf 4,6 Prozent gestiegen. Deutschland zählt mit einer Zunahme der FuE-Intensität von 2,4 Prozent Mitte des letzten Jahrzehnts auf 3,1 Prozent zu den Ländern mit überdurchschnittlicher FuE-Steigerung.

Die Länder Mittel- und Osteuropas haben mit dieser Entwicklung nicht mithalten können. Sie konnten ihre FuE-Intensität zwar mittelfristig bis 2013 steigern, seitdem ist die Situation trotz leichter Zuwächse in 2017 insgesamt eher durch Stagnation gekennzeichnet. In den EU-Ländern Südeuropas stagniert die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität weitgehend auf niedrigem Niveau zwischen 1,0 Prozent und 1,4 Prozent. Leichte Verbesserungen sind in Italien und Griechenland erkennbar. In Finnland ist die FuE-Intensität auf hohem Niveau bis 2016 rückläufig gewesen. 2018 ist erstmals wieder ein leichter

Zuwachs auf 2,8 Prozent zu erkennen. Auch in Schweden ist die FuE-Intensität wieder leicht auf 3,4 Prozent gestiegen.

Von den BRICS-Ländern weist neben China zuletzt nur Brasilien eine auf niedrigem Niveau bis 2015 steigende FuE-Intensität auf. In Indien, Russland und in der Südafrikanischen Republik deutet nichts auf eine Intensivierung der FuE-Tätigkeit hin.

Der *FuE-Schwerpunkt* der deutschen Wirtschaft liegt traditionell im Bereich der Hochwertigen Technik (v.a. Automobilbau, Maschinenbau, Chemie) mit über der Hälfte der internen FuE-Aufwendungen und hat mittelfristig zulasten des Spitzentechnologiesektors mit gut einem Fünftel an Gewicht gewonnen. Hauptverantwortlich hierfür war die Ausweitung der FuE-Kapazitäten in der Automobilindustrie, die über 37 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft ausmachen und deren FuE-Intensität nach 2015 über diejenige des Luft- und Raumfahrzeugbaus gestiegen ist. Gleichzeitig hat der Spitzentechnologiebereich bis 2017 an FuE-Gewicht verloren, vor allem aufgrund der Entwicklung bei den Herstellern von Datenverarbeitungstechnik, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie des Luft- und Raumfahrzeugbaus. Anders als in den Vorjahren hat die Spitzentechnologie im Jahr 2018 deutlich stärker zugelegt als die Hochwertige Technik. Überdurchschnittliche Zuwächse hat es vor allem beim Luft- und Raumfahrzeugbau, in der pharmazeutischen Industrie und bei den Herstellern von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen gegeben. Der FuE-Schwerpunkt im Bereich der Hochwertigen Technik basiert vor allem auf der besonderen Stärke des Automobilbaus, der seinen Anteil an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 2018 weiter auf 37,6 Prozent gesteigert hat. Maschinenbau und chemische Industrie hingegen haben ihre FuE-Aufwendungen 2018 nicht oder nur unterdurchschnittlich steigern können.

Forschungsintensive Dienstleistungen haben sich uneinheitlich entwickelt. Informations- und Kommunikationsdienstleistungen haben ihre FuE-Aufwendungen ebenso wie Anbieter wissenschaftlicher FuE weiter gesteigert. Ein deutlicher Rückgang ist hingegen bei den technisch-naturwissenschaftlichen Dienstleistungen festzustellen. Insgesamt liegt der Anteil forschungsintensiver Dienstleistungen 2018 weiter bei 12 Prozent.

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 Industrieunternehmen. „Branchenfremde“ FuE findet in stärkerem Maße nur bei wissensintensiven Dienstleistungen, den Herstellern von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie im Maschinenbau statt.

Deutschland ist nach Japan das Land mit der weltweit stärksten *Konzentration* der FuE-Kapazitäten in Großunternehmen mit mehr als 1.000 Beschäftigten, die in Deutschland 81 Prozent der internen FuE-Aufwendungen und 71 Prozent des FuE-Personals stellen.

Die *Finanzierung von FuE* erfolgt in Deutschland 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 rund 75 Prozent nur in Japan, Korea und China übertroffen. Im internationalen Vergleich finanziert die deutsche Wirtschaft relativ viel FuE, die in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen durchgeführt wird. Im Gegenzug ist der Anteil der öffentlichen Finanzierung an den FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft mit 3 Prozent vergleichsweise gering, was auch mit der Dominanz der Großunternehmen in Verbindung steht, deren FuE nur zu 1,4 Prozent aus staatlichen Mitteln finanziert wird. Bei kleinen Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten sind es hingegen über 22 Prozent. Das Ausland trägt in Deutschland trotz Steigerung auf 7 Prozent nur unterdurchschnittlich zur Finanzierung von FuE bei.

Die Ausweitung der FuE-Personalkapazitäten ist mit einer deutlichen Steigerung der FuE-Personalintensität einhergegangen: Mit 15,9 FuE-Beschäftigten je 1.000 Erwerbspersonen erreicht Deutschland im Jahr 2017 eine über dem Schnitt der EU-15 liegende FuE-Personalintensität, die auf gleichem Niveau wie die der Benelux-Länder, Österreichs und der Schweiz liegt. Parallel dazu ist der Anteil des wissenschaftlichen Personals am gesamten FuE-Personal auf lange Frist von 50 Prozent im Jahr 1995 auf fast 61 Prozent im Jahr 2017 gestiegen. Deutschland liegt damit aber immer noch unter dem EU-Durchschnitt von 64 Prozent.

Der Anteil der forschenden *Wissenschaftlerinnen* ist in Deutschland sowohl in der Wirtschaft als auch in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen seit 2005 auf insgesamt 28 Prozent gewachsen, liegt aber weiterhin deutlich unter dem europäischen Durchschnitt. Hauptursache hierfür ist der geringe Anteil der Wissenschaftlerinnen am FuE-Personal in der Wirtschaft, der zudem seit 2007 nur von 12 Prozent auf 15 Prozent gestiegen ist. In der Automobilindustrie verharrt der Anteil der Wissenschaftlerinnen unverändert bei nur 9 Prozent.

Formale Qualifikationen in Gestalt von Studienabschlüssen dienen als ein wichtiger Indikator für das fachliche Wissen des FuE-Personals. Während im Bereich der Hochwertigen Technik, insbesondere im Automobilbau, vor allem ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen gefragt sind, stellen forschungsintensive Dienstleistungen und Spitzentechnologiebranchen breitere Kompetenzanforderungen. Hier werden auch alle anderen hochqualifizierten MINT-Kompetenzen (IuK-Technik und IuK-Dienstleistungen, Naturwissenschaften) oder medizinische Kompetenzen (Pharma) stärker nachgefragt.

Vor dem Hintergrund des Ziels, bis zum Jahr 2025 insgesamt 3,5 Prozent des BIP für FuE aufzuwenden, ist davon auszugehen, dass auch der FuE-Personaleinsatz erheblich zu steigern ist. Neben zusätzlichem qualifizierten FuE-Personal im Umfang von weiteren 100.000 Stellen sind dabei auch die bis dahin ausscheidenden FuE-Beschäftigten zu ersetzen. Allein beim wissenschaftlichen Personal sind dies rund 32.000 Personen. Die Gewinnung zusätzlichen FuE-Personals aus dem Ausland kann zur Schließung dieser Lücke teilweise beitragen; der Anteil des wissenschaftlichen FuE-Personals mit ausländischer Staatsbürgerschaft ist in den letzten Jahren gestiegen. Letztlich bleiben die deutschen Unternehmen jedoch skeptisch, denn der Anteil der Unternehmen, die der Meinung sind, ihren Bedarf an FuE-Personal in den nächsten Jahren decken zu können, sinkt.

Der Anteil der FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft, die aufgrund von *FuE-Aufträgen oder FuE-Kooperationen* an andere Unternehmen, Hochschulen oder FuE-Einrichtungen im In- und Ausland fließen (externe FuE-Aufwendungen) liegt seit 2013 relativ konstant bei 22 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen und wird weitgehend von der Großindustrie bestimmt. Nachdem der Anteil des Auslands am gesamten externen FuE-Auftragsvolumen der deutschen Wirtschaft von 2009 bis 2013 von 19 Prozent auf 26 Prozent gestiegen ist, hat es danach einen leichten Rückgang auf 24 Prozent gegeben, der auf einen Rückgang der Auslandsaufträge an verbundene Unternehmen zurückzuführen ist. Ausländische FuE-Partner kommen vor allem im Bereich der Spitzentechnologie zum Tragen. Im Inland haben die Kooperationen mit anderen, unverbundenen Unternehmen weiter zugenommen. Der Anteil der Wissenschaft liegt nur noch bei 11 Prozent nach noch 22 Prozent im Jahr 2005.

Regionale Unterschiede im Hinblick auf die FuE-Intensität innerhalb Deutschlands werden weiterhin vor allem von wirtschaftsstrukturellen Gegebenheiten und der FuE-Neigung der Wirtschaft bestimmt. Dies betrifft in erster Linie die in Ostdeutschland fehlenden industriellen Großunternehmen. Deshalb verändert sich das zwischen West- und Ostdeutschland wie auch zwischen den südwestlichen und nordwestlichen Bundesländern bestehende FuE-Gefälle kurzfristig kaum und langfristig nur in sehr

kleinen Schritten. Der zuletzt zu beobachtende starke Zuwachs in der südwestdeutschen Wirtschaft hat zu einer Vergrößerung der Lücke zwischen Ost und West, aber auch zwischen Südwest und Nordwest geführt. Berücksichtigt man in einer Gesamtbetrachtung neben den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft die überdurchschnittliche Ausstattung der ostdeutschen Länder mit öffentlichen FuE-Einrichtungen, dann fällt die FuE-Personalintensität in Ostdeutschland genauso hoch aus wie in den nordwestdeutschen Ländern.

Im Jahr 2017 haben die forschungsstärksten deutsche Unternehmen weltweit 79 Mrd. Euro für FuE ausgegeben, darunter 30 Mrd. Euro im Ausland. Damit stieg der *Auslandsanteil* bei diesen Unternehmen auf 38 Prozent. Weil die FuE-Aufwendungen der auslandsaktiven Unternehmen in Deutschland seit 2013 etwas langsamer gestiegen sind als im Ausland, hat sich die Schere zwischen der FuE im In- und Ausland geöffnet. Die Dynamik bei den FuE-Aufwendungen im Ausland wird dabei vor allem von Unternehmen des Kraftfahrzeugbaus getragen. Entfielen 2003 noch 21 Prozent ihrer FuE-Aufwendungen auf das Ausland, so waren es 2017 bereits 30 Prozent. In den anderen forschungsintensiven Industriebranchen stagnierte der Anteil der FuE-Aufwendungen im Ausland oder ging sogar zurück. Die wichtigsten Auslandsforschungsstandorte deutscher Unternehmen sind die USA, Österreich und Frankreich, gefolgt von China.

In Deutschland haben *Tochterunternehmen ausländischer Unternehmen* 2017 interne FuE-Aufwendungen von 13,7 Mrd. Euro aufgebracht und 94.000 Personen (gemessen in Vollzeitäquivalenten) in FuE beschäftigt. Die FuE-Aktivitäten dieser Unternehmen haben damit den bisher höchsten Umfang erreicht. Dennoch ist ihr Anteil mit etwa einem Fünftel auf den niedrigsten Wert der 2000er Jahre gefallen, weil deutsche Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten seit 2013 stärker gesteigert haben. In den sehr großen ausländischen Unternehmen ging das FuE-Personal in den letzten Jahren zurück, während es in den kleineren Unternehmen leicht zunahm.

Ausländische Unternehmen investieren überdurchschnittlich in FuE in den Spitzentechnologien, vor allem in der Pharmaindustrie und dem Luft- und Raumfahrzeugbau. Rund 60 Prozent ihrer internen FuE-Aufwendungen entfallen seit längerem auf europäische Unternehmen. Der Anteil der US-Unternehmen (28 Prozent) ist zuletzt gesunken, besonders im Kraftfahrzeugbau. Unternehmen aus der restlichen Welt trugen 2017 nur 11 Prozent der FuE-Aktivitäten ausländischer Unternehmen in Deutschland, bauen sie aber weiter aus.

1 Übersicht und Untersuchungsansatz

In der Reihe „Forschung und Entwicklung in Wirtschaft und Staat“ legt das Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS) in Kooperation mit der SV Wissenschaftsstatistik und dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) in diesem Jahr eine Vollstudie vor, die in Art und Umfang wieder an die ausführliche Analyse aus dem Jahr 2018 anschließt.¹ Dieser Bericht beinhaltet den internationalen Vergleich zahlreicher Indikatoren zu Forschung und Entwicklung (FuE) und eine vertiefte Betrachtung der FuE-Aktivitäten in Deutschland.

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 Studien kontinuierlich und mit überschaubarem Aufwand aktualisiert und weiterentwickelt werden können. Die Analyse zielt 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. Neben der Verfügbarkeit entsprechender statistischer Daten, die wissenschaftlichen Anforderungen an Erhebung und Transparenz entsprechen, 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, dazu.

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, Gehrke, Stenke (2018).

1.1 FuE in der Berichterstattung zu Forschung und Innovation²

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.³

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.⁴ Der internationale Wettbewerbsdruck in einer globalisierten Wirtschaft hat sich durch die zunehmende Verflechtung der Industrieländer untereinander, die Integration der mittel- und osteuropäischen Länder und das schnelle Aufholen asiatischer Schwellenländer, insbesondere Chinas, verstärkt.

Vor diesem Hintergrund hatten sich die europäischen Länder bereits 2000 vorgenommen, im Jahr 2010 insgesamt 3 Prozent ihres Inlandsproduktes für FuE auszugeben. Dieses Ziel wurde 2010 unverändert in die Wirtschaftsstrategie der EU „Europa 2020“ übernommen.⁵ Die Bundesregierung hat nach Erreichen des Drei-Prozent-Ziels in Deutschland das nationale Ziel im Rahmen der Hightech-Strategie 2025 sogar auf 3,5 Prozent bis zum Jahr 2025 erhöht.⁶

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).⁷ Dabei zeigen sich auf allen Ebenen positive Wachstumseffekte von FuE.

² Dieser Abschnitt wurde gegenüber der Darstellung in Schasse, Gehrke, Stenke (2018) bisher nur aktualisiert und geringfügig modifiziert.

³ Vgl. unter anderem Dehio et al. (2005), Voßkamp, Schmidt-Ehmcke (2006), Peters, Licht et al. (2009), Belitz, Junker, Schiersch, Podstawski (2015) und Mohnen (2019).

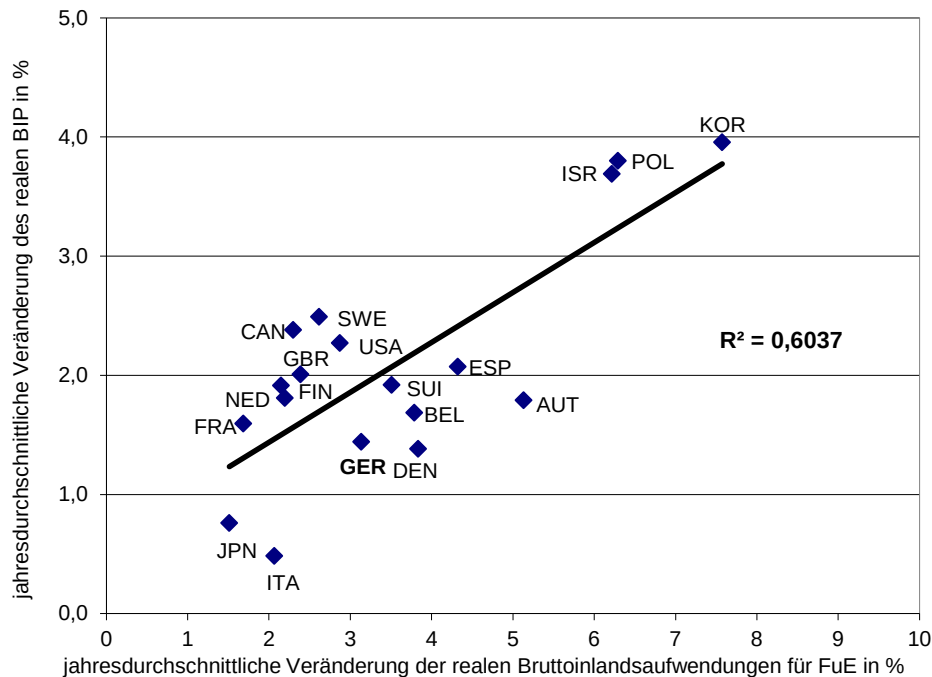
⁴ Licht, Legler, Schmoch et al. (2007), S. 15 ff.

⁵ Vgl. Europäische Kommission (2010).

⁶ BMBF (2018a), BMBF (2019); Frietsch et al. (2019) für die Voraussetzungen zur Erreichung des 3,5 Prozent-Ziels.

⁷ Vgl. Belitz, Junker, Schiersch, Podstawski (2015), für unterschiedliche Ansätze z. B. auch Brécard et al. (2004), Dehio et al. (2005), Licht, Legler, Schmoch et al. (2007), Peters, Licht et al. (2009). Hall et al. (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 et al. 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 et al. (2016).

Abb. 1.1.1: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in wichtigen Industrieländern 1997 bis 2017



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – OECD.Stat (August 2019).
Berechnungen und Schätzungen des CWS.

FuE und technologische Leistungsfähigkeit sind wichtige Faktoren für Wachstum und Wohlstand. Neben der FuE-Tätigkeit wirken eine Reihe von weiteren Einflussfaktoren auf die Produktivitätsentwicklung. Dazu zählen die Marktverfassung, das Ausbildungssystem, die Mobilität von Arbeitskräften, die Kapitalverfügbarkeit und die Flexibilität des „Innovationssystems“. Weitere Faktoren sind u.a. die Diffusionsgeschwindigkeit von neuen Technologien, Innovationshemmnisse, die Größe der Volkswirtschaft, die sektorale Wirtschaftsstruktur und die Infrastrukturausstattung. 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.

1.1.2 FuE im Innovationsprozess

FuE bildet das zentrale Element von „nationalen Innovationssystemen“.⁸ Technologisches Wissen wird von verschiedenen Akteursgruppen geschaffen, zum einen von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen, die dem Hochschulsektor⁹ oder dem Staat¹⁰ zugeordnet werden können, und zum anderen von forschenden Unternehmen in der Wirtschaft.¹¹ Unternehmerische FuE ist sehr stark abhängig

⁸ Vgl. Schmoch, Rammer, Legler (2006), Acs, Audretsch et al. (2017).

⁹ 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.

¹⁰ 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).

¹¹ Neben privaten und staatlichen Unternehmen werden in der Statistik auch Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG) u. ä. erfasst, die überwiegend von der Wirtschaft finanziert werden.

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 -aufwendungen¹² 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.¹³ 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 zwischen 55 Prozent und 60 Prozent. 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 zuletzt auf nur noch 23 Prozent gesunken. Gleichzeitig wird aber in 56 Prozent der innovativen Unternehmen aus forschungsintensiven Wirtschaftszweigen kontinuierlich FuE betrieben. Bei den Innovatoren im Bereich der wissensintensiven Dienstleistungsbranchen ist kontinuierliche FuE hingegen nicht die Regel (30 Prozent in 2017), hier wird weiterhin über 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. Investitionen in FuE tragen eher mittel- bis langfristig als bereits auf kurze Sicht zur Steigerung von technologischer Leistungsfähigkeit und internationaler Wettbewerbsfähigkeit bei.

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 Entwicklungstrends zu antizipieren und selbst zu verfolgen („learning to learn“). Sie erhöhen die „Absorptionsfähigkeit“ der Unternehmen.¹⁴

Forschungsanstrengungen der Unternehmen und Investitionen in Bildung und Wissen führen zudem zu „Spillover-Effekten“:¹⁵ 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.¹⁶ Reibungsloses Zusammenspiel der Akteure, Zugang zu

¹² Zur praktischen Abgrenzung des Begriffs „Innovation“ von „FuE“ vgl. Rammer, Pesau (2011).

¹³ Vgl. OECD (2010), Rammer, Köhler et al. (2011), Brink et al. (2018).

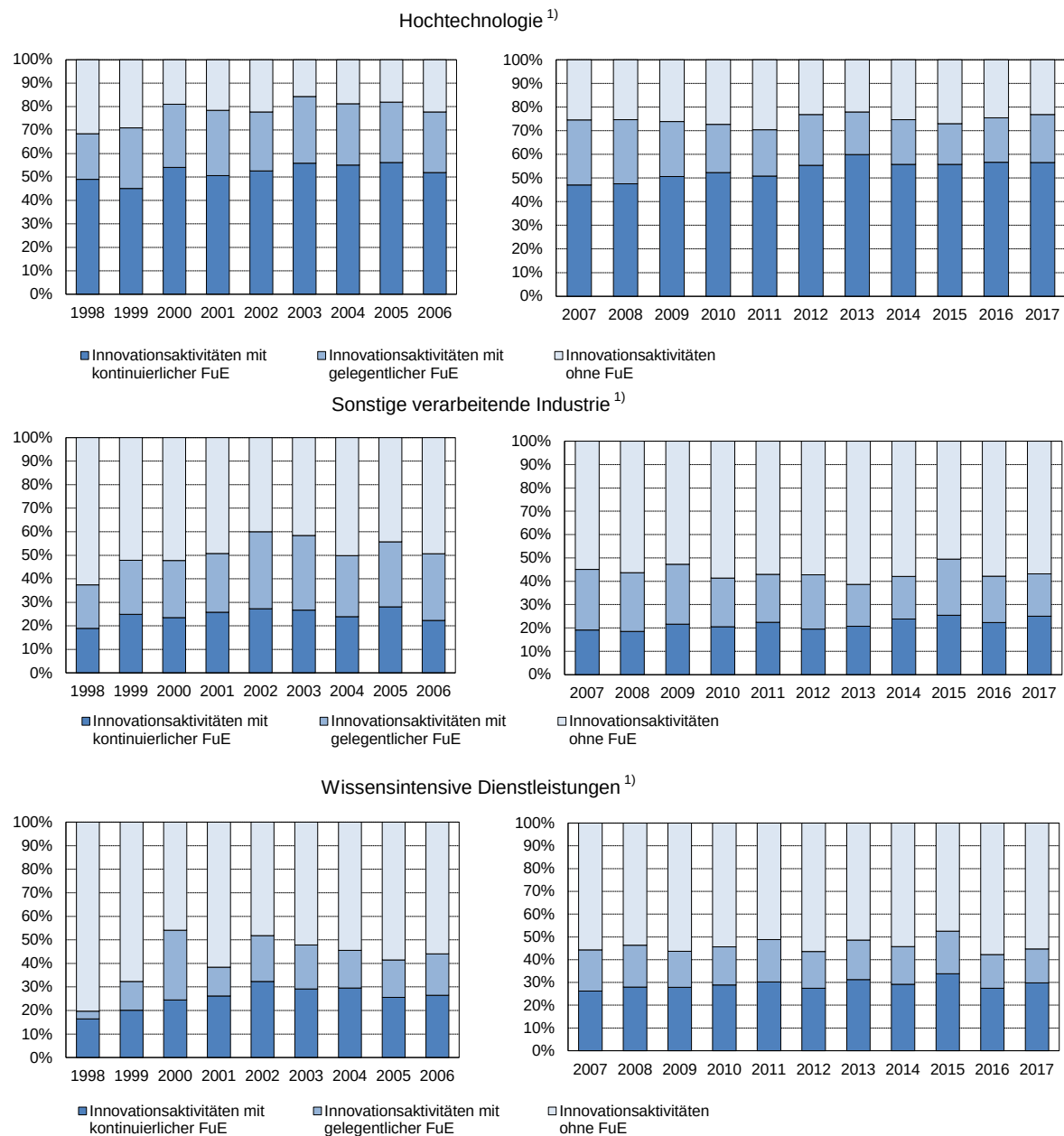
¹⁴ Vgl. Cohen, Levinthal (1990) sowie Schmoch, Licht, Reinhard et al. (2000), Peters, Licht et al. (2009), Hall et al. (2010), Cordes, Schasse (2012).

¹⁵ Vgl. Barro, Sala-i-Martin (1995) Knott et al. (2009) sowie Peters, Licht et al. (2009) oder Operti, Carnabuci (2014).

¹⁶ Jirjahn, Kraft (2011) zeigen u. a., dass hierdurch vor allem inkrementelle Innovationen befördert werden.

Wissen und Offenheit des Systems sind daher wesentliche Voraussetzungen für die gesamtwirtschaftliche Effizienz von FuE-Aktivitäten.¹⁷

Abb. 1.1.2: Verteilung der Innovatoren nach FuE-Tätigkeit in Deutschland 1998 bis 2017 (in Prozent)



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 et al. (2019) und ZEW (2019).

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

¹⁷ Vgl. Howells (2008) für die Argumentation in Zusammenhang mit „Open Innovation“.

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,¹⁸ 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 Konventionen¹⁹

FuE ist nach international gebräuchlichen Definitionen (dem „Frascati Manual“²⁰) 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.).²¹ Des Weiteren unterscheiden die Richtlinien zur Erfassung von FuE zwischen naturwissenschaftlicher, ingenieurwissenschaftlicher, medizin- und gesundheitswissenschaftlicher und agrarwissenschaftlicher Forschung und Entwicklung sowie geistes- und sozialwissenschaftlicher Forschung.²²

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. FuE-Aufwendungen und FuE-Personal sind wesentliche Grundlage für die Bewertung des „Innovationspotenzials“ der Volkswirtschaften bzw. seiner Sektoren, weil sie das Engagement in die Ausweitung des technologischen Wissens widerspiegeln. Bei der Interpretation der Ergebnisse zu den FuE-Indikatoren ist eine Reihe von Faktoren zu beachten:

¹⁸ Vgl. Blind, Frietsch (2006).

¹⁹ Dieser Abschnitt ist gegenüber der Vorgängerstudie (Schasse, Gehrke, Stenke 2018) aufgrund der unveränderten Sachlage nur marginal verändert worden.

²⁰ Vgl. OECD (2015).

²¹ 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.

²² OECD (2015).

- 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.²³ 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 wird.
- 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 nationaler und internationaler Ebene, diese „Industriellastigkeit“ 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.²⁴ Denn im Dienstleistungssektor hängen Innovationsaktivitäten deutlich weniger stark von technologischer FuE ab als in der Industrie.²⁵ Andererseits ist ein Teil der in Dienstleistungsbranchen erfassten FuE als Auftrags-FuE auf technologische Innovationen in der Industrie ausgerichtet.²⁶
- 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. Insbesondere variiert die „FuE-Produktivität“ über die Wirtschaftszweige, was bei differierenden Innovati-

²³ Vgl. Rammer et al. (2017).

²⁴ Vgl. z. B. Gehrke, Legler, Schasse, Cordes (2009), Rammer, Köhler et al. (2011).

²⁵ Vgl. Freeman, Soete (2007), Gehrke, Legler, Schasse, Cordes (2009).

²⁶ Vgl. Schasse, Schiller et al. (2016).

onsstrukturen zu unterschiedlichen Anforderungen an FuE führen kann. Internationale *Spillover-Effekte* von FuE-Aktivitäten – d. h. die Diffusion von technischem Wissen ins Ausland bzw. der Import von Know-how aus dem Ausland – spielen für die Effektivität ebenso eine Rolle wie nationale Spillovers bzw. die Qualität intra- und interindustrieller Spillovers.²⁷

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.²⁸ 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 bisher jedoch selten, kaum zeitnah und nur sporadisch verfügbar.

1.3 Datengrundlage

Internationale Vergleiche gesamtwirtschaftlicher Strukturdaten bei FuE erfolgen vor allem auf Basis der Datenkompilationen der OECD²⁹. Diese international harmonisierten und damit vergleichbaren Daten bilden die zentrale Quelle für die langfristige und sektoral differenzierte Analyse des internationalen FuE-Geschehens. Die im Folgenden verwendeten FuE-Indikatoren für die deutsche Wirtschaft basieren auf den von der SV Wissenschaftsstatistik erhobenen Daten.

Der Bericht beruht auf nationalen und internationalen Daten bis zum Jahr 2018. Aktueller Datenstand der OECD-Daten für den Bereich FuE-International sind die „Main Science and Technology Indicators“ in der Fassung vom 3.8.2019 (MSTI 2019/1) sowie die „Structural Analysis Statistics“ (STAN), dort insbesondere „Research and Development Expenditure in Industry“ (ANBERD) vom August 2019. Partielle Ergänzungen erfolgen durch Daten aus der Eurostat-Datenbank vom Dezember 2019 sowie aus nationalen Quellen³⁰. STAN-Daten zur sektoralen Verteilung der FuE-Aufwendungen (ANBERD) und zur sektoralen Wirtschaftsstruktur in den OECD-Ländern sind nur eingeschränkt im Zeitverlauf vergleichbar und teilweise nur bis zum Jahr 2016 verfügbar. Der aktuelle Datenstand für den Bereich FuE in der deutschen Wirtschaft beruht auf der Vollerhebung der SV Wissenschaftsstatistik für das Erhebungsjahr 2017.³¹ Er wird ergänzt um Daten für das Jahr 2018, die im Rahmen der FuE-Kurzerhebung im Jahr 2019 ermittelt wurden.

Methodische und datentechnische Änderungen können Einschränkungen hinsichtlich der Aussagekraft und Vergleichbarkeit der Indikatoren zur Folge haben. So war z.B. die internationale Vergleichbarkeit der Ergebnisse durch die unterschiedlichen Zeitpunkte der Einführung der vorletzten Generalrevision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) in einzelnen Ländern zwischenzeitlich einge-

²⁷ Vgl. Freeman, Soete (2007).

²⁸ Vgl. u. a. Peters, Licht et al. (2009), Bitzer, Stephan (2007) oder Hall, Mairesse (1995). Zur Berücksichtigung von FuE als Bruttoanlageinvestitionen in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung vgl. Braakmann (2013).

²⁹ 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 (2019).

³⁰ Z.B. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (2018) für Brasilien; Ministry of Science & Technology, Government of India (2017) für Indien.

³¹ SV Wissenschaftsstatistik (2019a).

schränkt. Inzwischen wurden die die Daten zum Bruttoinlandsprodukt bzw. zur Bruttowertschöpfung auch rückwirkend für alle relevanten Länder revidiert mit der Folge einer deutlichen Niveauerhöhung des Bruttoinlandsprodukts. 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 Prozent der Niveauerhöbung des Bruttoinlandsprodukts aus.³² Damit ist der zentrale Indikator „FuE-Intensität“, gemessen als Anteil der gesamten Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am Bruttoinlandsprodukt, in allen hier betrachteten Ländern geringer ausgefallen als zuvor. In Deutschland wurde eine gegenüber dem alten Berechnungsverfahren um 0,1 Prozentpunkte geringere FuE-Intensität ausgewiesen.

Im Jahr 2019 fand in der EU eine erneute Revision der VGR statt, die sich vor allem auf die genutzten Datenquellen und die Überprüfung der Berechnungsmethoden bezog.³³ Die Ergebnisse wurden zurück bis 1991 neu berechnet. In Deutschland fällt das ausgewiesene BIP deshalb im Durchschnitt etwas geringer aus als zuvor, was sich letztlich auch in einer geringfügig höheren FuE-Intensität auswirkt. Die Abweichung bewegt sich in Deutschland im Bereich der zweiten Nachkommastelle der in Prozent ausgewiesenen FuE-Intensität (vgl. Abschnitt 2).

Einzelereignisse können Strukturbrüche in einzelnen Zeitreihen zur Folge haben: Die Daten zu den deutschen FuE-Aufwendungen weisen aufgrund von unternehmensseitigen Meldekorrekturen im Jahr 2013 einen Strukturbruch auf, der mit einer Minderung der erfassten internen FuE-Aufwendungen und einer Steigerung der erfassten externen FuE-Aufwendungen verbunden war. Da von Seiten der Wirtschaft nur die internen FuE-Aufwendungen in die gesamtwirtschaftliche Summe der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE eingehen, hatte dies u. a. eine Minderung der ab dem Jahr 2013 ausgewiesenen FuE-Intensität zur Folge.³⁴

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. Die FuE-Statistik der SV Wissenschaftsstatistik weist 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;³⁵ 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

³² Vgl. u. a. Statistisches Bundesamt (2014), Braakmann (2013), Nierhaus (2014), van de Ven (2015).

³³ Vgl. Statistisches Bundesamt (2019).

³⁴ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2015).

³⁵ Zum Erhebungsrhythmus und den jeweiligen Erhebungsansätzen vgl. Schasse, Kladroba, Stenke (2012).

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 2017, ergänzt um Daten aus der aktuellen Kurzerhebung für das Jahr 2018.

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“).³⁶ 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. 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, sondern 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

³⁶ Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013).

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

Im Folgenden wird die FuE-Thematik aus drei verschiedenen Perspektiven betrachtet:

- Die „*weltwirtschaftliche Sicht*“ beleuchtet in einem kombinierten Zeitreihen-/Querschnittsvergleich Deutschlands Position bei industrieller FuE.³⁷ Zu den Leitfragen gehören auch die Arbeitsteilung und Interaktion zwischen Wirtschaft und Staat bei FuE. Hier ist auch die Frage der Partizipation des FuE-Standorts Deutschlands an der *Globalisierung von FuE* zu behandeln.³⁸
- 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 2017. Die aktuelle Entwicklung im Jahr 2018 wird im abschließenden Abschnitt 11.2 des Berichts anhand der Ergebnisse der Kurzbefragung der SV Wissenschaftsstatistik aus dem Jahr 2019 (Stand Dezember 2019) 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. Der diesjährige Bericht enthält wieder (zuletzt 2016) Analysen zum FuE-Verhalten deutscher multinationaler Unternehmen im In- und Ausland (Abschnitt 9) und zu FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland (Abschnitt 10). Zusammenfassung und aktueller Ausblick (Abschnitt 11) bilden den Abschluss dieses Berichts.

³⁷ Zuletzt Schasse, Gehrke, Stenke (2018).

³⁸ 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 Wirtschaft³⁹ bilden in Summe die Bruttoinlandsaufwendungen für FuE. In Relation zum Bruttoinlandsprodukt stellen diese Indikatoren ein Maß für internationale Vergleiche der 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 nachfolgend 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

Die FuE-Aufwendungen und -Intensitäten eines Landes ändern sich nicht sprunghaft. Entsprechend ändert sich die internationale Rangfolge der FuE-intensiven Ländern eher langfristig. Rückwirkend sind Veränderungen vor allem in Zusammenhang mit der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/09 festzustellen. Das erste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts war 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. (Abb. 2.1.1 und Tab. A.2.1 im Anhang). Gemessen an der FuE-Intensität führten bis dahin Länder wie Israel⁴⁰, 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.⁴¹

Mit über 540 Mrd. Dollar werden die meisten Mittel für die Durchführung von FuE in den USA eingesetzt. Der rasante Aufstieg Chinas hat das Land mit fast 500 Mrd. Dollar zum zweitgrößten FuE-Investor weltweit gemacht. Europa folgt mit deutlichem Abstand.

Im Verlauf der Finanz- und Wirtschaftskrise sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in den meisten westlichen Industrieländern im Jahr 2009 gesunken.⁴² 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 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 Mittelereinsatz mehr als zu kompensieren. Eine andere Entwicklung haben die asiatischen Länder Korea und

³⁹ Öffentliche und öffentlich geförderte Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung, im Folgenden unter dem Begriff „außeruniversitäre FuE-Einrichtungen“ subsummiert.

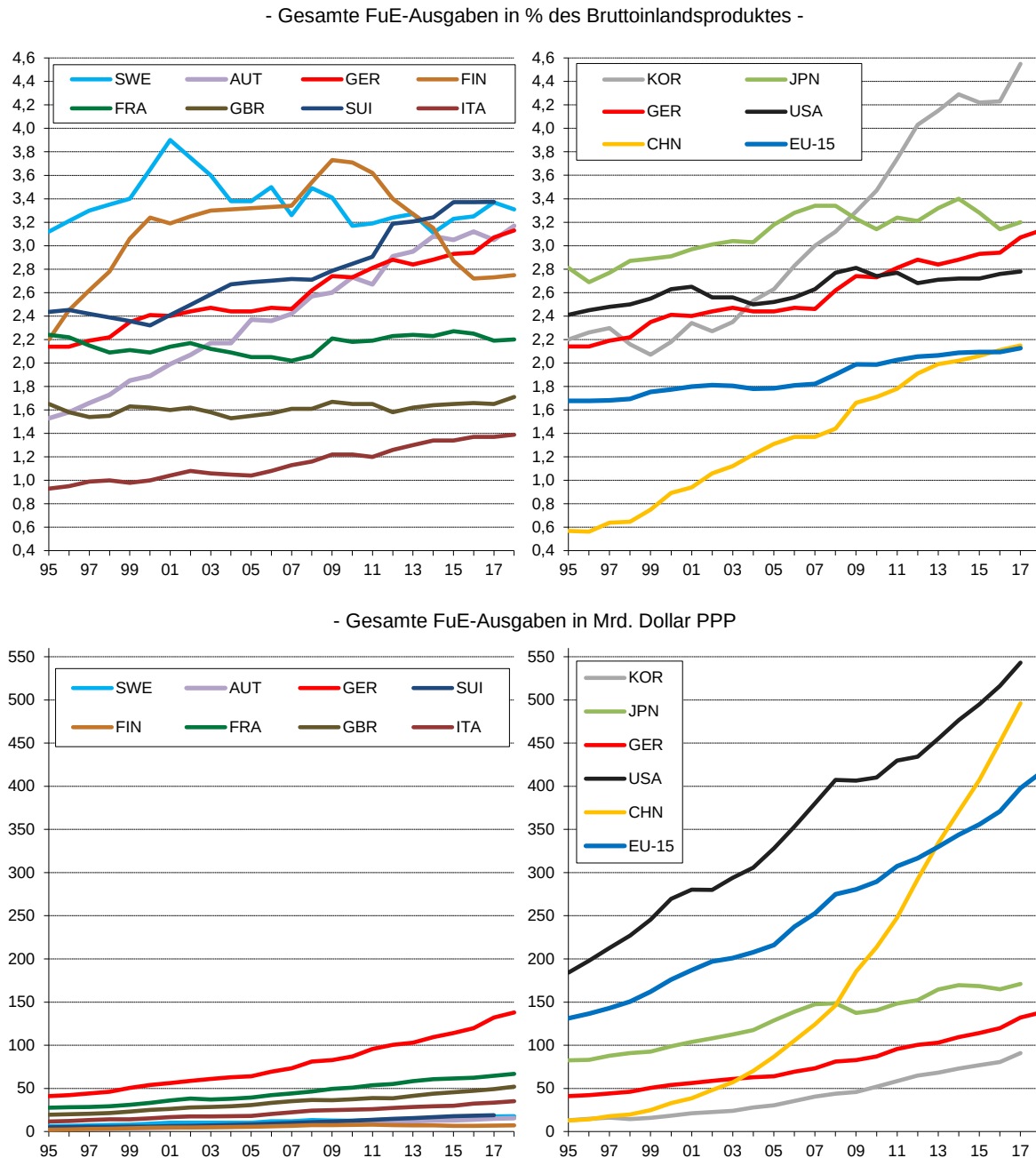
⁴⁰ Die Angaben zu den FuE-Aufwendungen Israels beziehen sich nur auf nichtmilitärische FuE.

⁴¹ 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.

⁴² Vgl. ausführlich Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016).

China genommen, die ihre FuE-Anstrengungen unbeachtet der Wirtschaftskrise unvermindert mit hohen Wachstumsraten ausgeweitet haben und ihre FuE-Intensität damit kontinuierlich gesteigert haben.

Abb. 2.1.1: FuE-Intensität und FuE-Ausgaben in ausgewählten OECD-Ländern und China 1995 bis 2018



SWE und SUI: Daten zum Teil geschätzt. – ITA 2016, FRA 2004, 2010 und 2014, KOR 2007, JPN 2008 und 2013, CHN 2009: Bruch in der Reihe.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – Eurostat – SV Wissenschaftsstatistik. - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

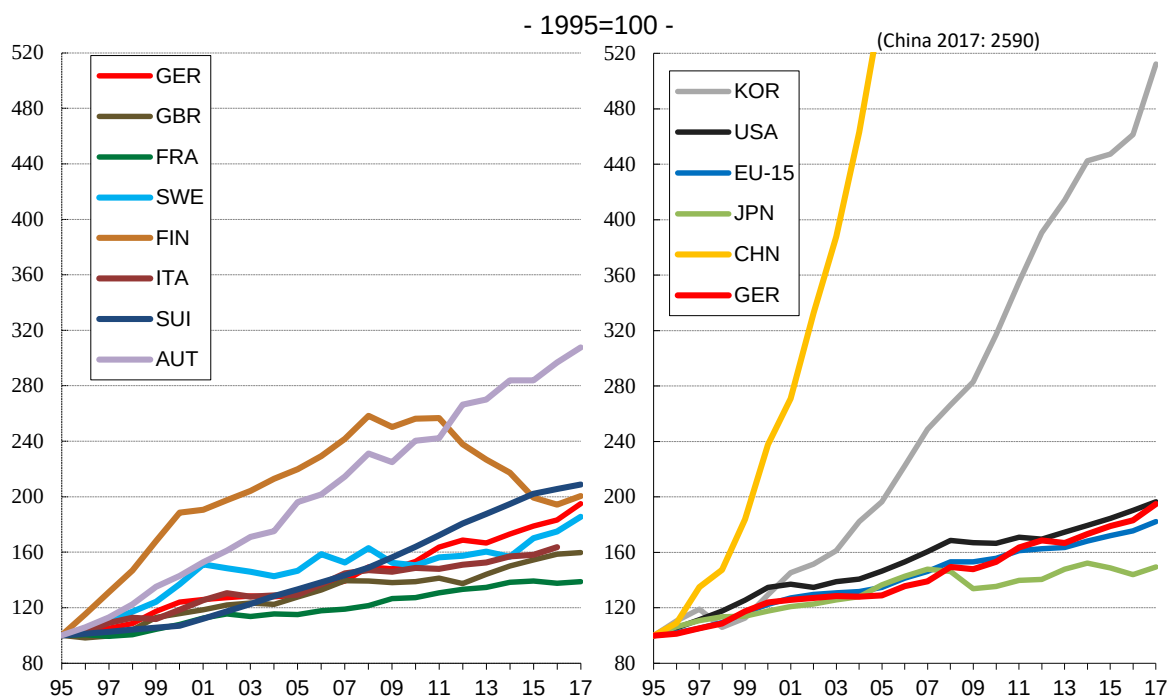
Nach 2012 sind die USA neben China und Korea zunächst wieder zum Motor der weltweiten FuE-Aktivitäten geworden. Bei durchschnittlichen jährlichen Zuwächsen von 2,9 Prozent zwischen 2012 und 2016 in den USA fiel die EU-15 mit 1,9 Prozent hinter den OECD-Durchschnitt von 2,4 Prozent zurück, was vor allem auf vergleichsweise geringe Zuwächse in südeuropäischen Ländern und in

Frankreich zurückzuführen war. Im Gegensatz dazu haben Großbritannien und andere westeuropäische Länder in diesem Zeitraum deutlich stärker zugelegt als der Durchschnitt der OECD-Länder. Japan konnte seine Wachstumsschwäche bei FuE nicht überwinden und Koreas Zuwächse vielen im Schnitt nur noch halb so hoch aus wie in den Jahren zuvor.

Im Jahr 2017 ist es in den meisten Ländern zu einer weiteren deutlichen Steigerung der FuE-Aufwendungen gekommen (Abb. 2.1.2 und Tab. 2.1.1). OECD-weit um 4,1 Prozent, Deutschland zählt mit einem realen Zuwachs von 6,4 Prozent zu den Ländern mit der höchsten Wachstumsrate. Da parallel dazu auch das Wirtschaftswachstum anzog, haben sich die entsprechenden FuE-Intensitäten weniger deutlich weiterentwickelt. Gemessen am Anteil der Summe aller FuE-Ausgaben eines Landes am Bruttoinlandsprodukt wiesen im Jahr 2017 Korea (4,6 Prozent), Israel (4,5 Prozent), die Schweiz und Schweden (jeweils 3,4 Prozent) die höchsten FuE-Intensitäten auf (Abb. 2.1.1 und Tab. A.2.1 im Anhang). Aktuell folgen Japan und Österreich (jeweils 3,2 Prozent) sowie Dänemark und Deutschland (3,0 Prozent). Auch Finnland (2,8 Prozent), dessen FuE-Intensität sich seit Beginn des Jahrzehnts merklich verringert hat, und die USA (2,8 Prozent) weisen FuE-Intensitäten auf, die deutlich über dem OECD-Durchschnitt (2,4 Prozent) liegen.

In langer Frist ist die FuE-Intensität in den meisten betrachteten Ländern gestiegen, im Durchschnitt der OECD-Länder leicht von 2,2 Prozent (bis 2007) auf 2,4 Prozent (2014 und 2017). Ausgehend von einem niedrigen Niveau hat China seine FuE-Intensität bis 2015 auf 2,1 Prozent gesteigert und seitdem gehalten. China liegt damit vor Ländern wie Großbritannien (1,7 Prozent) und Kanada (1,6 Prozent). Langfristig hat Korea die höchste FuE-Steigerung zu verzeichnen, hier ist die FuE-Intensität zuletzt von 4,2 Prozent (2016) auf 4,6 Prozent gestiegen. Auch Deutschland zählt mit einer Zunahme der FuE-Intensität von 2,4 Prozent Mitte des letzten Jahrzehnts auf 3,1 Prozent zu den Ländern mit überdurchschnittlicher FuE-Steigerung.

Abb. 2.1.2: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen im internationalen Vergleich 1995 bis 2017



Daten zum Teil geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. 2.1.1: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 2000 bis 2017 (in Prozent)

Sektor \ Region	OECD	USA	JPN	KOR	CHN	EU-15	GER	GBR	FRA	NORD	SUED	MEDI
Wirtschaft												
2000-2004	1,2	-1,0	3,6	9,9	21,4	1,5	0,6	0,5	1,9	-1,7	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	18,4	1,6	2,6	0,2	3,1	-1,6	-1,1	5,1
2012-2016	3,2	4,0	1,3	4,2	10,4	2,5	2,2	5,2	1,0	1,6	3,0	3,1
2016-2017	5,0	4,0	3,8	13,4	8,3	5,1	7,8	1,5	0,8	6,6	5,0	4,1
Öffentlicher Sektor¹⁾												
2000-2004	3,8	6,5	-1,8	6,0	12,7	2,4	1,1	3,1	1,3	16,9	3,9	2,8
2004-2008	3,0	1,9	-0,2	11,5	10,8	3,7	4,3	3,7	1,5	3,8	4,7	3,6
2008-2012	2,2	1,7	1,1	7,0	14,0	1,4	4,1	-1,2	1,0	3,1	-1,0	2,7
2012-2016	0,5	0,3	-1,8	4,5	8,4	1,0	2,0	0,9	0,5	1,5	-1,0	3,2
2016-2017	1,8	1,3	3,6	2,7	7,6	1,3	3,3	-0,8	0,8	-0,8	0,4	2,7
Insgesamt												
2000-2004	2,0	1,1	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	17,0	3,9	4,0	3,3	1,3	4,7	6,9	3,4
2008-2012	1,2	0,1	-1,0	10,0	17,3	1,5	3,1	-0,3	2,3	-0,1	-1,1	4,3
2012-2016	2,4	2,9	0,6	4,3	9,9	1,9	2,1	3,7	0,8	1,6	1,2	3,1
2016-2017	4,1	3,3	3,8	11,0	8,2	3,8	6,4	0,7	0,8	4,1	3,0	3,6

1) 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 (2019/1). – SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Ausgehend von einem relativ niedrigen Niveau haben die Länder Mittel- und Osteuropas ihre FuE-Intensität mittelfristig bis 2013 steigern können. Danach haben aber nur noch Polen und die Slowakei (bis 2015) Zuwächse zu verzeichnen, während Slowenien und insbesondere Estland, die ihre FuE-Anstrengungen zuvor deutlich intensiviert haben, seitdem wieder zurückgefallen sind. Im Jahr 2017 scheint sich die Situation in Ungarn, der Tschechischen Republik und der Slowakei wieder leicht verbessert zu haben. Insgesamt ist die FuE-Intensität in den osteuropäischen EU-Ländern durch Stagnation gekennzeichnet.

In den EU-Ländern Südeuropas stagniert die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität weitgehend auf niedrigem Niveau zwischen 1,0 Prozent und 1,4 Prozent. Leichte Verbesserungen sind in Italien und Griechenland erkennbar.

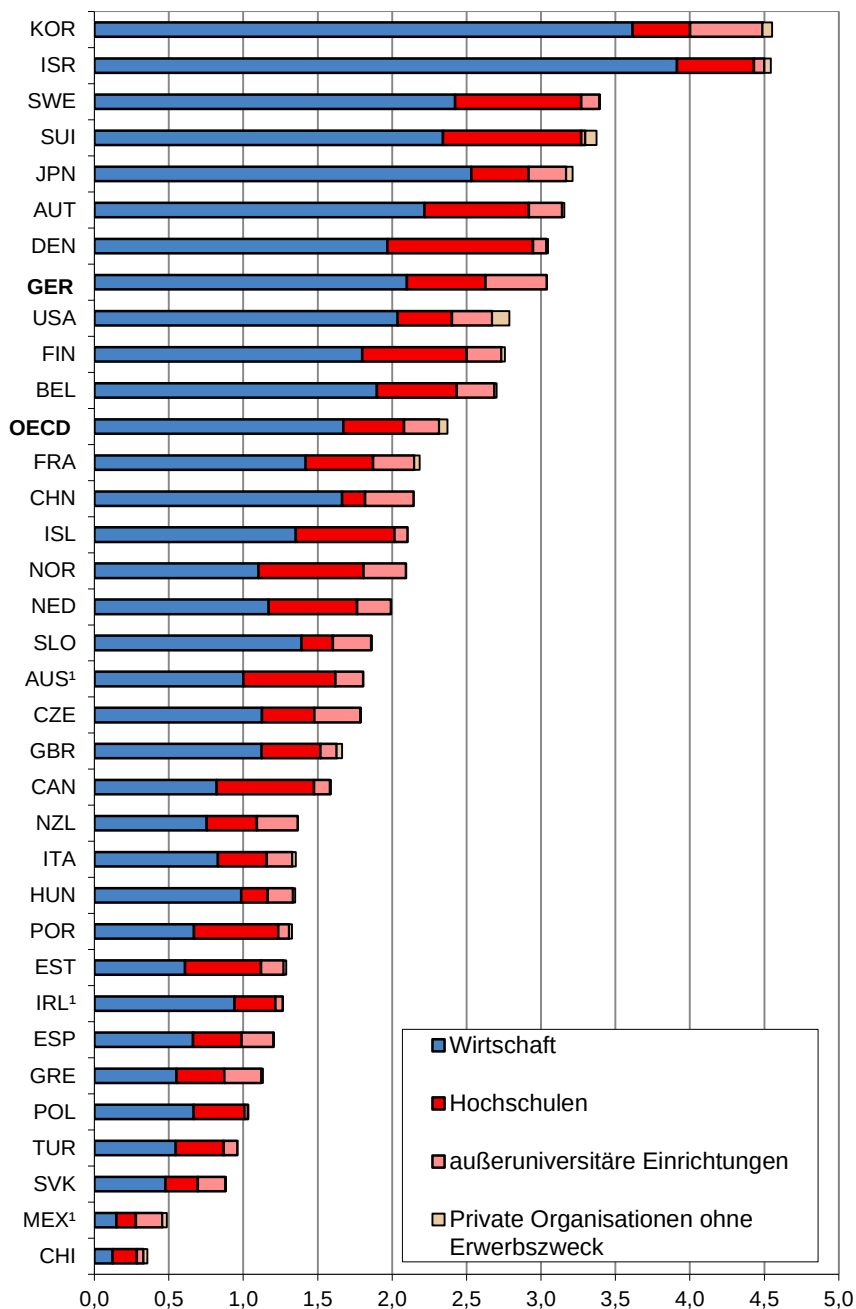
In Finnland ist die FuE-Intensität auf hohem Niveau bis 2016 rückläufig gewesen. 2018 ist erstmals wieder ein leichter Zuwachs auf 2,8 Prozent zu erkennen. Auch in Schweden ist die FuE-Intensität wieder leicht auf 3,4 Prozent gestiegen.

Von den BRICS-Ländern weist neben China zuletzt nur Brasilien eine steigende FuE-Intensität auf (bis 2015 auf 1,3 Prozent). In Indien (0,7 Prozent), Russland (1,1 Prozent) und in der Südafrikanischen Republik (0,8 Prozent) deutet nichts auf eine Intensivierung der FuE-Tätigkeit hin.

Mit Anteilen der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am BIP von 3,06 Prozent im Jahr 2017 und 3,13 Prozent im Jahr 2018 konnte Deutschland seine FuE-Intensität gegenüber den Vorjahren weiter steigern und erreichte bis dahin die höchsten Werte der letzten 20 Jahre. Deutschland produziert FuE-intensiver als die USA und konnte zu den nordischen Ländern (vor Finnland, gleichauf mit Dänemark aber noch hinter Schweden) aufschließen.

Insgesamt wird die Entwicklung der FuE-Intensitäten und -Aufwendungen weitgehend von der Wirtschaft bestimmt. Aktuell sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 2017 um real 5 Prozent gestiegen, der öffentliche Sektor hat hingegen nur um 1,8 Prozent zugelegt. Neben der Wirtschaft Koreas, die weiterhin die höchsten Zuwächse aufweist, tragen vor allem Deutschland (+7,8 Prozent) und andere europäische Länder mit überdurchschnittlich wachsenden FuE-Aufwendungen dazu bei. Die Wirtschaft der USA, die in den Vorjahren noch den Motor der Entwicklung darstellte, hat 2017 mit +4 Prozent leicht unterdurchschnittlich zugelegt.

Abb. 2.1.3: FuE-Intensität* in den OECD-Ländern und China 2017



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

1) 2016 statt 2017

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – 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, außeruniversitäre Einrichtungen und Organisationen ohne Erwerbscharakter) auf. Entsprechend ihres Anteils kann die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität in die Komponenten Wirtschaft, Hochschulen, Staat (öffentlich finanzierte außeruniversitäre FuE-Einrichtungen) und Organisationen ohne Erwerbszweck⁴³ 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 über 70 Prozent. Hochschulen liegen innerhalb des Sektors Wissenschaft/Forschung mit 17 Prozent vor den außeruniversitären FuE-Einrichtungen zusammen mit privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (12 Prozent). Der Anteil der Wirtschaft ist seit Beginn der Dekade deutlich gegenüber dem öffentlichen Bereich gestiegen. Dabei streuen die Anteile des öffentlichen Bereichs ziemlich stark zwischen den hoch entwickelten Volkswirtschaften, von über 40 Prozent in südeuropäischen Ländern, den Niederlanden und Kanada über gut einem Drittel in einer Reihe von nord- und westeuropäischen Ländern bis hin zu 24 Prozent in den USA und gut einem Fünftel in China (22 Prozent) Japan (20 Prozent) und Korea (19 Prozent).⁴⁴ Generell gilt: In Europa ist der öffentliche FuE-Sektor mit einem Anteil von 34 Prozent an den gesamten FuE-Kapazitäten von deutlich höherer Relevanz als bspw. in den USA und den asiatischen Ländern. In Deutschland entfielen 2017 insgesamt 69 Prozent der FuE-Aufwendungen auf die Wirtschaft, 17 Prozent auf Hochschulen und 14 Prozent auf außeruniversitäre Einrichtungen.⁴⁵ Im internationalen Vergleich hat die Wirtschaft in den meisten Ländern ihren Anteil an den FuE-Aufwendungen nach 2009 wieder gesteigert (Tab. A.2.2 im Anhang).

Betrachtet man das reale Wachstum der FuE-Aufwendungen differenziert nach Wirtschaft (Abb. 2.1.4) und öffentlichen Einrichtungen (Abb. 2.1.5 und Tab. 2.1.1), zeigt dies auch, dass die FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft insgesamt stärker ausgeweitet worden sind als im öffentlichen Bereich. In den südeuropäischen Ländern hat der öffentliche Bereich seit der Finanz- und Wirtschaftskrise sogar deutliche Verluste zu verzeichnen: Die Wirtschaft gewinnt auch deshalb an Bedeutung, weil der öffentliche Bereich schrumpft. Insgesamt sind die FuE-Aufwendungen in den südeuropäischen Ländern seitdem unterdurchschnittlich gewachsen. In Korea und China hat die Wirtschaft ihre FuE-Aufwendungen bis 2012 mit 10- bzw. fast 20-prozentigen jährlichen Zuwächsen ausgeweitet. Diese Entwicklung zeigt danach deutliche Brems Spuren, die sowohl die Wirtschaft als auch den Bereich öffentlicher FuE betreffen (Tab. 2.1.1).

Trotz im internationalen Vergleich immer noch überdurchschnittlicher Zuwächse hat sich die Wachstumsrate der FuE-Aufwendungen der koreanischen Wirtschaft nach 2012 mehr als halbiert, auch der Zuwachs bei den öffentlichen Aufwendungen ist deutlich geschrumpft. Erst 2017 ist der reale Zuwachs der Wirtschaft wieder deutlich über 10 Prozent gestiegen. Auch in China sind die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft und des öffentlichen Sektors im Durchschnitt der Jahre 2012 bis 2016 „nur noch“ um 10 Prozent bzw. 8 Prozent gewachsen. 2017 sind die Zuwachsraten weiter leicht gesunken.

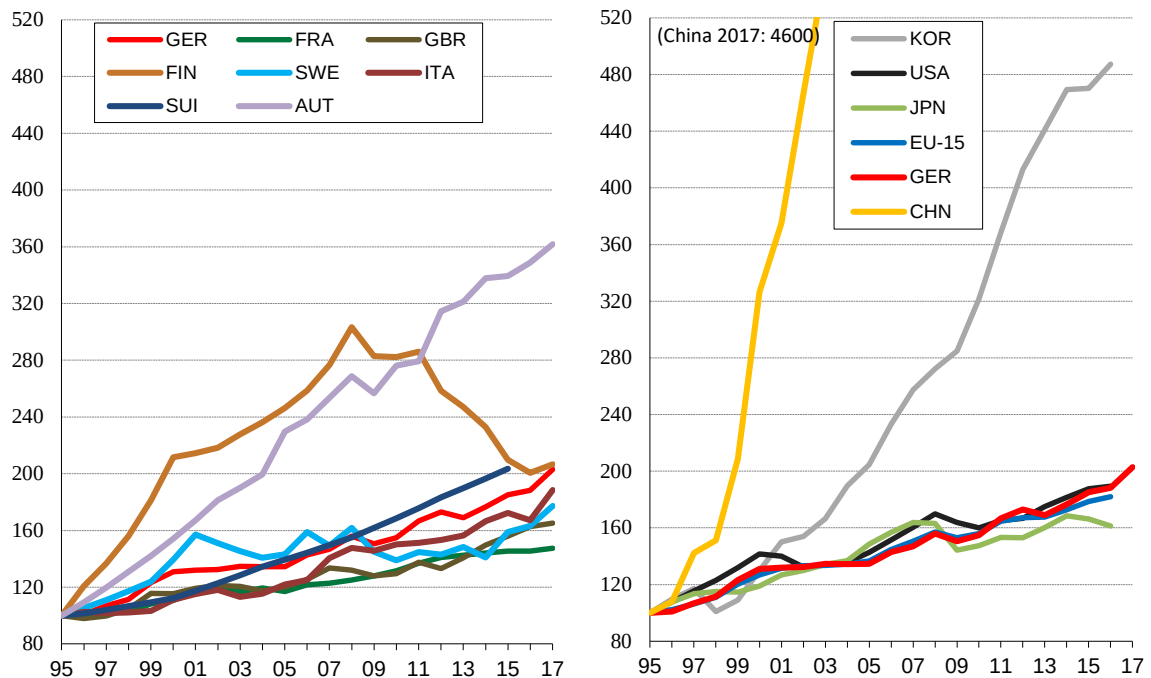
⁴³ Die FuE-Aufwendungen von Organisationen ohne Erwerbszweck spielen nur in wenigen Ländern eine merkliche Rolle. Nur in den USA, der Schweiz und Korea erreichen sie einen Anteil am BIP von mehr als 0,05 Prozent. Sie werden vielfach unter der Kategorie „Staat“ subsumiert.

⁴⁴ Für Israel wird der Anteil aufgrund des abweichenden Meldeverhaltens unterschätzt, vgl. Schasse, Gehrke, Stenke (2018).

⁴⁵ Der Zuwachs der öffentlichen FuE-Aufwendungen in Deutschland im Jahr 2016 um 4,1 Prozent steht auch in Verbindung mit methodischen Änderungen bei der Erfassung der FuE-Aufwendungen der Hochschulen, vgl. Statistisches Bundesamt (2018). Die Strukturen ab 2016 sind deshalb in Deutschland nur bedingt mit den Vorjahren vergleichbar.

Abb. 2.1.4: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen im internationalen Vergleich 1995 bis 2017

- 1995 = 100 -

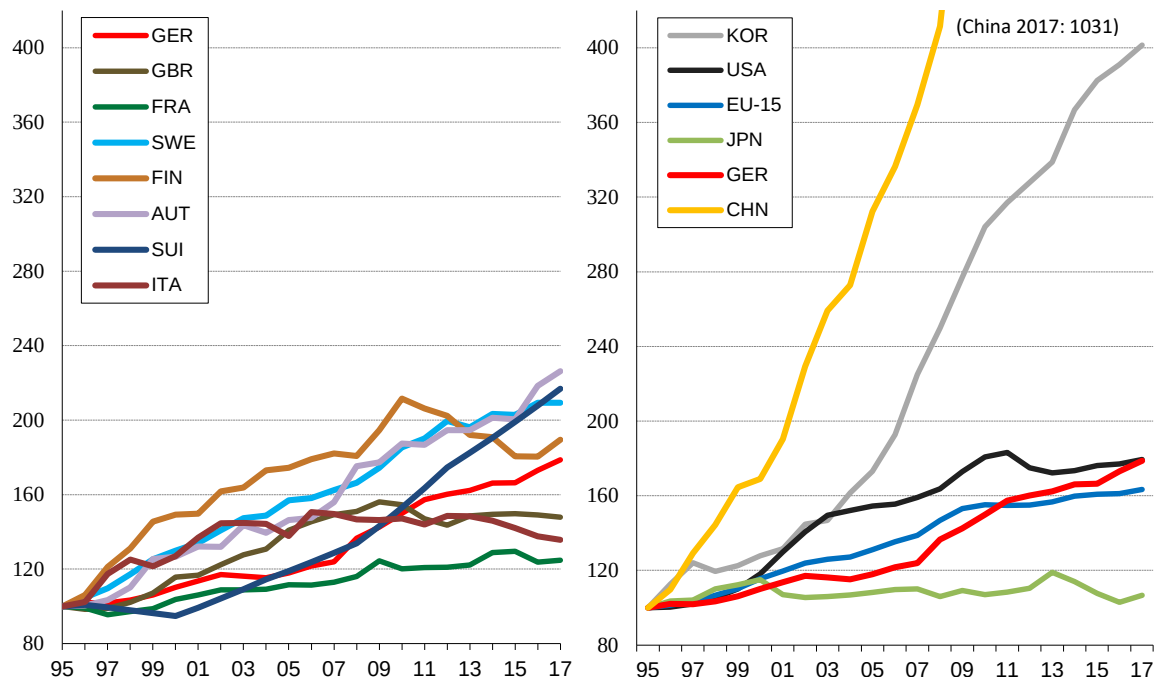


Daten teilweise geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Abb. 2.1.5: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen in konstanten Preisen im internationalen Vergleich 1995 bis 2017

- 1995 = 100 -



Daten zum Teil geschätzt - Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). - SV Wissenschaftsstatistik.

Berechnungen und Schätzungen des CWS.

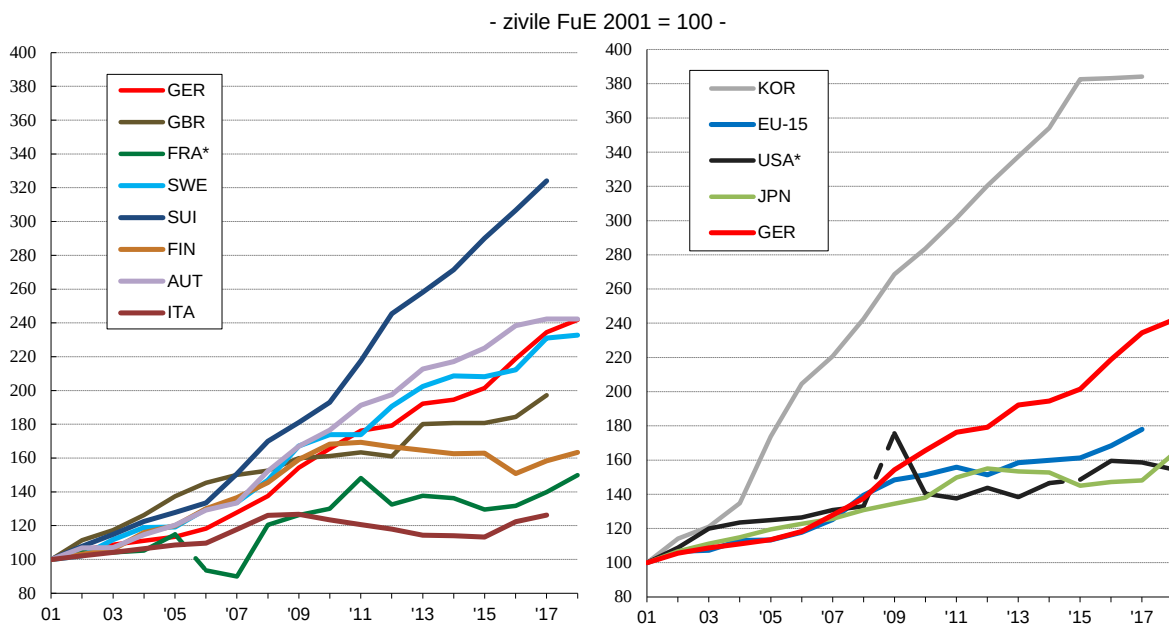
2.1.3 Staatliche Budgets für FuE

Die staatlichen FuE-Budgets, gemessen an den Haushaltsansätzen des Staates für zivile FuE, bilden einen Frühindikator für Investitionen des Staates in FuE. Es handelt sich dabei um Plandaten die nicht allein für die Durchführung von FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen verwendet werden und deshalb von den tatsächlichen FuE-Ausgaben des öffentlichen Sektors (Hochschulen, Staat) abweichen. Anders als Daten zu den realisierten FuE-Aufwendungen, die erst mit zeitlicher Verzögerung vorliegen, sind Haushaltsansätze bereits zu Beginn eines Kalenderjahres verfügbar. Um die internationale Vergleichbarkeit zu verbessern, werden an dieser Stelle nur die FuE-Aufwendungen für zivile Zwecke betrachtet.⁴⁶

Nach Ende der Wirtschaftskrise haben die meisten Länder ihre staatlichen Budgets für zivile FuE ab 2010 weiter ausgeweitet (Abb. 2.1.6). Stagnation oder nur geringe durchschnittliche Zuwächse sind hingegen in einigen südeuropäischen Ländern, aber auch in Frankreich, Finnland, Japan und auch in den USA zu beobachten. Seit 2016 weisen die europäischen Länder wieder deutlichere Steigerungen der Budgets auf, was für die USA (2017/18) und Japan (bis 2017) nicht erkennbar ist. Auch Korea hat sein FuE-Budget seit 2016 nicht weiter gesteigert.

Auch 2018 weiter gestiegene Haushaltsansätze für zivile FuE lassen erwarten, dass die öffentlichen FuE-Investitionen in den betrachteten Ländern weiter gestiegen sind. Dafür sprechen vor allem die positiven Entwicklungen in Europa und Japan.

Abb. 2.1.6: Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE im internationalen Vergleich 2001 bis 2018



Daten zum Teil geschätzt.

*) Bruch in der Reihe: FRA 2006, USA 2009.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

⁴⁶ Durch den hohen Anteil des Verteidigungshaushalts an den gesamten Haushaltsmitteln für FuE in den USA (rund 44 Prozent) und das hohe Gewicht der USA in der OECD wird die Entwicklung der gesamten staatlichen Budgets für FuE stark durch den US-Militärhaushalt beeinflusst.

Ein Vergleich der staatlichen Haushaltsansätze für FuE in Deutschland mit anderen OECD-Ländern verdeutlicht die kontinuierliche Positionsverbesserung bis zum Jahr 2018: Seit Ende der Wirtschaftskrise sind die jährlichen FuE-Budgets in Deutschland stärker ausgeweitet worden als im OECD-Durchschnitt, wobei letzterer insbesondere durch die vergleichsweise schwache Entwicklung in den USA gedämpft worden ist.

Die aktuelle Struktur der staatlichen Ausgaben nach Forschungszielen zeigt sich im internationalen Vergleich gegenüber den Vorjahren wenig verändert (Tab. 2.1.2).⁴⁷ 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 nur wenige Änderungen hinsichtlich der Zielstruktur des staatlichen Mitteleinsatzes für zivile FuE. In Deutschland hat die Energieforschung leicht hinzugewonnen. In den USA hat die Weltraumforschung an Gewicht verloren und in Großbritannien ist die dominierende Gesundheitsforschung weiter gestärkt worden. Größere Verschiebungen hat es nur in Frankreich gegeben, wo der Verkehrs- und der Energiebereich sowie die nicht zielorientierte Forschungsförderung an Gewicht gewonnen haben. Insgesamt ist der Anteil der FuE-Ausgaben für zivile Zwecke an den gesamten staatlichen FuE-Ausgaben deutlich von 68 Prozent (2007) auf 80 Prozent (2017) gestiegen.

Tab. 2.1.2: Struktur der staatlichen zivilen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2007 und 2017 (Anteile in Prozent)

	GER		USA		JPN		GBR		FRA		OECD ¹	
	2007	2017	2007	2017	2007	2017	2007	2017	2007	2017	2007	2017
Erforschung u. Nutzung d. irdischen Umwelt	1,8	1,8	1,6	2,3	1,9	1,4	3,2	5,3	1,2	1,1	1,9	2,3
Verkehr, Telekommunikation und andere Infrastrukturen	1,9	1,8	2,4	2,2	4,4	3,0	1,6	8,2	0,9	7,0	2,7	2,9
Umwelt	3,4	2,9	1,2	0,7	0,9	2,3	2,5	2,9	2,6	1,8	2,3	2,1
Gesundheitsprojekte	5,0	5,2	51,9	52,7	4,2	4,3	20,4	26,0	9,3	7,3	21,7	20,0
Energie	3,8	5,0	3,2	4,9	15,4	12,5	0,8	3,4	7,6	11,9	5,7	6,1
Landwirtschaft	2,8	3,0	3,9	3,7	3,8	3,3	3,5	4,5	2,4	3,1	4,5	4,0
Industrielle Produktion und Technologie	12,9	11,9	0,8	1,0	6,9	7,2	2,3	6,3	11,2	1,3	9,6	9,3
Weltraumforschung und -nutzung	5,1	4,8	18,3	14,2	7,3	6,4	2,5	1,6	12,6	4,5	8,9	6,7
Allg. Hochschulforschungsmittel für Grundlagenforschung	42,4	42,4	0,0	0,0	36,3	37,1	31,1	24,3	39,9	25,7	23,5	24,4
Nicht zielorientierte Forschung	17,5	16,7	14,5	15,7	18,0	22,0	26,8	12,6	9,0	25,5	16,1	17,6
sonstige ²	3,4	4,6	2,1	2,5	0,7	0,6	5,5	5,0	3,3	10,7	3,1	4,5
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	94,0	96,2	42,2	56,5	95,5	96,5	77,0	84,8	71,2	92,5	68,1	80,1

1) geschätzt. 2) 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, Stand 8/2019. - 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.⁴⁸ Unternehmen richten FuE eher an kurz- und

⁴⁷ Vgl. Schasse, Gehrke, Stenke (2018).

⁴⁸ Vgl. dazu z.B. Schibany, Gassler (2010), MIT (2015), Fritsch (2015).

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. 2.1.4, auch Tab. A.2.4 im Anhang).

Grundlagenforschung wird in den OECD-Ländern⁴⁹ überwiegend an den Hochschulen betrieben und macht dort zumeist über die Hälfte der eingesetzten Forschungsmittel aus. Hinzu kommen wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen, die im Schnitt ebenfalls 20 Prozent bis 30 Prozent ihrer Mittel für Grundlagenforschung einsetzen. Anders als in den meisten anderen Ländern betreiben wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen in Deutschland mit 58 Prozent 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 Prozent auf diesem Feld. Die deutsche Wirtschaft betreibt zu 45 Prozent angewandte Forschung.

**Tab. 2.1.3: FuE-Aufwendungen in ausgewählten Ländern nach Art der FuE 2017
(Anteile in Prozent)**

Durchführung	Land/Region	Grundlagenforschung	Angewandte Forschung	Experimentelle Entwicklung
insgesamt	BEL	15,6	45,4	39,0
	DEN	19,1	36,9	43,9
	GER			
	FIN			
	FRA	23,8	37,9	35,2
	GBR	18,1	44,0	37,9
	ISR	11,3	11,0	77,7
	ITA	23,2	43,3	33,4
	JPN	13,1	18,7	63,9
	CAN			
	KOR	14,5	22,0	63,6
	NED	26,5	43,7	29,8
	AUT	17,6	34,5	46,2
	POL	30,1	15,7	54,1
	SWE			
	SUI	38,2	28,5	33,3
	ESP	21,6	41,1	37,3
	USA	17,0	20,3	62,5
	BRA			
	RUS	14,0	19,2	59,3
	IND			
	CHN	5,5	10,5	84,0
	RSA	25,4	47,5	27,1

BEL, DEN, FRA, AUT, SUI, RSA 2015; FIN, GBR, ITA, NED, POL, SWE, ESP 2016.

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

Quelle: Eurostat und OECD Science, Technology and R&D Statistics, Stand 8/2019. – Berechnungen des CWS.

⁴⁹ 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. 2.1.4: FuE-Aufwendungen in ausgewählten Ländern nach durchführenden Sektoren und Art der FuE 2017 (Anteile in Prozent)

Durchführung	Land/Region	Grundlagenforschung	Angewandte Forschung	Experimentelle Entwicklung
Hochschulen	BEL	18,6	74,2	7,2
	DEN	40,6	46,0	13,4
	GER			
	FIN			
	FRA	74,2	21,2	4,2
	GBR	33,3	52,0	14,7
	ISR	68,2	24,7	7,1
	ITA	56,0	33,8	10,2
	JPN	37,9	25,1	6,3
	CAN			
	KOR	36,9	30,8	32,3
	NED	57,9	42,1	
	AUT	55,4	36,5	8,1
	POL	72,9	15,3	11,7
	SWE			
	SUI	78,9	14,9	6,2
	ESP	46,9	38,1	15,0
	USA	61,8	28,5	9,7
	BRA			
	RUS	30,9	47,0	19,4
	IND			
	CHN	42,0	49,2	8,8
	RSA	54,6	32,2	13,2
wiss. Einrichtungen	BEL	63,9	21,9	14,2
	DEN	16,0	65,5	18,5
	GER	58,0	37,1	4,9
	FIN	10,5	64,5	25,0
	FRA	23,9	47,7	4,7
	GBR	42,0	45,5	12,5
	ISR	20,0		80,0
	ITA	25,6	66,8	7,6
	JPN	21,9	33,0	40,5
	CAN			
	KOR	26,1	27,8	46,2
	NED	26,5	61,0	12,4
	AUT	20,6	39,0	5,2
	POL	54,5	20,4	25,0
	SWE	15,9	58,9	25,2
	SUI	0,2	98,9	0,9
	ESP	32,9	53,6	13,5
	USA	19,9	34,6	43,9
	BRA			
	RUS	32,3	25,5	34,6
	IND			
	CHN	15,5	29,4	55,1
	RSA	22,0	53,8	24,2
Wirtschaft	BEL	8,2	40,1	51,7
	DEN	7,2	31,8	61,0
	GER	6,0	44,6	49,4
	FIN	3,6	14,4	82,0
	FRA	6,1	41,4	52,6
	GBR	9,2	41,4	49,4
	ISR	3,5	9,5	87,0
	ITA	9,3	41,5	49,2
	JPN	8,3	16,0	75,5
	CAN			
	KOR	10,6	20,3	69,2
	NED	10,1	41,2	48,7
	AUT	5,0	33,3	61,7
	POL	8,6	15,7	75,7
	SWE	2,3	14,6	83,1
	SUI	22,6	32,9	44,5
	ESP	4,7	38,3	57,0
	USA	6,6	16,3	77,1
	BRA			
	RUS	1,5	11,3	79,1
	IND			
	CHN	0,2	3,2	96,6
	RSA	6,6	54,2	39,2

BEL, DEN, FRA, AUT, SUI, RSA 2015; FIN, GBR, ITA, NED, POL, SWE, ESP 2016.

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

Quelle: Eurostat und OECD Science, Technology and R&D Statistics, Stand 8/2019. – Berechnungen des CWS.

Grundlagenforschung spielt im FuE-System Chinas nach wie vor eine untergeordnete Rolle. Nur 5,5 Prozent aller FuE-Aufwendungen dienen diesem Ziel. Hochschulen haben ihren Schwerpunkt mit 49 Prozent der FuE-Aufwendungen eher im Bereich angewandter Forschung. Wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen (55 Prozent) und insbesondere die Wirtschaft (97 Prozent) sind vor allem auf experimentelle Entwicklung ausgerichtet.

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 Prozent ihrer FuE-Mittel hierfür einsetzen.

Die 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“. Insgesamt hat sich die Verteilung der Aufwendungen nach der Art der FuE gegenüber den Vorjahren kaum verändert⁵⁰, was als Indiz für diesbezüglich sehr stabile nationale FuE- und Innovationssysteme gewertet werden kann.

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

In den letzten 10 Jahren haben Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen zu den im internationalen Vergleich überdurchschnittlichen Zuwächsen der FuE-Aufwendungen in Deutschland beigetragen (Tab. 2.1.1). Bezogen auf die Bruttowertschöpfung ist die FuE-Intensität seit 2007 von 2,44 Prozent auf 3,06 Prozent im Jahr 2017 und schätzungsweise 3,13 Prozent im Jahr 2018 gestiegen (vgl. Abb. 2.2.1 und Tab. A.2.1 im Anhang), wobei die FuE-Intensität der Wirtschaft bis 2018 von 1,71 Prozent auf 2,15 Prozent gewachsen ist, während sie im öffentlichen Bereich von 0,73 Prozent auf 0,98 Prozent zugelegt hat.⁵¹

Die FuE-Aktivitäten in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen bilden ein zentrales Element im deutschen Innovationssystem (Tab. 2.2.1):

- Insgesamt sind die FuE-Aufwendungen 2018 gegenüber dem Vorjahr um 5,2 Prozent auf 104,8 Mrd. Euro gestiegen. Gleichzeitig stieg das FuE-Personal (in VZÄ) um 2,9 Prozent auf über 706.600 Personen. Die Zuwächse sind damit weiterhin hoch aber geringer als im Vorjahr ausgefallen. Im Jahr 2017 haben die FuE-Aufwendungen um 8 Prozent und das FuE-Personal um 4,3 Prozent zugelegt.
- Die deutsche Wirtschaft – der Begriff umfasst Unternehmen sowie die Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG) – hat im Jahr 2018 FuE-Aktivitäten im Umfang von 72,1 Mrd. Euro durchgeführt und damit 68,8 Prozent der gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten bereitgestellt. Die FuE-Aufwendungen sind gegenüber dem Vorjahr um 4,8 Prozent gestiegen, deutlich weniger als im Vorjahr mit 9,5 Prozent. Die Wirtschaft hat 2018 mit fast 451.000

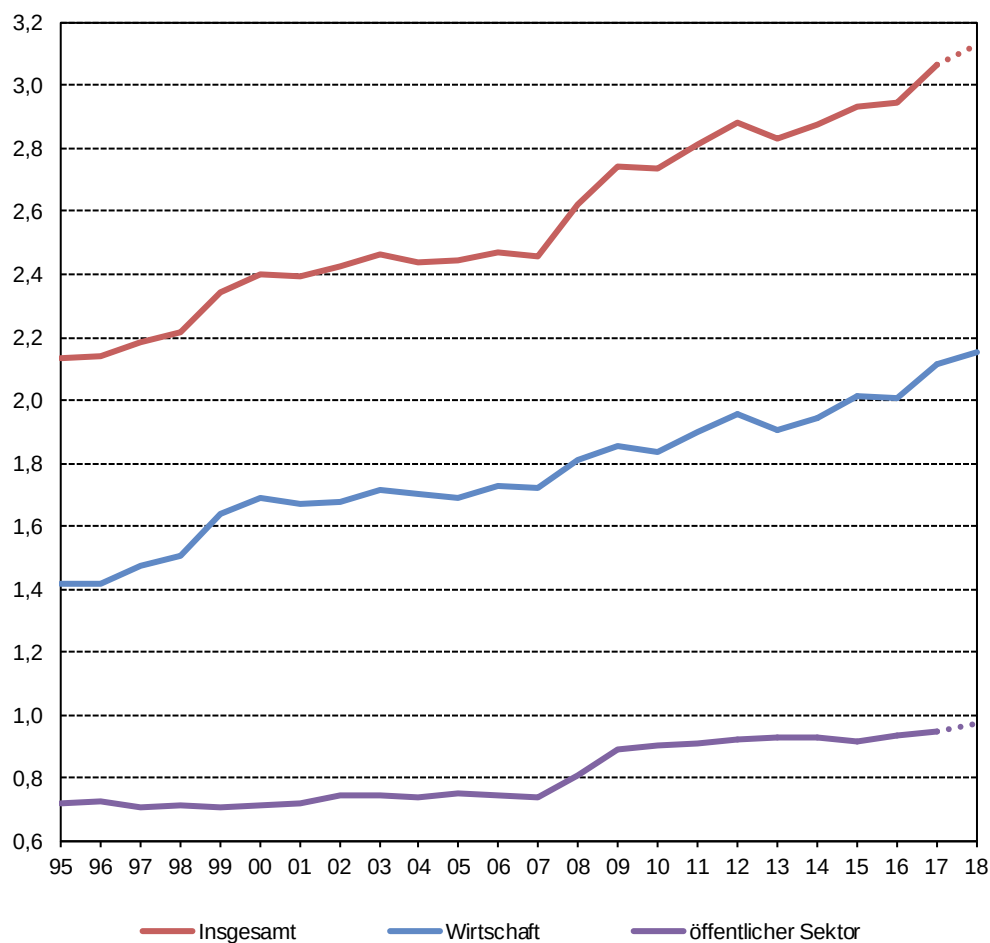
⁵⁰ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016) und Schasse, Gehrke, Stenke (2018).

⁵¹ Berechnet unter Berücksichtigung der Revision 2019 der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen, vgl. Abschnitt 1.3. Zur langfristigen Entwicklung der Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Deutschland vgl. auch Tab. A.2.2 im Anhang. Die aktuelle Entwicklung in Deutschland wird in Abschnitt 11.2 noch einmal differenziert betrachtet.

Personen (in Vollzeitäquivalenten gerechnet) 63,8 Prozent des gesamten FuE-Personals in Deutschland beschäftigt. Der Zuwachs gegenüber dem Vorjahr betrug damit 3,3 Prozent.

- Im Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen umfassenden öffentlichen Sektor wurden im Jahr 2018 nach aktuellen Schätzungen Mittel in Höhe von 32,7 Mrd. Euro für die Durchführung von FuE aufgewendet, davon 18,6 Mrd. Euro für Hochschulforschung (17,7 Prozent aller FuE-Aufwendungen) und 14,1 Mrd. Euro außerhalb der Hochschulen (13,5 Prozent aller FuE-Aufwendungen). Das dafür eingesetzte FuE-Personal entsprach mit rund 255.500 Personen 36,2 Prozent des gesamten FuE-Personals in Deutschland. Gegenüber dem Vorjahr ist das FuE-Personal im öffentlichen Sektor damit um 2,3 Prozent gewachsen (Hochschulen: +2,5 Prozent; wissenschaftliche Einrichtungen: +2,0 Prozent).

Abb. 2.2.1: FuE-Aufwendungen in Prozent des Bruttoinlandsprodukts in Deutschland 1995 bis 2018



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

- In der Wirtschaft wurden insgesamt 45 Prozent der FuE-Aufwendungen für die Durchführung von angewandter Forschung und 49 Prozent für experimentelle Entwicklung ausgegeben, für Grundlagenforschung blieben 6 Prozent.⁵² Diese Relationen haben sich in den 10 Jahren zuvor nur wenig verändert. Insgesamt unterscheiden sich die Strukturen jedoch signifikant von de-

⁵² Stand 2017, vgl. Tab. 2.1.4, auch SV Wissenschaftsstatistik (2019a).

nen in den meisten westlichen Industrieländern: Weiterhin verwenden deutsche Unternehmen sehr viel mehr Mittel für angewandte Forschung und veranschlagen einen deutlich geringeren Anteil für experimentelle Entwicklung (Tab. 2.1.4). Dagegen führen wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen in Deutschland mit 58 Prozent mehr Grundlagenforschung aus als in anderen Ländern, während experimentelle Entwicklung hier mit 5 Prozent kaum eine Rolle spielt.⁵³

Tab. 2.2.1: FuE-Aufwendungen und -Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Forschungseinrichtungen 2014 bis 2018

	2014		2015		2016		2017		2018*	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
FuE-Aufwendungen (Mio. €)										
Wirtschaft (interne Aufwendungen) ¹⁾	56.996	67,7	60.952	68,7	62.826	68,2	68.787	69,1	72.101	68,8
Unternehmen	56.726	67,3	60.657	68,3	62.531	67,8	68.501	68,8	71.813	68,5
IfG	270	0,3	295	0,3	295	0,3	286	0,3	288	0,3
Wissenschaft, öffentliche Forschung	27.250	32,3	27.830	31,3	29.348	31,8	30.766	30,9	32.667	31,2
Hochschulen	14.930	17,7	15.344	17,3	16.627	18,0	17.282	17,4	18.567	17,7
Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck	12.320	14,6	12.486	14,1	12.721	13,8	13.484	13,5	14.100	13,5
Insgesamt	84.246	100,0	88.782	100,0	92.174	100,0	99.554	100,0	104.768	100,0
FuE-Personal (Vollzeitäquivalente)										
Wirtschaft ¹⁾	371.706	61,4	404.767	63,2	413.027	62,8	436.571	63,6	451.057	63,8
Unternehmen	368.334	60,9	401.231	62,6	409.492	62,2	433.140	63,1	447.612	63,4
IfG	3.372	0,6	3.536	0,6	3.536	0,5	3.431	0,5	3.446	0,5
Wissenschaft, öffentliche Forschung	233.547	38,6	235.749	36,8	244.867	37,2	249.778	36,4	255.500	36,2
Hochschulen	132.542	21,9	134.032	20,9	141.661	21,5	143.753	20,9	147.400	20,9
Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck	101.005	16,7	101.717	15,9	103.206	15,7	106.025	15,4	108.100	15,3
Insgesamt	605.253	100,0	640.516	100,0	657.894	100,0	686.349	100,0	706.557	100,0

1) 2015 und 2017: Vollerhebung; 2014, 2016 und 2018: Kurzerhebung.

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

Das FuE-Verhalten der Wirtschaft ist 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.⁵⁴ Aus Sicht der Unternehmen ist FuE nicht autonom, sondern eine Investition und damit abhängig von den Ertragserwartungen, 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. Auch die insgesamt sehr positive Entwicklung der FuE-Kapazitäten in den letzten Jahren dürfte zum Teil auf der insgesamt positiven Konjunkturentwicklung fußen. Die sich schon 2018 abzeichnenden und 2019 zu beobachtenden weltwirtschaftlichen Verwerfungen und Unsicherheiten lassen für die Folgejahre eher geringere Zuwächse erwarten (vgl. Abschnitt 11.2).

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 Globalisie-

⁵³ Da keine Angaben über die entsprechende Verteilung von FuE an Hochschulen verfügbar sind, kann hier keine Aussage über den gesamten öffentlichen Sektor gemacht werden.

⁵⁴ Vgl. Schasse, Kladroba, Stenke (2012), S. 25ff zur Konjunkturreaktivität von FuE im internationalen Vergleich.

rung) ändern sich und das FuE-Verhalten der Unternehmen passt sich an und differiert z. B. hinsichtlich Größe, Branche oder Region.

Im Folgenden werden Indikatoren zu FuE-Aktivitäten der Wirtschaft (Tab. 2.2.2) herangezogen, die die gegenwärtigen Strukturen von FuE in Deutschland und deren Veränderungen sichtbar 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) und die FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland (Abschnitt 9) und ausländischer Unternehmen in Deutschland (Abschnitt 10).

Tab. 2.2.2: Struktur der FuE-Aktivitäten der Wirtschaft in Deutschland 1995 bis 2017

	Anteile in %									
	1995	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017
Finanzierung von FuE in der Wirtschaft 1)										
Wirtschaft	90,3	92,9	93,1	92,3	92,1	91,5	90,9	91,0	89,3	89,8
Staat	7,5	4,1	4,3	4,1	3,9	4,2	4,4	3,3	3,3	3,1
davon in Klein- und Mittelunternehmen	7,4	5,5	6,5	5,6	6,4	7,5	8,7	10,1	10,8	11,1
Unternehmen > 500	7,0	3,3	3,5	3,3	3,0	3,1	3,1	1,8	1,8	1,7
Ausland	2,1	2,9	2,5	3,5	3,8	4,2	4,5	5,5	7,3	7,0
Anteil am FuE-Personal in den Unternehmen										
weniger als 100 Beschäftigte	8,1	6,3	5,7	6,3	8,3	8,9	9,9	10,2	9,0	9,5
100 bis unter 500 Beschäftigte	11,7	11,6	11,8	13,5	13,7	13,6	14,1	12,7	12,1	12,3
500 bis unter 1.000 Beschäftigte	6,2	6,8	7,8	6,9	7,5	6,9	7,3	7,8	7,2	7,1
1.000 und mehr Beschäftigte	74,1	75,3	74,8	73,3	70,5	70,5	68,7	69,3	71,7	71,0
Anteil der Wirtschaftszweige am FuE-Personal 2)										
Chemie und Pharma	17,5	13,9	14,2	13,2	12,9	12,2	11,9	11,2	10,4	9,6
Maschinenbau	13,7	12,0	11,7	11,8	12,0	11,4	11,3	11,6	10,7	11,3
Elektro, Elektronik, Instrumente, Computer	29,0	25,9	23,1	22,1	20,2	19,0	19,6	21,1	20,0	18,0
Fahrzeugbau	25,0	28,7	32,0	32,8	30,5	29,8	29,3	29,0	29,6	31,8
übr. Bergbau, Verarbeitendes Gewerbe	8,2	7,6	7,7	7,5	10,6	10,3	10,1	10,0	9,4	8,7
übr. Warenproduzierendes Gewerbe	0,8	0,6	0,6	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
Dienstleistungen	4,4	9,8	9,5	10,8	11,9	15,3	16,0	15,2	18,2	19,0
Gemeinschaftsforschung	1,4	1,5	1,2	1,5	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8
Anteil externer FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 3)										
insgesamt	10,5	17,0	18,3	20,2	19,5	19,8	19,5	21,8	21,8	22,1
Klein- und Mittelunternehmen	8,1	11,9	10,1	10,5	11,7	12,0	11,3	11,3	11,3	11,5
Unternehmen > 500	10,5	17,5	19,1	21,5	20,6	21,0	20,6	23,2	23,1	23,3
Durchführung externer FuE der Wirtschaft										
Wirtschaft	59,9	71,0	61,7	59,2	58,3	61,1	61,2	62,5	63,7	64,9
Hochschulsektor	13,1	7,7	10,5	11,3	11,1	9,7	6,8	5,0	6,7	5,5
sonstige FuE-Einrichtungen	8,6	4,0	5,0	10,1	9,1	8,1	7,0	3,0	3,7	3,8
sonstige Inländer	3,3	0,9	0,6	0,9	1,7	1,5	2,8	3,3	1,7	1,6
Ausland	15,2	16,4	22,2	18,5	19,8	19,7	22,3	26,3	24,1	24,1
Struktur der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen										
Personal	59,8	58,5	58,6	60,8	59,5	60,1	59,6	62,6	61,4	61,8
Sachmittel	33,4	33,4	32,9	31,0	32,7	32,5	32,7	29,8	30,7	30,7
Investitionen	6,8	8,1	8,5	8,1	7,8	7,4	7,7	7,6	7,9	7,5
Struktur des FuE-Personals in Unternehmen										
Wissenschaftler/Ingenieure	45,7	51,3	54,3	54,8	54,2	55,1	53,4	55,1	57,0	57,9
Techniker	27,6	24,1	23,5	25,0	26,0	26,5	32,3	31,6	31,0	30,4
sonstige	26,7	24,6	22,2	20,2	19,9	18,4	14,3	13,3	12,0	11,7
Struktur des FuE-Personals nach Regionen										
östliche Bundesländer	11,5	12,0	10,2	9,7	9,8	10,0	10,1	9,6	9,6	9,5
nordwestliche Bundesländer (SH,HH,HB,NI,NW)	27,2	25,2	25,4	24,8	25,9	25,9	26,5	26,5	26,0	25,5
südwestliche Bundesländer (HE, BW, BY, RP, SL)	61,3	62,8	64,4	65,5	64,3	64,1	63,4	63,9	64,5	65,0
Auslandsverflechtungen										
Anteil von Unternehmen im ausländischen Besitz an den FuE-Gesamtaufwendungen	17,0	26,5	26,0	26,4	25,0	27,2	25,7	22,6	21,5	19,9
Anteil von FuE im Ausland an den globalen Gesamtaufwendungen deutscher Unternehmen mit Auslandsforschung		26,7	30,0	29,9	24,4	27,3	30,5	31,3	34,8	38,2

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.

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.⁵⁵ Nur noch in Japan entfallen anteilig weniger FuE-Aufwendungen auf Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten (9 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft) als in Deutschland (13 Prozent) (Abb. 3.1.1). Es folgen die USA (14 Prozent), Korea (26 Prozent) und Schweden (30 Prozent). 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.⁵⁶ Diese Unterschiede sind z. T. auch darauf zurückzuführen, dass die generelle Bedeutung von Großunternehmen zwischen den Ländern und nach Wirtschaftszweigen variiert.⁵⁷

Im europäischen Vergleich ist die regelmäßige Beteiligung von Klein- und Mittelunternehmen an FuE in Deutschland eher im Mittelfeld zu lokalisieren (Tab. A.3.2 im Anhang). Nach den Ergebnissen des Community Innovation Survey (CIS) ist der Anteil kontinuierlich FuE betreibender Unternehmen in der Gruppe der kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten in Deutschland zwischen 2012 und 2016 von 13,5 Prozent auf 11,4 Prozent gesunken. Deutschland liegt damit deutlich hinter Ländern wie den Niederlanden (16 Prozent), Finnland (15 Prozent) oder Belgien (13 Prozent) zurück.

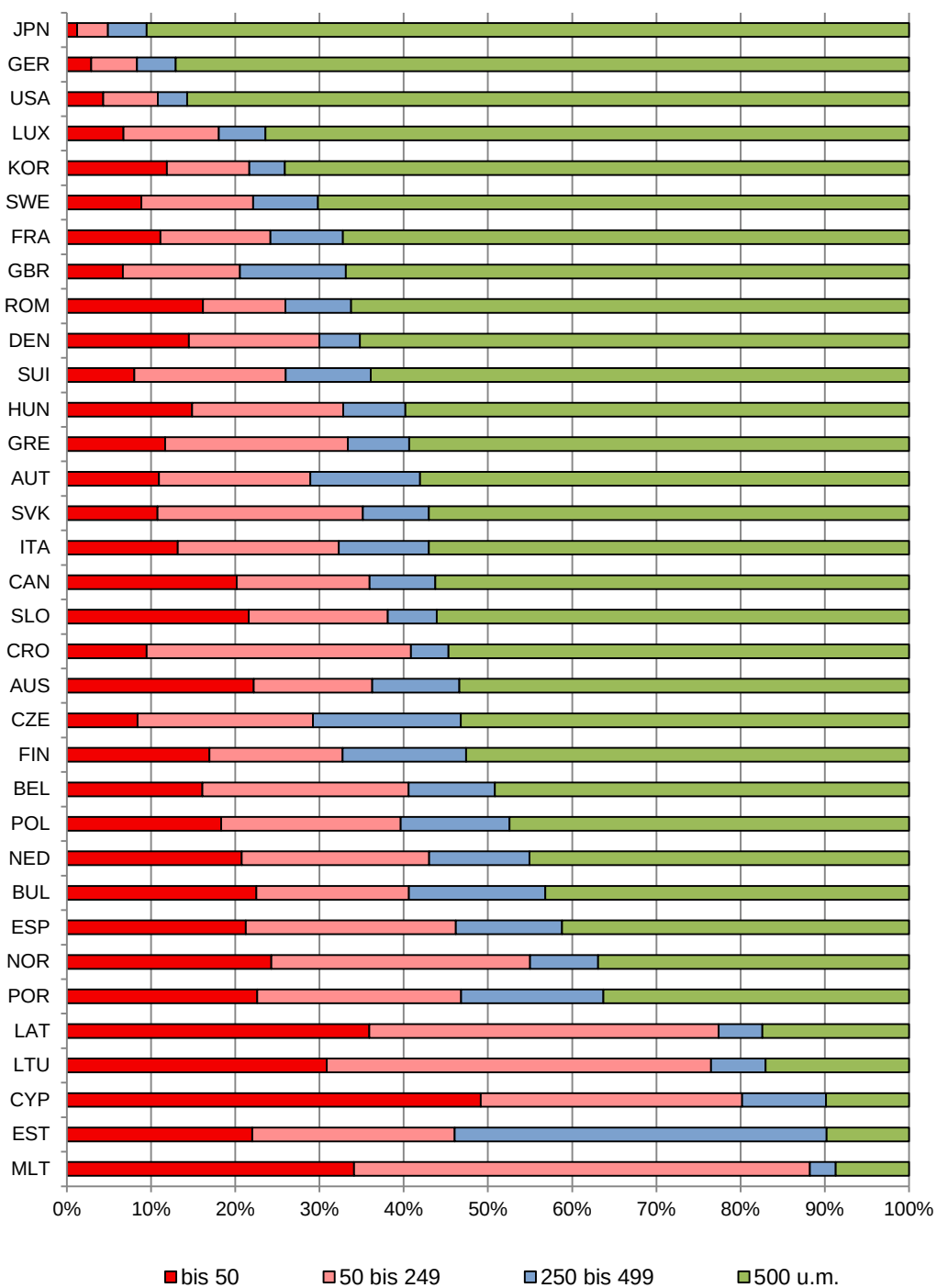
Da der Anteil kontinuierlich FuE betreibender Unternehmen insgesamt maßgeblich von der großen Zahl kleiner Unternehmen bestimmt wird, zeigt sich auch hier ein deutlicher Rückgang (Abb. 3.1.2). Von 2010 bis 2016 ist der Anteil kontinuierlich FuE betreibender Unternehmen in Deutschland zurückgegangen während andere europäische Länder hier z.T. sehr deutliche Zuwächse zu verzeichnen hatten. Deutschlands Anteil liegt aber immer noch deutlich über dem Durchschnitt der betrachteten EU-Länder.

⁵⁵ Vgl. auch Rammer et al. (2016).

⁵⁶ Dieses Bild ändert sich auch dann nicht grundlegend, wenn man die Grenze zwischen KMU und Großunternehmen nach dem Frascati-Handbuch (OECD 2015) bei 250 Beschäftigten setzt.

⁵⁷ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2014), Gehrke und Schasse (2017a).

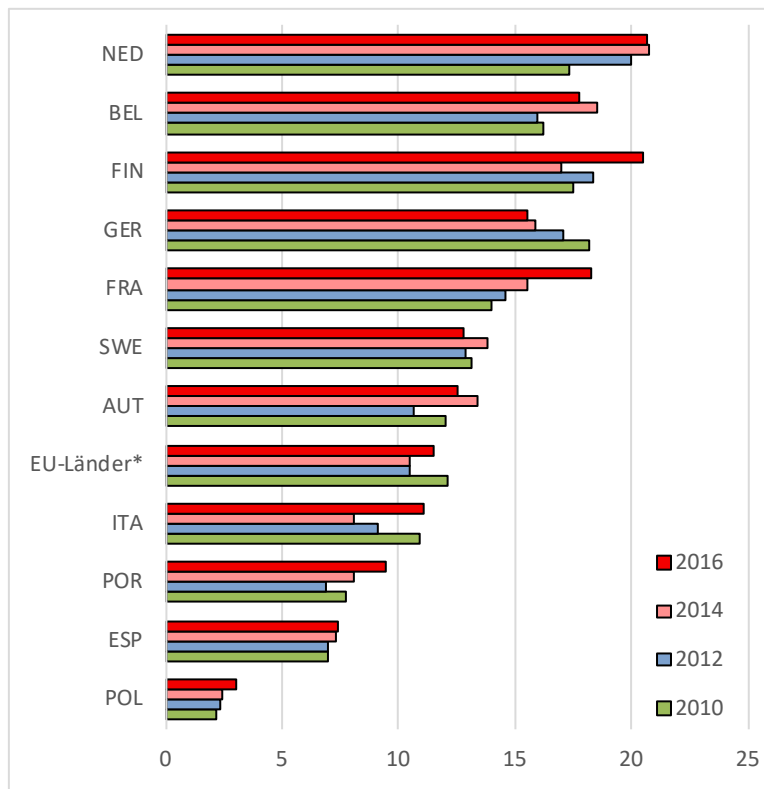
Abb. 3.1.1: Interne FuE-Ausgaben des Wirtschaftssektors nach Beschäftigtengrößenklassen 2017* im internationalen Vergleich



*) oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Research and Development Statistics (8/2019). – Eurostat. – Berechnungen des CWS.

Abb. 3.1.2: Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen im europäischen Vergleich 2010 bis 2016 in (in Prozent)



*) EU-Länder: aufgeführte Länder zuzgl. EST, CZE, MLT, HUN, SLO, CRO, LTU, LAT, CYP, ROM
 Quelle: Eurostat: Community Innovation Survey (CIS) 2010, 2012, 2014, 2016. – 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: Insgesamt 81 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen⁵⁸ und 71 Prozent des FuE-Personals entfielen 2017 – wie schon 2015 - auf Unternehmen dieser Größenordnung (Tab. 2.2.2), wobei fast die Hälfte von Unternehmen mit mehr als 10.000 Beschäftigten erbracht wird.

In kleinen und mittelgroßen Unternehmen mit bis zu 500 Beschäftigten belief sich der Anteil an den internen FuE-Aufwendungen im Jahr 2017 auf 13 Prozent⁵⁹ und der FuE-Personalanteil auf 21 Prozent (Abb. 3.2.1). Der Anteil der KMU am FuE-Personal ist zwischen 2011 und 2015 gesunken und danach relativ stabil geblieben, er liegt aber immer noch über dem Wert zu Beginn der letzten Dekade, als nur 17,5 Prozent des FuE-Personals auf KMU entfielen.

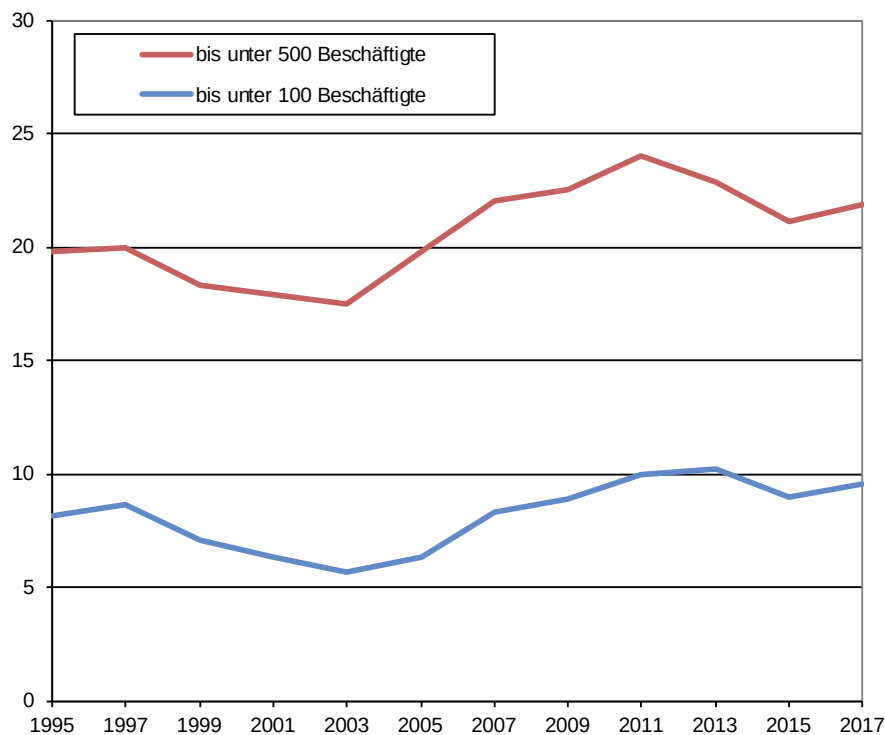
Tendenziell sinkt die FuE-Intensität der *forschenden Unternehmen* mit zunehmender Unternehmensgröße (Tab. 3.2.2). Dieser Zusammenhang ist im Zeitverlauf sehr stabil. Wenn kleine Unternehmen überhaupt FuE betreiben, so wenden sie hierfür in Relation zu ihrem Umsatz bzw. zu den Beschäftigten erheblich mehr Ressourcen auf als größere Unternehmen. Die damit verbundenen Risiken und Finanzierungsprobleme sind ein Grund dafür, dass kleine Unternehmen seltener eigene FuE betreiben.⁶⁰

⁵⁸ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2019a).

⁵⁹ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2019a).

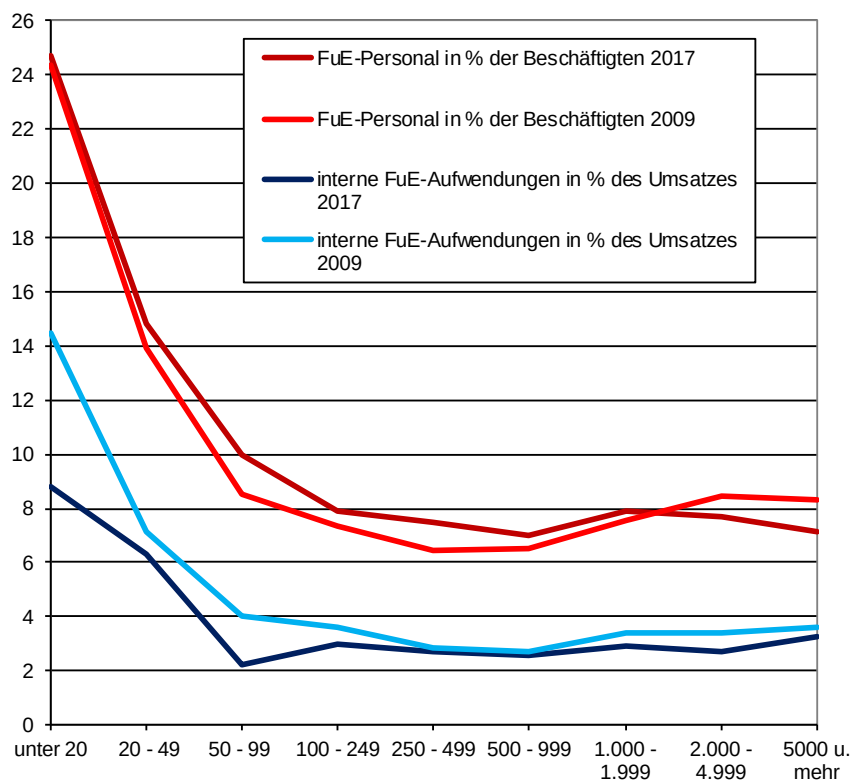
⁶⁰ Vgl. Rammer et al. (2016), Kritikos et al. (2017).

Abb. 3.2.1: Anteil von Klein- und Mittelunternehmen am FuE-Personal der Unternehmen in Deutschland 1995 bis 2017 (in Prozent)



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des CWS.

Abb. 3.2.2: FuE-Intensität forschender Unternehmen in Deutschland 2009 und 2017 nach Unternehmensgrößenklassen (in Prozent)



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 Prozent der Unternehmen,⁶¹ weist jedoch eine Bandbreite von 20 Prozent bei Kleinunternehmen, 25 Prozent bei mittleren Unternehmen und 45 Prozent bei größeren Unternehmen mit einer Beschäftigtenzahl von 500 bis unter 1.000 auf. Große Industrieunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten betreiben zu 79 Prozent eigene FuE.

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.

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 Prozent im Jahr 2007 auf 21 Prozent im Jahr 2013 gestiegen, danach stagnierte der Wert. Gleichzeitig ist aber der Anteil FuE betreibender mittlerer Unternehmen mit 100 bis unter 500 Beschäftigten von 2005 bis 2015 deutlich von 29 Prozent auf 24 Prozent gesunken, 2017 betrug der Anteil 25 Prozent.

Tab. 3.2.1: FuE-Personalintensität und FuE-Beteiligung im Verarbeitenden Gewerbe in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen der Unternehmen 1995 bis 2017

Beschäftigtengrößenklasse	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017
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	11,0
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	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	7,4
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	11,0
insgesamt	6,6	7,4	7,5	8,0	8,3	8,4	8,6	8,7	9,1	9,1	9,7	9,9
Anteil forschender Unternehmen**												
unter 100	21	20	16	15	12	12	17	18	20	21	20	20
100 bis unter 500	34	31	30	29	28	29	27	28	27	25	24	25
500 bis unter 1.000	40	40	47	38	42	42	46	47	46	47	47	45
1.000 und mehr	73	67	72	66	71	75	76	76	76	78	79	79
insgesamt	26	24	22	20	18	18	21	22	23	24	23	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	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	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	3,3
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	10,9
insgesamt	3,9	4,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,5	4,7	4,9	4,9	5,1	5,3

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

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

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

⁶¹ Kleinbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten sind in der Bezugsgröße nicht erfasst. Tatsächlich sind also erheblich weniger als 23 Prozent 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.

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 in allen Größenklassen 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. Allerdings bilden Klein- und Mittelunternehmen keine homogene Gruppe: Darunter finden sich Töchter von Konzernen, technologieintensive Start-Ups, typische Mittelständler mit langer Tradition, Aus- und Umgründungen usw.: Dies gilt für Klein- und Mittelunternehmen „*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.⁶² 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 wie 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 unverändert eine kritische Größe.

⁶² Vgl. Rammer et al. (2016).

Tab. 3.2.2: FuE-Personalintensität von forschenden Unternehmen nach Größenklassen, Wirtschaftszweigen und Technologieklassen 2017

- 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	19,8	13,9	17,6	4,4	.	37,6
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,9	5,1	1,4	6,0	0,6	0,4
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	10,0	11,0	6,5	6,9	7,4	11,1
10-12 H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	2,4	4,5	2,9	1,7	2,0	2,4
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	3,5	6,4	3,6	1,9	3,2	2,5
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	3,4	5,3	2,3	3,9	2,0	3,9
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	5,5	3,2	4,2	8,5	14,0	4,2
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	8,9	11,3	8,3	7,1	8,4	9,0
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	13,4	21,5	9,2	4,9	10,0	14,2
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	5,6	6,1	2,8	3,3	4,6	6,8
23 H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	3,6	7,0	2,9	2,7	3,2	3,7
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	2,5	5,2	2,1	2,8	2,1	2,5
25 H.v. Metallerzeugnissen	3,9	6,5	3,1	2,7	3,7	4,0
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	16,7	20,0	13,9	15,2	13,2	17,7
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	10,9	13,0	8,2	9,4	7,9	12,3
28 Maschinenbau	8,1	9,0	5,6	6,3	8,6	8,8
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	14,0	9,3	9,6	9,0	12,7	14,2
30 Sonstiger Fahrzeugbau	14,7	11,1	11,2	7,5	4,4	16,2
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	18,4	15,8	4,6	9,8	.	19,1
31-33 Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	6,9	10,9	7,1	8,6	5,8	5,9
D,E 35-35 Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	0,6	7,2	1,1	0,3	0,5	0,4
F 41-43 Baugewerbe/Bau	1,3	7,3	1,5	1,8	1,2	0,4
J 58-63 Information und Kommunikation	9,7	19,6	13,0	13,9	6,6	7,1
62.01 Programmierungstätigkeiten	23,6	21,0	16,0	20,6	11,2	32,4
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1,3	11,7	2,0	1,6	0,7	1,2
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	11,1	24,8	18,8	15,2	14,1	8,5
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	18,0	17,2	7,3	9,5	16,3	20,8
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	22,9	41,5	45,7	40,4	25,2	14,9
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	0,5	9,0	4,0	7,9	1,9	0,2
I N S G E S A M T	7,6	13,6	7,6	7,4	7,0	7,3
II. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien	12,6	14,3	8,8	9,2	10,2	13,3
Spitzentechnologie	15,8	19,8	13,2	13,4	12,0	16,6
Hochwertige Technik	11,6	10,8	6,9	7,5	9,4	12,5
Forschungsintensive Dienstleistungen	19,4	23,6	17,5	17,9	13,5	19,3
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	2,1	8,0	4,1	4,1	3,4	1,3
I N S G E S A M T	7,6	13,6	7,6	7,4	7,0	7,3

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

Im Dienstleistungssektor, in dem vor allem die unternehmensorientierten Dienstleistungen im Bereich der IuK-Dienstleistungen und der technischen Dienstleistungen⁶³ den Umfang der FuE-Aktivitäten bestimmen, ergibt sich ein anderes Bild (Tab. 3.2.2):

Dort ist seit 2015 eine Steigerung der FuE-Intensität der im Bereich der technischen Dienstleistungen tätigen Großunternehmen festzustellen, die auch 2017 Bestand hat und sich im Bereich wissenschaftlicher FuE-Dienstleistungen sogar fortgesetzt hat. 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

⁶³ 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.

zuvor in der Industrie ansässigen Unternehmen bzw. Unternehmensteilen) oder auch Ausdruck des generellen Bedeutungsgewinns technischer Dienstleistungen im deutschen Innovationssystem sein.⁶⁴

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.⁶⁵ Dabei erweist es sich als ausgesprochen problematisch, dass die Beteiligung von KMU am FuE-Prozess nicht, wie in mehreren europäischen Konkurrenzländern, zunimmt. Vielmehr ist der Anteil von KMU am FuE-Personal in Deutschland zuletzt gesunken. Die insgesamt wachsende FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft wird vor allem von Großunternehmen getragen.

⁶⁴ Vgl. Schasse, Schiller et al. (2016).

⁶⁵ Vgl. BMBF (2018b).

4 Sektorale Struktur des FuE-Einsatzes

4.1 Sektorale FuE-Strukturen im internationalen Vergleich

Länderspezifische Unterschiede können Differenzen in der Intensität und der Dynamik, mit der in verschiedenen Volkswirtschaften FuE betrieben wird, erklären. Ein Großteil der international unterschiedlichen FuE-Intensitäten und -Entwicklungspfade kann auf unterschiedliche Wirtschaftsstrukturen zurückgeführt werden.⁶⁶ 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.⁶⁷ 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.⁶⁸

In den OECD-Ländern werden insgesamt 53 Prozent der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in forschungsintensiven Industriezweigen aufgewendet.⁶⁹ Auf den Dienstleistungsbereich entfallen 29 Prozent (Abb. 4.1.1). Deutschland weicht stark von der Struktur des Durchschnitts ab. Mit 66 Prozent erreichen forschungsintensive Industrien gemeinsam mit Korea (72 Prozent) und Japan (66 Prozent) den höchsten Anteil der FuE-Aufwendungen unter den darstellbaren Ländern. Auf FuE im Dienstleistungsbereich entfällt mit 14 Prozent hingegen ein eher niedriger Anteil, ähnlich wie in Korea und Japan, wo dieser Sektor auf 8 bzw. 12 Prozent der FuE-Aufwendungen kommt. Insgesamt sind seit Beginn der Dekade nur geringe numerische Veränderungen festzustellen, die keine generellen Strukturverschiebungen zur Folge haben.⁷⁰

Den Schwerpunkt bildet in Deutschland seit Jahren der Sektor Hochwertige Technik, der zuletzt 44 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft auf sich vereinte.⁷¹ Ein ähnlich hohes Gewicht dieses Sektors ist in keinem anderen OECD-Land (Durchschnitt: 18 Prozent) 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 22 Prozent, im OECD-Durchschnitt sind es 35 Prozent – nicht zuletzt wegen des hohen Gewichts der USA (45 Prozent).

⁶⁶ Zum Einfluss der Wirtschaftsstruktur auf die gesamtwirtschaftliche FuE vgl. Gehrke und Schasse (2017a).

⁶⁷ Zur Abgrenzung forschungsintensiver Wirtschaftszweige vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3.

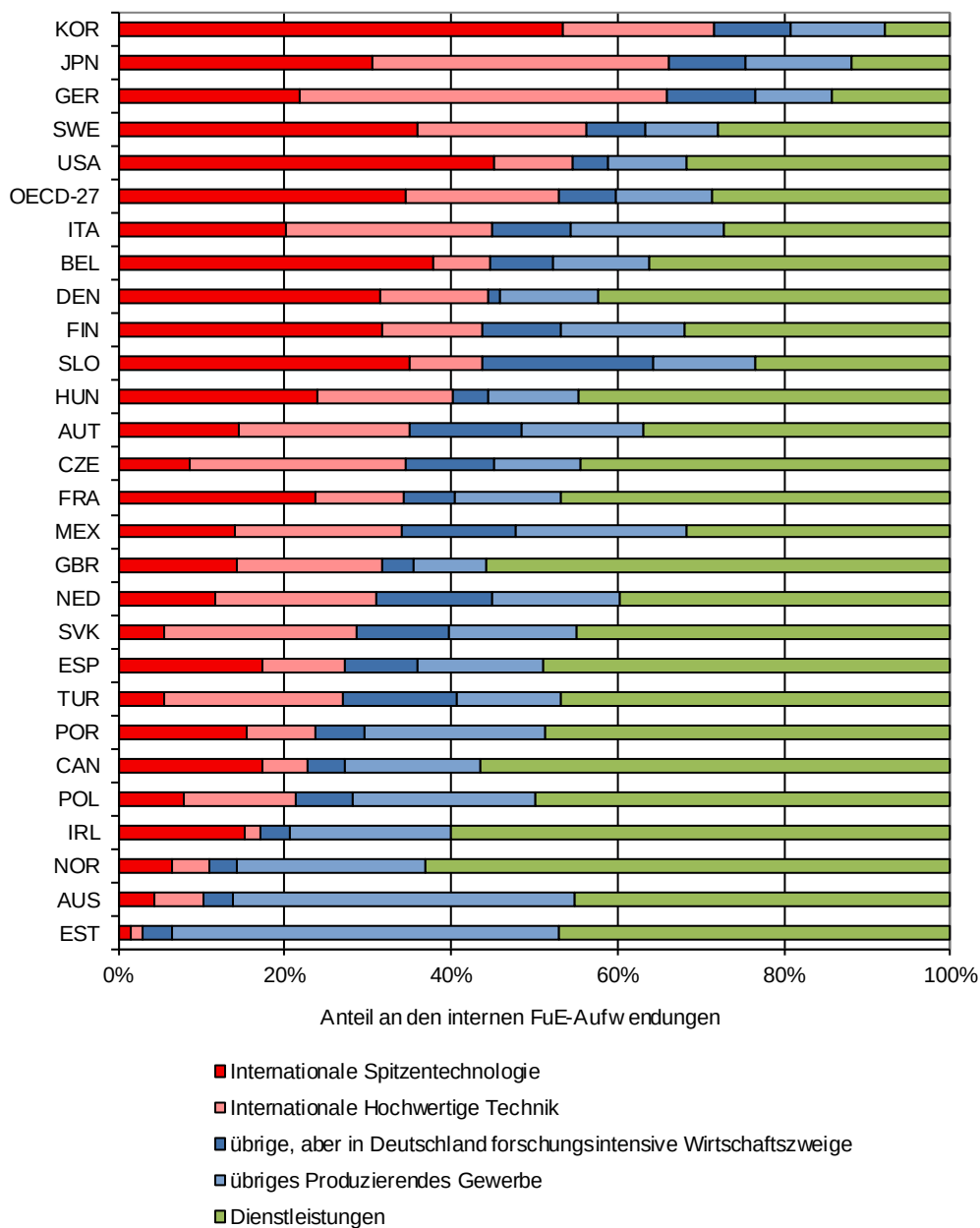
⁶⁸ Wissensintensive Dienstleistungen stehen in besonders intensivem Kontakt mit Technologielieferanten aus der Industrie, z. B. Kommunikation, Mobilität, Gesundheit, innere und äußere Sicherheit, Umwelt usw., vgl. Cordes, Gehrke (2012); Gehrke, Schiersch (2019) sowie die Analysen zur Bedeutung von FuE-Dienstleistern in Schasse, Schiller et al. (2016).

⁶⁹ 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 insgesamt auf rund 60 Prozent, hierzulande sind es 77 Prozent aller internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft (vgl. Abschnitt 4.2).

⁷⁰ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016).

⁷¹ Ohne „übrige, aber in Deutschland forschungsintensive Wirtschaftszweige“, vgl. Abschnitt 1.3.

Abb. 4.1.1: Verteilung der internen FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche 2017 ¹⁾ im internationalen Vergleich



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 (8/2019), – 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 57 Prozent aller Aufwendungen für die Durchführung von FuE in Spitzentechnologiesektoren in den USA investiert. Im Dienstleistungsbereich sind es 48 Prozent. 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 Raumfahrt vergleichsweise stark.

Tab. 4.1.1: Struktur der FuE-Ausgaben 2017 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	34,6	56,7	13,8	10,7	5,7	3,2	1,5
Pharmazeutische Erzeugnisse	10,3	63,9	16,5	1,5	5,7	1,1	0,7
DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse	18,6	46,1	17,6	19,0	6,1	2,8	0,9
Luft- und Raumfahrzeugbau	4,5	67,1	1,2	0,2	5,6	9,9	5,5
Hochwertige Technik	18,4	21,9	30,3	6,9	21,9	2,7	3,4
Maschinenbau	5,4	26,2	27,0	7,0	15,2	2,8	2,3
Automobilbau	11,8	18,2	33,0	6,7	27,3	2,3	2,9
übrige, aber in Deutschland forschungsintensive WZ	6,7	28,4	21,5	9,6	14,2	4,3	2,0
Chemische Erzeugnisse	3,6	31,6	24,0	8,9	15,9	3,8	1,7
Elektrische Ausrüstungen	2,1	24,0	19,0	7,0	15,9	4,5	1,4
Sonstiger Fahrzeugbau ohne Luft- und Raumfahrzeugbau	0,7	37,0	6,7	13,5	6,6	5,7	2,4
übriges Produzierendes Gewerbe	11,7	34,8	17,1	6,7	7,3	5,1	2,7
Dienstleistungen	28,6	48,3	6,5	1,9	4,5	7,6	7,1
Insgesamt	100,0	43,4	15,7	6,9	9,1	4,7	3,6

1) Anteil der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftszweig an den Gesamtaufwendungen der Wirtschaft in Prozent.

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 (8/2019). – 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 30 Prozent an allen Aufwendungen in den OECD-Ländern die Spitzenposition hält vor Deutschland und den USA (jeweils 22 Prozent). In Deutschland und Japan ist hierfür in erster Linie die Automobilindustrie verantwortlich. Deutschland und Japan weisen auch im Maschinenbau relative Stärken auf. Hinzu kommen noch relative Stärken beim FuE-Einsatz in der Chemie- und der Elektroindustrie. Großbritannien und in Frankreich weisen dagegen relative Stärken im Dienstleistungsbereich auf.

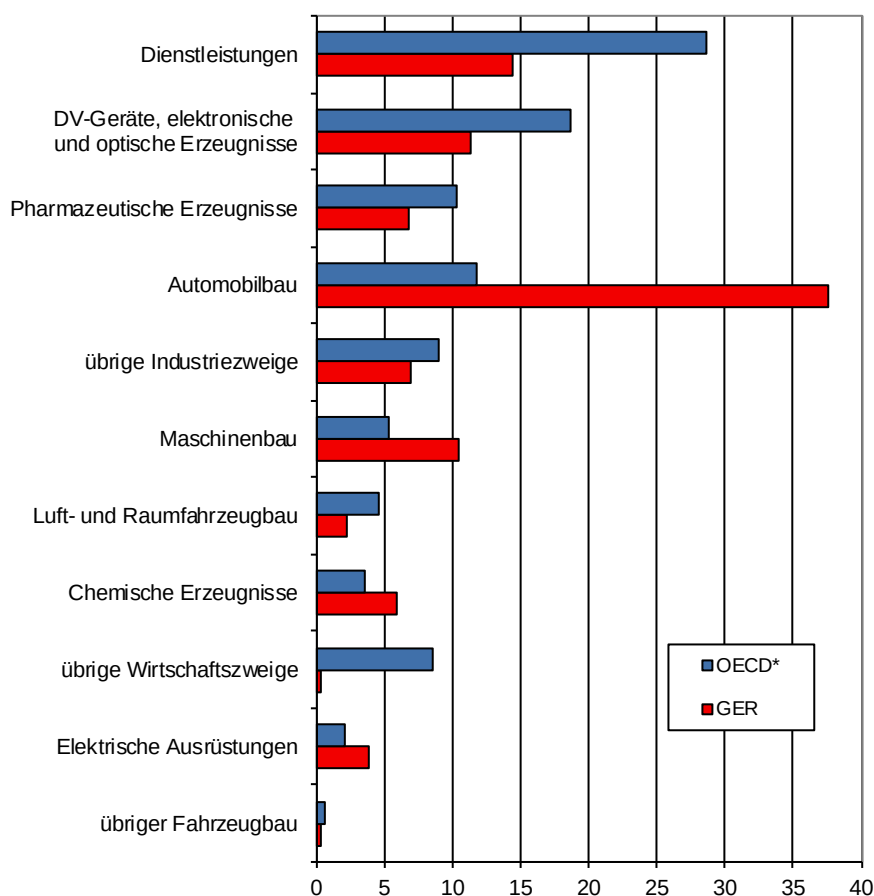
Deutschlands Industrie unterscheidet sich unter wirtschaftsstrukturellen Gesichtspunkten deutlich von anderen Ländern. Vor allem sind es (Abb. 4.1.2)

- der Automobilbau als Deutschlands herausragende Stärke, der 37 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft auf sich vereint, sowie der Maschinenbau (10 Prozent) und die Chemieindustrie (6 Prozent) auf der einen Seite sowie
- die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (11 Prozent) und der Dienstleistungssektor (14 Prozent, darunter insbesondere die unternehmensnahen und DV-Dienstleistungen) auf der anderen Seite, die in Deutschland weniger präsent sind (vgl. auch Tab. 4.2.1 und Tab. A.4.4 im Anhang).

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.⁷² Dieses Muster zieht sich wie ein roter Faden durch das „deutsche Innovationssystem“, ist also nicht nur bei FuE, sondern auch in der Wirtschaftsstruktur und im Außenhandel oder bei Patenten sichtbar.

⁷² Für die langfristige Betrachtung vgl. auch Gehrke, Schasse, Kladroba, Stenke (2013) sowie Gehrke und Schasse (2017a).

Abb. 4.1.2: Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit¹⁾ in Deutschland im internationalen Vergleich 2017



1) Anteil der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaftszweige an den Aufwendungen der Wirtschaft insgesamt in Prozent.

*) 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 (8/2019). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

4.2 Sektorale FuE-Strukturen in Deutschland

Auf Basis der Vollerhebung der SV Wissenschaftsstatistik werden für ungerade Jahre (zuletzt 2007) sektoral sehr tief gegliederte Daten zu den FuE-Aufwendungen und zum FuE-Personal in der Wirtschaft bereitgestellt. Diese können in Zusammenschau mit industriestatistischen Kennziffern zur Berechnungen sektoraler FuE-Intensität in der deutschen Wirtschaft herangezogen werden. Die Daten werden 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. 4.2.2) 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.

4.2.1 Sektorale Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland

Wirtschaftszweige aus dem Bereich der Hochwertigen Technik bilden mit 77 Prozent der FuE-Aufwendungen und 69 Prozent des FuE-Personals den Schwerpunkt von FuE in der deutschen Wirtschaft. Es dominiert der Automobilbau mit 37 Prozent der FuE-Aufwendungen und 29 Prozent des FuE-Personals (Tab. 4.2.1 und Tab. A.4.4 im Anhang). Auch der Maschinenbau (10 Prozent der FuE-Aufwendungen und 11 Prozent des FuE-Personals) und die in Deutschland forschungsintensiven Wirtschaftszweige der Chemieindustrie (6 Prozent / 5 Prozent) und der Elektrotechnik (4 Prozent / 5 Prozent) tragen zur Stärke der Hochwertigen Technik bei. Im Bereich der Spitzentechnologie sind die Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (11 Prozent der FuE-Aufwendungen und 13 Prozent des FuE-Personals) – hier vor allem die MSR-Technik (5 Prozent / 6 Prozent) – und die Pharmaindustrie (7 Prozent / 5 Prozent) von Gewicht. Der Luft- und Raumfahrzeugbau (2 Prozent / 2 Prozent) hat zuletzt klar an Bedeutung verloren.

Im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands haben sich die Gewichte weiter von der Spitzentechnologie zur Hochwertigen Technik verschoben. Bei einem Gesamtanteil forschungsintensiver Wirtschaftszweige von 77 Prozent an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft hat sich der Anteil der Spitzentechnologie seit 2009 von 26,4 Prozent auf 20,7 Prozent in 2017 verringert. Parallel ist der Anteil der Hochwertigen Technik von 47,5 Prozent auf 56,5 Prozent im Jahr 2017 gestiegen. Dies ist maßgeblich auf die Automobilindustrie zurückzuführen, die allein einen Zuwachs um fast 5 Prozentpunkte (von 32 Prozent auf 37 Prozent) aufweist.

Bis zum Jahr 2017 haben unterdurchschnittliche Zuwächse und z.T. absolut gesunkene FuE-Aufwendungen der Pharmazeutischen Industrie (bis 2015), des Luft- und Raumfahrzeugbaus und zuletzt auch der Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen zu Anteilsverlusten der Wirtschaftszweige der Spitzentechnologie in Deutschland geführt. Im Jahr 2016 haben allein die überdurchschnittlichen Zuwächse der pharmazeutische Industrie zum besseren Abschneiden im Bereich der Spitzentechnologie beigetragen. Insgesamt wird in den Wirtschaftszweigen der Spitzentechnologie zwar mit weitaus höherer Intensität FuE betrieben; sie sind aber in Deutschland vergleichsweise weniger vertreten und weisen deshalb ein gesamtwirtschaftlich geringeres Gewicht auf als in anderen großen OECD-Ländern⁷³.

FuE in der deutschen Wirtschaft wird in erster Linie in der Industrie durchgeführt. Insgesamt 85 Prozent der internen FuE-Aufwendungen und 79 Prozent des FuE-Personals entfallen auf das Verarbeitende Gewerbe (Tab. A.4.4 im Anhang). Dienstleistungsunternehmen machen 2017 insgesamt 14 Prozent der FuE-Aufwendungen und 19 Prozent 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 Prozent der FuE-Aufwendungen und 6 Prozent des Personals. Es folgen die technischen Dienstleistungen (Architektur-, Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchung; 4 Prozent / 6 Prozent) und Dienstleistungsunternehmen, deren Schwerpunkt die Durchführung von Forschung und Entwicklung ist (4 Prozent / 5 Prozent). Insbesondere der Anteil der Dienstleistungen der wissenschaftlichen FuE ist bis 2017 kontinuierlich gestiegen.

⁷³ Vgl. Gehrke, Schasse (2017) oder auch Gehrke, Schiersch (2019).

Tab. 4.2.1: Verteilung der internen FuE-Ausgaben und des FuE-Personals nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen 2011 bis 2017

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologiekategorie		Interne FuE-Aufwendungen in %				FuE-Personal in %			
		2011	2013	2015	2017	2011	2013	2015	2017
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	85,6	86,0	85,2	85,4	82,2	82,9	80,1	79,4
10-12	H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
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	6,5	6,2	6,2	5,9	6,2	6,0	5,8	5,0
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	8,0	7,6	6,5	6,8	5,7	5,2	4,5	4,6
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1,8	1,8	1,8	1,7	2,2	2,2	2,1	2,0
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	0,6	0,6
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	1,0	1,0	0,9	0,8	1,2	1,2	1,1	1,0
25	H.v. Metallerzeugnissen	1,4	1,4	1,4	1,3	2,0	2,0	1,8	1,8
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	12,8	13,7	12,4	11,3	15,3	15,6	14,9	12,5
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	3,1	4,0	3,7	3,9	4,3	5,5	5,1	5,5
28	Maschinenbau	9,6	10,1	9,0	10,4	11,3	11,6	10,7	11,3
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	31,9	32,1	35,2	37,5	25,4	25,8	26,7	29,0
30	Sonstiger Fahrzeugbau	5,1	3,8	3,3	2,6	3,9	3,2	2,9	2,8
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	4,5	3,3	2,8	2,2	3,3	2,6	2,4	2,4
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	2,4	2,4	3,2	1,5	2,3	2,2	2,3	1,9
D, 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
F 41-43	Baugewerbe/Bau	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3
J 58-63	Information und Kommunikation	5,9	5,9	5,2	4,9	6,9	6,4	5,8	6,0
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	5,9	5,6	7,2	7,7	7,4	7,1	10,9	11,4
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	2,5	2,3	3,7	3,5	3,3	3,2	6,2	5,7
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2,8	2,8	3,1	3,8	3,5	3,4	4,2	5,2
IFG	Institutionen für Gewerkschaftsforschung	0,5	0,5	0,5	0,4	0,9	0,9	0,9	0,8
G-I,L,N+U	Restliche Abschnitte	0,8	0,8	0,8	0,9	1,2	1,2	1,2	1,3
I N S G E S A M T		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
II. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²									
Forschungsintensive Industrien (mind. 3% FuE-Aufwand/Umsatz)		75,6	75,6	75,4	77,1	70,4	70,7	69,3	69,1
Spitzentechnologie (>9% FuE-Aufwand/Umsatz)		25,6	25,0	22,1	20,7	24,5	23,7	22,2	19,8
Hochwertige Technik (3 - 9% FuE-Aufwand/Umsatz)		49,9	50,6	53,3	56,4	45,9	47,0	47,1	49,3
Forschungsintensive Dienstleistungen (WZ 62,71,72)		10,4	10,4	12,0	12,3	12,9	12,9	16,5	17,0
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)		14,1	13,9	12,6	10,6	16,7	16,4	14,2	13,9
I N S G E S A M T		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
III. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN									
unter 100 Beschäftigte		5,6	5,5	4,7	4,6	10,2	10,5	9,2	9,8
100 bis 499 Beschäftigte		10,1	9,1	8,6	8,3	14,5	13,1	12,6	12,7
500 bis 999 Beschäftigte		6,0	6,0	6,0	6,0	7,2	7,7	7,1	7,0
1000 und mehr Beschäftigte		78,3	79,4	80,7	81,1	68,1	68,6	71,1	70,5
I N S G E S A M T		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

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.

4.2.2 FuE-Intensitäten in der Industrie

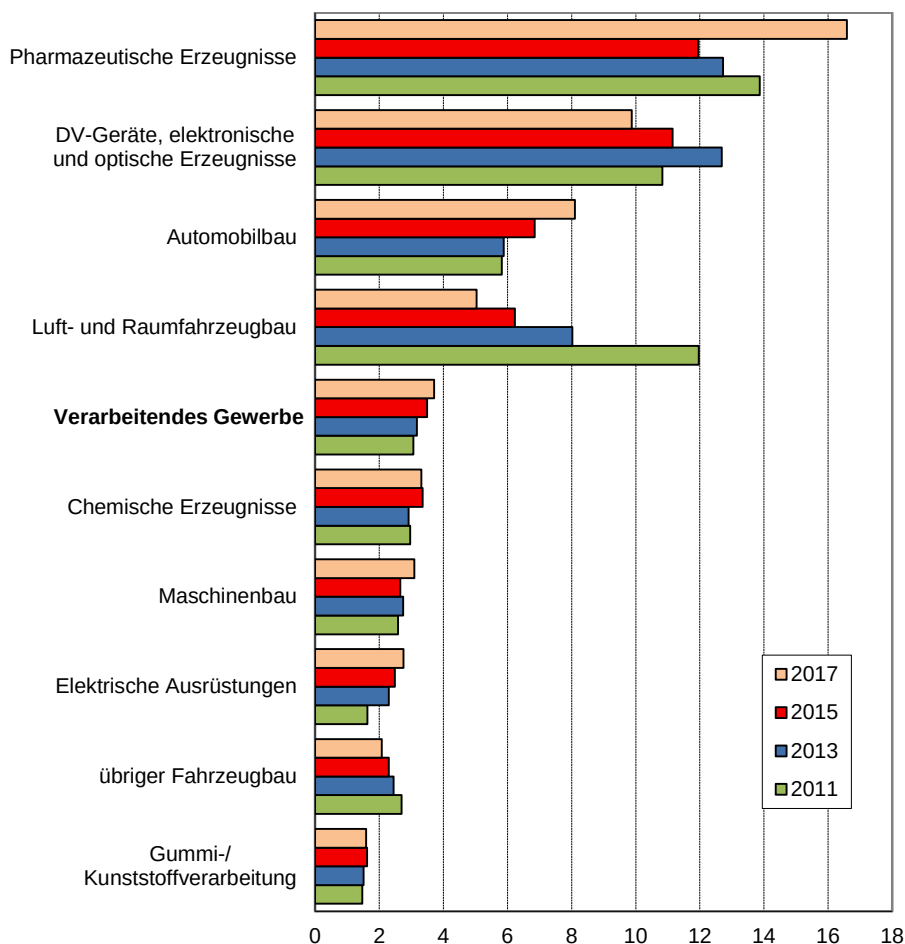
Gemessen am Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz, weist das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland im Jahr 2017 eine durchschnittliche FuE-Intensität von 3,7 Prozent auf. Diese ist seit 2011 (3,1 Prozent) kontinuierlich gestiegen (Abb. 4.2.1 und Tab. A.4.2 im Anhang).

Die im Bereich der Spitzentechnologie zusammengefassten Wirtschaftszweige weisen typischerweise die höchsten FuE-Intensitäten auf (Tab. A.4.2 im Anhang). In der Hierarchie der Wirtschaftszweige liegen die Hersteller von pharmazeutischen Spezialitäten (17 Prozent), DV-Geräten (16 Prozent), Te-

lekommunikationstechnik (15 Prozent), Medizintechnik (11 Prozent), und MSR-Technik (10 Prozent) an der Spitze.⁷⁴

In Deutschland ist die FuE-Intensität in den zur Spitzentechnologie zählenden Branchen 2017 nur bei den Herstellern pharmazeutischer Erzeugnisse gestiegen, sonst hat sie im Spitzentechnologiebereich deutlich nachgelassen, speziell beim Luft- und Raumfahrzeugbau. Dort hat sich die FuE-Intensität seit 2011 mehr als halbiert und ist damit hinter die Automobilindustrie zurückgefallen von 12 Prozent auf nur noch 5 Prozent. Seit dem Jahr 2015 hat ein Teil der Automobilzulieferer (WZ 29.3) mit einer FuE-Intensität von mittlerweile fast 14 Prozent zu den Spitzentechnologiebranchen aufgeholt. Dies hat dazu geführt, dass der Automobilbau als Ganzes (WZ 29) im Jahr 2017 in Deutschland mit 8 Prozent eine deutlich höhere FuE-Intensität aufweist als der Luft- und Raumfahrzeugbau.

Abb. 4.2.1: Interne FuE-Aufwendungen in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2011 bis 2017



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

⁷⁴ Der sehr kleine Chemiezwerg der Hersteller von Schädlingsbekämpfungsmitteln, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln (WZ 20.2) weist mit 40 Prozent 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.

Überdurchschnittliche FuE-Intensitäten finden sich außerdem bei Unterhaltungselektronik (10 Prozent in 2015), Waffen und Munition (9 Prozent), optischen Instrumenten (8 Prozent), elektronischen Bauelementen (8 Prozent), Lampen/Leuchten (7 Prozent), Kraftfahrzeugen (7 Prozent), pharmazeutischen Grundstoffen (7 Prozent), Haushaltsgeräten (7 Prozent), sonstigen chemischen Erzeugnissen (6 Prozent), sonstigen elektrischen Ausrüstungen (5 Prozent), Gummiwaren (5 Prozent), medizinischen Apparaten (4 Prozent) und Landwirtschaftsmaschinen (4 Prozent).

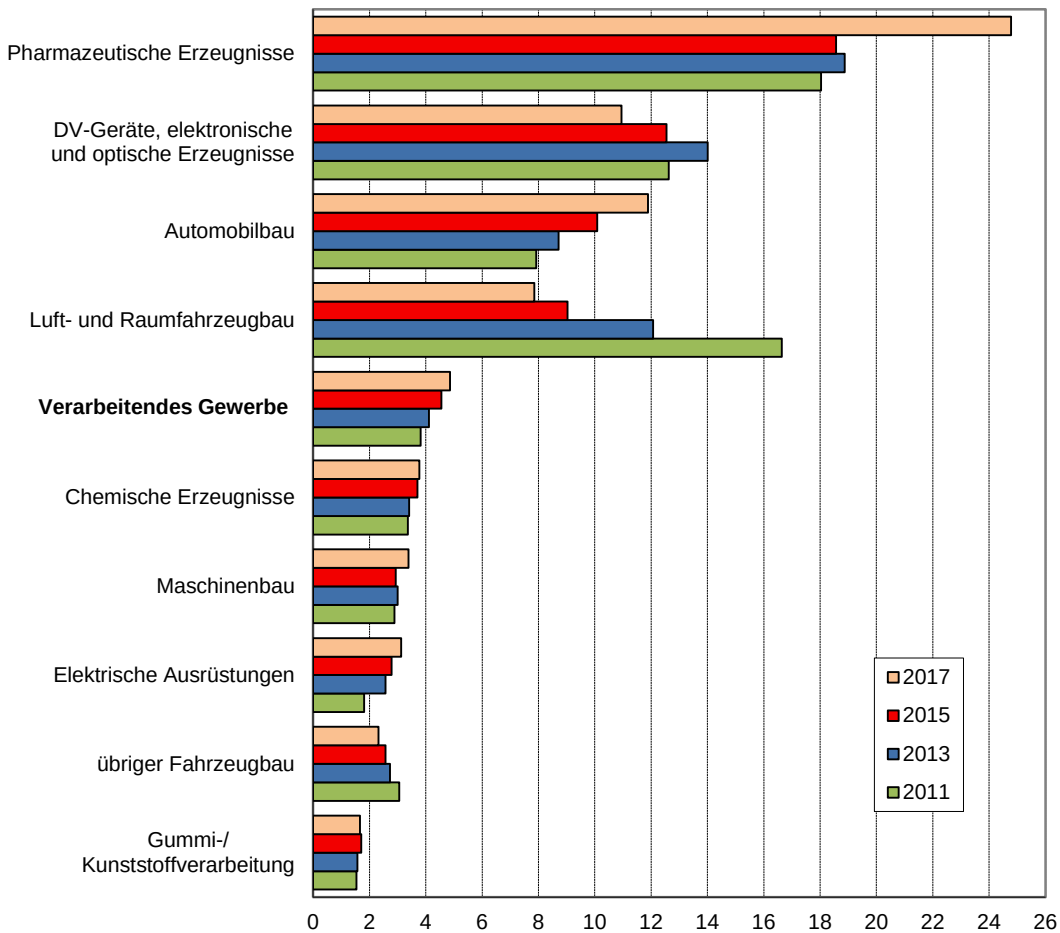
Die insgesamt von 3,1 Prozent auf 3,7 Prozent gestiegene FuE-Intensität im Verarbeitenden Gewerbe ist zum ganz überwiegenden Teil auf Wirtschaftszweige zurückzuführen, die zum Segment der Hochwertigen Technik zählen, insbesondere den Automobilbau. (Abb. 4.2.1 und Tab. A.4.2 im Anhang). Dort ist die FuE-Intensität gemessen an den FuE-Aufwendungen in Relation zum Umsatz gegenüber 2011 (5,8 Prozent) um mehr als zwei Prozentpunkte auf 8,1 Prozent (2017) gestiegen. Auch bei der Herstellung von chemischen Erzeugnissen (seit 2015), im Maschinenbau (2017) und bei elektrischen Ausrüstungen hat die FuE-Intensität seitdem spürbar zugenommen.

Wenn man die FuE-Personalintensität - gemessen als Anteil des FuE-Personals an den sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten des Wirtschaftszweigs - als Indikator für die FuE-Intensität heranzieht, ergibt sich ein sehr ähnliches Strukturbild (Tab. A.4.3 im Anhang). Auch dieser, im Vergleich zur FuE-Aufwandsintensität, weniger konjunkturreagible Indikator zeigt für das Verarbeitende Gewerbe insgesamt eine deutlich von 4,4 Prozent (2011) auf 4,9 Prozent (2017) gestiegene FuE-Intensität. Für den Automobilbau ergibt sich 2017 eine FuE-Personalintensität von 14,2 Prozent (2013 noch 11,1 Prozent). Abweichungen zur FuE-Aufwandsintensität zeigen sich nur beim Luft- und Raumfahrzeugbau, wo die FuE-Personalintensität 2017 nicht gesunken, sondern deutlich auf 16 Prozent gestiegen ist. Neben einem Anstieg des FuE-Personals (+7 Prozent gegenüber 2015) hat sich hier vor allem der starke Beschäftigungsrückgang (-16 Prozent gegenüber 2015) in der Branche bemerkbar gemacht.

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 werden, welche die Unternehmen für FuE-Aufträge an deutsche Forschungseinrichtungen, Hochschulen und ausländische Partner aufwenden (Abb. 4.2.2).

Eine Abweichung gab es nur zwischen 2011 und 2015 in der pharmazeutischen Industrie, wo sich in diesem Zeitraum die FuE-Aufwandsintensität bei Berücksichtigung der externen FuE-Aufwendungen 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). Die Intensivierung der FuE-Tätigkeit im Jahr 2017 ist auf eine Kombination deutlich gestiegener FuE-Aufwendungen bei einem gleichzeitigen Umsatzrückgang zurückzuführen.

Abb. 4.2.2: Gesamte FuE-Aufwendungen* in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2011 bis 2017



*) 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 Vergleich zur Industrie fällt die FuE-Personalintensität im Dienstleistungssektor mit 0,4 Prozent sehr gering aus (Tab. A.4.3 im Anhang).⁷⁵ Dies ist Ausdruck der insgesamt geringen Beteiligung vieler Dienstleistungsbranchen an FuE. FuE wird im Dienstleistungsbereich vor allem in Zusammenhang mit Informations- und Kommunikationsdienstleistungen (vor allem Dienstleistungen der Informationstechnologie (3,7 Prozent) und technische Dienstleistungen⁷⁶ (4,6 Prozent)) erbracht. In den letzten Jahren weisen vor allem Unternehmen eine steigende FuE-Personalintensität auf, die explizite FuE-Dienstleistungen für Dritte erbringen. Hier ist der Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten von 9,2 Prozent (2011) auf 12,5 Prozent (2017) gestiegen. Noch 2011 relativ FuE-intensive Telekommuni-

⁷⁵ 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.

⁷⁶ Architektur-, Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchungen (WZ 71).

kationsdienstleister (5,3 Prozent) haben bis 2017 stark nachgelassen (0,8 Prozent). Ansonsten haben sich die FuE-Intensitäten im Dienstleistungsbereich im Laufe dieser Dekade nur geringfügig geändert.

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). Mit einem Anteil von 23 Prozent des FuE-Personals an den Beschäftigten stehen wissenschaftliche FuE-Dienstleister hier an der Spitze, gefolgt von technischen Dienstleistern (18 Prozent) und IuK-Dienstleistern (10 Prozent), wobei insbesondere Unternehmen, die Programmierstätigkeiten ausführen (24 Prozent) hervorstechen. Dabei ist die zwischen 2013 und 2015 stark gestiegene FuE-Personalintensität bei den technischen Dienstleistern 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.⁷⁷

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). Ein zentrales Ergebnis der bisherigen Analysen war die Tatsache, dass bei einer Differenzierung nach Erzeugnisbereichen grundsätzlich diejenigen Produktgruppen im Vordergrund standen, die den forschungsintensiven Wirtschaftszweigen entsprechen.⁷⁸ Dies betrifft die Pharmazeutischen Erzeugnisse, Datenverarbeitungstechnik und Elektronik, Instrumente und Luft- und Raumfahrzeuge, aber auch Automobile und Autoteile und Teile des Maschinenbaus. Dies ist auf die Definition von forschungsintensiven Wirtschaftszweigen zurückzuführen, denn die Ermittlung von FuE-Intensitäten erfolgt auf der Basis von Produktgruppen aus Betriebs- und Unternehmensdaten⁷⁹, was im strengen Sinne nur dann zulässig ist, 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 zur Verteilung der FuE-Aufwendungen nach Produktionsbereichen bestätigen die bereits in den Vorjahren festgestellte Konzentration von FuE auf die Kernkompetenzen der Unternehmen in den meisten forschungsintensiven Wirtschaftszweigen (Tab. 4.2.2): So setzen FuE betreibende Unternehmen der Chemieindustrie über 95 Prozent ihrer internen FuE-Mittel für Forschung und Entwicklung von Chemieprodukten ein. In der Pharmaindustrie werden fast 96 Prozent der Mittel ausschließlich für Pharmaforschung eingesetzt. Ähnlich hoch auf branchentypische Produkte konzentriert sind die Automobilindustrie (97 Prozent) und der Luft- und Raumfahrzeugbau (90 Prozent).

„Branchenfremde“ FuE findet in stärkerem Maße in der Elektronikbranche (Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen) statt, die 75 Prozent ihrer FuE-Mittel für „bran-

⁷⁷ Vgl. Schasse, Schiller et al. (2016).

⁷⁸ Vgl. ausführlich Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016).

⁷⁹ Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler, Rammer (2013) und Abschnitt 1.3.

chentypische“ FuE aufwendet und auch Mittel für FuE hinsichtlich Elektrogütern (15 Prozent), Maschinenbauerzeugnissen (6 Prozent) sowie Automobilen und IuK-Dienstleistungen (4 Prozent) einsetzt. Auch der Maschinenbau setzt nur 58 Prozent seiner FuE-Mittel „branchentypisch“ ein.

Im Bereich wissensintensiver Dienstleistungen werden hingegen weitaus mehr FuE-Mittel „branchenfremd“ aufgewendet. So betreiben IuK-Dienstleister zu 30% FuE für die Elektronikindustrie und fast die Hälfte der in Architektur- und Ingenieurbüros bzw. FuE-Dienstleistungsunternehmen aufgewendeten FuE-Mittel werden für Erzeugnisse aus dem Bereich der Automobilindustrie eingesetzt. Hier bestätigt sich die große Bedeutung technischer Dienstleistungen für die Automobilindustrie.⁸⁰

Tab. 4.2.2: Interne FuE-Aufwendungen 2017 in forschungsintensiven Industriezweigen und wissensintensiven Dienstleistungen nach Erzeugnisbereichen, für die FuE durchgeführt wird

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	IuK	Architektur- /Ingenieurbürodienstleistungen, Techn. Untersuchung	übrige Erzeugnisbereiche 1)
			20	21	22	26	27	28	29	30.3	61-63	71	
20 H.v. chemischen Erzeugnissen		4.065.084	94,8	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	2,0	0,0	2,4
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen		4.630.940	0,6	96,3		0,7					2,3		0,1
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren		1.149.440	1,3		84,0	0,3	0,7	1,1	0,4	0,0	0,0	0,1	12,3
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erz.		7.739.359	0,6	0,1	0,4	75,1	4,9	4,1	4,3	0,5	4,3	0,1	5,6
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen		2.692.061	0,0	0,2	0,0	29,2	14,7	6,1	3,9	0,9	0,2	0,3	44,5
28 Maschinenbau		7.116.706	0,3	1,5	0,2	2,2	8,4	57,5	7,9	0,1	0,5	0,1	21,3
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen		25.655.845			0,0	1,5	1,0	0,0	96,4	0,0	0,4		0,5
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau		1.491.307	0,1			3,2	0,1		1,2	90,4			5,0
58-63 Information und Kommunikation		3.379.697	0,0	0,2	0,0	30,4	0,9	1,9	0,9	0,8	32,0	0,7	32,3
71 Architektur-, Ing.büros etc.		2.397.460	0,3	0,3	0,0	4,2	0,2	3,5	48,3	6,0	1,6	33,4	2,3
72 Wissenschaftliche FuE		2.919.868	2,3	17,3	0,6	9,4	0,0	2,3	47,4	1,1	2,4	2,2	14,9

Die Verteilung der FuE-Aufwendungen auf Erzeugnisbereiche wird auf Grundlage der FuE-Aufwendungen derjenigen Unternehmen ermittelt, die diese Frage beantwortet haben. Insgesamt trifft dies für 30 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen zu. Die Ergebnisse sind nicht mit den Vorjahresergebnissen vergleichbar.

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

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen des CWS.

⁸⁰ Vgl. Schasse, Schiller et al. (2016), Broström, Giertz (2017).

5 Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Staat

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

Die Finanzierung von FuE-Aktivitäten, die in Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen durchgeführt werden, kann sowohl von den jeweiligen Sektoren aus eigenen Mitteln als auch aus Finanzierungsquellen aus anderen Sektoren oder aus dem Ausland erfolgen. Die Wirtschaft finanziert den größten Teil der von den Unternehmen durchgeführten FuE-Aktivitäten selbst. Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen werden primär vom Staat finanziert. Trotzdem variieren die Finanzierungsstrukturen im internationalen Vergleich z.T. erheblich (Tab. 5.1.1, Tab. 5.1.2). Dies betrifft 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). Grundsätzlich zeigt sich aufgrund des relativ hohen Anteils der Selbstfinanzierung 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).

Bei der Finanzierung von FuE in Wirtschaft und Staat spielt das Ausland 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). Auch ist der Anteil der FuE-Finanzierung durch international verbundene Unternehmen in Europa relativ hoch.⁸¹ Im Durchschnitt der OECD-Länder wurden im Jahr 2017 8 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus ausländischen Quellen finanziert, in der EU-28 waren es 10,9 Prozent und in Deutschland 6,3 Prozent. OECD-weit ist der Anteil der Auslandsfinanzierung weiter gestiegen, in der EU aber weitgehend stagniert.

Im OECD-Durchschnitt des Jahres 2017 erfolgte die FuE-Finanzierung im öffentlichen Sektor zu 3,7 Prozent durch die Wirtschaft (Tab. A.5.2 im Anhang). Dies ist deutlich weniger als in den Vorjahren mit rund 5 Prozent. Dabei finanzierte die Wirtschaft in der OECD im Schnitt 6 Prozent der Hochschulforschung (Deutschland: 13,9 Prozent) und 3,7 Prozent der FuE in außeruniversitären FuE-Einrichtungen (Deutschland: 11,7 Prozent). 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 2017 bei 5 Prozent (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 5,6 Prozent 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 Prozent auf nur noch 3,2 Prozent gesunken.

In Deutschland tragen ein unterdurchschnittlicher Anteil des Staates an der Finanzierung von FuE in der Wirtschaft und ein gleichzeitig überdurchschnittlicher Anteil der Finanzierung von FuE im öffentlichen Sektor durch die Wirtschaft dazu bei, dass in Deutschland im internationalen Vergleich ein überdurchschnittlicher Anteil der gesamten FuE-Aufwendungen von der Wirtschaft finanziert wird

⁸¹ Vgl. Belitz (2017).

(Tab. 5.1.1). Die deutsche Wirtschaft finanziert 66 Prozent aller FuE-Aufwendungen in Deutschland, im OECD-Schnitt sind es 63 Prozent, in der EU nur 57 Prozent.

Im europäischen Vergleich fällt der durch die Wirtschaft finanzierte Anteil in den Ländern Südeuropas (45 Prozent) vergleichsweise niedrig aus. Hier kommt dem Staat eine sehr viel gewichtigere Rolle bei der Finanzierung von FuE zu. Israel (37 Prozent) bildet diesbezüglich eine Ausnahme, da hier die Hälfte der gesamten FuE-Aufwendungen aus dem Ausland finanziert wird. Die geringste Bedeutung kommt der Wirtschaft in den BRICS-Ländern mit Ausnahme von China zu. Japan, China und Korea weisen mit über 75 Prozent die mit Abstand höchsten Finanzierungsanteile der Wirtschaft auf.

Tab. 5.1.1: Verteilung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2007 und 2017

Land	2007					2017				
	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	73.380	68,0	27,6	0,4	4,0	132.004	66,2	27,7	0,3	5,8
FRA ¹	44.179	52,3	38,1	2,1	7,5	64.672	55,6	32,8	3,9	7,7
GBR ¹	35.211	46,0	30,9	5,8	17,3	49.345	51,8	26,3	6,4	15,6
ITA ¹	22.503	42,0	44,3	4,2	9,5	33.543	52,1	35,2	2,9	9,8
BEL	7.225	61,4	22,2	3,5	13,0	15.189	63,5	20,0	3,5	13,0
NED ¹	12.011	48,8	38,0	2,5	10,7	18.564	52,0	31,3	2,7	13,9
DEN	5.353	61,0	25,9	3,5	9,5	9.545	58,5	27,2	5,4	8,9
ESP	18.199	45,5	43,7	3,9	7,0	21.932	47,8	38,9	5,1	8,2
AUT	7.903	48,7	32,3	1,1	17,9	14.966	54,0	29,5	0,6	16,0
SWE	12.089	62,8	24,6	3,0	9,6	17.562	61,0	28,3	4,1	6,7
FIN	6.672	68,2	24,1	1,2	6,5	17.562	58,0	29,1	2,1	10,8
SUI	7.736	69,7	22,7	2,3	5,2	18.900	67,0	25,9	1,8	5,2
POL ¹	3.596	34,3	58,6	0,4	6,7	11.758	53,1	38,9	2,6	5,5
CAN	24.757	49,2	32,0	9,6	9,3	27.163	40,9	31,9	16,3	10,9
USA ²	380.316	64,9	29,2	6,0		543.249	63,6	22,8	7,5	6,2
JPN	147.484	77,7	15,6	6,3	0,3	170.901	78,3	15,0	6,1	0,6
KOR	40.639	73,7	24,8	1,3	0,2	90.980	76,2	21,6	0,9	1,3
ISR ¹	8.728	56,6	12,2	3,5	27,8	15.392	36,6	11,4	1,9	50,2
CHN	124.199	70,4	24,6	3,7	1,3	495.981	76,5	19,8	3,1	0,6
RUS	26.535	29,4	62,6	0,7	7,2	41.868	30,2	66,2	1,0	2,6
RSA ¹	4.872	42,7	45,7	1,0	10,7		39,4	38,9	2,9	11,7
BRA	20.500	50,4	47,7	1,9		41.000	50,2	47,5	2,3	
IND ³		25,0	70,6	4,4		50.300	30,2	65,7	4,1	
EU-15 ¹	252.817	55,4	33,2	2,5	8,9	397.754	57,3	30,3	2,8	9,6
OECD	914.043	63,4	28,5	4,7	3,3	1.360.044	62,8	25,1	5,4	6,7

1) 2016 statt 2017. - 2) Ausland in anderen Kategorien enthalten. - 3) Ministry of Science & Technology, Government of India.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). - Berechnungen des CWS.

Tab. 5.1.2: Verteilung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft (BERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2007 und 2017

Land	2007					2017				
	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	51.346	91,6	4,5	0,2	3,7	91.209	90,4	3,2	0,1	6,3
FRA ¹	27.824	80,5	9,8	0,1	9,6	42.006	82,8	8,2	0,1	8,9
GBR ¹	22.017	69,9	6,8	0,1	23,2	33.346	75,3	7,8	0,8	16,0
ITA ¹	11.670	78,6	6,6	0,2	14,6	20.605	84,1	3,5	0,1	12,2
BEL	5.024	83,5	5,7	0,1	10,8	10.666	86,3	3,4	0,0	10,2
NED ¹	6.382	83,0	2,3	0,2	14,5	10.911	82,1	1,7	0,2	16,0
DEN	3.741	86,3	2,4	0,3	10,9	6.171	89,0	2,0	0,8	8,2
ESP	10.167	75,1	16,3	0,2	8,4	12.054	82,3	8,7	0,2	8,7
AUT ²	4.047	67,2	10,3	0,0	26,3	10.507	67,4	12,0	0,1	20,6
SWE	8.822	84,2	4,6	0,3	10,9	9.995	86,7	4,7	0,3	6,9
FIN	4.823	90,9	3,5	0,1	5,5	4.593	86,7	3,1	0,0	10,2
SUI	5.705	90,9	1,5	0,5	7,1	13.116	92,5	1,0	0,5	6,1
POL ¹	1.092	83,1	11,7	0,1	5,1	7.583	79,1	16,3	0,1	4,4
CAN ³	13.814	82,0	2,1		15,9	14.060	72,6	5,6	1,4	20,4
USA ³	269.267	90,1	9,9			397.064	85,6	6,0	0,3	8,1
JPN	114.876	98,5	1,1	0,1	0,4	134.662	98,2	0,9	0,1	0,8
KOR	30.984	93,4	6,2	0,1	0,2	72.243	93,8	4,7	0,1	1,4
ISR ¹	7.334	65,6	4,5	0,5	29,3	13.251	41,0	2,9	0,6	55,5
CHN	89.777	91,9	4,8	1,7	1,5	384.821	95,0	3,4	0,8	0,8
RUS	17.046	36,6	55,3	0,3	7,8	25.181	40,9	56,6	0,0	2,4
RSA ¹	2.809	66,4	21,7	0,9	11,0		85,1	3,1	2,7	9,1
EU-15 ¹	161.697	82,4	6,7	0,1	10,7	262.687	83,9	5,3	0,2	10,5
OECD	629.958	89,3	6,8	0,1	3,8	959.075	86,8	5,0	0,2	8,0

1) 2016 statt 2017. - 2) 2015 statt 2017. - 3) 2007 Ausland bzw. andere Inländer in anderen Kategorien enthalten.
 Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). - Berechnungen und Schätzungen des CWS.

5.2 Die Finanzierung von FuE in der deutschen Wirtschaft

In Deutschland finanziert die Wirtschaft mit 90 Prozent den allergrößten Teil ihrer internen FuE-Aufwendungen aus eigenen Mitteln. Dafür wird in Deutschland mit 3,2 Prozent ein vergleichsweise geringer Teil dieser Aufwendungen vom Staat finanziert (vgl. Abschnitt 5.1 und Tab. A.5.3 im Anhang). Nach der deutschen FuE-Erhebung flossen 2017 rund 2,2 Mrd. Euro an staatlichen Mitteln in die Durchführung von interner FuE in der Wirtschaft. 2013 und 2015 waren es noch rund 2 Mrd. Euro.⁸² Nimmt man noch die Rückflüsse aus Mitteln hinzu, die der Staat supranationalen Behörden wie der EU zur Verfügung stellt (allein die Mittel aus EU-Förderprogrammen belaufen sich auf 634 Mio.

⁸² 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.

Euro), läge der staatliche Anteil an der Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft bei über 4 Prozent.

Insgesamt belief sich der Auslandsbeitrag zu den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft im Jahr 2017 auf 4,3 Mrd. Euro (6,3 Prozent), wobei 76 Prozent der Zuflüsse aus verbundenen, multinational agierenden Unternehmen stammen. Diese sind, neben einigen sehr kleinen, weniger forschungsintensiven Branchen, vor allem in der pharmazeutischen Industrie und im Luft- und Raumfahrzeugbau von überdurchschnittlich hoher Relevanz.⁸³ FuE-Fördermittel der EU machen in diesem Zusammenhang nur 10 Prozent der auslandsfinanzierten internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus.⁸⁴

Aus Finanzierungsperspektive greift die alleinige Berücksichtigung der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft zu kurz. Die Unternehmen müssen neben den Mitteln, die sie für die Durchführung eigener FuE aufbringen, auch extern vergebene FuE-Aufträge (vgl. Abschnitt 7) finanzieren. 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 6,3 Prozent auf 7,0 Prozent (Tab. 5.2.1). Dies impliziert, dass externe FuE außerhalb des Wirtschaftssektors einen relativ höheren Auslandsfinanzierungsanteil aufweist als interne, im Wirtschaftssektor durchgeführte FuE.⁸⁵

Ein einheitliches Muster der staatlichen Finanzierung von FuE im Verarbeitenden Gewerbe ist auf der Basis der sektoralen Daten 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 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen dieses Sektors vom Staat finanziert, 2013 ist dieser Anteil auf nur noch 7 Prozent gesunken, auch 2017 lag der Anteil weiter bei rund 8 Prozent.⁸⁶ Der Anteil der Staatsfinanzierung lag im Schnitt aller Spitzentechniksektoren bei 3,2 Prozent und in der Hochwertigen Technik bei 1,7 Prozent. Absolut fließen staatliche Mittel vorwiegend in Wirtschaftszweige mit den größten absoluten FuE-Kapazitäten bzw. solche, die besonders forschungsintensiv produzieren. In der Industrie trifft dies für DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse, Luft- und Raumfahrzeuge und den Maschinenbau zu.

Der Anteil der vom Staat finanzierten FuE-Aufwendungen machte 2017 bei forschungsintensiven Dienstleistungen 12 Prozent aus. Dabei weisen die Dienstleistungen der „Wissenschaftlichen Forschung und Entwicklung“ mit 19,8 Prozent den mit Abstand höchsten staatlichen Finanzierungsanteil auf; u.a. deshalb, weil diese auch die Institutionen für Gemeinschaftsforschung (IfG) einschließt, deren FuE-Aktivitäten zu weit über der Hälfte aus staatlichen Mitteln finanziert werden. Die technischen Dienstleistungen der Architektur- und Ingenieurbüros kommen auf einen Staatsanteil von knapp 10 Prozent. Insgesamt ist die staatliche FuE-Finanzierung für Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor von relativ weitaus größerer Bedeutung als für Industrieunternehmen.

Der Finanzierungsanteil des Staates sinkt mit der Unternehmensgröße. Der Anteil beträgt bei kleinen Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten 22 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen und

⁸³ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba, Stenke (2016), Abschnitt 10.

⁸⁴ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2019a und 2017a).

⁸⁵ Davon abgesehen unterscheiden sich die Finanzierungsstrukturen der gesamten FuE-Aufwendungen nach Wirtschaftszweigen, Beschäftigtengrößeklassen und Technologieklassen nur geringfügig von denjenigen, die allein auf die internen FuE-Aufwendungen abzielen (Tab. A.5.3 im Anhang).

⁸⁶ einschließlich anderer inländischer Quellen außerhalb der Wirtschaft sind es 8,6 Prozent.

sinkt bis auf 1,4 Prozent 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).

Tab. 5.2.1: Finanzierung der gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017

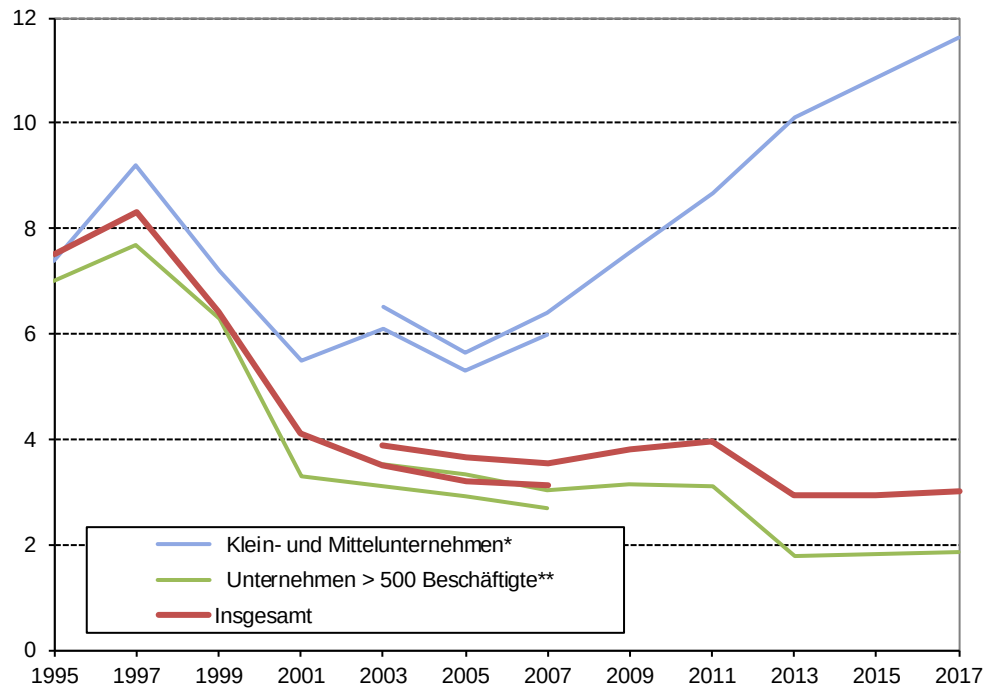
Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologiekategorie		Gesamte FuE- Aufwendungen*		davon finanziert von			
				Wirtschaft	Staat	andere inländische Quellen	Ausland
		In Mio. €	in %				
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG							
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	262	0,3	94,7	1,5	0,0	3,8
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	28	0,0	84,7	4,0	1,2	10,2
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	64.684	85,5	90,9	1,7	0,1	7,3
10-12	H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	326	0,4	98,6			0,2
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	106		88,1	11,3	0,1	0,5
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	261	0,3	79,1	2,9	0,0	18,0
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	145		96,7	1,7	0,0	1,6
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	4.536	6,0	90,3	1,4	0,0	8,3
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	6.492	8,6	77,3			21,7
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.162	1,5	96,0	2,0	0,2	1,8
23	H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	325	0,4	90,8	5,5	0,2	3,6
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	637	0,8	72,2	2,4	0,6	24,8
25	H.v. Metallerzeugnissen	965	1,3	84,5	11,7	0,1	3,7
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen	8.013	10,6	89,0	3,0	0,0	8,0
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.834	3,7	91,5	2,0	0,1	6,4
28	Maschinenbau	7.312	9,7	95,6	2,3	0,1	2,0
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	28.165	37,2	94,6	0,4	0,2	4,8
30	Sonstiger Fahrzeugbau	2.288	3,0	78,3			13,7
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	1.984	2,6	76,0			15,4
31-33	Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	1.117	1,5	93,4	3,5	0,2	2,9
D,E 35-39	Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	189	0,2	84,8	14,2	0,0	1,1
F 41-43	Baugewerbe/Bau	90	0,1	82,6	16,7	0,3	0,5
J 58-63	Information und Kommunikation	3.502	4,6	91,3	5,7	0,1	3,0
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	257	0,3	99,7	0,2	0,0	0,0
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	5.984	7,9	78,2	15,3	0,2	6,3
71	Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	2.466	3,3	89,1	9,6	0,1	1,3
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	3.214	4,2	69,4	19,8	0,4	10,5
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	402	0,5	35,9	58,2	0,5	5,4
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	644	0,9	78,5	14,8	0,4	6,4
INSGESAMT		75.639	100,0	89,8	3,1	0,1	7,0
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN							
unter 100 Beschäftigte		3.446	4,6	69,8	22,5	0,4	7,3
100 bis 499 Beschäftigte		6.055	8,0	84,5	7,8	0,2	7,5
500 bis 999 Beschäftigte		4.283	5,7	88,4	6,1	0,1	5,4
1000 und mehr Beschäftigte		61.856	81,8	91,5	1,4	0,1	7,0
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN ²							
Forschungsintensive Industrien		58.992	78,0	90,9	1,6	0,1	7,4
Spitzentechnologie		17.155	22,7	82,4	3,2	0,0	14,4
Hochwertige Technik		41.837	55,3	94,4	0,9	0,1	4,6
Forschungsintensive Dienstleistungen		8.899	11,8	83,0	11,7	0,2	5,2
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)		7.748	10,2	89,0	5,3	0,2	5,5
INSGESAMT		75.639	100,0	89,8	3,1	0,1	7,0

*) 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.

Bei ganz längerfristiger Betrachtung hat sich der Anteil der durch den Staat finanzierten FuE (ohne EU-Fördermittel) bei den großen Unternehmen von fast 8 Prozent (1997) auf unter 2 Prozent (seit 2013) reduziert (Abb. 5.2.1). Bei kleinen und mittleren Unternehmen (ohne IfG) ist der Anteil der staatlich finanzierten FuE in den letzten Jahren hingegen weiter kontinuierlich vom Tiefpunkt 2005 mit 5,6 Prozent auf 11,6 Prozent (2017) gestiegen.

Abb. 5.2.1: Staatliche FuE-Finanzierungsanteile an den FuE-Aufwendungen¹⁾ bei Klein- und Mittelunternehmen bzw. Großunternehmen 1995 bis 2017 (in Prozent)



*) 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 2017: 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.

6 FuE-Personaleinsatz

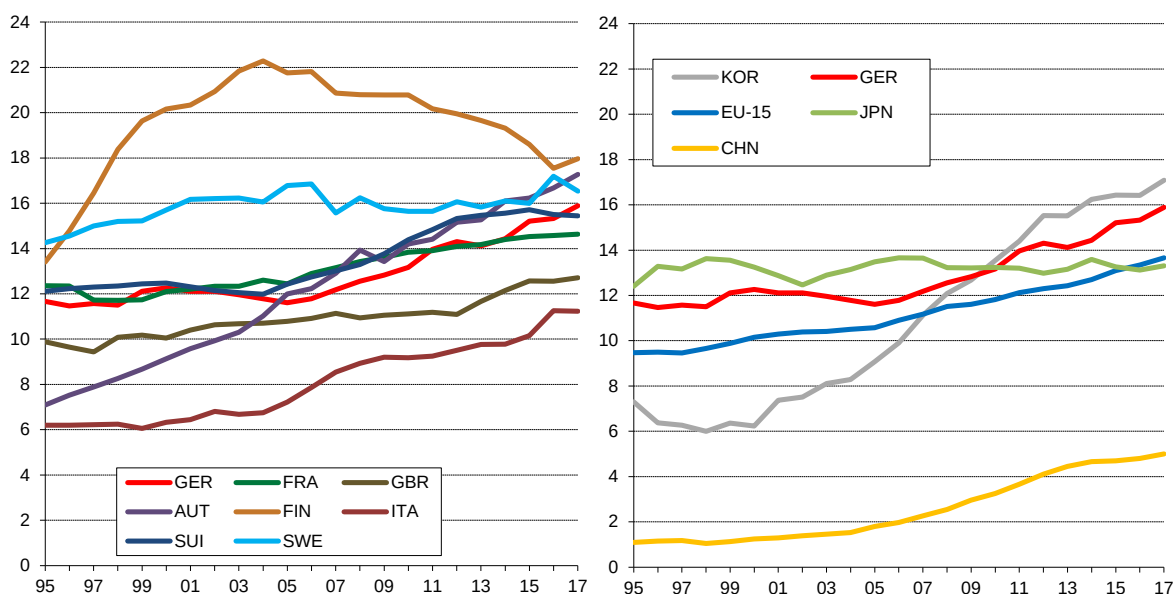
6.1 FuE-Personaleinsatz im internationalen Vergleich

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. Aus diesem Grund wird als zusätzlicher Indikator der Anteil des wissenschaftlichen Personals je 1.000 Erwerbspersonen herangezogen, für den auch Daten für die USA verfügbar sind.

Die Entwicklung der gesamten FuE-Personalkapazitäten ist sehr viel weniger konjunkturreegibel als die FuE-Aufwendungen (Abb. 6.1.1 und Tab. A.6.1 im Anhang). In Europa⁸⁷ hat es seit den 1990er Jahren eine langsame aber stetige Steigerung der FuE-Personalintensität gegeben.

Abb. 6.1.1: Gesamtes FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2017 im internationalen Vergleich



Bruch in der Reihe: CHN 2000 und 2009; FRA 1997, 2000, 2010 und 2014; FIN 2011; GBR 2005; ITA 1998 und 2016; JPN 1996, 2008 und 2013; KOR 2007; SWE 2005 und 2007.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

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 2017 ohne Unterbrechung – auch nicht im Jahr 2009 – auf 14 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 2017 mit 15,9 FuE-Beschäftigten je 1.000 Erwerbspersonen eine deutlich

⁸⁷ Dies gilt sowohl für die Länder der EU-15 als auch der EU-28, vgl. Tab. A.6.1 im Anhang)

über dem Schnitt der EU-15 liegende FuE-Personalintensität, die auf gleichem Niveau wie die der Benelux-Länder, Österreichs und der Schweiz liegt, aber vor Frankreich (14,6) und Japan (13,3) und hinter Korea (17,1) und den nordeuropäischen Ländern. Finnland (18,0) und Dänemark (20,9) weisen die höchsten FuE-Personalintensitäten in Europa auf.

Tab. 6.1.1: Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen im internationalen Vergleich 1995 bis 2017 (in Prozent)

Land	1995	2000	2005	2010	2015	2017
GER	50,3	53,2	57,3	59,8	60,6	61,1
FRA	47,5	52,5	57,9	61,2	64,8	66,4
GBR	52,6	59,1	76,5	73,1	68,7	68,2
ITA	53,3	44,1	47,1	45,8	48,6	46,7
BEL	58,5	57,2	61,9	68,0	68,6	65,3
LUX		44,9	50,7	52,6	48,6	51,3
NED	43,5	46,2	51,1	53,4	61,3	61,7
DEN ³	52,8	48,8	64,8	66,1	71,1	72,0
IRL ⁹	59,7	66,7	69,4	71,9	71,4	70,7
GRE ^{3,7}	55,2	47,5	58,3	66,8	69,9	73,6
ESP	59,2	63,6	62,8	60,6	61,0	61,7
POR	75,0	76,5	82,1	87,2	80,6	81,7
SWE ³	53,7	63,7	70,9	63,7	79,9	82,2
FIN	50,1	66,2	68,9	74,1	74,5	75,6
AUT ⁴		59,8	59,8	61,0	61,0	61,0
EU-15	51,7	54,6	61,5	62,2	63,5	63,7
CZE	52,6	57,2	55,7	55,9	57,3	56,2
POL	60,3	69,9	81,0	78,8	75,6	79,5
SVK	60,0	65,4	75,8	83,5	81,9	78,3
SLO	49,6	50,6	58,4	59,5	55,5	63,2
HUN	53,6	61,2	68,3	67,8	68,7	70,3
EST		71,9	76,4	77,3	74,3	77,3
SUI ^{1,5,8}	44,1	49,9	48,6	47,4	53,7	56,4
ISL ^{3,7}	63,5	64,1	66,8	69,6	66,1	64,6
NOR ^{1,3}	66,6	73,7	70,7	73,2	72,2	72,7
TUR	85,7	85,5	79,5	78,7	77,8	72,9
CAN ⁹	60,3	64,2	62,5	68,1	66,5	69,5
MEX ^{3,9}	58,4	53,8	52,5	54,2	60,1	59,1
CHI ⁶			50,4	47,3	53,6	54,8
JPN	66,8	72,2	75,9	74,7	75,7	75,9
KOR	66,0	78,5	83,5	78,8	80,6	81,3
CHN	69,4	75,4	82,0	47,4	43,1	43,1
RSA ^{2,3}	47,7	66,9	60,1	63,5	63,7	65,0

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) 2016 statt 2017.

Änderung der Datenerfassung zwischen 2000 und 2005: GBR, NED, DEN, HUN, CZE und zwischen 2005 und 2010: DEN, ESP, POR, SWE, SLO, JPN, KOR, CHN.

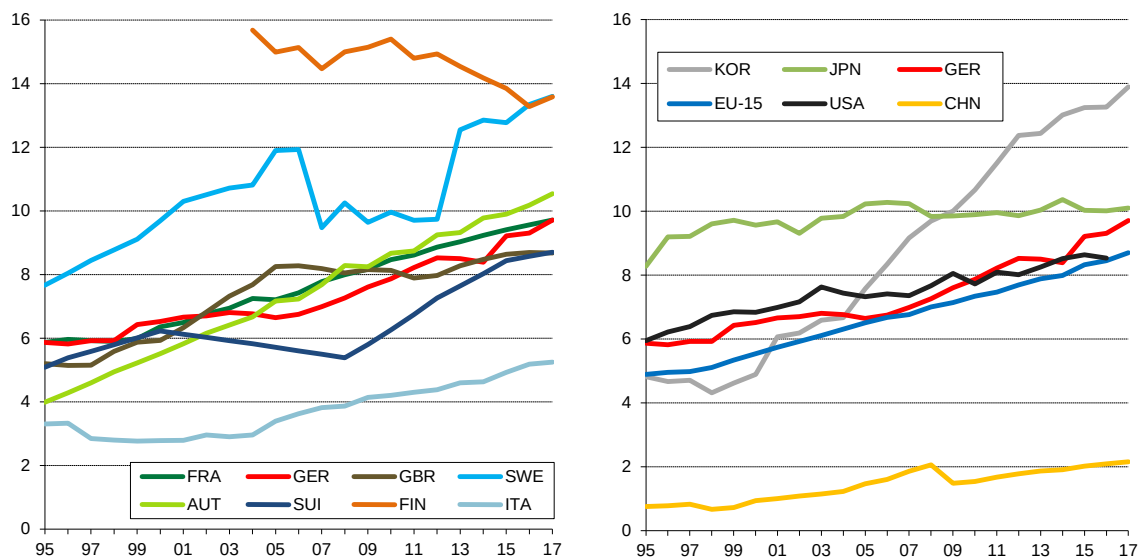
Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). - Berechnungen des CWS.

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 ist

der Anteil der Akademiker am FuE Personal seit 2010 leicht gesunken, was zumeist aber mit einer Ausweitung des technischen Personals verbunden war. In Deutschland ist der Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure am FuE-Personal kontinuierlich gestiegen und hält sich mit 61,1 Prozent knapp unter dem Durchschnitt der EU-15-Länder (63,7 Prozent). Der Wissenschaftleranteil in Deutschland und Europa liegt damit deutlich unter demjenigen in Japan oder Korea. In Europa weisen vor allem die nordischen Länder überdurchschnittliche Wissenschaftleranteile auf.

Als ergänzender Indikator für die FuE-Personalintensität kann zusätzlich der Anteil des wissenschaftlichen Personals⁸⁸ – gemessen in Vollzeitäquivalenten – je 1.000 Erwerbspersonen herangezogen werden (Abb. 6.1.2). Anderes als beim gesamten FuE-Personal liegen in diesem Fall auch Schätzungen der OECD für das wissenschaftliche Personal in den USA vor. Abweichungen bei der Abgrenzung des wissenschaftlichen Personals von der Gesamtheit des FuE-Personals schränken die internationale Vergleichbarkeit ein.⁸⁹

Abb. 6.1.2: Wissenschaftliches FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2017 im internationalen Vergleich



Bruch in der Reihe: FRA 1997, 2000, 2010 und 2014; GBR 2005; FIN 2011; ITA 1997 und 2016; SWE 2005, 2007 und 2013; JPN 1996, 2008 und 2013; KOR 2007; CHN 2000 und 2009.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Insgesamt belegt auch dieser Indikator die langfristige und relativ kontinuierliche FuE-Intensivierung des Einsatzes von Wissenschaftlern für FuE in den Industrieländern. Dies gilt auch für die USA, wo die Steigerung allerdings insgesamt etwas geringer ausgefallen ist als in Europa. Die vergleichsweise geringe Wissenschaftlerintensität in China muss vor dem Hintergrund der Größe des Landes und des steigenden Erwerbspersonenpotenzial relativiert werden: Absolut hat sich das wissenschaftliche FuE-Personals in China in den letzten 20 Jahren mehr als verdreifacht.

⁸⁸ Die Gruppe „Researchers“ umfasst in den meisten Ländern Wissenschaftler und Ingenieure (OECD 2019).

⁸⁹ Vgl. OECD (2019) und OECD (2015).

Eine stärkere Gewinnung von hoch qualifizierten Frauen für FuE-Tätigkeiten ist nicht nur unter gleichstellungspolitischen Gesichtspunkten relevant, sondern auch zur Mobilisierung notwendiger zusätzlicher Qualifikationen.⁹⁰

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 2007 und 2017 leicht rückläufige Anteile der Wissenschaftlerinnen/Ingenieurinnen mit FuE-Aufgaben in der Wirtschaft zu beobachten. In Deutschland haben vor allem die öffentlichen Forschungseinrichtungen zugelegt; hier sind inzwischen deutlich mehr als ein Drittel aller forschenden Wissenschaftler Frauen.

Tab. 6.1.2: Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2007 und 2017 (in Prozent)

Land	insgesamt		Wirtschaft		außeruniv. FuE-Einr.		Hochschulen	
	2007	2017	2007	2017	2007	2017	2007	2017
GER	23,2	27,9	12,2	14,7	30,5	36,4	32,7	39,1
FRA ⁴	27,8	27,0	20,8	20,3	33,9	36,3	34,5	36,4
GBR ⁵	36,8	38,7	19,1	21,1	34,6	38,1	42,8	45,5
ITA ⁵	33,2	35,2	20,5	22,3	43,8	47,7	35,9	41,0
BEL	31,1	34,8	21,7	28,7	30,9	36,6	37,8	42,1
LUX ⁴	24,1	28,9	19,6	12,3	36,6	39,8	26,1	38,1
NED ⁵	23,0	25,8	13,2	17,5	30,1	41,8	34,7	42,8
DEN ³	30,2	33,8	24,6	28,0	35,7	52,2	37,4	43,7
IRL	32,0	35,9	23,4	25,3	37,0	44,2	38,4	45,3
GRE ²	36,4	37,8	28,2	29,3	40,8	41,6	38,0	40,1
ESP	37,0	40,5	28,2	30,9	46,5	51,3	38,7	42,5
POR	43,4	43,7	30,0	29,8	59,3	60,3	47,7	49,4
SWE ³	35,0	32,6	24,9	22,2	40,4	52,4	44,1	43,5
FIN	31,5	33,2	17,3	17,4	43,1	43,3	46,0	48,7
AUT ⁴	26,4	29,5	14,2	17,1	39,3	46,5	36,5	39,9
CZE	28,3	26,8	13,0	12,5	38,6	40,8	34,2	34,5
POL ⁵	39,9	36,4	25,5	22,6	41,6	58,2	41,9	43,7
SVK	42,3	39,7	25,6	17,1	44,3	48,3	44,4	45,2
SLO ⁵	34,9	34,5	25,9	24,3	43,1	49,5	37,2	41,7
HUN	33,5	30,5	22,3	17,8	38,8	43,2	37,0	40,1
EST	44,3	42,2	32,4	25,1	60,0	61,4	46,0	47,7
SUI ¹	30,2	34,9	18,7	26,9	32,6	36,0	33,9	39,1
ISL	37,8	46,4	27,3	35,8	44,7	45,1	44,3	53,1
NOR	33,5	38,1	20,7	23,9	40,0	47,1	42,1	48,7
TUR	36,7	37,0	24,0	25,8	28,6	33,2	40,0	43,3
JPN	13,0	16,2	7,5	9,6	13,8	18,5	22,7	27,1
KOR ³	14,9	20,1	10,8	16,0	16,7	26,1	23,1	31,7
RSA ⁵	40,3	45,1	28,9	37,0	40,6	48,0	43,6	45,9

1) 2008 statt 2007.- 2) 2005 statt 2007. – Bruch in der Reihe zwischen 2007 und 2017. – 4) 2015 statt 2017.

5) 2016 statt 2017

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). - Berechnungen des CWS.

⁹⁰ Vgl. Gehrke, Kerst et al. (2019).

Die Beteiligung von Frauen an wissenschaftlicher Forschung ist in Deutschland zwar steigend, aber mit 28 Prozent nach wie vor als sehr niedrig zu bezeichnen. Deutlich unterboten wird sie nur in Japan und Korea mit 16 bzw. 20 Prozent. Neben Deutschland weisen auch Frankreich, die Niederlande, Österreich und Tschechien einen Frauenanteil am wissenschaftlichen FuE-Personal von unter 30 Prozent auf. Dabei ist der Frauenanteil in der Wirtschaft durchgängig weitaus niedriger als in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Deutschland zählt gemeinsam mit Japan und Tschechien zu den Ländern mit dem geringsten Frauenanteil unter den Wissenschaftlern in der Wirtschaft.

6.2 Struktur des FuE-Personaleinsatzes in der deutschen Wirtschaft

In Deutschland stellen die Personalkosten den weitaus größten Teil der FuE-Aufwendungen. Über 60 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen sind Personalmittel (Tab. 2.2.2). Knapp 31 Prozent der FuE-Aufwendungen entfallen auf Sach- und rund 8 Prozent 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 Prozent (1995) über 18 Prozent (2009) auf nur noch knapp 12 Prozent (2017) gesunken. Der Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure am FuE-Personal in Unternehmen ist seit 1995 von 46 Prozent auf 58 Prozent (2017) 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.⁹¹

Die Qualifikationsstruktur des FuE-Personals forschender Unternehmen unterscheidet sich deutlich hinsichtlich der Wirtschaftszweige (Tab. 6.2.1). So ist bspw. der Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure in nicht-forschungsintensiven Sparten deutlich geringer als in der Spitzentechnologie, der Hochwertigen Technik oder bei forschungsintensiven Dienstleistungen. Der Zuwachs bei forschungsintensiven Dienstleistungen (vgl. Abschnitt 3.2 und 4.2) hat zu einer deutlichen Verschiebung der Qualifikationsstruktur hin zu Wissenschaftlern und Ingenieuren geführt.

Unter den forschungsintensiven Wirtschaftszweigen weisen die Chemische Industrie (40 Prozent) und die Pharmazeutische Industrie (46 Prozent) vergleichsweise geringe Akademikerquoten auf, weil hier Techniker und Laboranten eine relativ große Rolle spielen. Die höchsten Akademikeranteile weisen die Hersteller von Datenverarbeitungstechnik und Elektronik (67 Prozent), wissenschaftliche FuE-Dienstleister (66 Prozent), die Automobilindustrie (65 Prozent) sowie der Luft- und Raumfahrzeugbau (63 Prozent) auf. Diese Strukturen haben sich in den vergangenen Jahren nur geringfügig verändert.

In den weniger forschungsintensiven Wirtschaftszweigen ist der Akademisierungsgrad des FuE-Personals im Durchschnitt deutlich geringer. Hier spielen vor allem Techniker (42 Prozent) 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 Wissenschaftler und Ingenieure am FuE-Personal zwischen den verschiedenen Unternehmensgrößenklassen tendenziell eher gering aus. Kleine und mittlere Unternehmen setzen mit einem Anteil von 53 bis 56% in fast gleichem Umfang Wissenschaftler und Ingenieure ein wie große Unternehmen mit rund 59 Prozent.

⁹¹ Vgl. Baethge et al. (2015) sowie Gehrke, Kerst et al. (2019), auch SV Wissenschaftsstatistik (2017c).

Tab. 6.2.1: FuE-Personalstruktur in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen 2017

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse		FuE-Personal (VZÄ) Anzahl in %		Qualifikationsstruktur (in %)		
				Wissen- schaftler, Ingenieure	Techniker	sonstige
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG						
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	1.379	0,3	16,2	57,3	26,5
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	237	0,1	39,7	52,2	8,0
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	346.443	79,4	58,1	29,1	12,8
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u.Tabakerzeugn.	2.564	0,6	53,1	39,4	7,5
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	1.145	0,3	40,0	48,9	11,2
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	1.886	0,4	47,3	47,9	4,7
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	409	0,1	46,7	48,6	4,7
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	21.969	5,0	40,4	37,0	22,7
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	20.071	4,6	45,6	37,5	16,9
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	8.551	2,0	43,7	42,5	13,8
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	2.818	0,6	48,4	40,6	11,0
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	4.396	1,0	40,6	45,5	14,0
25	H.v. Metallerzeugnissen	7.734	1,8	37,9	51,5	10,6
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	54.573	12,5	66,8	26,0	7,2
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	23.998	5,5	59,5	31,4	9,1
28	Maschinenbau	49.323	11,3	51,8	39,6	8,6
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	126.413	29,0	65,4	18,8	15,9
30	Sonstiger Fahrzeugbau	12.413	2,8	58,7	30,2	11,0
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	10.414	2,4	62,5	25,9	11,6
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	8.178	1,9	52,6	35,5	11,9
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	1.006	0,2	60,4	22,8	16,8
F 41-43	Baugewerbe/Bau	1.147	0,3	58,3	36,7	4,9
J 58-63	Information und Kommunikation	25.991	6,0	52,6	41,6	5,9
62.01	Programmierungstätigkeiten	18.763	4,3	54,1	39,2	6,7
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1.312	0,3	53,2	19,3	27,5
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	53.359	12,2	60,4	33,2	6,4
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	24.764	5,7	51,4	46,2	2,4
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	25.921	5,9	70,7	19,2	10,1
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	3.431	0,8	66,5	22,1	11,4
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	5.697	1,3	58,9	30,1	11,0
INSGESAMT		436.571	100,0	57,9	30,4	11,7
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN						
unter 100 Beschäftigte		42.771	9,8	55,9	36,2	7,9
100 bis 499 Beschäftigte		55.359	12,7	53,7	36,6	9,8
500 bis 999 Beschäftigte		30.730	7,0	53,4	36,4	10,2
1000 und mehr Beschäftigte		307.710	70,5	59,4	27,9	12,7
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN ²						
Forschungsintensive Industrien		301.651	69,1	59,9	27,0	13,2
Spitzentechnologie		86.334	19,8	61,4	28,4	10,3
Hochwertige Technik		215.317	49,3	59,3	26,4	14,3
Forschungsintensive Dienstleistungen		74.351	17,0	58,8	35,0	6,3
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)		60.569	13,9	46,9	42,1	11,0
INSGESAMT		436.571	100,0	57,9	30,4	11,7

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.

Insgesamt unterscheiden sich die Wirtschaftszweige erheblich hinsichtlich des Anteils der Frauen an mit FuE betrauten Wissenschaftlern und Ingenieuren (Tab. 6.2.2). Dieser reicht von knapp 9 Prozent im Maschinenbau und in der Elektroindustrie bis hin zu über 50 Prozent in der Nahrungsmittelindustrie oder im Textilbereich. Der Anteil ist in forschungsintensiven Industrien (12 Prozent) deutlich geringer als in forschungsintensiven Dienstleistungszweigen (20 Prozent) und sinkt mit der Größe der Unternehmen von 19 Prozent in Betrieben mit weniger als 100 Beschäftigten auf 13 Prozent in Großbetrieben mit 1000 und mehr Beschäftigten.

Tab. 6.2.2: Frauenanteil an den in FuE beschäftigten Personen nach Personengruppen, Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2007 und 2017

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse	Anteil der Frauen an den in FuE beschäftigten Personen (VZÄ) in %			
	Wissenschaftler/innen		übriges FuE-Personal ²	
	2007	2017	2007	2017
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG				
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	34,5	43,4	59,5	56,6
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	16,6	23,5	41,3	37,8
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	11,2	12,7	24,8	22,7
10-12 H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	35,7	51,2	50,0	44,2
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	32,7	54,0	48,2	60,0
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	26,8	12,8	43,1	32,3
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	15,0	33,5	34,6	38,6
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	26,4	27,2	45,2	44,1
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	36,0	45,4	49,7	55,7
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	12,2	17,5	24,5	23,4
23 H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	16,0	20,4	29,5	25,8
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	10,8	16,0	13,9	23,6
25 H.v. Metallerzeugnissen	7,2	13,6	17,0	19,7
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	8,3	9,4	20,3	14,6
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	8,5	8,6	20,8	20,0
28 Maschinenbau	7,7	8,6	18,5	17,0
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	9,5	9,4	13,7	14,3
30 Sonstiger Fahrzeugbau	10,9	12,3	15,3	14,0
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	11,2	12,5	14,7	13,6
31-33 Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	9,9	18,2	20,2	26,9
D,E 35-39 Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	27,2	26,6	31,2	28,6
F 41-43 Baugewerbe/Bau	35,9	20,2	39,2	30,1
J 58-63 Information und Kommunikation	13,9	13,1	35,0	28,0
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	12,5	15,3	18,2	24,8
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	16,6	23,3	37,7	31,8
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	14,2	17,7	38,0	23,4
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	18,0	26,9	37,5	46,4
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	24,7	26,0	37,0	43,9
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	13,2	18,4	26,2	37,5
I N S G E S A M T	12,0	14,3	26,1	24,5
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN				
unter 100 Beschäftigte	14,0	18,9	30,5	27,8
100 bis 499 Beschäftigte	11,4	15,9	27,1	26,2
500 bis 999 Beschäftigte	11,8	14,0	30,0	24,9
1000 und mehr Beschäftigte	11,8	13,4	24,9	23,7
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²				
Forschungsintensive Industrien	10,9	12,2	24,3	22,0
Spitzentechnologie	12,5	16,8	30,6	28,3
Hochwertige Technik	10,1	10,2	21,1	19,7
Forschungsintensive Dienstleistungen	15,5	20,3	37,5	30,8
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	14,6	18,4	28,2	28,0
I N S G E S A M T	12,0	14,3	26,1	24,5

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.

In den letzten zehn Jahren ist der Anteil der Wissenschaftlerinnen und Ingenieurinnen in forschungintensiven Industrien nur geringfügig von 11 Prozent auf 12 Prozent gestiegen. Allein im Bereich der höherwertigen Technik ist der Frauenanteil mit 10 Prozent unverändert gering. In Spitzentechnologiebranchen ist der Anteil von 13 Prozent auf 17 Prozent gestiegen, primär wegen des Zuwachses in der pharmazeutischen Industrie. Auch bei forschungsintensiven Dienstleistungen ist der Anteil der Wissenschaftlerinnen und Ingenieurinnen von 15 Prozent auf 20 Prozent gestiegen. Im internationalen Vergleich ist der Frauenanteil am wissenschaftlichen FuE-Personal in der deutschen Wirtschaft mit 14,3 Prozent (in VZÄ) bzw. 14,7 Prozent (Personen, siehe Tab. 6.1.2) ausgesprochen gering, diesbezüglich unterboten wird Deutschland nur noch von Japan (und Luxemburg).

6.3 Qualifikation und Altersstruktur des FuE-Personals in der deutschen Wirtschaft

Formale Qualifikationen in Gestalt von Studienabschlüssen in einzelnen Fachrichtungen liefern klare Anhaltspunkte über das fachliche Wissen des FuE-Personals. In diesem Zusammenhang sind formale Qualifikationen eine zentrale, aber nicht die einzige Komponente des Wissenskapitals der Arbeitskräfte und der Unternehmen. Hinzu kommen etwa Erfahrungswissen und Prozesswissen sowie Wissen und Erkenntnisse, die im Lauf von weiteren, auch fachfernen Qualifizierungsmaßnahmen erworben wurden. Da sich der Wissensstand einzelner Beschäftigter generell und das für FuE-Prozesse relevante Wissen im Besonderen nicht umfassend empirisch erfassen lassen, ist eine Fokussierung auf die Erfassung fachlicher Abschlüsse allerdings ein praktikabler und sinnvoller Kompromiss. Denn das Muster fachlicher Qualifikationen des FuE-Personals erlaubt Rückschlüsse auf das Innovationspotential und damit auf mögliche Veränderungen des FuE-Outputs. Wirtschaftszweige und Unternehmen, die einen klaren fachlichen Schwerpunkt bei ihrem FuE-Personal aufweisen, werden allein aus internen Ressourcen kaum Innovationen hervorbringen, für deren Realisierung Fachwissen aus sehr unterschiedlichen Disziplinen erforderlich ist.

FuE-aktive Unternehmen in Deutschland sind hinsichtlich der Qualifikationen ihres FuE-Personals auf die inhaltlichen Anforderungen eines industriedominierten Innovationsystems ausgerichtet. Die zur Hochwertigen Technik zählenden Branchen fragen in besonders klarer Weise vor allem ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen am Arbeitsmarkt nach (Tab. 6.3.1): Knapp 77 Prozent des wissenschaftlichen FuE-Personals besitzen einen entsprechenden Studienabschluss, in der Regel einen Master oder ein Diplom. Der Anteil dieser Fächergruppe liegt damit in der Hochwertigen Technik deutlich über dem nationalen Durchschnitt von 61,3 Prozent und ist im Vergleich zum Jahr 2015 sogar noch um gut 2 Prozentpunkte gestiegen. Innerhalb der Hochwertigen Technik sind es der Maschinenbau sowie Teile der Elektroindustrie, insbesondere jedoch der Fahrzeugbau, in denen sich der Anteil von Ingenieuren am wissenschaftlichen FuE-Personal zwischen knapp 80 und 88 Prozent bewegt. Auch hier haben alle genannten Branchen ihre Ingenieuranteile zwischen 2015 und 2017 noch erweitert.

Dagegen spielen in der pharmazeutischen Industrie und in der chemischen Industrie Ingenieure keine größere Rolle, sondern vielmehr Kompetenzen in Medizin, Informatik und Naturwissenschaften (übr. MINT). Deutlich unterdurchschnittlich ist der Einsatz von Ingenieuren auch in den Branchen, in denen Programmier- und IT-Kenntnisse erforderlich sind sowie in der wissenschaftlichen Forschung und Entwicklung. Hier spielen dagegen die übrigen MINT-Qualifikationen eine herausgehobene Rolle. In den Wirtschaftszweigen 58 bis 63, Information und Kommunikation, haben 61 Prozent des wissenschaftlichen FuE-Personals einen entsprechenden Abschluss. Der Durchschnitt über alle Branchen hinweg liegt bei 21,4 Prozent, in Branchen der Spitzentechnologie bei knapp 37 Prozent.

Tab. 6.3.1 Anteil einzelner Fachrichtungen am wissenschaftlichen FuE-Personal im Jahr 2017 (in Prozent)

Wirtschaftsgliederung ¹ Technologieklasse	Fachrichtungen					
	Ingenieur- wiss.	übr. MINT	Medizin/ Sport	Soz.- Wiss.	Sonstige	n.b.
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	2,5	10,0	0,0	0,0	0,0	87,5
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	29,7	53,8	0,0	1,6	14,9	0,0
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	61,4	20,8	4,6	2,0	9,3	2,0
10-12 H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	42,7	27,4	5,0	4,0	19,4	1,5
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	53,4	12,6	1,0	3,1	27,0	2,9
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	59,3	17,7	0,5	2,3	16,8	3,5
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	80,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	29,7	51,4	0,2	5,6	10,1	3,0
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5,1	40,7	36,9	4,3	13,0	0,2
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	60,4	31,9	0,6	3,3	1,2	2,7
23 H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	48,5	28,7	0,0	1,1	16,3	5,4
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	54,5	22,5	0,0	0,8	1,9	20,3
25 H.v. Metallerzeugnissen	82,8	10,3	0,1	1,5	4,1	1,1
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	59,9	30,5	0,0	0,3	4,8	4,5
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	82,3	10,8	0,0	0,7	5,5	0,7
28 Maschinenbau	78,5	13,2	0,0	0,5	4,0	3,8
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	79,6	5,0	0,0	2,2	13,0	0,1
30 Sonstiger Fahrzeugbau	87,9	8,8	0,0	2,7	0,0	0,6
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	88,4	8,8	0,0	2,7	0,0	0,0
31-33 Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	60,6	22,8	3,7	1,7	5,7	5,5
D,E 35-39 Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	66,4	14,5	0,0	8,5	0,0	10,6
F 41-43 Baugewerbe/Bau	78,5	11,5	0,0	1,9	8,0	0,0
J 58-63 Information und Kommunikation	31,2	61,1	0,1	3,4	2,6	1,6
62.01 Programmierungstätigkeiten	23,6	69,8	0,1	3,3	2,3	0,9
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,0	40,0	0,0	60,0	0,0	0,0
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	65,1	18,3	1,5	5,7	8,0	1,4
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	73,5	12,1	0,2	4,9	9,2	0,2
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	41,6	36,7	5,6	6,8	4,1	5,2
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	57,6	25,1	1,7	2,7	5,2	7,7
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	55,1	23,8	1,1	3,6	5,5	10,9
INSGESAMT	61,3	21,4	3,4	3,3	8,6	2,1
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien	60,0	21,5	5,0	2,1	9,6	1,8
Spitzentechnologie	37,9	36,9	11,5	2,7	8,5	2,6
Hochwertige Technik	76,8	9,8	0,1	1,7	10,4	1,1
Forschungsintensive Dienstleistungen	62,4	22,1	1,4	5,1	7,5	1,5
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	65,1	17,7	0,5	3,5	6,5	6,7
INSGESAMT	61,3	21,4	3,4	3,3	8,6	2,1

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

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

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik.

Auch zukünftig ist mit weiter steigenden FuE-Aufwendungen der Unternehmen zu rechnen. Unterstützend soll das durch die Politik formulierte Ziel, bis zum Jahr 2025 3,5 Prozent des Bruttoinlandsproduktes für FuE aufzuwenden, wirken. Will die Wirtschaft ihren Beitrag leisten, so ist von einem Zusatzbedarf in Höhe von weiteren 100.000 Personalstellen im FuE-Bereich auszugehen. Hinzu kommt ein Ersatzbedarf für altersbedingt ausscheidende Mitarbeiter in einem Umfang von mehreren zehntausend Stellen, da allein beim wissenschaftlichen FuE-Personal 32.000 Personen 55 Jahre oder älter sind.

In jüngerer Vergangenheit zeigen die Daten der FuE-Erhebung jedoch eher eine abnehmende Bedeutung älterer Beschäftigter (Tab. 6.3.2). So hat sich im Zeitverlauf der Anteil höherer Altersklassen am wissenschaftlichen FuE-Personal reduziert: Waren im Jahr 2015 noch 36 Prozent des FuE-Personals 45 Jahre oder älter, waren es im Jahr 2017 nur noch 33 Prozent. Zum Vergleich: Unter den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland waren im Jahr 2017 46,6 Prozent 45 Jahre oder älter. Das FuE-Personal ist somit deutlich jünger aufgestellt als die Beschäftigten insgesamt. Besonders aus-

geprägt ist die Bedeutung junger Beschäftigter bei forschungsintensiven Dienstleistungen und bei allen Branchen, in denen IT- und Programmierkompetenzen eine herausgehobene Bedeutung zukommt.

Tab. 6.3.2 Verteilung des FuE-Personals im Jahr 2017 nach Altersklassen (in Prozent)

Wirtschaftsgliederung ¹ Technologieklasse	Altersstruktur (in Prozent)					
	<25	25-35	35-45	45-55	55-65	>65
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	.	.	.	.	.	.
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,0	1,7	83,5	9,6	5,2	0,0
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	3,3	27,7	29,7	26,8	11,5	1,0
10-12 H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	2,3	29,2	25,3	29,9	12,4	0,7
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	4,4	26,5	21,1	27,3	16,9	3,9
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	5,5	13,4	28,2	37,6	12,0	3,5
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	2,1	30,5	26,6	27,9	12,0	0,9
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	4,8	21,1	28,0	26,0	16,9	3,2
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	7,0	25,4	26,8	26,9	11,2	2,8
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	3,1	25,0	23,5	30,6	16,3	1,6
23 H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	1,9	17,7	23,7	36,2	20,0	0,6
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	2,0	25,8	28,7	25,1	17,8	0,5
25 H.v. Metallerzeugnissen	1,9	26,7	27,6	27,0	14,8	2,0
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	2,5	24,2	29,3	30,7	12,9	0,4
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	5,2	22,4	29,0	28,7	14,5	0,2
28 Maschinenbau	2,3	26,7	26,5	28,1	15,3	1,1
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	1,6	34,8	33,1	23,1	7,3	0,0
30 Sonstiger Fahrzeugbau	1,2	18,5	33,8	31,6	14,6	0,3
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	1,2	18,6	34,0	31,2	14,7	0,3
31-33 Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	2,0	30,8	31,3	24,9	10,0	1,1
D,E 35-39 Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	0,0	38,0	33,5	17,2	9,9	1,5
F 41-43 Baugewerbe/Bau	1,4	20,4	32,0	24,3	18,0	3,9
J 58-63 Information und Kommunikation	5,2	35,3	30,6	22,3	5,6	1,1
62.01 Programmierungstätigkeiten	5,0	34,4	32,0	21,3	6,4	0,9
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,0	20,0	40,0	40,0	0,0	0,0
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	6,7	53,5	19,9	10,7	8,5	0,8
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	7,3	60,7	16,9	7,1	7,7	0,2
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	4,8	33,8	27,9	20,5	10,7	2,3
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	4,2	36,9	19,8	21,5	16,2	1,4
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	3,2	32,5	21,3	24,3	16,2	2,5
INSGESAMT	4,4	35,6	26,8	21,8	10,5	0,9
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien	3,3	28,0	29,9	26,6	11,2	1,0
Spitzentechnologie	4,5	24,2	28,0	28,7	12,9	1,8
Hochwertige Technik	2,3	31,7	31,6	24,6	9,6	0,2
Forschungsintensive Dienstleistungen	6,6	52,1	20,8	11,6	8,2	0,8
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	3,4	26,1	28,3	27,1	13,9	1,2
INSGESAMT	4,4	35,6	26,8	21,8	10,5	0,9

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

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

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik.

6.4 Internationalität des FuE-Personals und Fachkräfteengpässe in der deutschen Wirtschaft

Die Internationalität des FuE-Personals nimmt zu (Tab. 6.4.1): Hatten im Jahr 2015 8,7 Prozent des wissenschaftlichen FuE-Personals eine ausländische Staatsangehörigkeit, lag dieser Anteil im Jahr 2017 bereits bei 10,3 Prozent. In diesem Zeitraum hat sich sowohl der Anteil der EU-, als auch der der Nicht-EU-Ausländer erhöht. Die Staatsangehörigkeit eines Landes der Europäischen Union besaßen im Jahr 2017 6,9 Prozent, 3,4 Prozent waren dagegen in einem Land außerhalb der EU beheimatet.

Branchen der Spitzentechnologie weisen mit 12,8 Prozent höhere Anteile ausländischer Beschäftigung auf als Forschungsintensive Dienstleistungen (11,8 Prozent) und Branchen der Höherwertigen Technik (7,0 Prozent). Bei Betrachtung einzelner Branchen fallen hinsichtlich des Anteils ausländischer Fach-

kräfte am wissenschaftlichen FuE-Personal insbesondere Finanz- und Versicherungsdienstleistungen mit 20 Prozent, der Luft- und Raumfahrzeugbau mit 15,8 Prozent sowie die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen mit 15 Prozent ins Auge. Überdurchschnittlich sind die Werte bei den Wirtschaftszweigen, in denen IT-Fachkräfte in besonders starker Weise nachgefragt werden.

**Tab. 6.4.1 Staatsangehörigkeit des wissenschaftlichen FuE-Personals im Jahr 2017
(in Prozent)**

Wirtschaftsgliederung ¹ Technologieklasse	Staatsangehörigkeiten		
	deutsch	EU	nicht-EU
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG			
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	91,3	4,3	4,3
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	100,0	0,0	0,0
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	90,6	6,0	3,4
10-12 H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	97,3	2,0	0,7
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	96,2	3,8	0,0
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	97,0	2,8	0,2
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	97,2	1,9	0,9
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	90,9	6,7	2,3
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	89,0	7,9	3,0
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	93,9	4,5	1,7
23 H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	96,0	1,8	2,1
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	93,6	3,3	3,1
25 H.v. Metallerzeugnissen	95,3	3,2	1,5
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	85,0	7,1	7,9
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	94,0	2,5	3,5
28 Maschinenbau	93,8	3,2	3,0
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	92,4	6,0	1,6
30 Sonstiger Fahrzeugbau	84,3	12,1	3,6
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	84,2	12,2	3,6
31-33 Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	93,7	2,3	4,0
D,E 35-39 Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	95,8	0,6	3,6
F 41-43 Baugewerbe/Bau	100,0	0,0	0,0
J 58-63 Information und Kommunikation	88,0	7,3	4,6
62.01 Programmierungstätigkeiten	88,0	7,6	4,4
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	80,0	20,0	0,0
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	88,1	8,9	3,0
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys., chem. Untersuchung	88,0	9,8	2,2
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	88,3	6,3	5,4
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	92,5	3,1	4,3
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	85,2	8,6	6,2
I N S G E S A M T	89,8	6,9	3,4
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²			
Forschungsintensive Industrien	90,2	6,2	3,6
Spitzentechnologie	87,1	7,6	5,2
Hochwertige Technik	93,0	4,9	2,1
Forschungsintensive Dienstleistungen	88,1	8,8	3,1
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	92,6	4,4	3,0
I N S G E S A M T	89,8	6,9	3,4

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

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

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik.

In Einzelfällen ist dieser hohe Anteil ausländischen FuE-Personals durch stark spezialisierte und durch internationale Konzernstrukturen geprägte Arbeitsmärkte und Produktionsstrukturen zu erklären. Dies ist etwa im Fall der Luft- und Raumfahrtindustrie mit Unternehmen wie Airbus und Astrium der Fall. Darüber hinaus wirft der sukzessiv steigende Anteil ausländischer Arbeitskräfte die Frage auf, ob es sich dabei um ein Indiz für ein zunehmend knapper werdendes Fachkräfteangebot handelt. In der FuE-Erhebung 2017 wurde die Frage gestellt, ob der voraussichtlich in den kommenden drei Jahren entstehende Bedarf an FuE-Personal aus Sicht der Unternehmen überhaupt gedeckt werden kann. Das Ergebnis: 2017 waren 84 Prozent der Unternehmen der Meinung, ihren Fachkräftebedarf in den nächsten Jahren decken zu können – diese Zahl liegt deutlich unter derjenigen aus den Befragungen in den Jahren 2015 und 2013, dort waren es jeweils 90 Prozent. Fachkräfteengpässe nehmen somit zu.

In der Befragung des Mannheimer Innovationspanels (MIP) wurde im Jahr 2017 detaillierter nach offenen Stellen und deren Besetzung gefragt. Hier gaben nur 32 Prozent aller Unternehmen an, dass sie im Jahr 2017 offene Stellen wie geplant besetzen konnten, bei 17 Prozent aller Unternehmen in Deutschland kam es zu verspäteten Besetzungen, 39 Prozent berichteten, dass Stellen nicht oder nicht adäquat besetzt werden konnten. Bemerkenswert sind die relativ geringen Größenklassenunterschiede bei dieser Frage. Der Anteil der Unternehmen, die Stellen nur verspätet oder gar nicht wie geplant besetzen konnten, ist in den oberen Größenklassen allerdings deutlich höher als bei Kleinunternehmen.⁹²

Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten haben in Zeiten eines verknüpften Arbeitsangebots einen Wettbewerbsnachteil gegenüber größeren Unternehmen bei der Rekrutierung hochqualifizierter Mitarbeitender. Als Gründe sind hier Standortnachteile, niedrigere Einkommen und Sozialleistungen sowie geringere Entwicklungsmöglichkeiten der Wissenschaftenden zu nennen.

Dies steht im Einklang mit der im vorherigen Abschnitt beschriebenen, zunehmenden Sorge der Unternehmen, ihren Fachkräftebedarf nicht mehr decken zu können. Es kann zudem ein Indiz für immer weiter global organisierte Innovationsnetzwerke sein. Insbesondere Großunternehmen organisieren ihre FuE- und Innovationsprozesse global und durchmischen auch ihre FuE-Teams.

⁹² Vgl. Rammer et al. (2019).

7 Externe FuE-Aufwendungen und FuE-Kooperationen

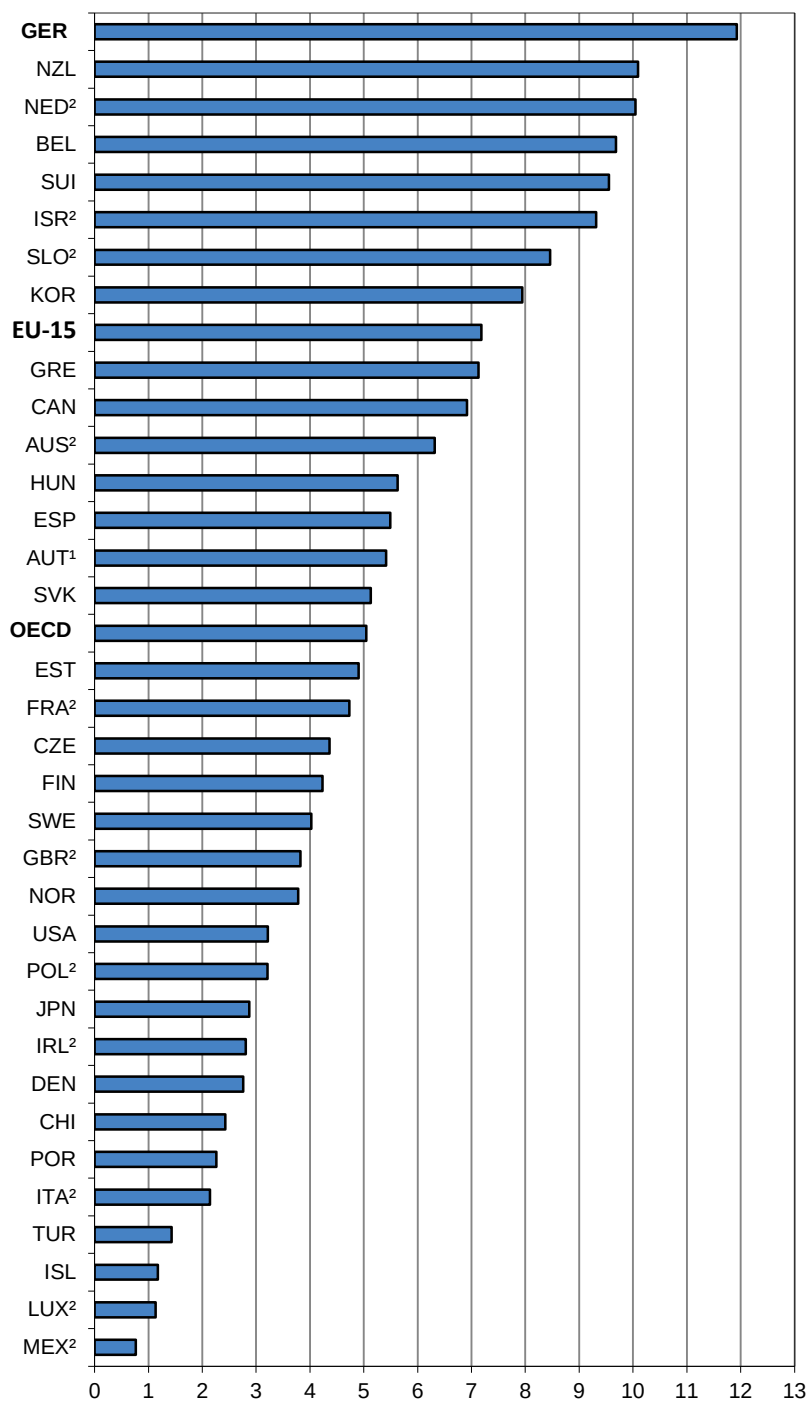
7.1 FuE-Kooperationen im internationalen Vergleich

Kennziffern zur Finanzierung von FuE im internationalen Vergleich dienen als Indikatoren für die Vergabe von FuE-Aufträgen durch die Wirtschaft und FuE-Kooperationen zwischen Partnern aus Wirtschaft, Hochschulen und Forschungseinrichtungen im In- und Ausland (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).

Zum anderen kann man die FuE-Aufwendungen von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen, die von der Wirtschaft finanziert werden, auch 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 Prozent (Abb. 7.1.2 und Tab. A.5.2 im Anhang). Der Finanzierungsbeitrag der deutschen Wirtschaft beläuft sich auf 5 Prozent der internen FuE-Aufwendungen und liegt damit deutlich über dem OECD- und auch über dem EU-15-Durchschnitt (3,7 Prozent). 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. Insgesamt sind die Finanzierungsbeiträge der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen oder öffentlich geförderten Einrichtungen in einer ganzen Reihe von Ländern leicht zurückgegangen (vgl. Tab. A.5.2 im Anhang). In Deutschland schwankte der Finanzierungsbeitrag, den Unternehmen zu öffentlichen FuE-Projekten leisten, zwischen 2005 und 2011 um 5,7 Prozent der eigenen internen Aufwendungen. Nach einem zwischenzeitlich leichten Anstieg bis 2014 (6,1 Prozent) ist die Quote bis 2017 deutlich auf nur noch 5,3 Prozent gesunken, den niedrigsten Wert Beginn der letzten Dekade. EU-weit ist seit dem Krisenjahr 2009 ein langsamer kontinuierlicher Rückgang des Finanzierungsbeitrags von 4,5 Prozent auf zuletzt 3,7 Prozent zu beobachten.

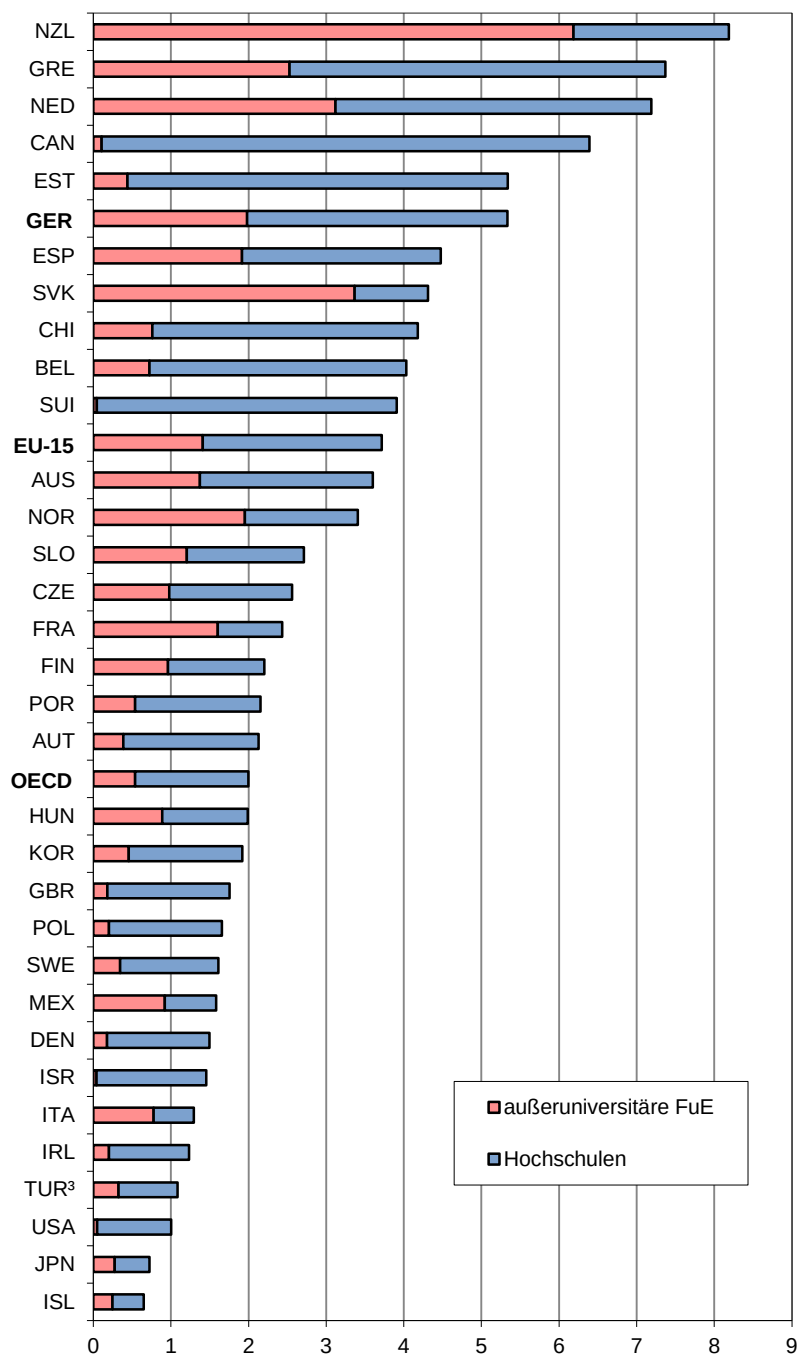
Abb. 7.1.1: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an den FuE-Aufwendungen in öffentliche Einrichtungen 2017 (in Prozent)



1) 2015 statt 2017. - 2) 2016 statt 2017. - TUR revidierte Daten 2008-2017.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1) – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

**Abb. 7.1.2: FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen
in Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen 2017***



*) Oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1) – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

7.2 Externe FuE in Deutschland

Dort, wo sich Unternehmen bei der internen FuE auf ihre „Kernkompetenzen“ konzentrieren, sind sie nicht unbedingt an einer Ausweitung ihrer eigenen FuE-Aktivitäten interessiert. Aus Sicht der Unternehmen bilden die Vergabe von FuE-Aufträgen und FuE-Kooperationen an und mit anderen Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen ein wichtiges Instrument zur effizienten Gestaltung und Ergänzung der eigenen FuE-Prozesse. Diese reichen von der 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.⁹³ Ein Teil des technischen Wissens wird auf dem „Forschungsmarkt“ eingekauft.⁹⁴

In Deutschland 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 auf Basis der deutschen FuE-Statistik des Stifterverbands betrachtet werden.⁹⁵ Während der von Dritten durchgeführte Anteil an allen FuE-Aufwendungen Mitte der 1990er Jahre noch bei 10 Prozent lag, ist er danach deutlich gestiegen und hat mit 22 Prozent im Jahr 2017 seinen höchsten Wert erreicht (vgl. Tab. 2.2.2).⁹⁶ Zwischen 1995 und 2005 sind insbesondere Großunternehmen dazu übergegangen, FuE-Aufträge zunehmend an Dritte zu erteilen. Seit 2013 stagniert der Anteil externer FuE bei Großunternehmen bei 23 Prozent. Klein- und Mittelunternehmen weisen seit 2009 einen relativ konstanten Anteil externer FuE zwischen 11 Prozent und 12 Prozent auf.

Im Jahr 2017 ist der Anteil externer FuE-Aufwendungen weiter leicht gestiegen, weil Großunternehmen wieder mehr 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. Seit 2015 entfielen 93 Prozent aller externen FuE-Aufwendungen auf Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten.⁹⁷

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 (Abschnitt 9).

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

⁹³ Vgl. Chesbrough (2003), Freeman, Soete (2007), West et al. (2014).

⁹⁴ 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.

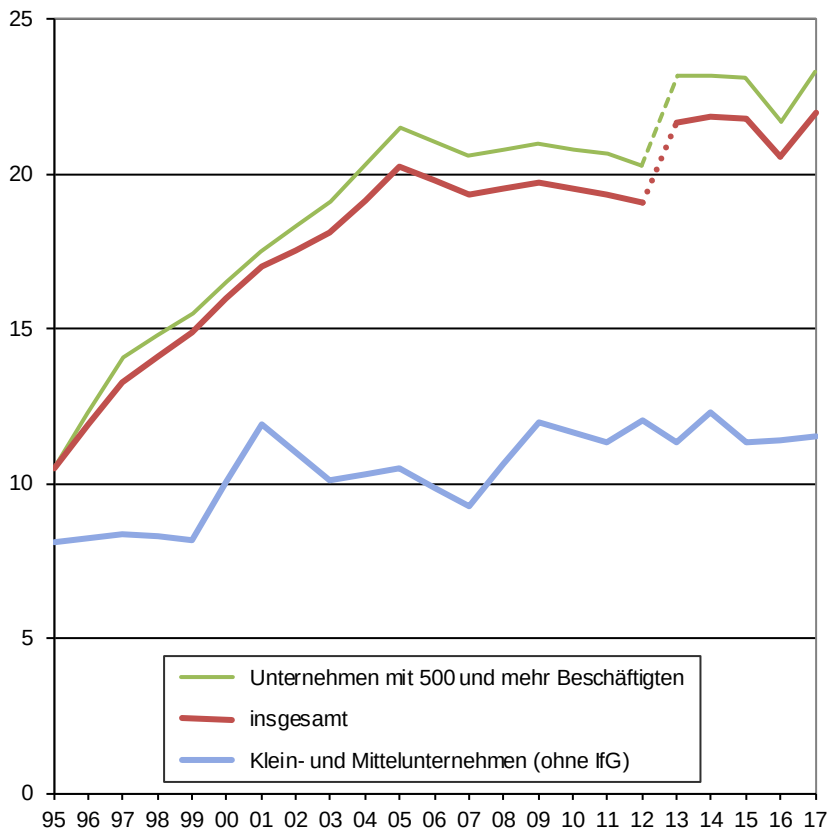
⁹⁵ Die quantitativen Ergebnisse auf Basis der expliziten Befragung der deutschen Unternehmen sind nicht direkt mit den aus der internationalen Statistik zu den Finanzierungsstrukturen abgeleiteten Ergebnissen vergleichbar. Die Entwicklung und sektorale Verteilung der externen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft wurde zuletzt ausführlich in Schasse, Schiller et al. (2016) beschrieben. Im Mittelpunkt steht dabei die Vergabe von FuE-Aufträgen an andere Wirtschaftsunternehmen, insbesondere Dienstleistungsunternehmen, im In- und Ausland

⁹⁶ Eine Meldekorrektur im Jahr 2013 hat zur Folge, dass die für dieses Jahr ausgewiesenen Anteile der externen FuE-Aufwendungen bei größeren Unternehmen und insgesamt nicht mit den Vorjahreswerten vergleichbar sind.

⁹⁷ Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2019a).

in Zusammenhang mit der auf KMU fokussierten deutschen Innovationsförderung zu sehen, die besonderen Wert auf Kooperationen mit Wissenschaft und Forschung legt.⁹⁸

Abb. 7.2.1: Anteil externer FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Deutschland 1995 bis 2017 an den gesamten FuE-Aufwendungen (in Prozent)



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.

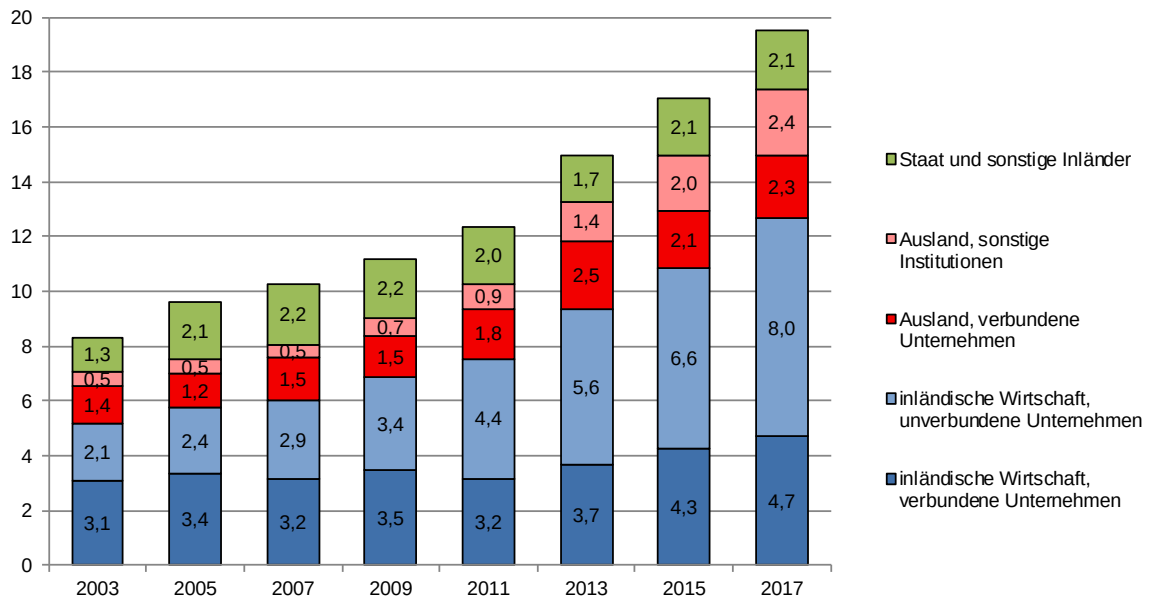
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Berechnungen und Zusammenstellungen des CWS.

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 Prozent auf über 40 Prozent 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.

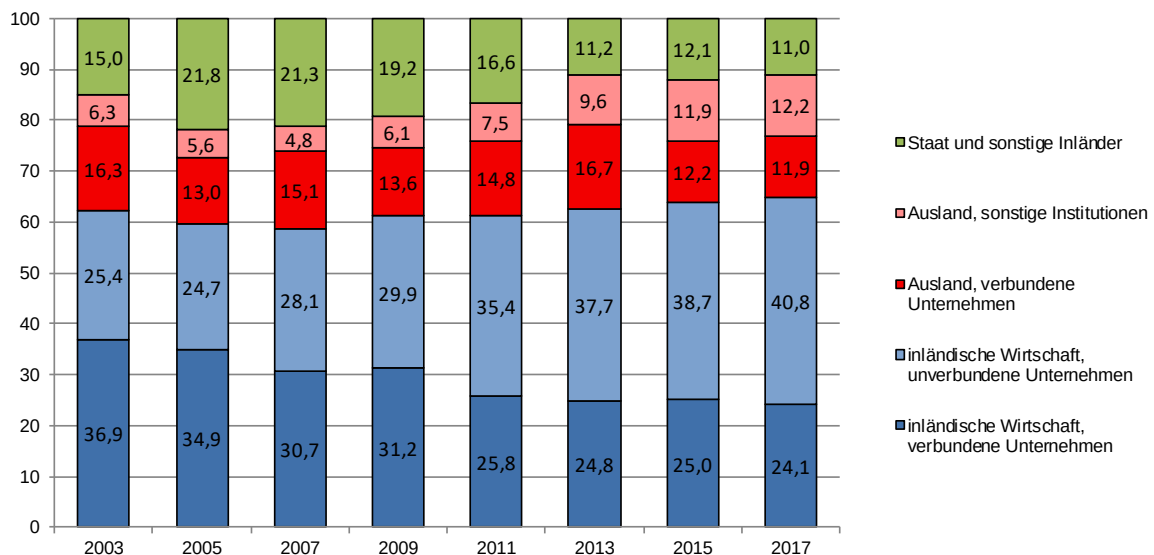
⁹⁸ Vgl. Belitz, Eickelpasch, Lejpras (2012).

Abb. 7.2.2: Externe FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Auftragnehmern 2003 bis 2017 (in Mrd. Euro)



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 2017 (in Prozent)



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 von 19 Prozent auf 26 Prozent gestiegen. Danach ist er in den Jahren 2015 und 2017 leicht auf 24 Prozent zurückgegangen, was auf den Rückgang der Aufträge an verbundene Unternehmen zurückzuführen ist. Gleichzeitig haben aber

sonstige ausländische Institutionen weiter an Bedeutung gewonnen. Die entsprechenden Mittel haben sich seit 2009 auf 2,4 Mrd. Euro mehr als verdreifacht.⁹⁹

Ausländische Partner kommen vor allem im Bereich der Spitzentechnologie in Frage (Tab. 7.2.1): In der Pharmaindustrie (54 Prozent) und im Luft- und Raumfahrzeugbau (41 Prozent) übersteigt dieser Anteil deutlich den Industriedurchschnitt (24 Prozent). Aber auch in der Chemieindustrie (59 Prozent) ist der an ausländische Auftragnehmer gehende Anteil der externen FuE-Aufwendungen hoch. Der Automobilbau konzentriert hat sich hingegen relativ stark auf inländische Kooperationspartner. Hierzu mag auch beigetragen haben, dass ein Teil der Auslands-FuE-Kapazitäten in verbundenen Unternehmen wieder abgegeben worden ist.¹⁰⁰ Auf den Automobilbau entfallen über 60 Prozent aller externen FuE-Aufwendungen in Deutschland. Hier werden mit 32 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen weit überdurchschnittlich viele FuE-Aktivitäten außerhalb des eigenen Unternehmens durchgeführt. Dabei kooperiert der Automobilbau vor allem mit anderen inländischen Unternehmen (79 Prozent). FuE-Aufträge an die Wissenschaft sind hier von vergleichsweise geringer Bedeutung (4,1 Prozent), was sich letztlich auch deutlich im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt bemerkbar macht. In das Ausland fließen 17 Prozent der externen FuE-Mittel der Automobilindustrie. Diese Strukturen haben sich gegenüber dem Jahr 2015 kaum verändert.

Externe FuE-Aufträge 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: Insgesamt wird in der Spitzentechnologie besonders intensiv mit Kooperationspartnern aus dem Ausland geforscht (44,5 Prozent). Bei der Hochwertigen Technik sind es vor allem andere inländische Unternehmen (76 Prozent), nicht zuletzt wegen der Dominanz des Automobilbaus in dieser Technologiekategorie. Die Wissenschaft spielt bei forschungsintensiven Dienstleistungen eine große Rolle (28,5 Prozent), u. a. weil hier wissenschaftliche FuE-Dienstleister und Institutionen der Gemeinschaftsforschung beteiligt sind.

Der Anteil der externen FuE-Mittel, die an Auftragnehmer in der deutschen Wirtschaft fließen, steigt mit der Unternehmensgröße von 49 Prozent bei kleinen Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten bis zu 66 Prozent bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten. 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 33 Prozent bei Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten auf 10 Prozent bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten. In der Summe weisen Großunternehmen einen fast doppelt so hohen Anteil externer FuE-Aufträge auf wie KMU.

⁹⁹ Zu FuE deutscher multinationaler Unternehmen im Ausland vgl. Abschnitt 9.

¹⁰⁰ Vgl. Belitz (2017).

Tab. 7.2.1: Bedeutung und Struktur von externer FuE der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017

- Anteile in % -

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse	Anteil an den FuE-Gesamt- aufwen- dungen*	Struktur der Auftragnehmer					
		Wirtschaft	Ausland	Wissenschaft zusammen	Wissenschaft (Staat und sonst. Inländer)		
					davon:		
					Hoch- schulen	außeruni- versitär	sonstige Inländerin- nen und Inländer
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG							
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	36,6	4,9	94,3	0,8	0,4	0,3	0,1
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	20,6	44,0			10,3	5,0	
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	23,7	65,9	24,1	10,0	4,7	3,7	1,6
10-12 H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	4,6	42,1	26,5	31,3	20,9	4,7	5,7
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren							
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	12,8	63,6	11,0	25,4	4,8	7,2	13,4
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung							
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	12,2	16,6	59,2	24,2	10,5	12,6	1,1
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	33,1	18,6	53,8	27,6	12,6	14,4	0,6
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	4,2	74,2	8,4	17,4	11,7	4,7	1,0
23 H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	8,5	78,6	6,0	15,3	7,8	6,2	1,4
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	15,8	45,8	18,0	36,2	9,8	2,9	23,5
25 H.v. Metallerzeugnissen	9,4	54,3	16,7	29,0	12,5	3,7	12,7
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen	9,9	67,7	18,6	13,7	2,1	5,1	6,5
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	11,7	60,1	26,3	13,6	7,9	5,2	0,4
28 Maschinenbau	8,7	71,3	15,8	12,9	7,0	4,6	1,3
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	31,8	79,1	16,9	4,1	2,0	0,9	1,1
30 Sonstiger Fahrzeugbau	32,8	41,0	40,1	18,9	12,6	3,2	3,1
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	35,9	41,0	41,1	17,9	12,0	2,7	3,2
31-33 Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	17,4	64,2	14,2	21,6	9,8	8,5	3,3
D,E 35-39 Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	17,2	67,1	0,4	32,5	20,2	7,0	5,3
F 41-43 Baugewerbe/Bau	9,1	32,3			19,4	6,8	
J 58-63 Information und Kommunikation	8,6	61,6	20,9	17,5	12,3	4,4	0,7
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	8,4	62,5	9,2	28,3	3,0	2,3	23,1
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	11,6	46,9	20,2	32,9	22,8	8,3	1,8
71 Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	5,7	53,1	16,0	30,9	9,7	18,0	3,2
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	15,2	43,9	22,0	34,2	28,0	4,9	1,3
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	41,4	42,0	6,7	51,3	44,2	5,8	1,3
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	17,0	78,6	15,5	5,9	3,0	2,7	0,2
INSGESAMT	22,1	64,9	24,1	11,0	5,5	3,8	1,6
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN							
unter 100 Beschäftigte	15,4	49,2	17,8	33,0	23,2	7,9	1,9
100 bis 499 Beschäftigte	11,6	56,8	27,4	15,9	8,6	4,9	2,4
500 bis 999 Beschäftigte	11,0	63,6	24,3	12,1	5,3	3,4	3,4
1000 und mehr Beschäftigte	24,1	65,8	24,2	10,0	4,8	3,7	1,5
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²							
Forschungsintensive Industrien	24,9	66,1	24,3	9,6	4,5	3,6	1,5
Spitzentechnologie	22,9	31,9	44,5	23,6	10,5	10,6	2,5
Hochwertige Technik	25,6	77,0	17,9	5,2	2,7	1,4	1,1
Forschungsintensive Dienstleistungen	10,2	51,0	20,5	28,5	20,2	6,9	1,4
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	11,9	57,0	24,8	18,2	8,4	4,7	5,1
INSGESAMT	22,1	64,9	24,1	11,0	5,5	3,8	1,6

*) 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

FuE-Aufwendungen und -Personal variieren nicht nur zwischen Volkswirtschaften, sondern auch zwischen Regionen innerhalb dieser. Regionale FuE-Schwerpunkte korrelieren vielfach positiv mit der Branchenverteilung, insbesondere von Großunternehmen aus forschungsintensiven Wirtschaftszweigen.¹⁰¹ Dies gilt für Deutschland¹⁰² ebenso wie im internationalen Kontext.¹⁰³

In Deutschland ist die Frage nach der Regionalverteilung von Innovationspotenzialen und technologischer Leistungsfähigkeit besonders vor dem Hintergrund der wirtschaftlichen Entwicklung in Ostdeutschland relevant. Auch 30 Jahre nach dem Mauerfall weichen die Rahmenbedingungen für FuE in den ostdeutschen Bundesländern erheblich von denjenigen in den westdeutschen Ländern ab. Aber auch die in den westlichen Bundesländern immer wieder aufkeimende Debatte um ein Süd-Nord-Gefälle in der wirtschaftlichen Entwicklung gibt Anlass zu einer differenzierten Betrachtung der Entwicklung der regionalen FuE-Potenziale in Deutschland. Deshalb wird die ostdeutsche Wirtschaft mit ihren FuE-Kapazitäten und -Strukturen nicht nur den gesamten westdeutschen Ländern gegenübergestellt. Zusätzlich wird der Westen in nordwestliche (Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen, Nordrhein-Westfalen) und südwestliche Bundesländer (Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Bayern, Saarland) untergliedert betrachtet. Ostdeutschland umfasst die Länder Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Thüringen und Berlin.

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 Bundeslandes, ausgewiesen. Da aber nur das FuE-Personal in der Erhebung für die deutsche FuE-Statistik auf regionaler Ebene direkt 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 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.

Der Südwesten erreichte im Jahr 2017 eine FuE-Personalintensität von 201 FuE-Personen (VZÄ) je 10.000 Erwerbstätige (Abb. 8.1.1 und Tab. A.8.1 im Anhang).¹⁰⁴ Ostdeutschland und der Nordwesten kommen beide auf 125 FuE-Personen je 10.000 Erwerbstätige. Insgesamt übersteigt die FuE-Intensität der westdeutschen Länder zwar weiterhin diejenige Ostdeutschlands, allerdings nur aufgrund der be-

¹⁰¹ Vgl. Cordes et al. (2015).

¹⁰² Vgl. SV Wissenschaftsstatistik (2017a), Gehrke, Legler, Schasse et al. (2010).

¹⁰³ Vgl. European Commission (2017).

¹⁰⁴ Die entsprechend abgeleitete FuE-Aufwandsintensitäten beläuft sich auf 3,77 Prozent, vgl. hier und im Folgenden Anhangtabelle A.8.1.

sonderen Stärke des Südwestens. 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, sowie in Schleswig-Holstein. Insgesamt sind die FuE-Intensitäten außer in den Stadtstaaten Bremen und Berlin 2017 gestiegen.

Nachdem die Lücke zwischen ost- und westdeutschen Ländern bis 2013 kleiner (FuE-Personalintensität) geworden ist bzw. relativ konstant (FuE-Aufwandsintensität) geblieben ist, muss für die Folgejahre bis 2017 eine Vergrößerung der Lücke festgestellt werden. Verantwortlich hierfür war allein die überdurchschnittliche Steigerung der Wirtschaft in den südwestdeutschen Bundesländern. Während sich die ostdeutschen und die nordwestdeutschen Länder hinsichtlich der FuE-Intensität insgesamt nicht mehr (FuE-Personalintensität) bzw. nur noch geringfügig (FuE-Aufwandsintensität) unterscheiden, ist die FuE-Intensität der Wirtschaft in den südwestdeutschen Ländern (insbesondere Baden-Württemberg) deutlich gestiegen.

Bei großräumiger Betrachtung erweisen sich die grundsätzlichen Strukturunterschiede zwischen den Teilräumen als ausgesprochen stabil:

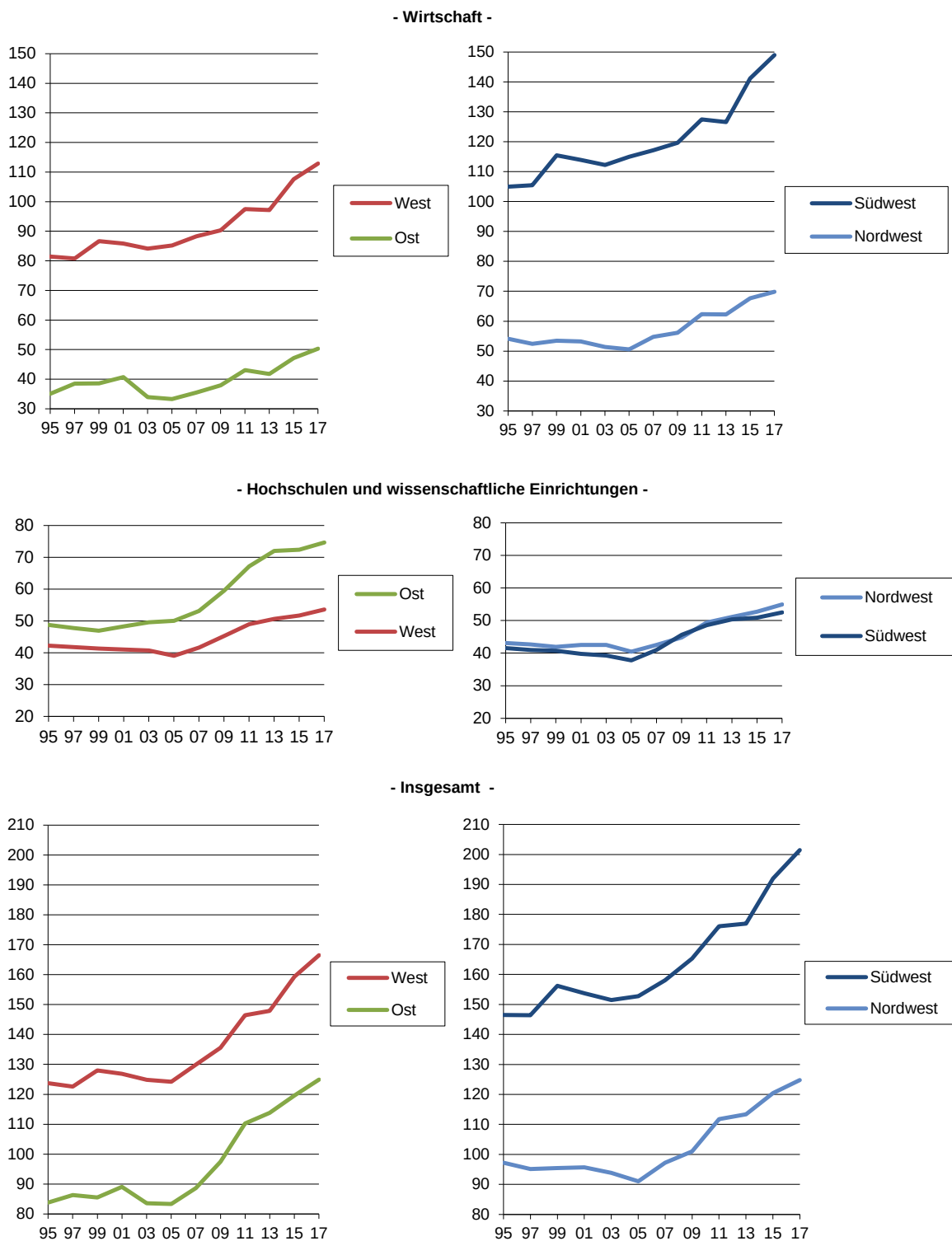
- Bei den öffentlichen FuE-Einrichtungen bestehen zwischen Nord- und Südwest praktisch keine Ausstattungsunterschiede. Dies ist das Ergebnis einer konsequent föderal betriebenen Wissenschaftspolitik und der vielfältigen Mischfinanzierungsformen bei außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Beide Teilräume in Westdeutschland, Nordwest und Südwest, liegen allerdings deutlich unterhalb der Ausstattung Ostdeutschlands mit öffentlich geförderten Einrichtungen von Wissenschaft und Forschung. Diese Lücke hat sich zwischen 2005 und 2013 aufgrund der Entwicklung bei den außeruniversitären Forschungseinrichtungen deutlich zugunsten der ostdeutschen Länder vergrößert. Treibende Kräfte waren dabei Berlin und Sachsen.
- Langfristig wird auch die Entwicklung der regionalen Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland maßgeblich durch die Wirtschaft bestimmt. Sie determiniert damit die grundlegenden Unterschiede zwischen Ost- und Westdeutschland als auch zwischen den westlichen Teilräumen. Die gesamtdeutsche Entwicklung wird entscheidend von der Wirtschaft in Südwestdeutschland bestimmt. Dies gilt auch für die Nord-Süd-Unterschiede in Westdeutschland, denn in den nordwestlichen Bundesländern ist die FuE-Intensität weniger als halb so hoch wie im Südwesten.
- Berücksichtigt man in einer Gesamtbetrachtung neben den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft die Ausstattung mit öffentlichen FuE-Einrichtungen, dann fällt die FuE-Intensität in Ostdeutschland weiterhin genauso hoch (FuE-Personalintensität) bzw. höher (FuE-Aufwandsintensität) aus als im Nordwesten. Dabei haben die Zuwächse in öffentlichen FuE-Einrichtungen in den ostdeutschen Ländern die Rückstände in der Wirtschaft mittelfristig kompensiert. Hierbei ist vor allem die hohe Konzentration der öffentlichen Einrichtungen auf Berlin zu beachten.

Abb. 8.1.1: FuE-Personal in der Wirtschaft und in öffentlichen Einrichtungen in deutschen Regionen 1995 bis 2017

- FuE-Personal je 10.000 Erwerbspersonen -

Östliche und Westliche Bundesländer

Nordwestliche* und Südwestliche** Bundesländer



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

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

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

8.2 Regionale Struktur des FuE-Personals in der Wirtschaft

Bei großräumiger Betrachtung werden die entscheidenden Unterschiede durch die Wirtschaft markiert. Seit 2011 ist der Anteil der ostdeutschen Länder leicht von 10 Prozent (2011) auf 9,5 Prozent (2017) zurückgegangen, auch der Anteil des Nordwestens ist leicht um 1 Prozent-Punkt auf 25,5 Prozent gesunken (Tab. 2.2.2). Der Anteil des Südwestens beträgt 65 Prozent und ist seit 2011 um 1,5 Prozent-Punkte gestiegen. Langfristig ist die regionale Verteilung der FuE-Kapazitäten in Deutschland seit Beginn des Jahrhunderts nur relativ geringen Schwankungen unterworfen gewesen.

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

- Unter wirtschaftsstrukturellen Gesichtspunkten ist von Bedeutung, dass in den östlichen Bundesländern nur 58,7 Prozent des FuE-Personals in Forschungsstätten des Verarbeitenden Gewerbes beschäftigt sind. In Westdeutschland sind es hingegen 81,5 Prozent. 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 forschungsintensiven Dienstleistungen (IuK-Dienstleistungen, technische Dienstleistungen und Institutionen für Gemeinschaftsforschung) zu sehen, die in Ostdeutschland 34,5 Prozent des FuE-Personals stellen. Neben den forschungsintensiven Dienstleistungen spielt in Ostdeutschland auch der Industriezweig „Datenverarbeitung, Elektronik, Optik“ (19,1 Prozent) eine relativ größere Rolle als in Westdeutschland (11,8 Prozent). 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 (31,7 Prozent) und damit der Bereich der hochwertigen Technik (52,5 Prozent).
- Quantitativ große Unterschiede lassen sich häufig durch die Ausstattung mit großen Unternehmen erklären. Der Osten hat mit 54,5 Prozent einen deutlich höheren Teil des FuE-Personals in Klein- und Mittelunternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten als Westdeutschland mit lediglich 19,1%. Der Nordwesten hat seine Unternehmensgrößenvorteile bei Großunternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten (64,7 Prozent), noch stärker der Südwesten (77,1 Prozent). In den ostdeutschen Bundesländern fehlen weiterhin forschende Großunternehmen mit dortigem Hauptsitz.¹⁰⁵
- Zwischen 2013 und 2017 ist es in Ost- und in Westdeutschland gleichermaßen zu einer Verschiebung der FuE-Kapazitäten hin zu großen Unternehmen und zu forschungsintensiven Dienstleistungen gekommen.¹⁰⁶ Dabei ist der Anteil der Spitzentechnologiesektoren am FuE-Personal in Ostdeutschland weniger stark gesunken als in Westdeutschland. Der Anteil nicht forschungsintensiver Wirtschaftszweige am FuE-Personal ist in den ostdeutschen Ländern tendenziell stärker zurückgegangen als in Westdeutschland.

¹⁰⁵ Vgl. Eickelpasch (2015), SV Wissenschaftsstatistik (2019b).

¹⁰⁶ 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 2017

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse	Struktur des FuE-Personals			
	Ost	West	darunter	
			Nordwest*	Südwest**
FuE-Personal im Wirtschaftssektor insgesamt	41.680	394.891	111.281	283.610
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG				
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	58,7	81,5	81,1	81,7
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	2,8	5,3	8,4	4,1
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5,6	4,5	3,2	5,0
22-23 H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	2,1	2,7	3,5	2,3
24-25 Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	2,8	2,8	4,3	2,2
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	19,1	11,8	11,2	12,0
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	4,0	5,7	8,2	4,7
28 Maschinenbau	9,1	11,5	12,5	11,1
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	3,1	31,7	21,2	35,8
30 Sonstiger Fahrzeugbau	5,2	2,6	4,8	1,7
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	4,1	2,2	3,8	1,6
Rest C Verarbeitendes Gewerbe restliche Abschnitte (10-19,31-33)	4,9	3,1	3,8	2,8
J 58-63 Information und Kommunikation	12,4	5,3	3,6	5,9
62.01 Programmierungstätigkeiten	9,0	3,8	2,0	4,5
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	24,6	10,9	11,2	10,8
71 Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	7,1	5,5	5,7	5,4
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	16,5	4,8	4,9	4,8
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	3,6	0,5	1,0	0,3
Rest Restliche Abschnitte (A,B,D-I,K,L,N-U)	4,3	2,3	4,1	1,6
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN				
unter 100 Beschäftigte	32,5	7,4	9,6	6,6
100 bis 499 Beschäftigte	22,0	11,7	15,6	10,2
500 bis 999 Beschäftigte	4,5	7,3	10,1	6,2
1000 und mehr Beschäftigte	41,0	73,6	64,7	77,1
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²				
Forschungsintensive Industrien	47,7	71,4	66,6	73,2
Spitzentechnologie	28,6	18,8	18,6	18,9
Hochwertige Technik	19,1	52,5	48,0	54,3
Forschungsintensive Dienstleistungen	34,5	15,2	13,6	15,8
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	17,8	13,5	19,8	11,0
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 FuE deutscher multinationaler Unternehmen im In- und Ausland

9.1 Umfang und Auslandsanteil

Im Jahr 2017 haben deutsche Unternehmen (Unternehmen, die sich nach dem Prinzip des „ultimate beneficial owners“ in deutschem Mehrheitsbesitz befinden) weltweit 79 Mrd. Euro für Forschung und Entwicklung ausgegeben.¹⁰⁷ 71 Prozent davon entfielen auf die zehn forschungsstärksten deutschen Unternehmen (Tab. 9.1.1). Dies zeigt die außerordentlich hohe Konzentration der FuE-Aktivitäten auf wenige global agierende Unternehmen. An der Spitze der Rangfolge nach den FuE-Aufwendungen stehen die Automobilhersteller Volkswagen, Daimler und BMW.

Tab. 9.1.1: Weltweite FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten deutschen Unternehmen 2005, 2013, 2015 und 2017

Unternehmen		FuE-Aufwand				Nachrichtlich: Patentanteil im Ausland ¹⁾
Rang 2017	Jahr	2005	2013	2015	2017	2012-2014
		In Mrd. Euro				In Prozent
1	VOLKSWAGEN	4,075	11,743	13,612	13,135	19
2	DAIMLER	5,649	5,379	6,529	8,663	13
3	BMW	3,115	4,792	5,169	6,108	3
4	ROBERT BOSCH	2,931	4,653	5,202	5,934	24
5	SIEMENS	5,155	4,556	4,820	5,538	39
6	BAYER	1,886	3,259	4,436	5,162	36
7	SAP	1,089	2,282	2,689	3,332	57
8	CONTINENTAL	590	1,919	2,528	3,196	36
9	BOEHRINGER INGELHEIM	1,360	2,743	3,004	3,078	41
10	BASF	1,086	1,849	1,914	1,867	39
	Insgesamt	26,936	43,175	49,903	56,013	30
Nachrichtlich:						
	100 forschungsstärkste Unternehmen	38.300	55,300	68,888	79,100	27 ¹⁾
	Top 10 Unternehmen (in Prozent)	70	78	72	71	-
	Auslandsanteil FuE (in Prozent)	30	31	35	38	-

¹⁾ 104 patentstärkste Unternehmen, siehe Belitz et al. (2019).

Quelle: EU R&D Scoreboard, SV Wissenschaftsstatistik, Berechnungen des DIW Berlin.

Die weltweiten FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten deutschen Unternehmen haben sich nominal im Zeitraum von 2005 bis 2017 mehr als verdoppelt. Nachdem der Auslandsanteil längere Zeit etwa gleich blieb, stieg er ab 2013 und erreichte 2017 rund 38 Prozent (Tab. 9.1.1).

Für den Zeitraum 2012-2014 konnten aus Patentdaten für die 104 forschungsstärksten deutschen Großunternehmen Informationen über den Anteil der im Ausland beheimateten Erfinder gewonnen werden¹⁰⁸. Demnach steht dem Auslandsanteil bei den FuE-Aufwendungen von 31 Prozent im Jahr

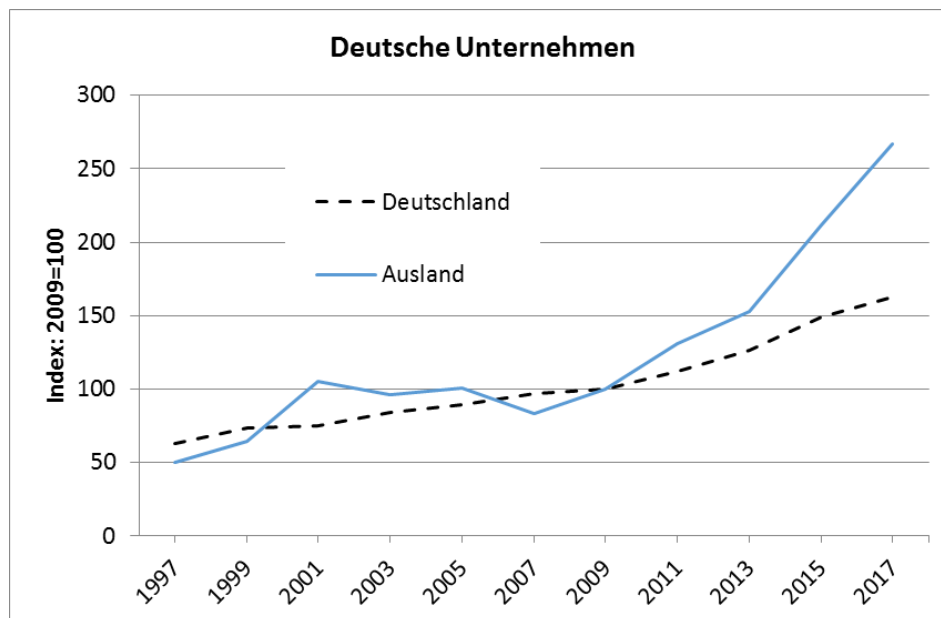
¹⁰⁷ Die globalen FuE-Aufwendungen beruhen auf Angaben der Unternehmen in den Geschäftsberichten. Diesen Angaben liegen nicht immer die Kriterien des Frascati-Manuals (OECD 2015) zur statistischen Erfassung von FuE-Ausgaben zugrunde. Sie dürften aber weitgehend den FuE-Gesamtaufwendungen als Summe der internen und externen FuE-Aufwendungen entsprechen.

¹⁰⁸ Belitz et al. (2019).

2013 ein nur wenig geringerer Auslandsanteil der Erfinder in den forschungsstärksten Unternehmen in den Jahren 2012-2014 von 27 Prozent gegenüber. Dies deutet darauf hin, dass die Forschung im Ausland in ähnlichem Maße patentrelevant ist wie im Inland. Somit dürfte sich die Qualität der FuE-Aktivitäten im In- und Ausland kaum unterscheiden. In den zehn forschungsstärksten deutschen Unternehmen entfallen unterschiedliche Anteile auf Patente, an denen Auslandsstandorte mitgewirkt haben. Bei SAP hatten über die Hälfte der Patente ihren Ursprung im Ausland, bei den großen Kraftfahrzeugherstellern jedoch unter 20 Prozent (Tab. 9.1.1)

Die globalen Forschungsaufwendungen deutscher Unternehmen mit FuE im Ausland sind gegenüber dem vorhergehenden Berichtsjahr 2015 um gut 10 Mrd. Euro gestiegen (Tab. 9.2.1). Das Wachstum war jedoch geringer als in der Vorperiode von 2013 bis 2015, in der die weltweiten FuE-Aufwendungen um 13,6 Mrd. Euro gewachsen waren. Im Inland sind die FuE-Aufwendungen der auslandsaktiven Unternehmen in den letzten Jahren etwas langsamer gestiegen als im Ausland (Abb. 9.1.1). Die Schere zwischen ihren FuE-Aufwendungen in Deutschland und im Ausland hat sich geöffnet.

Abb. 9.1.1: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland 1997 bis 2017



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

9.2 Branchen

Mit 43 Mrd. Euro entfällt mehr als die Hälfte der globalen FuE-Ausgaben deutscher multinationaler Unternehmen auf den Kraftfahrzeugbau (Tab. 9.2.1). Die Unternehmen dieser Branche haben ihre FuE-Ausgaben im Ausland zwischen 2003 und 2017 um fast 280 Prozent erhöht, gefolgt von den Pharmaunternehmen mit 240 Prozent. Die Dynamik bei den FuE-Aufwendungen der deutschen Unternehmen im Ausland wird von diesen beiden Branchen getragen (Abb. 9.2.1). Gut 70 Prozent des gesamten Zuwachses im Ausland seit 2003 von knapp 20 Mrd. Euro gehen auf sie zurück (9,7 Mrd. Euro auf den Kraftfahrzeugbau und 4,1 Mrd. Euro auf die Pharmaindustrie). Im Inland wuchsen die FuE-Aufwendungen aller globalen Unternehmen im gleichen Zeitraum um insgesamt 23,5 Mrd. Euro, wovon 87 Prozent auf diese beiden Branchen entfielen (17,1 Mrd. Euro auf den Kraftfahrzeugbau und 3,3 Mrd. Euro auf die Pharmaindustrie).

Tab. 9.2.1: Globale FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen und Auslandsanteile nach Branchen 2003 bis 2017

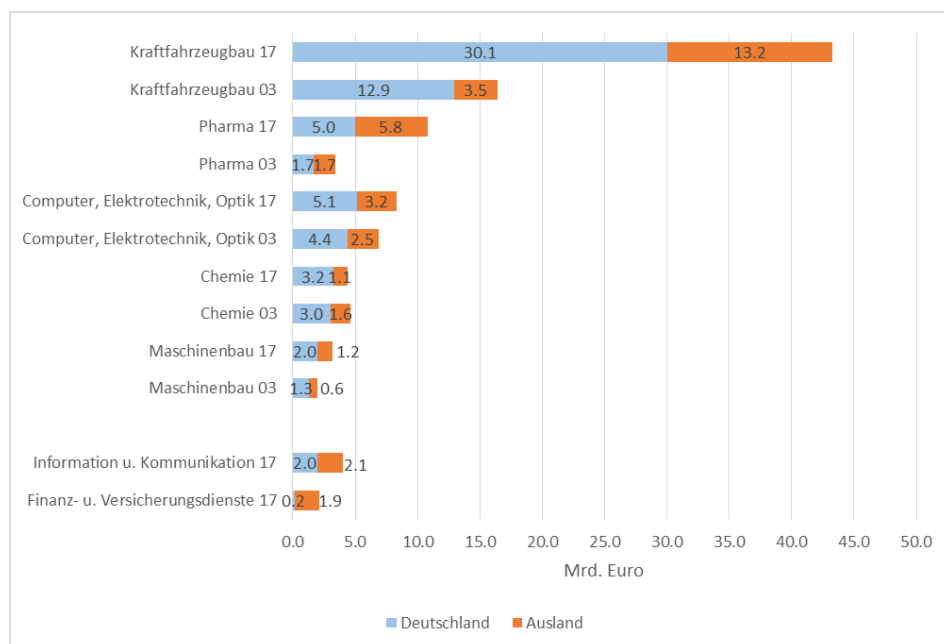
Wirtschaftszweig	2003	...	2013	2015	2017	Differenz 2017-2003
<i>Globale FuE-Aufwendungen in Mrd. Euro</i>						
Verarbeitendes Gewerbe	34,1		52,0	63,2	72,1	38,0
Chemische Industrie	4,6		3,7	4,0	4,4	-0,3
Pharmaindustrie	3,4		8,0	10,0	10,8	7,4
Maschinenbau	1,9		2,5	7,3	8,3	1,5
Computer u. Elektrotechnik	6,8		6,4	2,8	3,2	1,3
Kraftfahrzeugbau	16,4		29,8	37,2	43,3	26,8
Information u. Kommunikation	-		-	3,3	4,0	-
Finanz- u. Vers.-dienstleistungen	-		-	1,8	2,1	-
Wiss. u. techn. Dienstleistungen	-		-	0,2	0,3	-
Wirtschaft insgesamt	36,3		55,3	68,9	79,1	42,8
<i>FuE-Aufwendungen im Ausland in Mrd. Euro</i>						
Verarbeitendes Gewerbe	10,2		16,5	20,8	25,8	15,6
Chemische Industrie	1,6		1,1	1,1	1,1	-0,5
Pharmaindustrie	1,7		4,2	5,8	5,8	4,1
Maschinenbau	2,5		2,9	2,7	3,2	0,7
Computer u. Elektrotechnik	0,6		0,9	1,2	1,2	0,6
Kraftfahrzeugbau	3,5		6,8	9,0	13,2	9,7
Information u. Kommunikation	-		-	1,3	2,1	-
Finanz- u. Vers.-dienstleistungen	-		-	1,6	1,9	-
Wiss. u. techn. Dienstleistungen	-		-	0,1	0,2	-
Wirtschaft insgesamt	10,9		17,3	24,0	30,1	19,2
<i>Anteil an global in Prozent</i>						
						<i>Prozent- punkte</i>
Verarbeitendes Gewerbe	30,0		31,8	33,0	35,8	5,8
Chemische Industrie	34,4		29,4	27,9	25,5	-8,9
Pharmaindustrie	50,1		52,1	58,3	54,0	3,9
Maschinenbau	32,2		37,6	37,3	38,2	1,5
Computer u. Elektrotechnik	36,5		44,8	40,9	38,4	6,0
Kraftfahrzeugbau	21,3		22,8	24,2	30,5	9,2
Information u. Kommunikation	-		-	40,2	51,0	-
Finanz- u. Vers.-dienstleistungen	-		-	88,2	91,8	-
Wiss. u. techn. Dienstleistungen	-		-	55,9	57,0	-
Wirtschaft insgesamt	30,0		31,3	34,8	38,1	8,1

Quellen: SV Wissenschaftsstatistik; Schätzungen des DIW Berlin.

Den höchsten Auslandsanteil bei FuE haben mit 92 Prozent große Unternehmen in den Finanz- und Versicherungsdienstleistungen. In der Industrie ist der Auslandsanteil in den Pharmaunternehmen am höchsten. Sie führen bereits seit längerer Zeit im Durchschnitt mehr als die Hälfte ihrer FuE im Ausland durch.

Deutlich gestiegen ist das Gewicht der Auslandsforschung in den letzten Jahren nur im Kraftfahrzeugbau. Entfielen hier 2003 noch 21 Prozent der FuE-Aufwendungen auf das Ausland, so waren es 2017 bereits 30 Prozent. In den anderen forschungsintensiven Industriebranchen stagnierte der Anteil der FuE-Aufwendungen im Ausland oder ging sogar zurück. In der Pharmaindustrie, der Chemieindustrie sowie der Computer- und Elektrotechnik haben sich die FuE-Aufwendungen im In- und Ausland parallel entwickelt (Abb. 9.2.2). Im Kraftfahrzeugbau und im Maschinenbau wuchsen die FuE-Aufwendungen der global aktiven Unternehmen seit 2009 im Ausland schneller als im Inland.

Abb. 9.2.1: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland in ausgewählten Branchen 2003 und 2017



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

Abb. 9.2.2: Entwicklung der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland in ausgewählten Branchen 2003 bis 2017



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

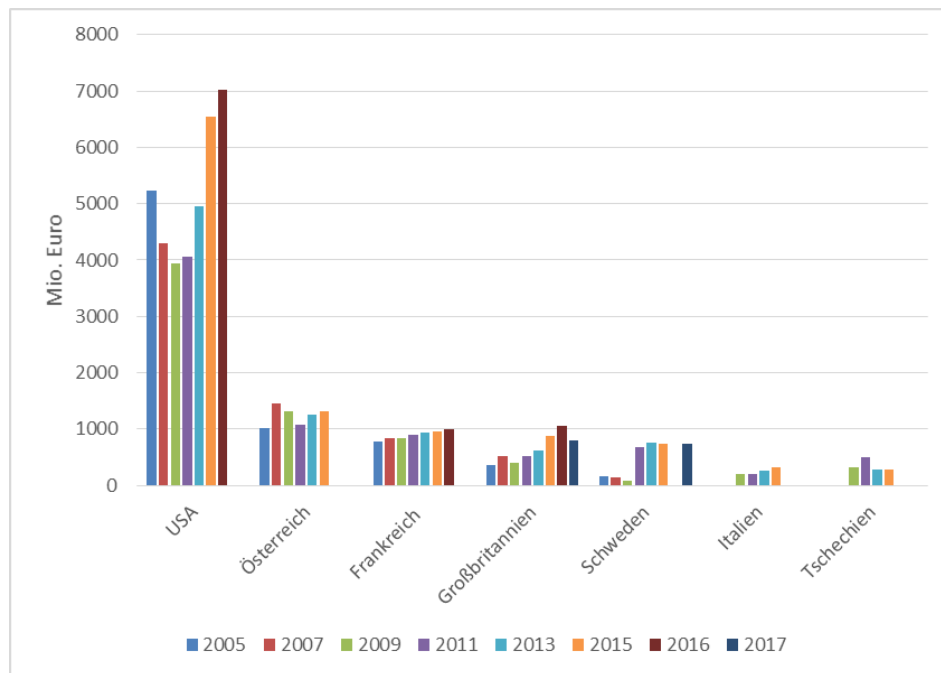
9.3 Zielländer

Zu den FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen in den Zielländern gibt es aus der deutschen FuE-Statistik keine Informationen. Nur für einige Zielländer liegen in den jeweiligen nationalen Statistiken solche Daten vor. Allerdings unterscheiden sich die Erhebungskonzepte zum Teil.¹⁰⁹ Somit kann die regionale Verteilung der FuE-Aktivitäten der deutschen Unternehmen im Ausland nicht vollständig abgebildet werden.

¹⁰⁹ In der Regel werden in den Zielländern die internen FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen erfasst, die in Deutschland etwa 80 Prozent der FuE-Gesamtaufwendungen der Unternehmen ausmachen.

Aus den nationalen Erhebungen der Zielländer ergibt sich, dass die USA mit FuE-Aufwendungen von gut 7 Mrd. Euro im Jahr 2016 der wichtigste Forschungsstandort deutscher Unternehmen im Ausland sind, gefolgt von den europäischen Nachbarländern Österreich (2015: 1,3 Mrd. Euro), Frankreich (2016: 1 Mrd. Euro) und Großbritannien (2017: 805 Mio. Euro) (Abb. 9.3.1). Danach folgen zumindest bei den Zielländern, für die FuE-Daten ausländischer Unternehmen vorliegen, Italien (2015: 330 Mio. Euro) und Tschechien (2015: 287 Mio. Euro).

Abb. 9.3.1: FuE-Aufwand deutscher Unternehmen in ausgewählten Zielländern 2005-2017



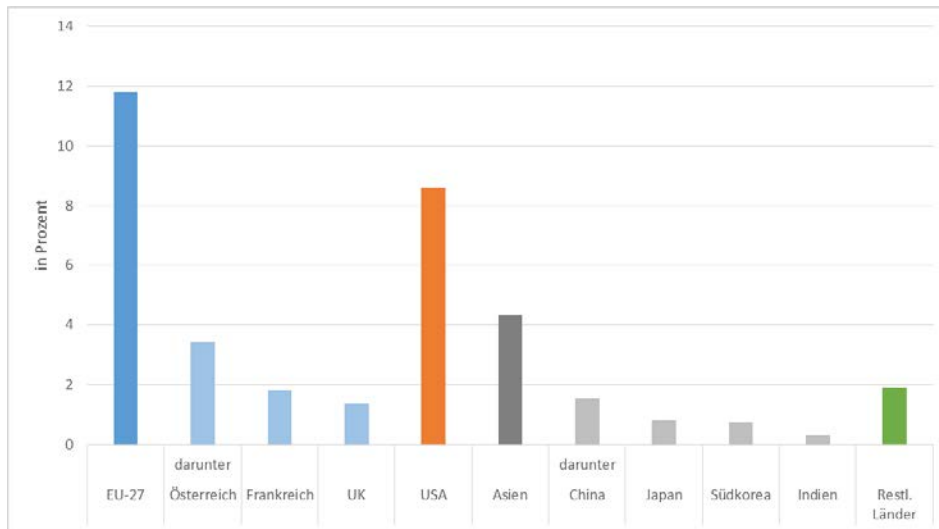
Quellen: OECD, Eurostat, nationale Statistiken; Berechnungen des DIW Berlin.

Zielregionen der patentrelevanten FuE deutscher Unternehmen im Ausland

Aus Patentanmeldungen der 104 forschungsstärksten deutschen Großunternehmen im Zeitraum von 2012 bis 2014 wurden Informationen über die weltweite regionale Verteilung ihrer Erfinderinnen und Erfinder gewonnen.¹¹⁰ Demnach forschen deutsche Unternehmen in vielen Ländern und sind regional wenig konzentriert. Die beiden wichtigsten Forschungsregionen für deutsche Unternehmen im Ausland sind die Europäische Union und die USA mit Anteilen von zwölf beziehungsweise neun Prozent an den weltweiten Erfindungen in den Jahren 2012 bis 2014 (Abb. 9.3.2). Danach folgt mit deutlichem Abstand Asien (fünf Prozent). In Europa sind die Nachbarn Österreich mit 3,4 Prozent und Frankreich mit 1,8 Prozent die größten Zielländer für patentrelevante FuE deutscher Unternehmen. Bereits an vierter Stelle der Rangfolge steht China mit 1,5 Prozent. Sowohl Indien als auch osteuropäische Länder, an denen zuweilen auch wichtige Forschungsstandorte deutscher Unternehmen vermutet werden, haben jedoch nur sehr geringe Anteile an den Patentanmeldungen mit Ursprung im Ausland.

¹¹⁰ Belitz et al. (2019)

Abb. 9.3.2: Anteile ausgewählter Länder und Regionen im Ausland an den gewichteten Patentanmeldungen der forschungsstärksten deutschen Unternehmen 2012-2014

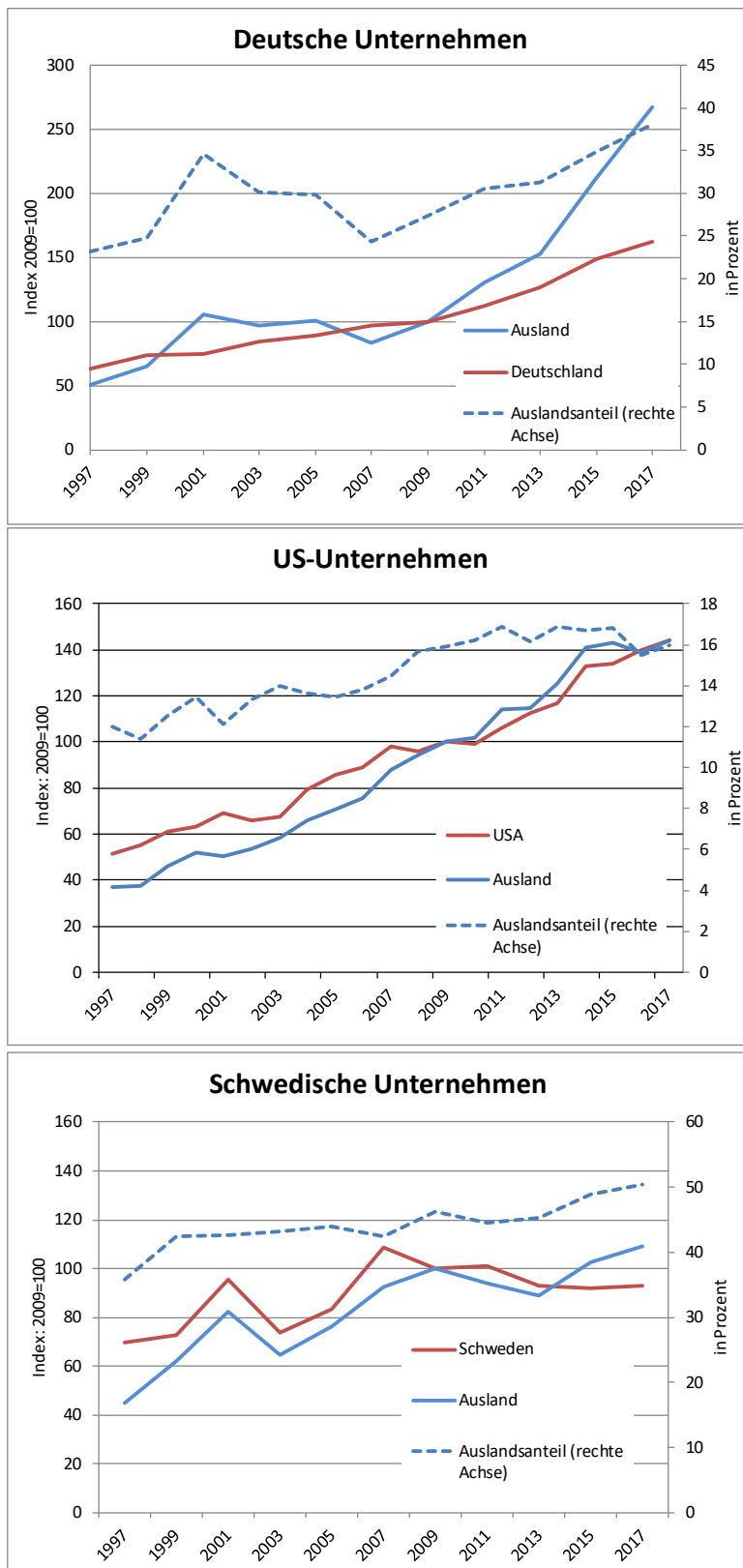


Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, Berechnungen des DIW Berlin.

9.4 FuE im Ausland – ein Vergleich mit Unternehmen aus den USA und Schweden

Nur für Unternehmen aus den USA und Schweden liegen ebenfalls Daten zu den FuE-Aufwendungen im In- und Ausland vor. In deutschen Unternehmen erhöhte sich der Anteil der FuE im Ausland zwischen 1997 und 2017 von 23 auf 38 Prozent. Schwedische Unternehmen steigerten den Auslandsanteil im gleichen Zeitraum von 36 auf 50 Prozent. In US-Unternehmen stieg dieser Anteil zwischen 1997 und 2010 von 12 auf rund 16 Prozent und stagniert seitdem (Abb. 9.4.1).

In den multinationalen Unternehmen dieser drei wichtigen Herkunftsländer sind die FuE-Aufwendungen im Ausland langfristig nur wenig stärker gestiegen als im Inland. In den deutschen Unternehmen ist dies erst ab 2009 der Fall, in Schweden ab 2013. In den US-Unternehmen sind die FuE-Aufwendungen im Ausland dagegen zuletzt sowohl absolut als auch relativ nicht mehr gestiegen.

Abb. 9.4.1: FuE-Aufwendungen deutscher, US-amerikanischer und schwedischer Unternehmen im In- und Ausland 1997 bis 2017

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, US Handelsministerium, Schwedisches Amt für Statistik; Berechnungen des DIW Berlin.

10 FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland

10.1 Umfang und Anteil

In Deutschland haben Tochterunternehmen ausländischer Unternehmen 2017 interne FuE-Aufwendungen von 13,7 Mrd. Euro aufgebracht und 94.000 Personen (gemessen in Vollzeitäquivalenten) in FuE beschäftigt.¹¹¹ Das FuE-Personal dieser Unternehmen hat damit den bisher höchsten Stand erreicht. Deutsche Unternehmen erhöhten ihr FuE-Personal zwischen 2015 und 2017 um 30.770 Personen, ausländische um 4.370 Personen. Dennoch ist der Anteil der ausländischen Unternehmen am gesamten FuE-Personal aller Unternehmen mit knapp 22 Prozent auf den niedrigsten Wert der 2000er Jahre gefallen. Auch ihr Anteil an den internen FuE-Aufwendungen der privaten Wirtschaft ging in den letzten Jahren zurück und liegt im Jahr 2017 bei knapp 20 Prozent (Tab. 10.1.1). Zwischen 2005 und 2009 waren es schon einmal 27 Prozent gewesen. Weil deutsche Unternehmen ihre FuE-Aufwendungen seit 2013 stärker gesteigert haben als ausländische Unternehmen, ist ihr Anteil zuletzt gesunken.

Tab. 10.1.1: FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland 1993 bis 2017

	1993	1997	2001	...	2011	2013	2015	2017
	<i>Vollzeitäquivalente</i>							
FuE-Personal	34.600	47.500	73.200		90.900	80.800	89.700	94.000
	<i>Mrd. Euro</i>							
Interne FuE-Aufwendungen	-	4,9	8,9		13,2	11,9	13,1	13,7
	<i>Anteile in Prozent</i>							
FuE-Personal	15,1	16,8	24,2		25,7	22,8	22,4	21,6
Interne FuE-Aufwendungen	-	17,2	24,8		26,1	22,6	21,5	19,9

Quellen: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

10.2 Branchen

Ausländische Unternehmen konzentrieren ihre internen FuE-Aufwendungen in Deutschland im Kraftfahrzeugbau und in der Computer- und Elektrotechnik. Es folgen die Pharmaindustrie und der Sonstige Fahrzeugbau (Abb. 10.2.1). Knapp zwei Drittel der internen FuE-Aufwendungen der ausländischen Unternehmen entfallen auf diese vier Branchen.

Ausländische Unternehmen sind stärker als deutsche Unternehmen auf die Pharmaindustrie und den sonstigen Fahrzeugbau (und hier vor allem den Luft- und Raumfahrzeugbau) konzentriert. Damit investieren sie überdurchschnittlich in FuE in den Spitzentechnologien (Abb. 10.2.2). Deutsche Unternehmen konzentrieren ihre FuE-Aktivitäten eher im Bereich der Hochwertigen Technik, zu dem der Kraftfahrzeugbau, der Maschinenbau sowie große Teile der Chemie und der Elektrotechnik gehören (Abb. 10.2.3).

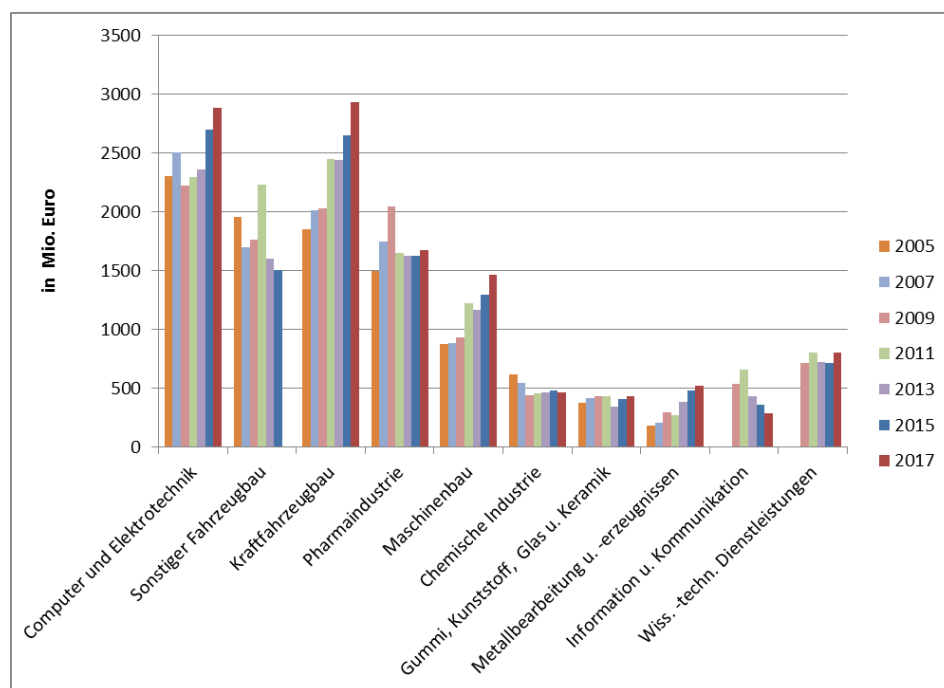
Insgesamt sind die technologischen Schwerpunkte der FuE in den ausländischen und den deutschen Unternehmen recht ähnlich. Sie liegen in den großen Branchenkomplexen Chemie und Pharma, Fahrzeugbau, Maschinenbau sowie Computer und Elektrotechnik. Die Motive und Anreize, in Deutschland

¹¹¹ Die Angaben beziehen sich auf die Unternehmen, für die ausländische Eigentümer bekannt sind. Allerdings ist der Anteil der Unternehmen, die keinem deutschen oder ausländischen Eigentümer zugeordnet werden konnten, an den gesamten internen FuE-Aufwendungen kleiner als ein Prozent.

FuE durchzuführen, dürften sich daher in beiden Unternehmensgruppen kaum wesentlich unterscheiden.

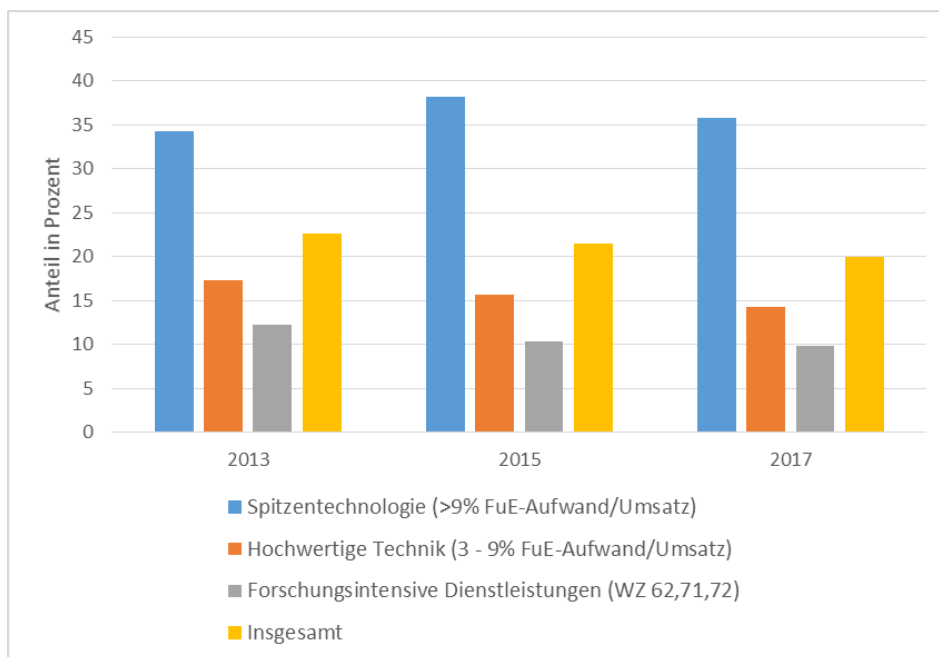
Der Anteil der ausländischen Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen ist im sonstigen Fahrzeugbau mit 75 Prozent am höchsten, gefolgt von der Pharmaindustrie mit 36 Prozent sowie der Branche Computer, Elektronik und Optik mit 31 Prozent (Tab. 10.2.1).

Abb. 10.2.1: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen nach Branchen 2005 bis 2017



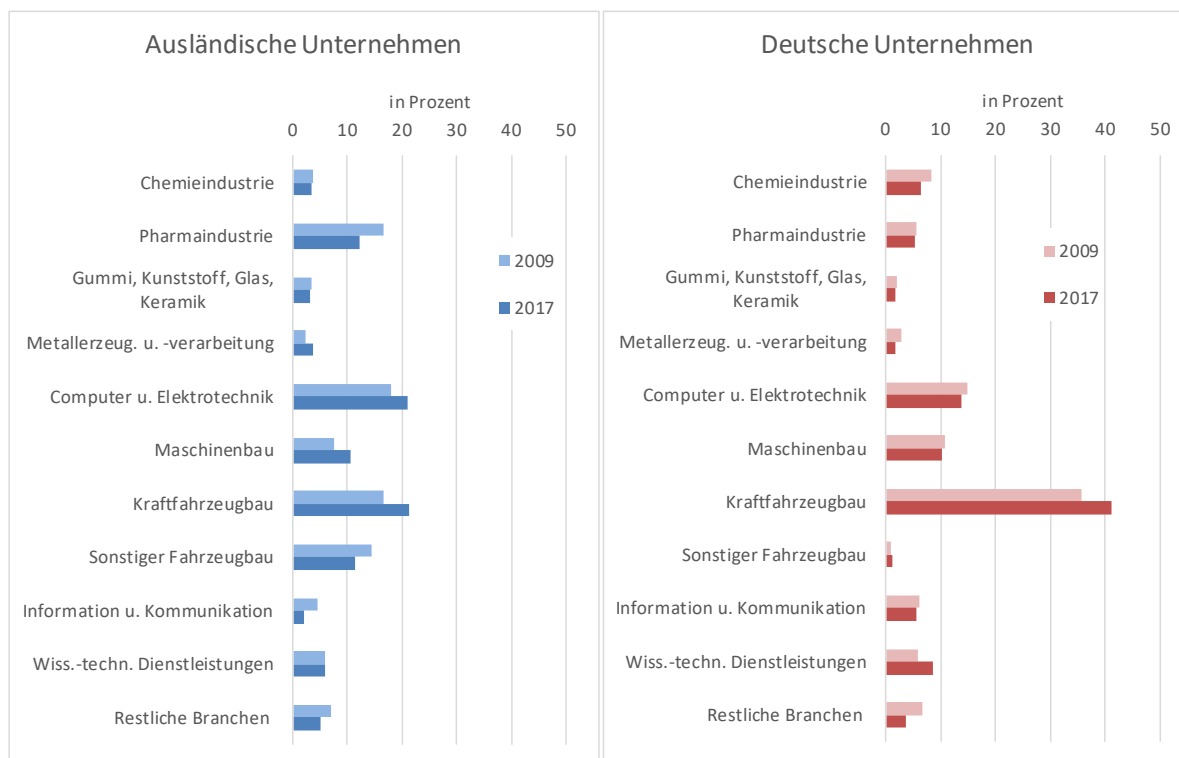
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Abb. 10.2.2: Anteile ausländischer Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen der FuE-intensiven Industrien und Dienstleistungen in Deutschland 2013 – 2017



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

Abb. 10.2.3: Branchenstruktur der internen FuE-Aufwendungen ausländischer und deutscher Unternehmen 2009 und 2017



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

Tab. 10.2.1: Anteil ausländischer Unternehmen an den internen FuE–Aufwendungen in ausgewählten Branchen 2003 bis 2017

Wirtschaftszweig	2003	...	2009	...	2015	2017
In Prozent						
Verarbeitendes Gewerbe	27,7		27,6		22,7	21,1
Chemische Industrie	15,9		13,8		12,7	11,5
Pharmaindustrie	52,4		52,5		41,0	36,2
Maschinenbau	21,5		20,7		23,8	20,6
Computer, Elektronik, Optik	-		31,7		29,2	30,8
Elektrische Ausrüstungen	-		28,7		21,9	18,5
Kraftfahrzeugbau	14,8		14,7		12,3	11,5
Sonstiger Fahrzeugbau	78,5		85,9		74,9	-
Information u. Kommunikation	-		20,8		11,4	8,6
Wiss. u. techn. Dienstleistungen	-		27,2		15,3	14,3
Insgesamt	26,5		27,1		21,5	19,9

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

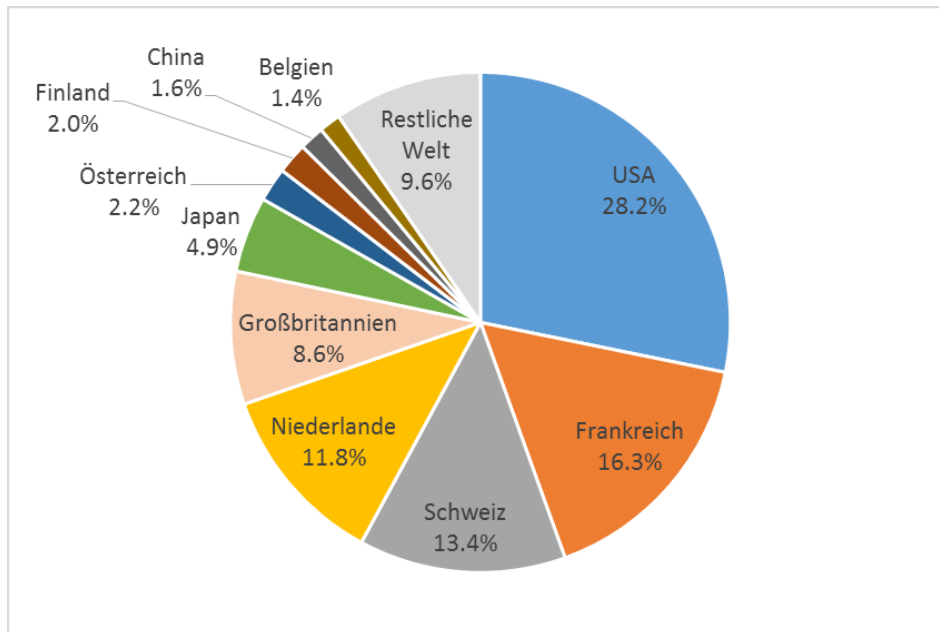
10.3 Herkunftsländer

Im Jahr 2017 hatten Unternehmen aus den USA, Frankreich und der Schweiz die größten internen FuE-Aufwendungen in Deutschland, gefolgt von Unternehmen aus den Niederlanden und Großbritannien. (Abb. 10.3.1).

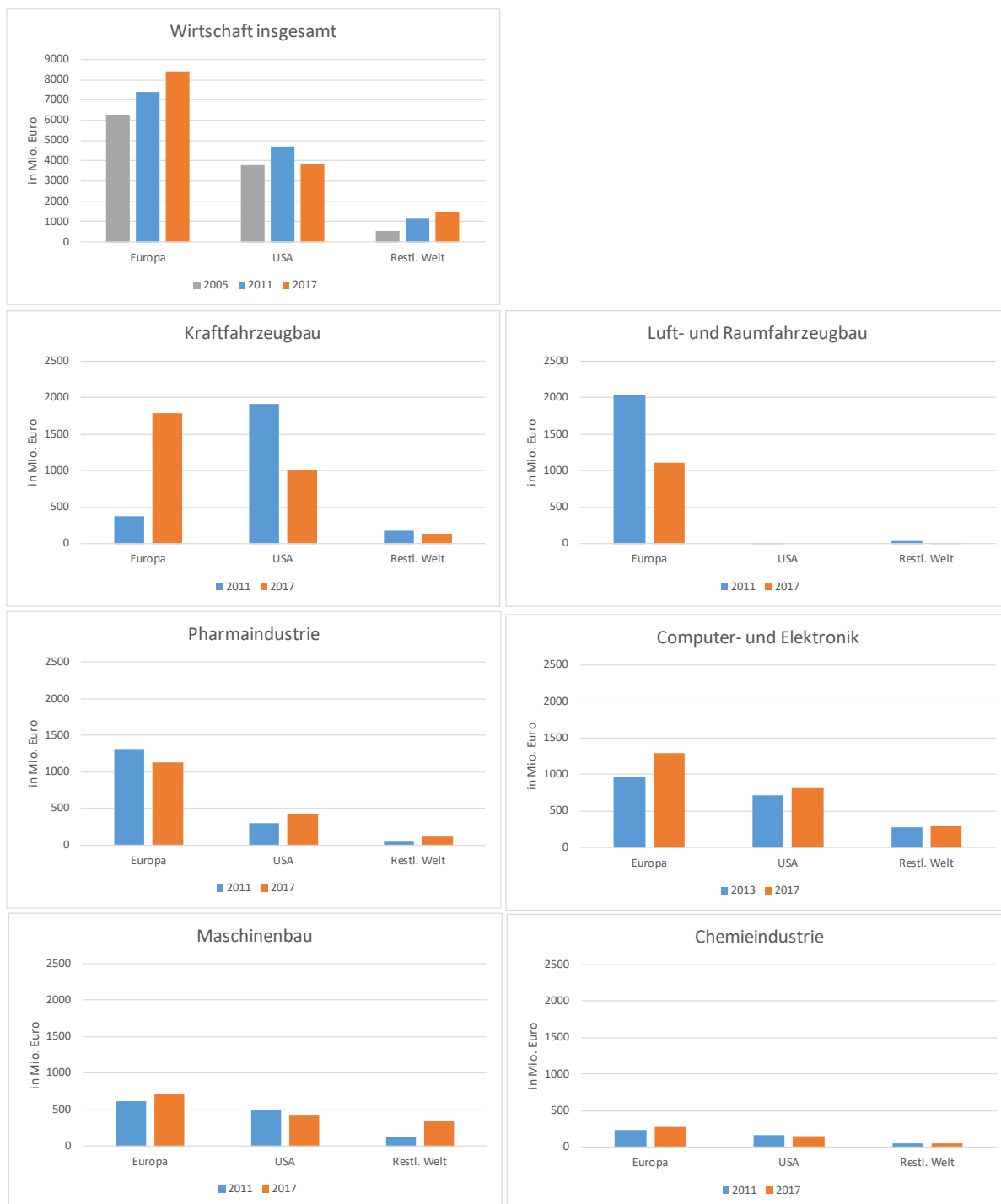
Die Zusammensetzung der Herkunftsländer ausländischer Unternehmen mit FuE in Deutschland war in den letzten Jahren relativ stabil (Abb. 10.3.2). 2017 entfielen 61 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der ausländischen Tochterunternehmen auf europäische Unternehmen (2005: 59 Prozent). US-Unternehmen hatten zuletzt mit 28 Prozent einen geringeren Anteil als 2005 mit 36 Prozent. Ihr Anteil ist zugunsten der Unternehmen aus der restlichen Welt gesunken, deren Anteil sich im Zeitraum 2005 bis 2017 von 5 auf fast 11 Prozent verdoppelt hat.

Europäische Unternehmen sind in der Forschung besonders in der Computer- und Elektronikindustrie und im Pharmabereich aktiv. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Luftfahrzeugbau, wo sich die FuE-Aufwendungen 2017 aber gegenüber 2011 halbiert haben. US-Unternehmen forschen besonders stark im Kraftfahrzeugbau, wo sie allerdings in den letzten Jahren ihre FuE-Aufwendungen ebenfalls deutlich zurückgefahren haben, und in der Computer- und Elektronikindustrie.

Abb. 10.3.1: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland nach Herkunftsländern 2017



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. Abbildung des DIW Berlin.

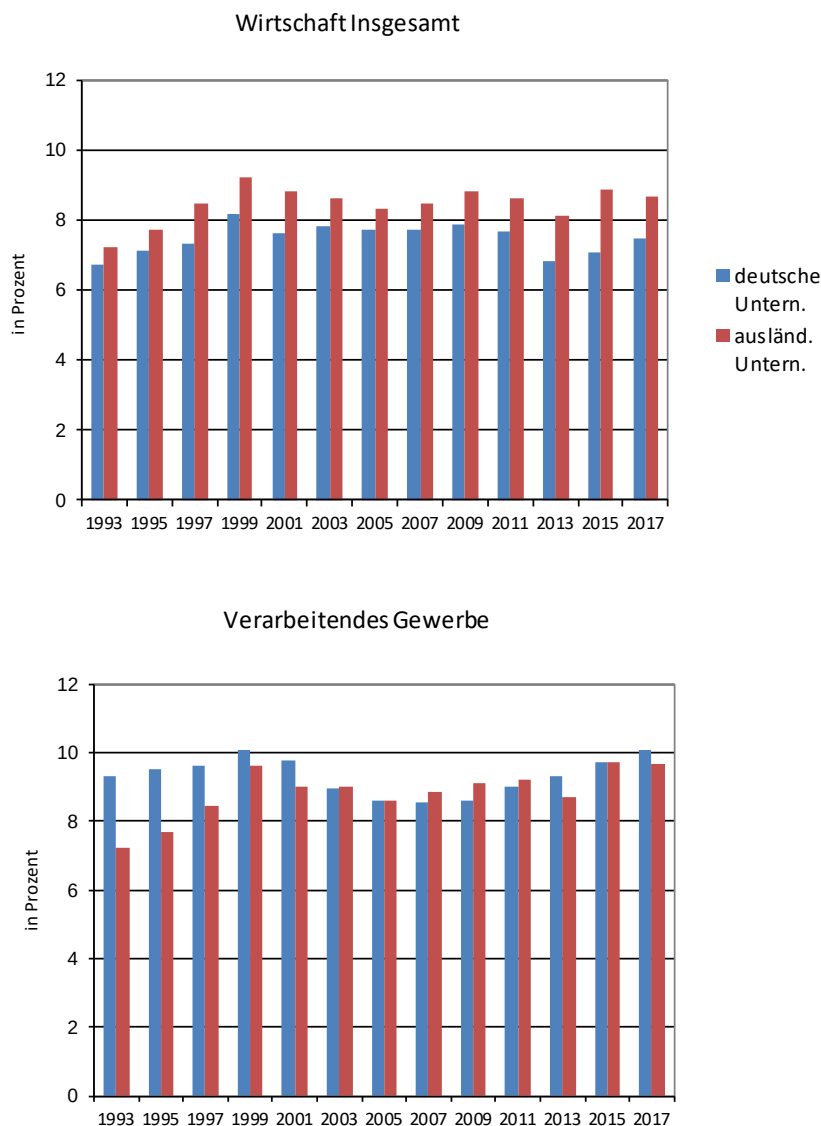
Abb. 10.3.2: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland nach Herkunftsregionen 2005, 2011 und 2017

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

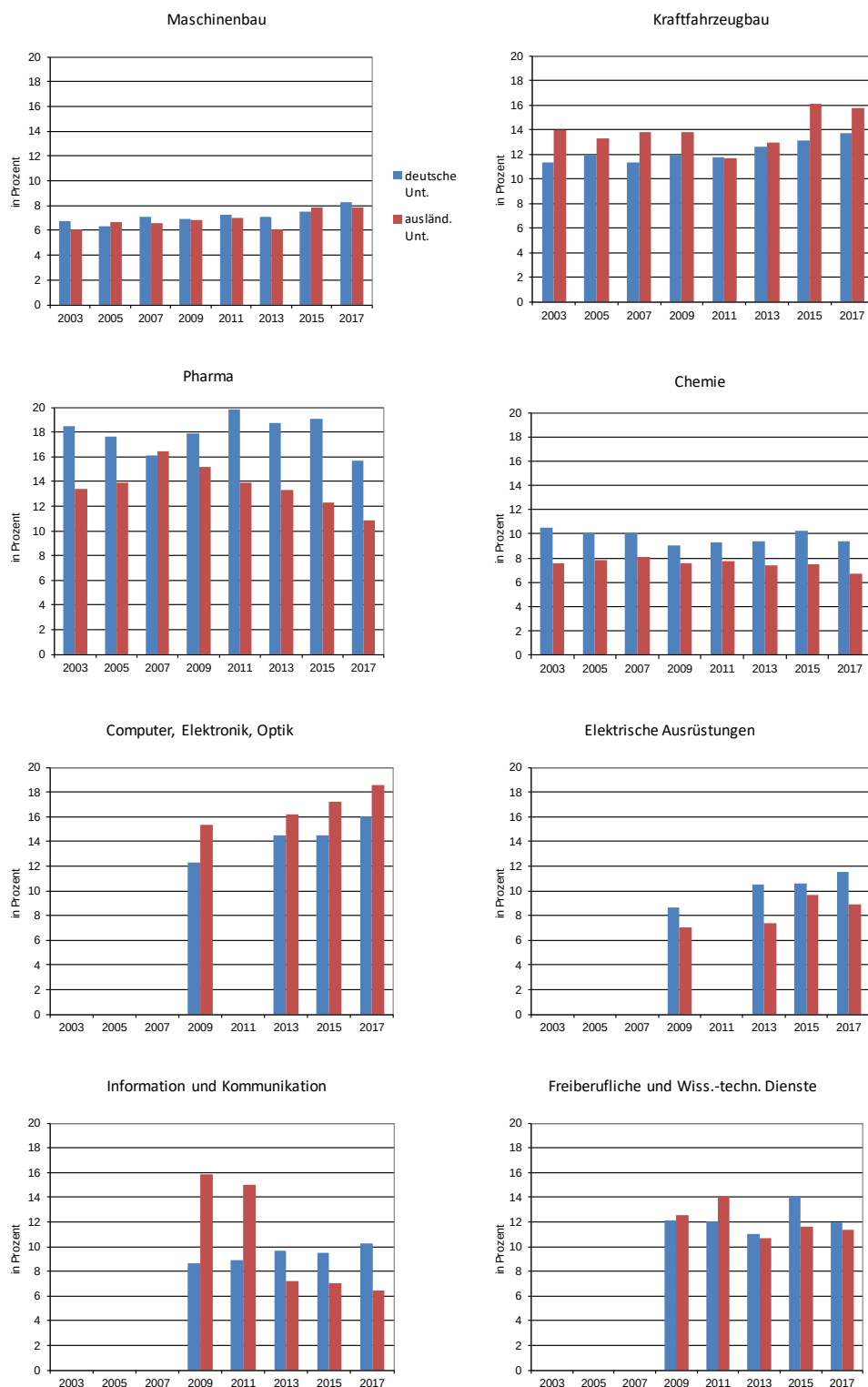
10.4 FuE-Personalintensität

Die durchschnittliche FuE-Personalintensität ist in forschenden ausländischen Unternehmen seit Beginn der Erfassung der Daten Anfang der 1990er Jahre etwas höher als in den forschenden deutschen Unternehmen. Im Verarbeitenden Gewerbe ist die FuE-Personalintensität in beiden Unternehmensgruppen jedoch seit der Jahrtausendwende etwa gleich groß (Abb. 10.4.1). Generell sind die Unterschiede der FuE-Personalintensität zwischen den Branchen größer als zwischen deutschen und ausländischen Unternehmen in einer Branche. Im Kraftfahrzeugbau und in der Branche Computer, Elektrotechnik und Optik haben ausländische forschende Unternehmen eine etwas höhere FuE-Intensität als die deutschen Wettbewerber. In den anderen Branchen weisen ausländische Unternehmen eine etwas geringere FuE-Personalintensität auf als deutsche Unternehmen (Abb. 10.4.2).

Abb. 10.4.1: FuE-Personalintensität deutscher und ausländischer Unternehmen in Deutschland 1993 - 2017



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

Abb. 10.4.2: FuE-Personalintensität deutscher und ausländischer Unternehmen in ausgewählten Branchen in Deutschland 2003 - 2017

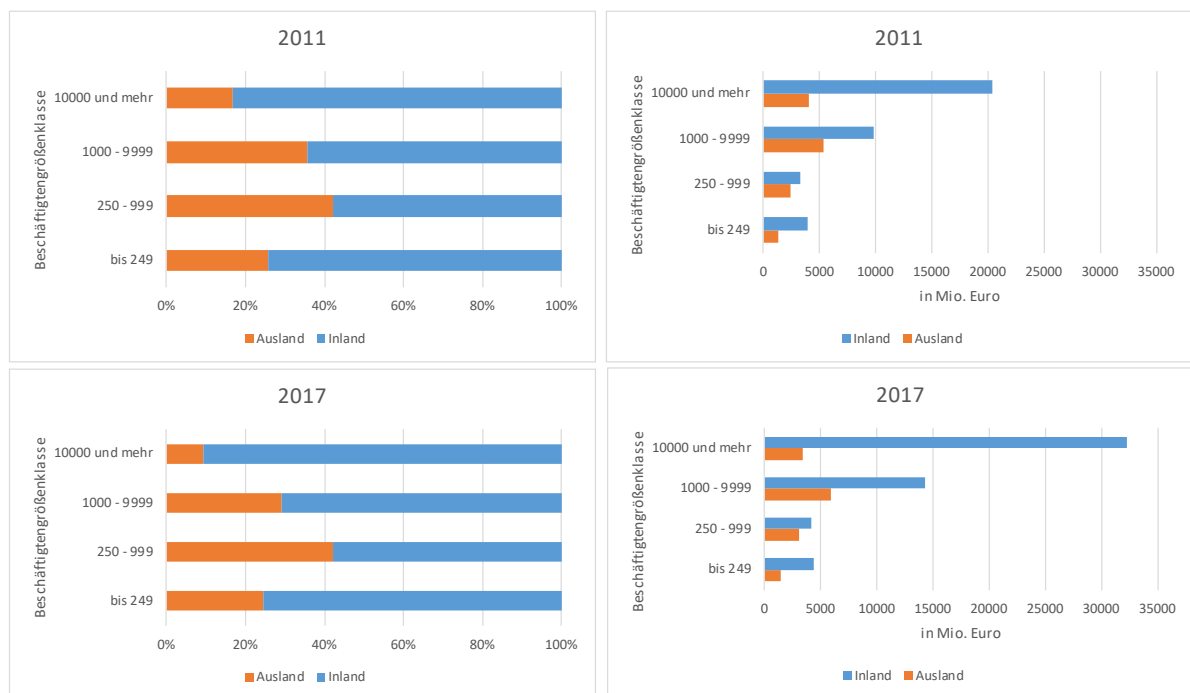
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

10.5 Unternehmensgrößenklassen

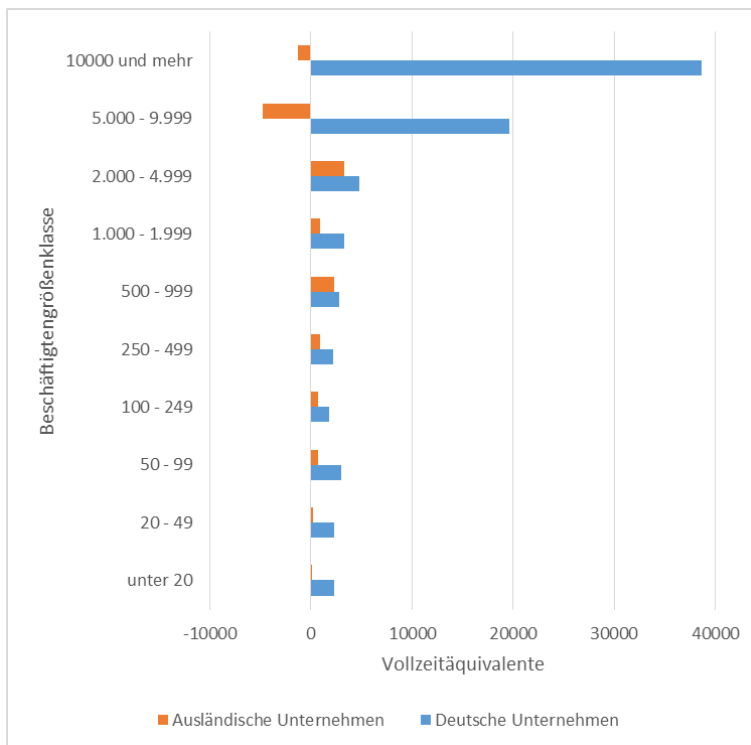
In den mittelgroßen Unternehmen (250 bis 999 Beschäftigte) haben die ausländischen Unternehmen mit etwa 42 Prozent einen deutlich höheren Anteil an den internen FuE-Aufwendungen als im Durchschnitt. Unter den sehr großen Unternehmen (mehr als 10.000 Beschäftigte) sind ausländische forschende Unternehmen dagegen nur unterdurchschnittlich mit einem Anteil von 9 Prozent vertreten (Abb. 10.5.1).

Zwischen 2011 und 2017 gingen die FuE-Aufwendungen der sehr großen ausländischen Unternehmen in Deutschland zurück, während sie in den kleineren Unternehmen leicht zunahmen. Da die FuE-Aufwendungen in den deutschen Unternehmen und hier vor allem in den sehr großen und mittleren Unternehmen stark wuchsen, ist der Anteil der FuE in ausländischen Unternehmen leicht zurückgegangen. Auch das FuE-Personal in den sehr großen und mittleren deutschen Unternehmen nahm stark zu, während es in den entsprechenden ausländischen Unternehmen reduziert wurde (Abb. 10.5.2). Ob und inwieweit ein Teil des Rückgangs des Personals in großen ausländischen Unternehmen auf Eigentümerwechsel zurückzuführen ist, kann jedoch mit den verfügbaren Daten nicht beantwortet werden. Der Personalaufbau in den großen deutschen Unternehmen war jedenfalls deutlich stärker als der Rückgang in den großen ausländischen Unternehmen. Somit lässt der Anteilsrückgang ausländischer Unternehmen nicht ohne weiteres auf eine Verschlechterung ihrer Forschungsbedingungen in Deutschland schließen.

Abb. 10.5.1: Anteil der ausländischen Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen nach Unternehmensgrößenklassen in Deutschland 2011 und 2017



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

Abb. 10.5.2: Veränderung des FuE-Personals in deutschen und ausländischen Unternehmen nach Größenklassen 2011 – 2017

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

10.6 FuE ausländischer Unternehmen im Inland – ein internationaler Vergleich

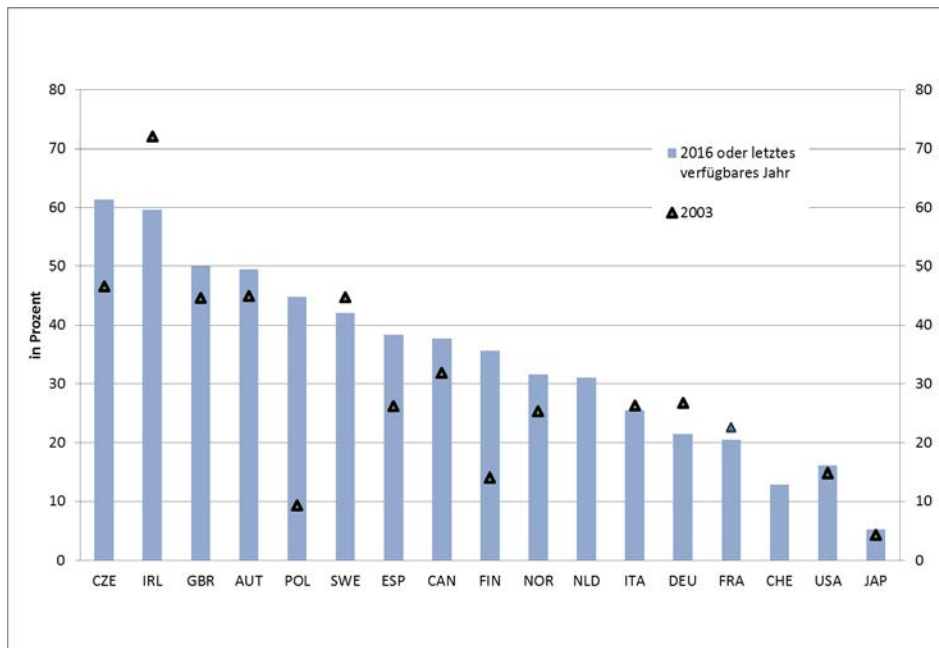
Gemessen am Umfang der FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Kaufkraftparitäten ist Deutschland 2015 mit knapp 16,8 Mrd. KKP-Dollar im internationalen Vergleich (soweit diese Daten vorliegen) nach den USA mit 56,7 Mrd. KKP-Dollar der zweitwichtigste FuE-Standort für ausländische Unternehmen, unmittelbar gefolgt von Großbritannien (15,5 KKP-Dollar). Deutlich geringere FuE-Aktivitäten ausländischer Unternehmen haben Japan (8,9 Mrd. KKP-Dollar) und Frankreich (8,1 Mrd. KKP-Dollar).

Dennoch ist der Anteil der FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland im internationalen Vergleich relativ gering. Nur in Frankreich, den USA, der Schweiz und Japan sind die Anteile noch kleiner (Abb. 10.6.1). Starke Zuwächse der Auslandsanteile waren nach 2003 in Polen, der Tschechischen Republik und Spanien zu beobachten, die eine relativ geringe FuE-Intensität aufweisen (Abb. 10.6.2). Allerdings gab es auch in Finnland einen starken Zuwachs des Auslandsanteils, was hier jedoch mit einem Rückgang der gesamten FuE-Intensität verbunden war (Abb. 10.6.3). Ein deutlicher Rückgang des Anteils ausländischer Unternehmen war in Irland zu verzeichnen. In vielen forschungsintensiven Ländern wie den USA, Italien, Schweden, Großbritannien, Frankreich und Japan, aber auch in Deutschland, blieb der Anteil ausländischer Unternehmen in den letzten Jahren etwa gleich groß.

Zwischen der FuE-Intensität der Wirtschaft in einem Land, gemessen an den FuE-Aufwendungen der Unternehmen in Relation zum BIP, und dem Anteil der ausländischen Unternehmen an der FuE besteht kein enger Zusammenhang. Deutschland gehört zu den Ländern mit einer relativ hohen FuE-Intensität der Wirtschaft. Die hohe FuE-Intensität geht hier wie in Japan und den USA mit relativ geringen Anteilen ausländischer Unternehmen einher. In den FuE-intensiven Ländern Israel, Schweden

und Österreich leisten ausländische Unternehmen deutlich höhere Beiträge zu den inländischen FuE-Aufwendungen (Abb. 10.6.2). Dies macht deutlich, dass höhere FuE-Beiträge ausländischer Unternehmen in einem Land für sich noch kein Beleg für attraktivere Standortbedingungen für FuE sind. Die unterschiedlichen Beiträge, die ausländische Unternehmen in verschiedenen Ländern zur FuE-Intensität der privaten Wirtschaft leisten, sind über die Zeit recht stabil (Abb. 10.6.3).

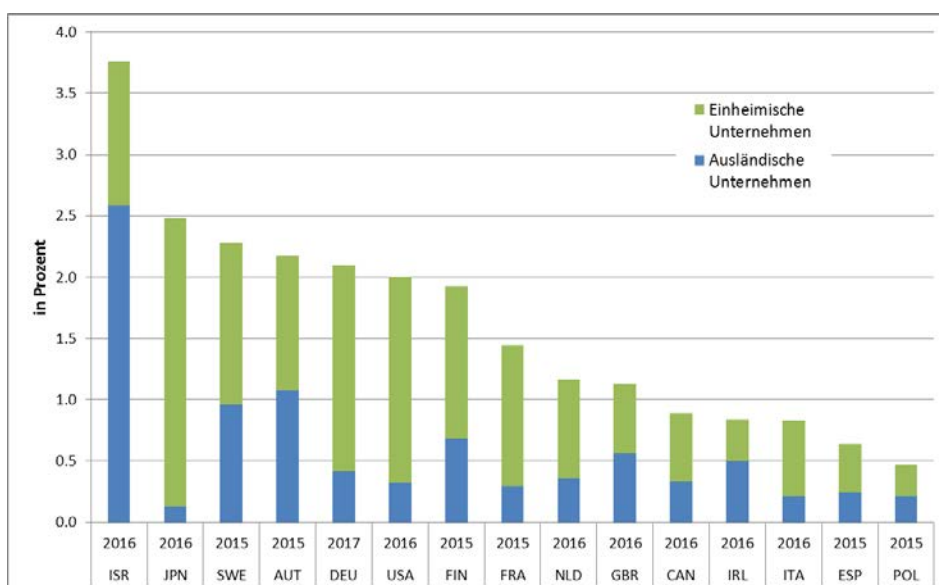
Abb. 10.6.1: Anteil ausländischer Unternehmen an den privaten FuE-Aufwendungen in ausgewählten Ländern 2003 und 2016¹⁾



¹⁾ oder letztes verfügbares Jahr.

Quellen: OECD, SV Wissenschaftsstatistik (Deutschland); Berechnungen des DIW Berlin.

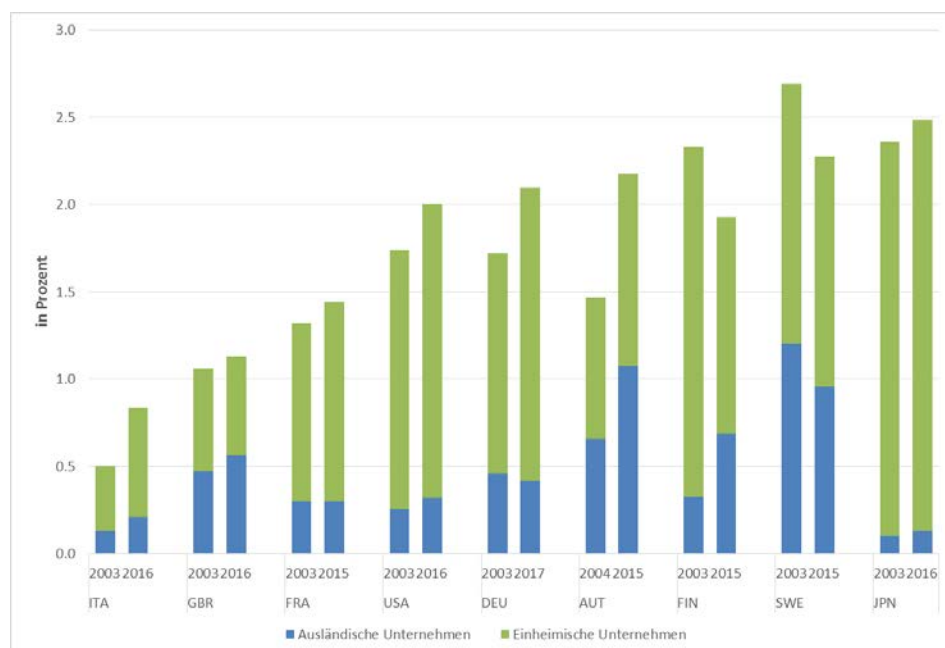
Abb. 10.6.2: FuE-Aufwendungen einheimischer und ausländischer Unternehmen in Relation zum BIP 2016¹⁾



¹⁾ oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, nationale Statistiken; Berechnungen des DIW Berlin.

Abb. 10.6.3: FuE-Aufwendungen einheimischer und ausländischer Unternehmen in Relation zum BIP in ausgewählten Ländern 2003 - 2016¹⁾



¹⁾ oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, nationale Statistiken; Berechnungen des DIW Berlin.

11 Zusammenfassung, aktuelle Entwicklungen und Ausblick

In 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. Die differenzierte und kontinuierliche Beobachtung von FuE liefert wichtige Fakten zur Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit und internationalen Wettbewerbsfähigkeit von entwickelten Volkswirtschaften. Dabei ist 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. FuE ist diesbezüglich aber als notwendiger Faktor anzusehen, denn damit werden die Weichen für die längerfristige Entwicklung gestellt. Der längerfristig positive Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum ist theoretisch und empirisch vielfältig belegt.¹¹²

Im folgenden Abschnitt werden die bisherigen Ergebnisse zur Entwicklung zentraler FuE-Indikatoren in Deutschland und im internationalen Vergleich zusammengefasst (11.1). Es folgt ein Ausblick für FuE in der deutschen Wirtschaft auf Basis der aktuellen FuE-Erhebung der SV Wissenschaftsstatistik im Jahr 2019 (11.2).

11.1 FuE-Indikatoren im Überblick

Im internationalen Vergleich zählt Deutschland mit einer *FuE-Intensität* von 3,1 Prozent zu den Ländern mit den höchsten FuE-Intensitäten. Es liegt zwar weiterhin hinter den Konkurrenten Korea (4,6 Prozent), Israel (4,5 Prozent), der Schweiz und Schweden (jeweils 3,4 Prozent), aber vor den USA (2,8 Prozent) und Finnland (2,8 Prozent), das bis zu Beginn dieses Jahrzehnts noch die höchste FuE-Intensität in Europa aufwies. Aktuell reicht Deutschland damit fast an Österreich und Japan (3,2 Prozent) heran.

Mittelfristig ist die FuE-Intensität in den meisten betrachteten Ländern gestiegen, im Durchschnitt der OECD-Länder von 2,2 Prozent im Jahr 2007 auf 2,4 Prozent (2014 und 2017). Ausgehend von einem niedrigen Niveau hat China seine FuE-Intensität bis 2015 massiv auf 2,1 Prozent gesteigert und seitdem gehalten. China liegt damit vor Ländern wie Großbritannien (1,7 Prozent) und Kanada (1,6 Prozent). Absolut werden die FuE-Aufwendungen Chinas nur noch von den USA übertroffen. Aktuell hat Korea die höchste FuE-Steigerung zu verzeichnen, hier ist die FuE-Intensität zuletzt von 4,2 Prozent (2016) auf 4,6 Prozent gestiegen. Auch Deutschland zählt mit einer Zunahme der FuE-Intensität von 2,4 Prozent Mitte des letzten Jahrzehnts auf 3,1 Prozent zu den Ländern mit überdurchschnittlicher FuE-Steigerung.¹¹³

Die Länder Mittel- und Osteuropas haben mit dieser Entwicklung nicht mithalten können. Sie konnten ihre FuE-Intensität zwar mittelfristig bis 2013 steigern. Danach haben aber nur noch Polen und die Slowakei (bis 2015) Zuwächse zu verzeichnen, während Slowenien und insbesondere Estland, die ihre FuE-Anstrengungen zuvor deutlich intensiviert haben, seitdem wieder zurückgefallen sind. Im Jahr 2017 scheint sich die Situation in den Ländern Mittel- und Osteuropas wieder leicht verbessert zu ha-

¹¹² Vgl. Abschnitt 1.1.1.

¹¹³ Vgl. den folgenden Abschnitt 11.2.

ben. Insgesamt ist die FuE-Intensität in den osteuropäischen EU-Ländern eher durch Stagnation gekennzeichnet.

In den EU-Ländern Südeuropas stagniert die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität weitgehend auf niedrigem Niveau zwischen 1,0 Prozent und 1,4 Prozent. Leichte Verbesserungen sind in Italien und Griechenland erkennbar.

In Finnland ist die FuE-Intensität auf hohem Niveau bis 2016 rückläufig gewesen. 2018 ist erstmals wieder ein leichter Zuwachs auf 2,8 Prozent zu erkennen. Auch in Schweden ist die FuE-Intensität wieder leicht auf 3,4 Prozent gestiegen.

Von den BRICS-Ländern weist neben China zuletzt nur Brasilien eine steigende FuE-Intensität auf (bis 2015 auf 1,3 Prozent). In Indien (0,7 Prozent), Russland (1,1 Prozent) und in der Südafrikanischen Republik (0,8 Prozent) deutet nichts auf eine Intensivierung der FuE-Tätigkeit hin.

Seit 2012 sind die FuE-Aufwendungen in den OECD-Ländern weiter gestiegen. Das FuE-Wachstum des Nicht-OECD-Mitglieds China ist von rund 17 Prozent p.a. inzwischen unter 10 Prozent p.a. gesunken, liegt aber immer noch deutlich über dem OECD-Durchschnitt.

Der *FuE-Schwerpunkt* der deutschen Wirtschaft liegt traditionell im Bereich der Hochwertigen Technik (v.a. Automobilbau, Maschinenbau, Chemie) und hat mittelfristig zulasten des Spitzentechnologiesektors an Gewicht gewonnen. Der Anteil an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft ist von 50,6 Prozent in 2013 auf 56,4 Prozent in 2017 gestiegen. Hauptverantwortlich hierfür ist die Ausweitung der FuE-Kapazitäten in der Automobilindustrie, deren Anteil bis 2017 auf 37,5 Prozent der FuE-Aufwendungen und 29 Prozent des FuE-Personals gestiegen ist. Dieser Zuwachs ging einher mit einer deutlichen Steigerung der FuE-Intensität der Automobilindustrie. Der Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz ist hier von 6 Prozent im Jahr 2013 auf 8 Prozent in 2017 gestiegen, ein Wert, der deutlich über dem des Luft- und Raumfahrzeugbaus (5 Prozent) liegt.

Gleichzeitig hat der Spitzentechnologiebereich bis 2017 an FuE-Gewicht verloren. So ist der Anteil an den internen FuE-Aufwendungen von 25 Prozent (2013) auf 21 Prozent zurückgegangen, vor allem aufgrund der Entwicklung bei den Herstellern von Datenverarbeitungstechnik, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie des Luft- und Raumfahrzeugbaus. Forschungsintensive Dienstleistungen haben hingegen weiter an Bedeutung gewonnen, sind aber im internationalen Vergleich – ebenso wie auch der Spitzentechnologiesektor – nach wie vor unterdurchschnittlich vertreten.

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 Industrieunternehmen. „Branchenfremde“ FuE findet in stärkerem Maße nur bei den Herstellern von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie im Maschinenbau statt. Im Bereich wissensintensiver Dienstleistungen werden hingegen weitaus mehr FuE-Mittel „branchenfremd“ aufgewendet. So betreiben IuK-Dienstleister zu 30 Prozent FuE für die Elektronikindustrie und fast die Hälfte der in Architektur- und Ingenieurbüros bzw. FuE-Dienstleistungsunternehmen aufgewendeten FuE-Mittel werden für Erzeugnisse aus dem Bereich der Automobilindustrie eingesetzt. Hier bestätigt sich die große Bedeutung technischer Dienstleistungen für die Automobilindustrie.¹¹⁴

Deutschland ist nach Japan das Land mit der weltweit stärksten *Konzentration* der FuE-Kapazitäten in Großunternehmen mit mehr als 1.000 Beschäftigten, die in Deutschland 81 Prozent der internen FuE-Aufwendungen und 71 Prozent des FuE-Personals stellen. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)

¹¹⁴ Vgl. Schasse, Schiller et al. (2016).

mit weniger als 500 Beschäftigten stellen in Deutschland rund ein Fünftel des FuE-Personals. Mittelfristig ist der Anteil kontinuierlich FuE betreibender KMU rückläufig.

Die *Finanzierung von FuE* erfolgt in Deutschland 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 rund 75 Prozent nur in Japan, Korea und China übertroffen. Im internationalen Vergleich finanziert die deutsche Wirtschaft relativ viel FuE, die in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen durchgeführt wird. Im Gegenzug ist der Anteil der öffentlichen Finanzierung an den FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft mit 3 Prozent vergleichsweise gering, was auch mit der Dominanz der Großunternehmen in Verbindung steht, deren FuE nur zu 1,4 Prozent aus staatlichen Mitteln finanziert wird. Bei kleinen Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten sind es hingegen über 22 Prozent.

Das Ausland trägt im europäischen Vergleich in Deutschland nur unterdurchschnittlich zur Finanzierung von FuE bei. Allerdings hat sich der Finanzierungsanteil des Auslands an den gesamten FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in den letzten Jahren weiter deutlich auf 7 Prozent gesteigert.

Die *FuE-Personalkapazitäten* (gemessen in Vollzeitäquivalenten) sind 2017 gegenüber dem Vorjahr um 4,3 Prozent auf insgesamt 686.000 gestiegen. Auch hier hat die Wirtschaft den größten Teil des Zuwachses ausgemacht (+5,7 Prozent), während außeruniversitäre FuE Einrichtungen (+2,7 Prozent) und Hochschulen (+1,5 Prozent) ihre FuE-Personalkapazitäten weitaus weniger ausgeweitet haben. Insgesamt ist der Anteil der Wirtschaft am gesamten FuE-Personal in Deutschland von 62,8 Prozent auf 63,6 Prozent gestiegen.

Die Ausweitung der FuE-Personalkapazitäten ist mit einer deutlichen Steigerung der FuE-Personalintensität einhergegangen: Mit 15,9 FuE-Beschäftigten je 1.000 Erwerbspersonen erreicht Deutschland im Jahr 2017 eine über dem Schnitt der EU-15 liegende FuE-Personalintensität, die auf gleichem Niveau wie die der Benelux-Länder, Österreichs und der Schweiz liegt. Dänemark ist das Land mit der mit Abstand höchsten FuE-Personalintensität in Europa (20,9). Parallel dazu ist der Anteil des wissenschaftlichen Personals am gesamten FuE-Personal auf lange Frist von 50 Prozent im Jahr 1995 auf fast 61 Prozent im Jahr 2017 gestiegen. Deutschland liegt damit aber immer noch unter dem EU-Durchschnitt von 64 Prozent.

Der Anteil der *Wissenschaftlerinnen* ist in Deutschland sowohl in der Wirtschaft als auch in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen seit 2005 auf insgesamt 28 Prozent gewachsen, liegt aber weiterhin unter dem europäischen Durchschnitt. Hauptursache hierfür ist der geringe Anteil der Wissenschaftlerinnen am FuE-Personal in der Wirtschaft, der zudem seit 2007 nur von 12 Prozent auf 15 Prozent gestiegen ist. In der Automobilindustrie verharrt der Anteil der Wissenschaftlerinnen unverändert bei nur 9 Prozent.

Formale Qualifikationen in Gestalt von Studienabschlüssen dienen als ein wichtiger Indikator für das fachliche Wissen des FuE-Personals. Während im Bereich der Hochwertigen Technik, insbesondere im Automobilbau, vor allem ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen gefragt sind, stellen forschungsintensive Dienstleistungen und Spitzentechnologiebranchen breitere Kompetenzanforderungen. Hier werden alle Formen von hochqualifizierten MINT-Kompetenzen (auch IuK-Technik und IuK-Dienstleistungen, Naturwissenschaften) oder medizinische Kompetenzen (Pharma) nachgefragt.

Der Anteil der FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft, die aufgrund von *FuE-Aufträgen oder FuE-Kooperationen* an andere Unternehmen, Hochschulen oder FuE-Einrichtungen im In- und Ausland fließen (externe FuE-Aufwendungen), liegt seit 2013 relativ konstant bei 22 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen und wird weitgehend von der Großindustrie bestimmt.

Nachdem der Anteil des Auslands am gesamten externen FuE-Auftragsvolumen der deutschen Wirtschaft von 2009 bis 2013 von 19 Prozent auf 26 Prozent gestiegen ist, hat es danach einen leichten Rückgang auf 24 Prozent gegeben, der auf einen Rückgang der Auslandsaufträge an verbundene Unternehmen zurückzuführen ist. Ausländische FuE-Partner kommen vor allem im Bereich der Spitzentechnologie zum Tragen. Im Inland haben die Kooperationen mit anderen, unverbundenen Unternehmen weiter zugenommen. Ihr Anteil an allen externen Aufträgen ist von 25 Prozent auf fast 41 Prozent (2017) gestiegen. Der Anteil der Wissenschaft liegt nur noch bei 11 Prozent nach noch 22 Prozent im Jahr 2005.

Regionale Unterschiede im Hinblick auf die FuE-Intensität innerhalb Deutschlands werden weiterhin vor allem von wirtschaftsstrukturellen Gegebenheiten und der FuE-Neigung der Wirtschaft bestimmt. Dies betrifft in erster Linie die in Ostdeutschland fehlenden industriellen Großunternehmen. Deshalb verändert sich das zwischen West- und Ostdeutschland wie auch zwischen den südwestlichen und nordwestlichen Bundesländern bestehende FuE-Gefälle kurzfristig kaum und langfristig nur in sehr kleinen Schritten. Der zuletzt zu beobachtende starke Zuwachs in der südwestdeutschen Wirtschaft hat zu einer Vergrößerung der Lücke zwischen Ost und West, aber auch zwischen Südwest und Nordwest geführt.

Berücksichtigt man in einer Gesamtbetrachtung neben den FuE-Aktivitäten der Wirtschaft die überdurchschnittliche Ausstattung der ostdeutschen Länder mit öffentlichen FuE-Einrichtungen, fällt die FuE-Personalintensität in Ostdeutschland genauso hoch aus wie in den nordwestdeutschen Ländern.

Im Jahr 2017 haben die forschungsstärksten deutschen Unternehmen weltweit 79 Mrd. Euro für FuE ausgegeben, darunter 30 Mrd. Euro im Ausland. Damit stieg der Auslandsanteil bei diesen Unternehmen auf 38 Prozent. Weil die FuE-Aufwendungen der auslandsaktiven Unternehmen in Deutschland seit 2013 etwas langsamer gestiegen sind als im Ausland, hat sich die Schere zwischen der FuE im In- und Ausland geöffnet. Die Dynamik bei den FuE-Aufwendungen im Ausland wird dabei vor allem von Unternehmen des Kraftfahrzeugbaus getragen. Entfielen 2003 noch 21 Prozent ihrer FuE-Aufwendungen auf das Ausland, so waren es 2017 bereits 30 Prozent. In den anderen forschungsintensiven Industriebranchen stagnierte der Anteil der FuE-Aufwendungen im Ausland oder ging sogar zurück. Die wichtigsten Auslandsforschungsstandorte deutscher Unternehmen sind die USA, Österreich und Frankreich, gefolgt von China.

In Deutschland haben Tochterunternehmen ausländischer Unternehmen 2017 interne FuE-Aufwendungen von 13,7 Mrd. Euro aufgebracht und 94.000 Personen (gemessen in Vollzeitäquivalenten) in FuE beschäftigt. Die FuE-Aktivitäten dieser Unternehmen haben damit den bisher höchsten Umfang erreicht. Dennoch ist ihr Anteil mit etwa einem Fünftel auf den niedrigsten Wert der 2000er Jahre gefallen, weil deutsche Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten seit 2013 stärker gesteigert haben. In den sehr großen ausländischen Unternehmen ging das FuE-Personal in den letzten Jahren zurück, während es in den kleineren Unternehmen leicht zunahm.

Ausländische Unternehmen investieren überdurchschnittlich in FuE in den Spitzentechnologien, vor allem in der Pharmaindustrie und dem Luft- und Raumfahrzeugbau. Rund 60 Prozent ihrer internen FuE-Aufwendungen entfallen seit längerem auf europäische Unternehmen. Der Anteil der US-Unternehmen (28 Prozent) ist zuletzt gesunken, besonders im Kraftfahrzeugbau. Unternehmen aus der restlichen Welt trugen 2017 nur 11 Prozent der FuE-Aktivitäten ausländischer Unternehmen in Deutschland, bauen sie aber weiter aus.

11.2 Zur aktuellen Entwicklung in Deutschland und Ausblick

Nach dem starken Anstieg der FuE-Aufwendungen im Jahr 2017 ist auch für 2018 ein weiterer Zuwachs der FuE-Ausgaben in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen zu beobachten (vgl. Abb. 2.2.1 und Tab. 2.1.1). Insgesamt sind die FuE-Aufwendungen 2018 gegenüber dem Vorjahr um 5,2 Prozent auf 104,8 Mrd. Euro gestiegen. Damit ist die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität erneut gestiegen: Die gesamten FuE-Aufwendungen machten im Jahr 2017 3,06 Prozent des Bruttoinlandsprodukts aus, 2018 waren es nach aktuellen Schätzungen 3,13 Prozent. Gleichzeitig stieg das FuE-Personal (in Vollzeitäquivalenten) um 2,9 Prozent auf 706.600 Personen. Bezogen auf alle Erwerbstätigen kommen damit rund 16 FuE-Beschäftigte auf 1.000 Erwerbspersonen. Die Zuwächse sind weiterhin hoch aber geringer als im Vorjahr, denn 2017 haben die FuE-Aufwendungen noch um 8 Prozent und das FuE-Personal um 4,3 Prozent zugelegt.

Die deutsche Wirtschaft hat im Jahr 2018 FuE-Aktivitäten im Umfang von 72,1 Mrd. Euro durchgeführt und damit 68,8 Prozent der gesamten FuE-Kapazitäten bereitgestellt. Die internen FuE-Aufwendungen sind gegenüber dem Vorjahr um 4,8 Prozent gestiegen, deutlich weniger als 2017 mit 9,5 Prozent. Die Wirtschaft hat 2018 mit fast 451.000 Personen (Vollzeitäquivalente) 63,8 Prozent des gesamten FuE-Personals in Deutschland beschäftigt. Der Zuwachs betrug 3,3 Prozent.

Im Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen umfassenden öffentlichen Sektor wurden im Jahr 2018 nach aktuellen Schätzungen Mittel in Höhe von 32,7 Mrd. Euro für die Durchführung von FuE aufgewendet, davon 18,6 Mrd. Euro für Hochschulforschung (17,7 Prozent aller FuE-Aufwendungen) und 14,1 Mrd. Euro außerhalb der Hochschulen (13,5 Prozent aller FuE-Aufwendungen). Das dafür eingesetzte FuE-Personal entsprach mit 255.500 Personen 36,2 Prozent des gesamten FuE-Personals in Deutschland. Gegenüber dem Vorjahr ist das FuE-Personal in Hochschulen um 2,5 Prozent und in wissenschaftlichen Einrichtungen um 2,0 Prozent gewachsen.

Insgesamt sind die FuE-Kapazitäten in der Wirtschaft auch im Jahr 2018 deutlich stärker ausgeweitet worden als in Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen. Anders als in den Vorjahren haben davon vor allem Wirtschaftszweige profitiert, die der Spitzentechnologie zugerechnet werden. Sie haben 2018 ihre FuE-Aufwendungen um 9,4 Prozent und ihr FuE-Personal um 5,1 Prozent gesteigert (Tab. 11.2.1 und Tab. 11.2.2): Überdurchschnittliche Zuwächse bei den FuE-Aufwendungen finden sich vor allem beim Luft- und Raumfahrzeugbau (+14,5 Prozent), in der pharmazeutischen Industrie (+12,9 Prozent) und bei den Herstellern von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (7,0 Prozent). Beim FuE-Personal trifft dies für den Luft- und Raumfahrzeugbau (+14,8 Prozent) und die Pharmaindustrie (+5,5 Prozent) zu. Beim Luft- und Raumfahrzeugbau, dessen FuE-Kapazitäten in den vergangenen Jahren massiv zurückgefahren worden sind, deutet sich damit eine Konsolidierung an. Ob dies auch eine Trendwende bedeutet, bleibt abzuwarten.

Zwischen 2013 und 2017 ist der Anteil der Spitzentechnologie an den FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft von 25% auf unter 21 Prozent zurückgegangen. Im Jahr 2018 ist dieser Anteil erstmals wieder auf knapp 22 Prozent gestiegen. Trotz eines geringen Rückgangs des Anteils dominiert der Bereich der Hochwertigen Technik mit 56 Prozent weiterhin die FuE-Aktivitäten der Wirtschaft.

Der FuE-Schwerpunkt im Bereich der Hochwertigen Technik basiert vor allem auf der besonderen Stärke des Automobilbaus, der seinen Anteil an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 2018 weiter auf 37,6 Prozent gesteigert hat. Maschinenbau und chemische Industrie hingegen haben ihre FuE-aufwendungen 2018 nicht oder nur unterdurchschnittlich steigern können. Ihre Anteile an den internen Aufwendungen sind deshalb gegenüber dem Vorjahr leicht auf 9,9 Prozent bzw. 5,8 Prozent gesunken.

Tab. 11.2.1: Interne FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen 2017 und 2018

Wirtschaftsgliederung ¹ Technologieklasse	interne FuE-Aufwendungen					
	2017		2018		Veränderung 2017-2018	
	Mio. €	Anteil in %	Mio. €	Anteil in %	Mio. €	in %
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG (WZ 2008)						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	169	0,2	172	0,2	3	1,6
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	25	0,0	24	0,0	-1	-3,9
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	58.494	85,0	61.574	85,4	3.081	5,3
10-12 H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabakerzeugn.	318	0,5	323	0,4	5	1,6
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	102	0,1	97	0,1	-4	-4,3
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	248	0,4	244	0,3	-4	-1,5
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	145	0,2	150	0,2	5	3,5
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	4.065	5,9	4.193	5,8	128	3,2
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	4.631	6,7	5.226	7,2	595	12,9
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.149	1,7	1.201	1,7	52	4,5
23 H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen, Erden	319	0,5	333	0,5	14	4,5
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	578	0,8	573	0,8	-5	-0,9
25 H.v. Metallerzeugnissen	921	1,3	933	1,3	11	1,2
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugn.	7.739	11,3	8.281	11,5	541	7,0
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.692	3,9	2.762	3,8	70	2,6
28 Maschinenbau	7.117	10,3	7.111	9,9	-6	-0,1
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	25.656	37,3	27.076	37,6	1.420	5,5
30 Sonstiger Fahrzeugbau	1.776	2,6	2.028	2,8	252	14,2
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	1.491	2,2	1.707	2,4	216	14,5
31-33 Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	1.038	1,5	1.043	1,4	5	0,5
D,E 35-39 Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	177	0,3	157	0,2	-20	-11,4
F 41-43 Baugewerbe/Bau	85	0,1	82	0,1	-2	-2,9
J 58-63 Information und Kommunikation	3.380	4,9	3.603	5,0	224	6,6
62.01 Programmierungstätigkeiten	2.637	3,8	2.819	3,9	182	6,9
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	248	0,4	236	0,3	-13	-5,0
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	5.594	8,1	5.575	7,7	-18	-0,3
71 Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	2.397	3,5	2.257	3,1	-141	-5,9
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2.920	4,2	3.057	4,2	138	4,7
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	286	0,4	288	0,4	3	0,9
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	617	0,9	678	0,9	61	9,8
I N S G E S A M T	68.787	100,0	72.101	100,0	3.314	4,8
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN						
unter 250 Beschäftigte	5.725	8,3	5.724	7,9	-1	0,0
250 bis 499 Beschäftigte	3.160	4,6	3.283	4,6	123	3,9
500 bis 999 Beschäftigte	4.099	6,0	4.266	5,9	167	4,1
1000 und mehr Beschäftigte	55.803	81,1	58.829	81,6	3.025	5,4
I N S G E S A M T	68.787	100,0	72.101	100,0	3.314	4,8
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien	53.032	77,1	56.021	77,7	2.989	5,6
Spitzentechnologie	14.264	20,7	15.611	21,7	1.347	9,4
Hochwertige Technik	38.769	56,4	40.410	56,0	1.641	4,2
Forschungsintensive Dienstleistungen	8.432	12,3	8.637	12,0	205	2,4
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	7.323	10,6	7.444	10,3	121	1,6
I N S G E S A M T	68.787	100,0	72.101	100,0	3.314	4,8

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

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

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik.

Tab. 11.2.2: FuE-Personal in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftsgliederung, Technologieklassen und Beschäftigtengrößenklassen 2017 und 2018

Wirtschaftsgliederung ¹ Technologieklasse	FuE-Personal (Vollzeitäquivalente)					
	2017		2018		Veränderung 2017-2018	
	abs.	Anteil in %	abs.	Anteil in %	abs.	in %
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG (WZ 2008)						
A 01-03 Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	1.379	0,3	1.579	0,3	200	14,5
B 05-09 Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	237	0,1	240	0,1	3	1,2
C 10-33 Verarbeitendes Gewerbe	346.443	79,4	358.207	79,4	11.765	3,4
10-12 H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabakerzeugn.	2.564	0,6	2.704	0,6	139	5,4
13-15 H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	1.145	0,3	1.120	0,2	-25	-2,2
16-18 H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	1.886	0,4	1.958	0,4	72	3,8
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	409	0,1	429	0,1	21	5,0
20 H.v. chemischen Erzeugnissen	21.969	5,0	21.409	4,7	-560	-2,6
21 H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	20.071	4,6	21.176	4,7	1.105	5,5
22 H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	8.551	2,0	9.212	2,0	661	7,7
23 H.v. Glas, Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen, Erden	2.818	0,6	3.024	0,7	206	7,3
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	4.396	1,0	4.466	1,0	69	1,6
25 H.v. Metallerzeugnissen	7.734	1,8	7.866	1,7	133	1,7
26 H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugn.	54.573	12,5	56.423	12,5	1.850	3,4
27 H.v. elektrischen Ausrüstungen	23.998	5,5	23.849	5,3	-149	-0,6
28 Maschinenbau	49.323	11,3	50.202	11,1	879	1,8
29 H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	126.413	29,0	131.597	29,2	5.184	4,1
30 Sonstiger Fahrzeugbau	12.413	2,8	14.200	3,1	1.787	14,4
30.3 Luft- und Raumfahrzeugbau	10.414	2,4	11.960	2,7	1.546	14,8
31-33 Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	8.178	1,9	8.572	1,9	394	4,8
D,E 35-39 Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	1.006	0,2	1.005	0,2	-1	-0,1
F 41-43 Baugewerbe/Bau	1.147	0,3	1.116	0,2	-31	-2,7
J 58-63 Information und Kommunikation	25.991	6,0	26.941	6,0	949	3,7
62.01 Programmierungstätigkeiten	18.763	4,3	19.521	4,3	758	4,0
K 64-66 Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1.312	0,3	1.243	0,3	-69	-5,3
M 69-75 Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	53.359	12,2	54.515	12,1	1.155	2,2
71 Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	24.764	5,7	24.508	5,4	-255	-1,0
72 Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	25.921	5,9	27.373	6,1	1.452	5,6
IFG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	3.431	0,8	3.446	0,8	15	0,4
G-I,L,N-U Restliche Abschnitte	5.697	1,3	6.212	1,4	515	9,0
INSGESAMT	436.571	100,0	451.057	100,0	14.486	3,3
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN						
unter 250 Beschäftigte	70.265	16,1	70.895	15,7	629	0,9
250 bis 499 Beschäftigte	27.865	6,4	28.709	6,4	844	3,0
500 bis 999 Beschäftigte	30.730	7,0	31.661	7,0	931	3,0
1000 und mehr Beschäftigte	307.710	70,5	319.793	70,9	12.083	3,9
INSGESAMT	436.571	100,0	451.057	100,0	14.486	3,3
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN²						
Forschungsintensive Industrien	301.651	69,1	312.066	69,2	10.415	3,5
Spitzentechnologie	86.334	19,8	90.746	20,1	4.411	5,1
Hochwertige Technik	215.317	49,3	221.321	49,1	6.004	2,8
Forschungsintensive Dienstleistungen	74.351	17,0	76.431	16,9	2.081	2,8
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	60.569	13,9	62.560	13,9	1.991	3,3
INSGESAMT	436.571	100,0	451.057	100,0	14.486	3,3

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

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

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik.

Forschungsintensive Dienstleistungen haben sich uneinheitlich entwickelt. Informations- und Kommunikationsdienstleistungen haben ihre FuE-Aufwendungen ebenso wie Anbieter wissenschaftlicher FuE weiter gesteigert. Ein deutlicher Rückgang ist hingegen bei den technisch-naturwissenschaftlichen Dienstleistungen festzustellen. Insgesamt liegt der Anteil forschungsintensiver Dienstleistungen 2018 weiter bei 12 Prozent.

Die genannten sektoralen Wachstumsunterschiede zeigen sich weitgehend auch beim Einsatz des FuE-Personals (Tab. 11.2.2).

Auch 2018 wurde die Entwicklung der FuE-Kapazitäten weitestgehend von Großunternehmen bestimmt. Unternehmen mit 1.000 und mehr Beschäftigten haben ihre FuE-Aufwendungen und ihr FuE-Personal überdurchschnittlich um 5,4 Prozent bzw. 3,9 Prozent gesteigert. Kleine und mittlere Unternehmen konnten hier nicht mithalten; 91 Prozent des Zuwachses an FuE-Aufwendungen und 83 Prozent des Zuwachses an FuE-Personal fallen auf Großunternehmen zurück.

Gemessen am Anteil der internen FuE-Aufwendungen am Umsatz, ist die durchschnittliche FuE-Intensität des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland auch 2018 weiter von 3,7 Prozent auf 3,8 Prozent gestiegen (Abb. 11.2.1). In der Mehrzahl der betrachteten Wirtschaftsbereiche ist die FuE-Intensität weiter gestiegen, am deutlichsten bei den Herstellern von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen auf 10,5 Prozent sowie beim Automobilbau auf 8,7 Prozent. Trotz deutlicher Zuwächse bei den FuE-Aufwendungen der Pharmaindustrie ist die FuE-Intensität in diesem Wirtschaftszweig 2018 stark von 16,6 Prozent in 2017 auf nur noch 13,2 Prozent gesunken. Grund hierfür ist der laut amtlicher Statistik im gleichen Zeitraum um über 40 Prozent gestiegene Umsatz der deutschen Pharmaunternehmen.¹¹⁵

Die weitere Entwicklung der FuE-Aktivitäten der deutschen Wirtschaft im Jahr 2019 kann gegenwärtig (Januar 2020) nur anhand plausibler Annahmen und erster Eckdaten abgeschätzt werden. Das BIP ist nach ersten Ergebnissen des Statistischen Bundesamts im Jahr 2019 um real 0,6 Prozent und nominal um 2,6 Prozent gestiegen.¹¹⁶ Es kann angenommen werden, dass die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aufgrund der konjunkturellen Abkühlung und der weltwirtschaftlichen Unsicherheiten im Jahr 2019 weniger deutlich als im Vorjahr aber stärker als das BIP zulegt haben und die öffentlichen Mittel nicht stärker als die Haushaltsansätze des Staates für FuE gestiegen sind. Unter diesen Annahmen ist zu erwarten, dass die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität in Deutschland auch im Jahr 2019 weiter, aber weniger deutlich als im Vorjahr gestiegen ist und der Wert oberhalb von 3,1 Prozent liegt, 3,2 Prozent aber nicht ganz erreicht.

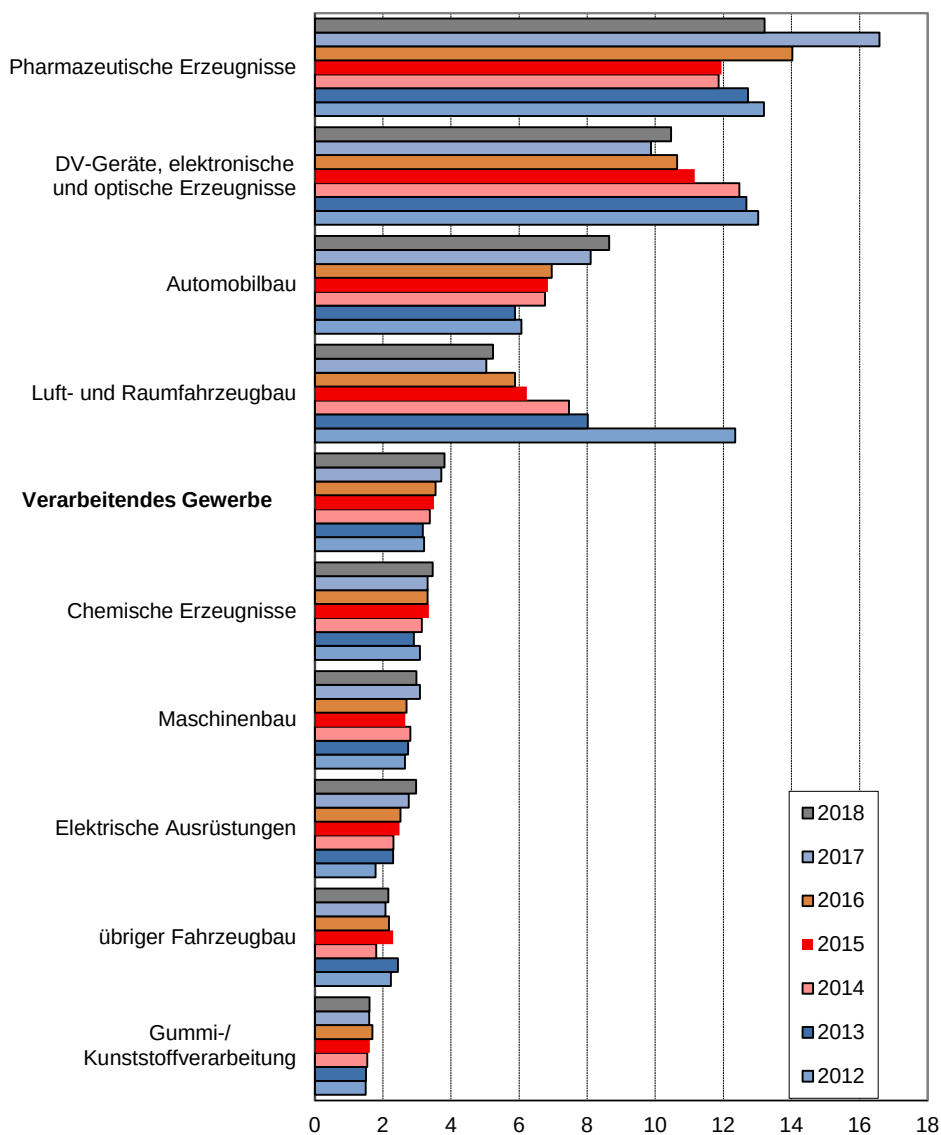
Vor dem Hintergrund des Ziels, bis zum Jahr 2025 insgesamt 3,5 Prozent des BIP für FuE aufzuwenden, ist davon auszugehen, dass der FuE-Personaleinsatz erheblich zu steigern ist. Neben zusätzlichem qualifizierten FuE-Personal im Umfang von weiteren 100.000 Stellen sind dabei auch die bis dahin ausscheidenden FuE-Beschäftigten zu ersetzen. Allein beim wissenschaftlichen Personal sind dies rund 32.000 Personen (vgl. Abschnitt 6.3). Die Gewinnung zusätzlichen FuE-Personals aus dem Ausland kann zur Schließung dieser Lücke teilweise beitragen; der Anteil des wissenschaftlichen FuE-Personals mit ausländischer Staatsbürgerschaft ist in den letzten Jahren gestiegen (vgl. Abschnitt 6.4).

¹¹⁵ Umgekehrt ist der starke Anstieg der FuE-Umsatzintensität der pharmazeutischen Industrie in 2017 auch auf einen starken Rückgang der Umsätze aus eigenen Erzeugnissen zurückzuführen. Laut Statistischem Bundesamt (Unternehmensergebnisse) erzielte die deutsche Pharmaindustrie 2016 einen Umsatz aus eigenen Erzeugnissen von 32,2 Mrd. Euro, 2017 waren es 27,9 Mrd. Euro und 2018 39,6 Mrd. Euro.

¹¹⁶ Vgl. Statistisches Bundesamt (2020).

Letztlich bleiben die deutschen Unternehmen jedoch skeptisch, denn der Anteil der Unternehmen, die der Meinung sind, ihren Bedarf an FuE-Personal in den nächsten Jahren decken zu können, sinkt.

Abb. 11.2.1: Interne FuE-Aufwendungen in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen* 2012 bis 2018



*) Ohne Vorsteuer.

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

12 Literaturverzeichnis

- Acs, Z., D. Audretsch, E. Lehmann, G. Licht (2017): National Systems of Innovation, *Journal of Technology Transfer*, 42, 997-1008.
- Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder (2019): Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1991 bis 2018, Stand Berechnungsstand des Statistischen Bundesamtes: August 2018/Februar 2019, Reihe 1, Länderergebnisse Band 1, <https://www.statistik-bw.de/VGRdL/tbls/RV2014/R1B1.zip> (Fassung vom 28.3.2019)
- 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., A. Lejpras, A. Mattes, M. Priem (2019): Forschung deutscher Unternehmen im In- und Ausland: Technologische Schwerpunkte und Zielregionen, Working Paper Forschungsförderung Nr.156, Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- 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 (2018a): Forschung und Innovation für die Menschen, Die Hightech-Strategie 2025, Bonn und Berlin.
- BMBF (2018b): Bundesbericht Forschung und Innovation 2018, Bonn und Berlin.
- BMBF (2019): Fortschrittsbericht zur Hightech-Strategie 2025, Bonn und Berlin.
- Braakmann, A. (2013): Revidierte Konzepte für Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, *Wirtschaft und Statistik*, August 2013, S. 521-527.
- Brécard, D., C. Chevallier, A. Fougeyrollas, P. Le Mouél, L. Lemiale, P. Zagamé (2004): A 3 Prozent Effort in Europe in 2010: An Analysis Of The Consequences. Using The Nemesis Model. Luxembourg.
- Brink, S., S. Nielen, E. May-Strobl (2018): Innovationstätigkeit des nicht-forschenden Mittelstands, Institut für Mittelstandsforschung, IfM-Materialien Nr. 266, Bonn.
- Broström, A., E. Giertz (2017): Service Development Accounts for an Even Smaller Share of European R&D Investments Than We May Think, *Journal of Technology Transfer*, 1-12, <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9592-x>

- 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.
- 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., B. Gehrke, C. Rammer, R. Römisch, P. Schliessler, P. Wassmann (2015): Identifying revealed comparative advantages in an EU regional context. Prepared for the European Commission, Hannover, Mannheim Vienna.
- 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.
- Eickelpasch, A. (2015): Forschung, Entwicklung und Innovationen in Ostdeutschland: Rückstand strukturell bedingt, in: DIW Wochenbericht 41-2015, 907-918.
- European Commission (2017): Regional Innovation Scoreboard 2017.
- Europäische Kommission (2010): Europa 2020 – Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum, Brüssel, <https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20%20DE%20SG-2010-80021-06-00-DE-TRA-00.pdf> (zuletzt 14.10.2019)
- 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., C. Rammer, M. Astor, M. Berger, S. Daimer, M. Hud, C. Klaus, C. Lerch, J. Limbers, P. Neuhäusler (2019): Studie „Schrittweise Erhöhung der FuE-Quote auf bis zu 3,5 Prozent des BIP – Instrumente und Auswirkungen auf volkswirtschaftliche Kennzahlen“ (Aktualisierung Januar 2019), Fraunhofer ISI, Prognos und ZEW, Karlsruhe, Berlin, Mannheim.
- Fritsch, M. (2015): Die Bedeutung von Hochschulen für regionale Innovationsaktivitäten, in: Fritsch, M., P. Pasternack, M. Titze (Hrsg.), Schrumpfende Regionen – dynamische Hochschulen, Hochschulstrategien im demografischen Wandel, Wiesbaden, S. 119-132.
- 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.; C. Kerst, M. Wieck, M. Trommer, I. Weilage (2019): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2019. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 1-2019, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.

- 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., 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 (2017): 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, A. Kladroba, 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., A. Schiersch (2019): FuE-intensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen im internationalen Vergleich, CWS, DIW Berlin; Studien zum deutschen Innovationssystem 6-2019, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- 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.
- 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.
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (2018): Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação, Brasília,
http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/indicadores_cti.html (zuletzt 21.10.2019)
- Ministry of Science & Technology, Government of India (2017): Research & Development Statistics at a Glance, New Delhi, December 2017, <http://www.nstmis-dst.org/statistics-Glance-2017-18-2.pdf> (zuletzt 21.10.2019)
- MIT (2015): Massachusetts Institute of Technology, The Future Postponed, Why Declining Investment in Basic Research Threatens a U.S. Innovation Deficit, Cambridge, Mass..
- Mohnen, P. (2019): R&D, innovation and productivity, UNU-MERIT Working Paper 2019-016, Maastricht.

- Nierhaus, W. (2014): Zur Einführung des ESVG 2010: Auswirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt, Ifo Schnelldienst, 5/2014, S. 45-48.
- OECD (2010): Measuring Innovation: A New Perspective, 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 (2019): Main Science and Technology Indicators 2019/1 – Statistical Content and Documentation, Paris.
- Operti, E., G. Carnabuci (2014): Public Knowledge, Private Gain: The Effect of Spillover Networks on Firms' Innovative Performance, Journal of Management, 40, No. 4, 1042-1074.
- 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., V. Behrens, T. Doherr, M. Hud, M. Köhler et al. (2019): Innovationen in der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2018, ZEW, infas und Fraunhofer ISI, Mannheim.
- Rammer, Ch., M. Berger, T. Doherr, M. Hud, P. Hünermund, Y. Iferd, et al. (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, Fraunhofer 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. (2019): Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft, Kurzstudie 2019, CWS, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2019, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, 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, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, Berlin.
- Schasse, U., B. Gehrke, G. Stenke (2018): Forschung und Entwicklung in Wirtschaft und Staat: Deutschland im internationalen Vergleich, CWS und SV Wissenschaftsstatistik, Studien zum

- deutschen Innovationssystem 2-2018, Hrsg. Expertenkommission Forschung und Innovation, 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, NIW und SV Wissenschaftsstatistik, 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 et al. (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.
- Statistisches Bundesamt (2018): Forschung und Entwicklung an Hochschulen: Überprüfung der FuE-Koeffizienten 2017, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2019): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung, detaillierte Jahresergebnisse 2018, Fachserie 18, Reihe 1.4 (aktualisiert am 18.10.2019), Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2020): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung, Erste Jahresergebnisse 2019, Fachserie 18, Reihe 1.1 (Stand Januar 2020), Wiesbaden.
- SV Wissenschaftsstatistik GmbH (2015): a:rən'di: Zahlenwerk 2015 – Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2013, Essen. <https://www.stifterverband.org/download/file/fid/68> (zuletzt 16.10.2019).
- SV Wissenschaftsstatistik GmbH (2017a): a:rən'di: Zahlenwerk 2017 – Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft, Essen. <https://www.stifterverband.org/download/file/fid/4679> (zuletzt 16.10.2019).
- SV Wissenschaftsstatistik GmbH (2017b): Infoblatt zum Fragebogen 2016: http://www.stifterverband.de/fue-erhebung2016/fue-erhebung_2016_fragebogen_infoblatt.pdf (zuletzt 27.10.2019).
- SV Wissenschaftsstatistik GmbH (2017c): a:rəndi: Analysen 2017 – Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft, Essen August 2017.
- SV Wissenschaftsstatistik GmbH (2019a): a:r ən 'di: Zahlenwerk 2019, Essen.
- SV Wissenschaftsstatistik GmbH (2019b): a:r ən 'di: Analysen 2019, Essen.
- Ugur, 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.
- West, J, A. Salter, W. Chesbrough (2014): Open innovation: The next decade, Research Policy, 43, 805-811.
- ZEW (2019): Kernindikatoren zum Innovationsverhalten der Unternehmen, Ausgabe 2019, Mannheim. http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/Innovationserhebung/Dateien2019/ZEW_Innovationserhebung_Kernindikatoren_Ausgabe2019.xlsx (zuletzt 20.09.2019)

Anhang

Tab. A.2.1: FuE-Intensität in OECD-Ländern und ausgewählten Schwellenländern (BRICS) 1995 bis 2018

- Bruttoinlandsausgaben für FuE in % des Bruttoinlandsprodukts¹ 1995 bis 2006 -

Land	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
GER	2,1 ^c	2,1 ^c	2,2	2,2 ^c	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	2,4	2,5
FRA	2,2	2,2	2,1 ^a	2,1	2,1	2,1 ^a	2,1	2,2	2,1	2,1 ^a	2,1	2,1
GBR	1,7	1,6	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	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	1,0	1,1
BEL	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8
NED	1,8	1,8 ^a	1,8	1,7	1,8 ^a	1,8	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	1,7
DEN	1,8	1,8 ^c	1,9	2,0 ^c	2,1		2,3	2,4	2,5	2,4	2,4	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	1,2	1,2
GRE	0,4 ^a		0,4		0,6		0,6		0,5	0,5 ^c	0,6	0,6 ^c
ESP	0,8	0,8 ^c	0,8	0,9 ^c	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2
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	0,8	1,0 ^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	2,4 ^c	2,4
SWE	3,1 ^a		3,3		3,4		3,9		3,6	3,4 ^c	3,4 ^a	3,5 ^e
FIN	2,2	2,5 ^c	2,6	2,8	3,1	3,2	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
SUI		2,4				2,3				2,7		
NOR	1,7 ^a		1,6		1,6		1,6	1,6	1,7	1,5	1,5	1,5
ISL	1,5		1,8	2,0 ^c	2,2	2,6 ^c	2,9	2,8 ^c	2,7		2,7	2,9
TUR ²	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
POL	0,6 ^a	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6
HUN	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9 ^a	0,9	1,0
CZE	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
SVK	0,9	0,9	1,1 ^a	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
SLO	1,5	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,4	1,2	1,4	1,4	1,5
EST				0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,1
LVA	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7
LTU	0,4	0,5 ^b	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8
CAN	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9
USA	2,4	2,5	2,5	2,5 ^a	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6
MEX	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4 ^a	0,4	0,4
CHI ²												
JPN ²	2,6 ^c	2,7 ^a	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,2	3,3
KOR	2,2	2,3	2,3	2,2	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8
ISR	2,4	2,6	2,8	2,9	3,3	3,9	4,2	4,1	3,9	3,9	4,1	4,1
AUS								1,6				2,0
NZL	0,9		1,1		1,0		1,1 ^a		1,1		1,1	
CHN ²	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4
BRA	0,6	0,8			0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0
IND		0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
RUS ²	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
RSA			0,6				0,7		0,8	0,8	0,9	0,9
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	2,1 ^c	2,2 ^c

Fortsetzung

noch Tab. A.2.1: FuE-Intensität in OECD-Ländern und ausgewählten Schwellenländern (BRICS) 1995 bis 2018

- Bruttoinlandsausgaben für FuE in % des Bruttoinlandsprodukts¹ 2007 bis 2018 -

Land	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
GER	2,4	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,8	2,9	2,9	2,9	3,1	3,1 ^b
FRA	2,0	2,1	2,2	2,2 ^a	2,2	2,2	2,2	2,3 ^a	2,3	2,2 ^b	2,2 ^c	2,2 ^b
GBR	1,6	1,6 ^c	1,7 ^c	1,7 ^c	1,7	1,6 ^c	1,6	1,7 ^c	1,7	1,7 ^c	1,7 ^b	1,7 ^b
ITA	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3 ^c	1,3	1,4 ^a	1,4 ^b	1,4 ^b
BEL	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8 ^b
NED	1,7	1,6	1,7	1,7	1,9 ^a	1,9 ^a	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0 ^b	2,2 ^b
DEN	2,5 ^a	2,8	3,1	2,9	2,9	3,0	3,0	2,9	3,1	3,1	3,0 ^b	3,0 ^b
IRL	1,2	1,4	1,6 ^c	1,6 ^c	1,6 ^c	1,6 ^c	1,6 ^c	1,5 ^c	1,2 ^c	1,2 ^c	1,2 ^e	1,2 ^b
GRE	0,6 ^c	0,7 ^c	0,6 ^c	0,6 ^c	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2 ^b
ESP	1,2	1,3 ^a	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2 ^b
POR	1,1	1,4 ^a	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4 ^b
AUT	2,4	2,6 ^c	2,6	2,7 ^c	2,7	2,9 ^c	3,0	3,1 ^c	3,0	3,1 ^c	3,1 ^b	3,2 ^b
SWE	3,3	3,5 ^c	3,4	3,2 ^c	3,2	3,3 ^c	3,3 ^c	3,1 ^c	3,3	3,3 ^c	3,4	3,3 ^b
FIN	3,3	3,5	3,7	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	2,9	2,7	2,7	2,8 ^b
SUI		2,7				3,2			3,4		3,4	
NOR	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,9	2,0	2,1	
ISL	2,5	2,5	2,6		2,4 ^{a,c}		1,7 ^a	1,9	2,2	2,1	2,1	2,0 ^b
TUR	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	
POL	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,2 ^b
HUN	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,2	1,3	1,5 ^b
CZE	1,3	1,2	1,3	1,3	1,6	1,8	1,9	2,0	1,9	1,7	1,8	1,9 ^b
SVK	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,2	0,8	0,9	0,8 ^b
SLO	1,4	1,6 ^a	1,8	2,1	2,4 ^a	2,6	2,6	2,4	2,2	2,0	1,9	2,0 ^b
EST	1,1	1,3	1,4	1,6	2,3	2,1	1,7	1,4	1,5	1,2	1,3	1,4 ^b
LVA	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,4	0,5	0,6 ^b
LTU	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9 ^b
CAN	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8 ^a	1,7	1,7 ^a	1,7	1,7	1,6 ^b	1,6 ^b
USA	2,6	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	
MEX	0,4 ^a	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5 ^{cb}	0,5 ^{cb}	0,5 ^{cb}		
CHI	0,3	0,4	0,4 ^a	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4 ^a	0,4	0,4 ^a	0,4	
JPN	3,3	3,3	3,2	3,1	3,2	3,2	3,3 ^a	3,4	3,3	3,2	3,2	
KOR	3,0 ^a	3,1	3,3	3,5	3,7	4,0	4,1	4,3	4,2	4,2	4,6	
ISR	4,4	4,3	4,1	3,9	4,0	4,2	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	
AUS		2,2		2,2 ^c	2,1 ^c		2,1 ^c		1,9 ^c			
NZL	1,2		1,3		1,2		1,2		1,2		1,4	
EU28	1,7 ^c	1,8 ^c	1,8 ^c	1,8 ^c	1,9 ^c	1,9 ^c	1,9 ^c	1,9 ^c	2,0 ^c	1,9 ^c	2,0 ^c	2,1 ^c
EU15	1,8 ^c	1,9 ^c	2,0 ^c	2,0 ^c	2,0 ^c	2,1 ^c	2,1 ^c	2,1 ^c	2,1 ^c	2,1 ^c	2,1 ^c	
CHN	1,4	1,4	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	
BRA	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3			
IND	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7		
RUS	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	
RSA	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8		
OECD	2,2^c	2,3^c	2,3^c	2,3^c	2,3^c	2,3^c	2,3^c	2,4^c	2,3^c	2,3^c	2,4^c	

1) Berechnet auf Grundlage des Bruttoinlandsprodukts nach SNA 2008 bzw. ESVG 2010.

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – 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 2017

	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
GER														
Wirtschaft	66,3	70,0	69,2	70,0	69,2	67,5	67,0	67,6	68,0	67,2	67,7	68,7	68,2	69,1
Hochschulen	18,2	16,4	16,8	16,1	16,8	17,7	18,2	17,9	17,7	17,9	17,7	17,3	18,0	17,4
Staat	15,5	15,3	14,1	13,9	14,0	14,8	14,8	14,5	14,3	14,9	14,6	14,1	13,8	13,5
Org. o. Erwerbszweck														
GBR														
Wirtschaft	65,0	65,0	61,4	62,5	62,0	60,4	60,9	63,6	63,3	63,9	65,1	66,0	67,1	67,6
Hochschulen	19,2	20,6	25,7	26,1	26,5	27,9	27,0	26,0	26,7	26,4	25,8	25,3	24,3	23,7
Staat	14,6	12,6	10,6	9,2	9,2	9,2	9,5	8,6	8,0	7,9	7,3	6,6	6,6	6,5
Org. o. Erwerbszweck	1,3	1,8	2,3	2,2	2,4	2,5	2,5	1,8	1,9	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2
FRA														
Wirtschaft	61,0	62,5	62,1	63,0	62,7	61,7	63,2	64,0	64,6	64,6	63,6	63,7	65,0	65,0
Hochschulen	16,7	18,8	18,8	19,5	20,0	20,8	21,6	20,9	20,8	20,9	22,1	22,0	20,7	20,7
Staat	21,0	17,3	17,8	16,4	16,0	16,3	14,0	13,9	13,2	13,1	12,7	12,8	12,7	12,7
Org. o. Erwerbszweck	1,3	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7
USA														
Wirtschaft	70,5	74,2	68,9	70,8	71,4	69,5	68,0	68,4	69,6	70,9	71,5	71,9	72,6	73,1
Hochschulen	12,3	11,4	14,3	13,4	13,2	14,0	14,7	14,5	14,0	13,5	13,1	13,1	13,1	13,0
Staat	14,0	10,8	12,3	11,8	11,3	12,0	12,7	12,8	12,3	11,5	11,4	11,0	10,2	9,7
Org. o. Erwerbszweck	3,2	3,6	4,4	4,0	4,0	4,5	4,5	4,3	4,1	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1
JPN														
Wirtschaft	70,3	71,0	76,4	77,9	78,5	75,8	76,5	77,0	76,6	76,1	77,8	78,5	78,8	78,8
Hochschulen	14,5	14,5	13,4	12,6	11,6	13,4	12,9	13,2	13,4	13,5	12,6	12,3	12,3	12,0
Staat	10,4	9,9	8,3	7,8	8,3	9,2	9,0	8,4	8,6	9,2	8,3	7,9	7,5	7,8
Org. o. Erwerbszweck	4,8	4,6	1,9	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4
KOR														
Wirtschaft	73,7	74,0	76,9	76,2	75,4	74,3	74,8	76,5	77,9	78,5	78,2	77,5	77,7	79,4
Hochschulen	8,2	11,3	9,9	10,7	11,1	11,1	10,8	10,1	9,5	9,2	9,0	9,1	9,1	8,5
Staat	17,0	13,3	11,9	11,7	12,1	13,0	12,7	11,7	11,3	10,9	11,2	11,7	11,5	10,7
Org. o. Erwerbszweck	1,1	1,4	1,4	1,5	1,4	1,6	1,7	1,6	1,3	1,3	1,5	1,6	1,6	1,4
EU-15 ^{c)}														
Wirtschaft	62,1	64,2	63,1	64,0	63,6	62,0	62,2	63,6	63,9	63,6	63,9	64,6	65,2	66,0
Hochschulen	20,8	21,3	22,5	22,4	22,9	24,0	24,1	23,3	23,1	23,4	23,3	22,9	22,5	21,9
Staat	16,2	13,5	13,3	12,5	12,3	12,8	12,4	12,0	11,9	11,9	11,7	11,4	11,2	11,1
Org. o. Erwerbszweck	0,9	0,9	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0
EU-28														
Wirtschaft	61,7	63,6	62,1	62,9	62,5	61,0	61,1	62,4	62,7	62,7	63,1	63,6	65,0	65,8
Hochschulen	20,6	21,4	22,7	22,6	23,1	24,2	24,3	23,6	23,5	23,6	23,5	23,1	22,6	22,1
Staat	16,9	14,2	14,1	13,3	13,3	13,7	13,3	12,9	12,7	12,7	12,4	12,2	11,4	11,3
Org. o. Erwerbszweck	0,8	0,9	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
OECD insgesamt ^{c)}														
Wirtschaft	66,6	69,3	67,7	68,9	68,9	66,9	66,4	67,2	67,7	68,2	68,8	69,1	69,9	70,5
Hochschulen	16,4	16,1	17,7	17,2	17,3	18,4	18,7	18,4	18,3	18,1	17,7	17,5	17,5	17,2
Staat	14,5	11,9	12,0	11,4	11,4	12,0	12,2	11,9	11,7	11,4	11,1	10,9	10,2	9,9
Org. o. Erwerbszweck	2,5	2,7	2,6	2,5	2,5	2,7	2,7	2,5	2,4	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4

*) 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 (2019/1). – SV Wissenschaftsstatistik. – Zusammenstellung des CWS.

Tab. A.2.3: Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchgeführten Sektoren im internationalen Vergleich 2007 und 2017

Land	2007					2017				
	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	73.329	70,0	16,1	13,9		131.339	69,1	17,4	13,5	
FRA	44.162	63,0	19,5	16,4	1,2	64.672	65,0	20,7	12,7	1,7
GBR	35.197	62,5	26,1	9,2	2,2	49.345	67,6	23,7	6,5	2,2
ITA	22.495	51,9	30,1	14,5	3,5	33.543	61,4	24,2	12,7	1,7
BEL	7.222	69,5	21,1	8,1	1,3	14.583	70,2	19,8	9,4	0,6
NED	12.006	53,1	34,7	12,2		18.564	58,8	29,8	11,4	
DEN	5.351	69,9	26,4	3,2	0,5	9.576	64,7	32,1	3,0	0,3
ESP	18.192	55,9	26,4	17,6	0,2	21.914	55,0	27,1	17,7	0,2
AUT	7.900	70,6	23,8	5,3	0,3	14.966	70,2	22,2	7,1	0,5
SWE	12.085	73,0	21,9	4,9	0,2	17.201	71,3	24,9	3,6	0,1
FIN	6.669	72,3	18,7	8,5	0,6	7.038	65,3	25,4	8,5	0,8
SUI ²	10.018	73,7	22,9	1,1	2,3	18.738	69,4	27,6	0,8	2,2
POL	3.594	30,4	33,9	35,4	0,3	11.758	64,5	32,9	2,3	0,3
CAN	24.757	55,8	33,9	9,7	0,5	27.163	51,8	41,1	6,8	0,4
USA	380.316	70,8	13,4	11,8	4,0	543.249	73,1	13,0	9,7	4,1
JPN	147.602	77,9	12,6	7,8	1,7	170.901	78,8	12,0	7,8	1,4
KOR	40.640	76,2	10,7	11,7	1,5	90.980	79,4	8,5	10,7	1,4
ISR	8.742	84,0	12,9	1,8	1,3	15.392	86,1	11,4	1,6	0,9
CHN	124.187	72,3	8,5	19,2		495.981	77,6	7,2	15,2	
RUS	26.536	64,2	6,3	29,1	0,3	41.868	60,1	9,0	30,4	0,4
RSA ¹	4.878	57,7	19,4	21,7	1,2	5.811	42,7	30,5	24,0	2,8
EU-28	266.647	62,9	22,6	13,3	1,1	427.655	65,8	22,1	11,3	0,9
EU-15	252.696	64,0	22,4	12,5	1,2	395.313	66,0	21,9	11,1	1,0
OECD	913.568	68,9	17,2	11,4	2,5	1.357.746	70,5	17,2	9,9	2,4

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

1) 2015 statt 2017. – 2) 2006 statt 2007.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – SV Wissenschaftsstatistik. – Bundesamt für Statistik (BFS), Schweiz. – Berechnungen des CWS.

Tab. A.2.4: FuE-Aufwendungen in ausgewählten Ländern nach Art der FuE und durchführendem Sektor 2017 (Anteile in Prozent)

Art der FuE	Land/Region	Hochschulen	wissenschaftl. Einrichtung	Wirtschaft
Grundlagenforschung	BEL	24,2	37,6	36,6
	DEN	73,0	1,9	23,8
	GER			
	FIN			
	FRA	68,6	12,8	16,2
	GBR	44,6	15,2	34,0
	ISR	68,5	2,8	26,6
	ITA	58,3	13,8	24,3
	JPN	34,7	13,0	49,9
	KOR	21,6	19,3	58,0
	NED	66,5	11,3	22,2
	AUT	73,8	5,4	20,3
	POL	76,0	4,6	18,8
	SWE			
	SUI	55,1	0,0	42,0
	ESP	59,8	28,3	11,6
	USA	47,5	11,4	11,4
	CHN	54,4	42,6	3,0
	RSA	65,7	20,8	11,0
Angewandte Forschung	BEL	33,2	4,4	61,9
	DEN	42,8	4,1	54,7
	GER			
	FIN			
	FRA	12,3	16,1	69,5
	GBR	28,7	6,8	63,2
	ISR	25,6		74,4
	ITA	18,8	19,4	58,2
	JPN	16,1	13,8	67,4
	KOR	11,9	13,5	73,2
	NED	29,3	15,7	54,9
	AUT	24,9	5,2	68,9
	POL	30,6	3,3	65,4
	SWE			
	SUI	14,0	3,1	82,1
	ESP	25,5	24,1	50,0
	USA	18,3	16,6	16,6
	CHN	33,7	42,6	23,7
	RSA	20,7	27,2	48,8
Experimentelle Entwicklung	BEL	3,7	3,3	92,7
	DEN	10,5	1,0	88,2
	GER			
	FIN			
	FRA	2,6	1,7	95,1
	GBR	9,4	2,2	87,4
	ISR	1,0	1,6	96,4
	ITA	7,4	2,9	89,5
	JPN	1,2	4,9	93,2
	KOR	4,3	7,8	86,4
	NED		4,7	95,3
	AUT	4,1	0,5	95,3
	POL	6,8	1,2	91,8
	SWE			
	SUI	5,0	0,0	94,8
	ESP	11,1	6,7	82,2
	USA	2,0	6,8	6,8
	CHN	0,8	10,0	89,3
	RSA	14,9	21,4	61,7

2017 oder letztes verfügbares Jahr.

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 2017

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	32	45	79	5,3	1,6	1,5	2,3	3,3	10,9
Bergbau, Steine/Erden	9	6	15	40	55		0,5	0,3	0,3	2,8	0,5	
H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken	4	2	5	6	15	33	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	1,2
H.v. Textilien, Bekleidung, Leder	24	23	19	37	47	50	1,0	1,3	0,7	0,8	1,0	3,5
H.v. Holzwaren, Papier, Pappe, Druckerz.	7	4	14	14	27	50	0,6	0,1	0,3	0,6	0,6	2,4
Kokerei und Mineralölverarbeitung	23	0	*	*	*	*	1,9	*	*	*	*	*
H.v. chemischen Erzeugnissen	43	44	35	41	56	78	6,3	3,3	3,0	2,9	4,8	9,1
H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	61	76	28	35	89	~100	16,8	8,9	2,5	1,7	9,3	25,3
H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	19	16	17	31	38	80	2,2	0,8	0,5	1,0	1,8	6,7
H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, usw.	23	19	26	31	48	76	1,4	1,0	0,8	0,9	1,5	3,3
Metallerzeugung und -bearbeitung	21	12	17	36	30	93	1,7	0,5	0,4	1,1	0,6	3,1
H.v. Metallerzeugnissen	14	11	19	26	42	98	1,1	0,6	0,6	0,7	1,6	4,5
H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erz.	100	~100	64	82	90	~100	17,3	13,4	9,2	13,1	12,0	26,6
H.v. elektrischen Ausrüstungen	33	28	28	45	62	96	5,2	2,7	2,4	4,2	4,5	7,1
Maschinenbau	39	37	36	45	61	78	4,6	2,5	2,0	2,9	5,4	7,2
H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	24	14	20	26	44	95	14,7	1,1	2,0	2,5	5,9	17,5
Sonstiger Fahrzeugbau	42	41	24	50	44	83	9,7	3,2	2,8	4,0	1,7	12,7
Luft- und Raumfahrzeugbau	64	*	*	*	*	*	13,5	*	*	*	*	*
Sonst. H. v. Waren, Rep./Inst. v. Maschinen	14	13	14	21	29	64	1,8	1,0	1,0	1,9	1,5	4,0

*) Keine Angabe aus Gründen der Vertraulichkeit.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. – Statistisches Bundesamt, FS 4, R. 4.3 (Kostenstrukturerhebung 2017). – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.3.2: Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE nach Beschäftigtengrößenklassen 2016 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	17,9	13,0	31,3	50,0
Tschechische Republik	9,7	6,1	16,4	32,6
Deutschland	16,0	11,4	24,1	49,6
Irland	15,7	12,4	25,7	37,2
Spanien	7,9	5,0	18,4	36,8
Frankreich	18,7	14,6	28,2	48,1
Italien	11,2	8,2	26,2	46,4
Niederlande	21,1	16,2	34,9	48,1
Österreich	13,0	7,5	26,0	52,0
Polen	3,1	1,5	6,1	18,5
Portugal	9,6	6,4	19,6	42,4
Finnland	20,2	14,7	34,0	59,7
Schweden	12,9	10,6	18,9	37,3

*) Geringfügige Abweichungen zu Abb. 3.1.2 wegen abweichender Fallzahlen

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 Bekleidungsgewerbe	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8
DC Ledergewerbe	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7	0,8	0,3
DD Holzgewerbe (o. H. v. Möbeln)	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
21 Papiergewerbe	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
22 Verlagsgewerbe usw.	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	0,2	0,4
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. Krafträdern, Fahrrädern u. Behindertenfahrzeugen	1,1	1,2	0,6	0,7	0,7	1,2	1,1	1,8	2,5	**	1,7	1,7	2,1	1,8
35.5 Fahrzeugbau a.n.g.	0,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	1,0	0,7	**	0,0	0,0	0,0	0,8
36 H. v. Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten usw.	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,1	1,2
36.1 H. v. Möbeln	**	0,5	**	**	0,7	0,5	0,6	**	1,2	**	**	0,9	0,8	1,0
36.2-6 MUSS-Waren	**	1,1	**	**	0,8	1,6	1,4	**	0,1	**	**	1,0	1,7	1,8
37 Recycling	0,7	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	1,4	1,0	1,0	0,5	0,3	0,3	0,5
Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe insgesamt	3,2	3,2	3,5	3,6	3,8	3,5	3,2	3,9	4,1	4,2	4,2	4,2	4,4	4,5

*) Bis 2001: WZ 93, ab 2003: WZ-2003. Bei FuE ergeben sich keine Unterschiede bei Anwendung von WZ 2003 und WZ 93. – **) Keine Angabe aus Gründen der Vertraulichkeit. – ***) 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, übernommen aus Schasse, Kladroba, Stenke (2012).

Tab. A.4.2: FuE-Aufwandsintensität der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung

WZ 2008	Wirtschaftsgliederung	interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes ¹			
		2011	2013	2015	2017
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,1	0,2	0,2	0,3
06	Gewinnung von Erdöl und Erdgas	0,0	0,0	0,0	0,0
07	Erzbergbau				
08	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	0,1	0,1	0,3	0,4
09	Dienstleistungen f. Bergbau u. Gewinnung v. Steinen u. Erden	0,2		0,1	0,0
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	1,3	1,4	1,1	1,0
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	0,6	0,6	0,4	0,5
13	H.v. Textilien	0,6	0,6	0,5	0,5
14	H.v. Bekleidung	0,8	0,8	0,5	0,7
15	H.v. Leder, Lederwaren und Schuhen	0,2	0,2	0,1	0,1
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	0,3	0,3	0,3	0,4
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	0,3	0,3	0,3
18	H.v. Druckerz., Vervielf. bespielter Ton-, Bild- u. Datentr.	0,6	0,7	0,7	0,9
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,3	0,2	0,5	0,6
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	3,0	2,9	3,4	3,3
20.1	H. v. chem. Grundstoffen, Düngemitteln u. Stickstoffverbindg.	2,2	2,2	2,8	2,7
20.2	H. v. Schädlingsbek.-, Pflanzenschutz- u. Desinfekt.mitteln	9,4	31,2	28,7	39,8
20.3	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitt	2,0	1,9	1,9	2,1
20.4	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflege	3,9	3,4	1,5	1,7
20.5	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen	5,6	5,2	7,0	5,9
20.6	Herstellung von Chemiefasern	0,7	1,0	1,0	1,1
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	13,9	12,7	11,9	16,6
21.1	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen	15,3	14,9	7,3	6,9
21.2	H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen	13,8	12,6	12,1	17,0
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	1,2	1,3	1,4	1,3
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1,5	1,5	1,6	1,6
22.1	Herstellung von Gummiwaren	3,4	4,0	4,7	4,7
22.2	Herstellung von Kunststoffwaren	1,0	0,9	0,9	0,9
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	0,8	0,9	0,9	0,9
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	0,6	0,7	0,7	0,7
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	0,5	0,6	0,6	0,6
24.1	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegerungen	0,4	0,4	0,5	0,6
24.2	H. v. Stahlrohren, Rohrform-, verschluss- u. verbgstücken	1,6	1,8	1,5	1,3
24.3	Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl	0,3	0,3	0,3	0,3
24.4	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	0,6	0,7	0,6	0,6
24.5	Gießereien	0,3	0,3	0,6	0,6
25	H.v. Metallerzeugnissen	0,8	0,8	0,8	0,8
25.1	Stahl- und Leichtmetallbau	0,3	0,4	0,3	0,4
25.2	H. v. Metalltanks u.-behältern, von Heizkörpern u.-kesseln	0,7	0,5	0,7	2,4
25.3	Herstellung von Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)	0,2	0,5	0,7	1,2
25.4	H.v. Waffen und Munition	6,6	6,0	10,1	8,6
25.5	H. v. Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen	0,4	0,3	0,3	0,2
25.6	Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung; Mechanik	0,4	0,4	0,3	0,3
25.7	H. v. Schneidwaren, Werkz u. Schlössern aus unedlen Metallen	1,1	1,2	1,0	1,1
25.9	Herstellung von sonstigen Metallwaren	0,9	1,1	1,2	1,2

Fortsetzung

1) Umsatz aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern. 2) Wegen Meldekorrekturen im Jahr 2013 nicht mit den Vorjahren vergleichbar.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3 und Unternehmensergebnisse Deutschland 2017. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

noch Tab. A.4.2: FuE-Aufwandsintensität der Unternehmen im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung

Wirtschaftsgliederung		interne FuE-Aufwendungen in % des Umsatzes ¹			
		2011	2013	2015	2017
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	10,8	12,7	11,2	9,9
26.1	H.v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten	6,8	8,3	7,1	7,6
26.2	H.v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	15,6	16,0	16,2	16,0
26.3	H.v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	26,3	30,2	0,0	14,6
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	10,4	12,0	10,5	10,1
26.6	H.v. Bestrahlungs-, Elektrotherapie- und elektromed. Geräten	26,8		13,2	11,2
26.7	H.v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten	6,8	7,2	8,1	7,5
26.8	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern	3,3			
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	1,6	2,3	2,5	2,8
27.1	H. v. Elektrom., Gener., Transformatoren, elek. Verteileinr.	1,3	1,4	1,6	1,7
27.2	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren	2,6	1,9	2,0	1,9
27.3	H. v. Kabeln und elektrischem Installationsmaterial	0,7	1,9	1,8	1,7
27.4	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	4,1	8,7	7,5	6,7
27.5	Herstellung von Haushaltsgeräten	3,0	4,0	4,2	7,2
27.9	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten	2,3	3,5	4,0	4,9
28	Maschinenbau	2,6	2,7	2,7	3,1
28.1	H. v. nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen	1,9	2,3	2,5	3,8
28.2	H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen	1,9	2,2	1,9	2,2
28.3	H. v. Land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	3,7	3,1	4,2	4,0
28.4	H. v. Werkzeugmaschinen	3,4	2,7	2,8	2,7
28.9	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	3,5	3,8	3,3	3,1
29-30	Fahrzeugbau ²	6,1	5,9	6,6	7,6
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen ²	5,8	5,9	6,8	8,1
29.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	5,1	5,3	6,2	6,7
29.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	0,3	0,5	0,8	0,7
29.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen	9,1	8,4	9,8	13,7
30	Sonstiger Fahrzeugbau	8,6	6,2	5,0	4,1
30.1	Schiff- und Bootsbau	2,6	2,1	2,4	2,0
30.2	Schienenfahrzeugbau	3,5	3,2	2,6	2,5
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	12,0	8,0	6,2	5,0
30.4	H.v. militärischen Kampffahrzeugen				
30.9	Herstellung von Fahrzeugen a.n.g.				
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	1,9	2,0	2,9	1,5
31	H.v. Möbeln	0,3	0,2	0,2	0,2
32	H.v. sonstigen Waren	2,8	3,0	2,9	3,5
32.1	Herstellung von Münzen, Schmuck und ähnlichen Erzeugnissen	0,3	0,1	0,0	0,0
32.2	Herstellung von Musikinstrumenten	8,0	1,1	1,1	1,9
32.3	Herstellung von Sportgeräten	1,2	0,8	0,4	0,4
32.4	Herstellung von Spielwaren	0,4	1,3	1,1	1,1
32.5	H.v. med. und zahnmed. Apparaten und Materialien	3,5	3,8	3,8	4,4
32.9	Herstellung von Erzeugnissen a.n.g.	1,5	1,6	1,2	1,3
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	2,3	2,2	4,4	0,7
33.1	Reparatur von Metallerzeugnissen, Maschinen und Ausrüstungen	0,1	0,1		
33.2	Installation von Maschinen und Ausrüstungen	5,2	5,1		
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe ²	3,1	3,2	3,5	3,7
B+C	Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe ²	3,0	3,2	3,5	3,7

1) Umsatz aus eigenen Erzeugnissen ohne Verbrauchsteuern. 2) Wegen Meldekorrekturen im Jahr 2013 nicht mit den Vorjahren vergleichbar.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihen 4.1.1 und 4.3 und Unternehmensergebnisse Deutschland 2017. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.4.3: FuE-Personalintensität der Unternehmen 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung

WZ 2008	Wirtschaftsgliederung	FuE-Personal in % der Beschäftigten ¹			
		2011	2013	2015	2017
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,2	0,3	0,4	0,5
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	4,4	4,4	4,7	4,9
D, E, F	übriges Produzierendes Gewerbe	0,1	0,1	0,1	0,1
G-U	Dienstleistungsunternehmen	0,3	0,3	0,4	0,4
10-12	H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	0,3	0,4	0,3	0,3
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	0,3	0,4	0,3	0,3
11	Getränkeherstellung	0,1	0,1	0,1	0,1
12	Tabakverarbeitung	2,1	2,1	2,1	2,3
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	1,0	1,0	0,8	0,9
13	H.v. Textilien	0,9	1,0	0,9	1,0
14	H.v. Bekleidung	1,5	1,5	0,9	1,1
15	H.v. Leder, Lederwaren und Schuhen	0,3	0,5	0,3	0,4
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	0,4	0,5	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	0,4	0,5	0,6	0,6
18	H.v. Druckerz., Vervielf. bespielter Ton-, Bild- u. Datentr.	0,6	0,6	0,6	0,7
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	2,3	1,9	1,9	2,2
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	6,8	6,4	7,0	6,1
20.1	H. v. chem. Grundstoffen, Düngemitteln u. Stickstoffverbindg.	5,6	5,6	6,4	5,2
20.2	H. v. Schädlingsbek., Pflanzenschutz- u. Desinfekt.mitteln	19,6	30,8	40,6	37,9
20.3	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitt	5,1	4,6	4,7	4,8
20.4	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflege	5,7	5,1	2,8	2,8
20.5	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen	11,8	10,4	12,3	11,5
20.6	Herstellung von Chemiefasern	1,8	2,5	2,4	2,2
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	17,5	15,1	14,1	16,5
21.1	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen	17,0	14,4	8,2	10,6
21.2	H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen	17,5	15,2	14,4	16,8
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	1,7	1,8	1,8	1,8
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	2,1	2,0	2,1	2,0
22.1	Herstellung von Gummiwaren	4,8	4,7	5,3	5,1
22.2	Herstellung von Kunststoffwaren	1,4	1,4	1,3	1,3
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	1,2	1,3	1,2	1,3
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	1,1	1,1	1,1	1,1
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	1,6	1,6	1,7	1,7
24.1	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	1,6	1,4	1,5	1,7
24.2	H. v. Stahlrohren, Rohrform-, verschluss- u. verbgsstücken	3,5	3,5	3,5	3,1
24.3	Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl	0,9	0,9	0,8	0,9
24.4	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	2,4	2,6	2,5	2,4
24.5	Gießereien	0,5	0,5	0,8	0,8
25	H.v. Metallerzeugnissen	0,9	0,9	0,9	0,9
25.1	Stahl- und Leichtmetallbau	0,5	0,5	0,5	0,5
25.2	H. v. Metalltanks u.-behältern, von Heizkörpern u.-kesseln	1,2	1,0	1,1	2,2
25.3	Herstellung von Dampfkesseln (ohne Zentralheizungskessel)	0,5	0,7	1,1	1,4
25.4	H.v. Waffen und Munition	10,2	9,8	11,5	9,3
25.5	H. v. Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen	0,6	0,5	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. Schlössern aus unedlen Metallen	1,5	1,4	1,3	1,4
25.9	Herstellung von sonstigen Metallwaren	1,4	1,6	1,7	1,7
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	17,8	18,0	17,9	15,0
26.1	H.v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten	13,3	14,8	14,3	14,9
26.2	H.v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	22,7	24,4	22,5	22,8
26.3	H.v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	43,3	38,8	60,5	18,1
26.4	H.v. Geräten der Unterhaltungselektronik	12,7	14,0	14,4	12,6
26.5	H.v. Mess-, Kontroll-, Navi- u. ä. Instrumenten; H.v. Uhren	14,9	14,4	13,6	13,4
26.6	H.v. Bestrahlungs-, Elektrotherapie- und elektromed. Geräten	42,8	47,3	17,2	18,7
26.7	H.v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten	12,2	13,0	14,2	16,1
26.8	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern	5,1	4,5	3,7	6,4

Fortsetzung

noch Tab. A.4.3: FuE-Personalintensität der Unternehmen 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung

Wirtschaftsgliederung		FuE-Personal in % der Beschäftigten ¹			
		2011	2013	2015	2017
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	3,1	4,1	4,4	5,0
27.1	H. v. Elektrom., Gener., Transformatoren, elek. Verteileinr.	2,8	2,7	3,2	3,2
27.2	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren	6,0	4,4	4,6	4,8
27.3	H. v. Kabeln und elektrischem Installationsmaterial	1,2	3,2	2,7	2,8
27.4	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	5,7	12,8	12,7	9,2
27.5	Herstellung von Haushaltsgeräten	4,4	5,1	5,4	10,8
27.9	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten	4,3	6,1	6,6	9,1
28	Maschinenbau	3,9	3,9	3,9	4,4
28.1	H. v. nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen	2,7	3,1	3,4	4,4
28.2	H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen	2,8	3,0	2,9	3,2
28.3	H. v. Land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	8,0	7,4	8,7	8,5
28.4	H. v. Werkzeugmaschinen	5,6	4,8	4,7	4,8
28.9	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	5,4	5,1	4,9	4,9
29-30	Fahrzeugbau	11,4	10,9	11,9	13,7
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	11,3	11,1	12,4	14,2
29.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	10,6	10,2	11,7	12,8
29.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	0,7	1,0	1,5	1,8
29.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen	14,2	14,4	15,6	18,9
30	Sonstiger Fahrzeugbau	11,7	9,1	8,7	10,2
30.1	Schiff- und Bootsbau	4,3	3,0	2,8	3,0
30.2	Schienenfahrzeugbau	6,1	5,9	5,7	5,2
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	16,7	12,4	12,5	15,8
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	1,5	1,4	1,6	1,4
31	H.v. Möbeln	0,3	0,3	0,3	0,3
32	H.v. sonstigen Waren	2,3	2,4	2,5	2,8
32.1	Herstellung von Münzen, Schmuck und ähnlichen Erzeugnissen	0,2	0,1	0,1	0,1
32.2	Herstellung von Musikinstrumenten	3,8	0,9	1,2	0,9
32.3	Herstellung von Sportgeräten	1,4	0,8	0,5	0,6
32.4	Herstellung von Spielwaren	1,0	2,4	2,1	2,0
32.5	H.v. med. und zahnmed. Apparaten und Materialien	2,6	2,7	2,8	3,3
32.9	Herstellung von Erzeugnissen a.n.g.	1,6	1,9	1,8	1,8
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	1,5	1,2	1,6	0,7
G 45-47	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	0,1	0,1	0,1	0,1
J 58-63	Information und Kommunikation	2,9	2,5	2,4	2,5
58	Verlagswesen	0,3	0,3	0,3	0,4
61	Telekommunikation	5,3	2,7	0,9	0,8
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	4,0	3,7	3,7	3,7
63	Informationsdienstleistungen	1,4	1,4	1,4	1,3
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,2	0,1	0,1	0,1
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	1,7	1,7	2,4	2,5
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	2,8	2,5	5,0	4,6
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	9,2	9,6	10,4	12,5
	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	1,4	1,4

1) Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte gem. Unternehmensregister 2017.

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

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, unveröffentlichte Sonderauswertung. – Statistisches Bundesamt, Unternehmensregister 2017. – Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.4.4: Verteilung der internen FuE-Aufwendungen und des FuE-Personals in der Wirtschaft in Deutschland 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung

WZ 2008	Wirtschaftsgliederung	Interne FuE-Aufwendungen in %				FuE-Personal in %			
		2011	2013	2015	2017	2011	2013	2015	2017
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe ¹	85,6	86,0	85,2	85,4	82,2	82,9	80,1	79,4
D, E, F	übriges Produzierendes Gewerbe	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5
G-U	Dienstleistungsunternehmen	13,1	12,7	13,7	13,9	16,0	15,2	18,2	19,0
	Gemeinschaftsforschung	0,5	0,5	0,5	0,4	0,9	0,9	0,9	0,8
10-12	H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,7	0,6	0,5
11	Getränkeherstellung	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	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3
13	H.v. Textilien	0,1	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	0,1	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	0,4	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	0,2	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	6,5	6,2	6,2	5,9	6,2	6,0	5,8	5,0
20.1	H. v. chem. Grundstoffen, Düngemitteln u. Stickstoffverbindg.	3,1	3,2	3,4	3,3	2,9	3,0	2,8	2,4
20.2	H. v. Schädlingsbek., Pflanzenschutz- u. Desinfekt.mitteln	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4
20.3	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitt	0,4	0,3	0,3	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5
20.4	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflege	0,7	0,7	0,3	0,2	0,6	0,6	0,3	0,3
20.5	Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen	1,7	1,5	1,9	1,5	1,7	1,5	1,7	1,4
20.6	Herstellung von Chemiefasern	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	8,0	7,6	6,5	6,8	5,7	5,2	4,5	4,6
21.1	Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen	0,3	0,3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1
21.2	H. v. pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen	7,6	7,3	6,3	6,6	5,4	5,0	4,4	4,5
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	2,4	2,4	2,3	2,1	2,9	2,9	2,7	2,6
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1,8	1,8	1,8	1,7	2,2	2,2	2,1	2,0
22.1	Herstellung von Gummiwaren	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9
22.2	Herstellung von Kunststoffwaren	1,0	0,9	0,9	0,8	1,2	1,2	1,1	1,0
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	0,6	0,6
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	2,4	2,4	2,2	2,2	3,2	3,2	2,9	2,8
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	1,0	1,0	0,9	0,8	1,2	1,2	1,1	1,0
24.1	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
24.2	H. v. Stahlrohren, Rohrform-, verschl.- u. verbgstücken	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2
24.3	Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24.4	Erzeugung und erste Bearbeitung von NE-Metallen	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
24.5	Gießereien	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
25	H.v. Metallerzeugnissen	1,4	1,4	1,4	1,3	2,0	2,0	1,8	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	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	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	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
25.5	H. v. Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	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. Schlössern aus unedlen Metallen	0,4	0,4	0,3	0,3	0,6	0,5	0,4	0,4
25.9	Herstellung von sonstigen Metallwaren	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	12,8	13,7	12,4	11,3	15,3	15,6	14,9	12,5
26.1	H.v. elektronischen Bauelementen und Leiterplatten	2,6	2,5	2,3	2,3	2,9	2,9	2,6	2,6
26.2	H.v. Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	1,2	1,2	1,1	0,9	1,3	1,4	1,2	1,0
26.3	H.v. Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	2,2	2,1	2,2	1,0	2,8	2,7	3,5	1,0
26.4	H.v. Geräten der Unterhaltungselektronik	0,5	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4
26.5	H.v. Mess-, Kontroll-, Navi- u. ä. Instrumenten; H.v. Uhren	4,6	5,3	4,4	4,6	5,8	5,9	5,2	5,5
26.6	H.v. Bestrahlungs-, Elektrotherapie- und elektromed. Geräten	1,2	1,5	1,3	1,4	1,3	1,3	1,1	1,1
26.7	H.v. optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	1,0	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.

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 2011 bis 2017 nach der Wirtschaftsgliederung

Wirtschaftsgliederung		Interne FuE-Aufwendungen in %				FuE-Personal in %			
		2011	2013	2015	2017	2011	2013	2015	2017
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	3,1	4,0	3,7	3,9	4,3	5,5	5,1	5,5
27.1	H. v. Elektrom., Gener., Transformatoren, elek. Verteileinr.	1,5	1,4	1,4	1,4	2,1	2,1	2,0	1,9
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	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0
27.4	Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten	0,4	0,8	0,7	0,6	0,6	1,2	1,0	0,7
27.5	Herstellung von Haushaltsgeräten	0,5	0,6	0,6	0,9	0,6	0,7	0,6	1,2
27.9	H. v. sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,1
28	Maschinenbau	9,6	10,1	9,0	10,4	11,3	11,6	10,7	11,3
28.1	H. v. nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen	2,3	2,7	2,9	4,3	2,7	3,1	3,1	3,7
28.2	H. v. sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen	1,9	2,1	1,7	1,9	2,2	2,5	2,2	2,3
28.3	H. v. Land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8
28.4	H. v. Werkzeugmaschinen	1,2	1,0	0,9	0,8	1,7	1,4	1,3	1,3
28.9	H. v. Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	3,5	3,6	2,9	2,7	4,0	3,9	3,3	3,2
29-30	Fahrzeugbau ¹	37,0	35,9	38,5	40,0	29,3	29,0	29,6	31,8
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen ¹	31,9	32,1	35,2	37,5	25,4	25,8	26,7	29,0
29.1	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren	21,0	21,5	23,9	22,8	14,7	14,9	16,0	16,7
29.2	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
29.3	Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen	10,8	10,5	11,2	14,5	10,7	10,8	10,6	12,1
30	Sonstiger Fahrzeugbau	5,1	3,8	3,3	2,6	3,9	3,2	2,9	2,8
30.1	Schiff- und Bootsbau	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
30.2	Schienenfahrzeugbau	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,3	0,2
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	4,5	3,3	2,8	2,2	3,3	2,6	2,4	2,4
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	2,4	2,4	3,2	1,5	2,3	2,2	2,3	1,9
31	H.v. Möbeln	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
32	H.v. sonstigen Waren	1,1	1,1	1,0	1,2	1,3	1,4	1,3	1,4
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	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	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	0,1	0,1	0,1
32.5	H.v. med. und zahnmed. Apparaten und Materialien	0,9	1,0	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
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	2,1	0,3	0,9	0,7	0,9	0,4
33.1	Reparatur von Metallerzeugnissen, Maschinen und Ausrüstungen	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
33.2	Installation von Maschinen und Ausrüstungen	1,2	1,1	2,1	0,2	0,9	0,7	0,8	0,3
G 45-47	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	0,5	0,5	0,4	0,6	0,8	0,7	0,7	1,0
J 58-63	Information und Kommunikation	5,9	5,9	5,2	4,9	6,9	6,4	5,8	6,0
58	Verlagswesen	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
61	Telekommunikation	1,1	0,7	0,3	0,2	1,4	0,7	0,2	0,2
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	4,5	5,0	4,7	4,5	5,1	5,4	5,2	5,4
63	Informationsdienstleistungen	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	5,9	5,6	7,2	7,7	7,4	7,1	10,9	11,4
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	2,5	2,3	3,7	3,5	3,3	3,2	6,2	5,7
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2,8	2,8	3,1	3,8	3,5	3,4	4,2	5,2
	übrige freiberufliche, wissenschaftl. und techn. Dienstleist.	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6
49-53,68,77-99	übrige Dienstleistungen	0,3	0,3	0,3	0,0	0,5	0,4	0,5	0,0
	Gemeinschaftsforschung	0,5	0,5	0,5	0,4	0,9	0,9	0,9	0,8
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 nach Ländern und Ländergruppen 1995 bis 2017 (Anteile in Prozent)

	1995	2001	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AUT				10,3		11,0		13,3		12,5		12,0		
BEL	4,3	5,9	6,2	5,7	5,8	6,6	7,8	6,2	5,4	5,2		5,5		3,4
CAN	6,2	3,6	2,6	2,1	2,3	2,8	3,7	3,6	3,8	4,1	4,5 ^a	4,6	5,3	5,6 ^c
DEN	6,1	3,1	2,4	2,4 ^a	2,4	2,6	2,8	2,8	2,8	1,8		2,7		2,0 ^c
FIN	5,6	3,4	3,8	3,5	2,5	2,5	2,6	2,8	3,0	2,8	3,0	3,6	3,6	3,1
FRA	12,7	8,4 ^a	10,1	9,8	11,3	9,0	8,7	7,5	7,9	8,1	7,8	8,8	8,2 ^c	
GER	10,2 ^b	6,7 ^b	4,5 ^b	4,5 ^b	4,5 ^b	4,5 ^b	4,5 ^b	4,3	4,3 ^b	3,4	3,4 ^b	3,3	3,4 ^b	3,2
ISR	21,3	8,6	4,8	4,5	4,4	4,5	4,2	2,9	3,3	2,8	3,7	3,2	2,9	
ITA	16,7	14,9	11,0	6,6	5,9	6,5	5,9	6,9	7,1	6,4	5,7	5,5	3,5 ^a	
JPN	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	1,2	1,2	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
KOR	3,6	8,1	4,6	6,2 ^a	5,9	6,8	6,7	6,1	6,0	5,5	5,1	5,1	4,2	4,7
NED	6,6	4,5	3,4	2,3		3,7	7,4	3,8 ^a	2,2 ^a	2,0	1,8	1,9	1,7	
POL	33,8 ^a	30,4	13,7	11,7	^c	12,3	13,8	12,7	11,2	10,0	11,5	10,0	16,3 ^a	
ESP	9,2	9,5	13,6	16,3	17,9 ^a	17,1	16,6	14,4	12,6	10,7	9,7	9,4	8,9	8,7
SWE	9,5 ^{ab}	5,8 ^b	4,5 ^a	4,6		5,8		5,0		6,1				4,7
SUI					1,7				0,7			1,4		1,0
GBR	10,5	7,8 ^a	8,3	6,8	6,6	7,9	8,7	9,3	7,9	8,9	9,3	8,7	7,8	
USA	16,3	8,4	9,7	9,9	12,5 ^a	14,1	12,3	10,8	10,2	9,2	7,8	7,6	6,4	6,0 ^b
CHN			4,6	4,8	4,3	4,3 ^a	4,6	4,4	4,6	4,5	4,2	4,3	3,7	3,4
RUS	51,1	49,0	53,6	55,3	56,0	57,4	64,2	58,7	60,4	61,5	62,7	63,4	59,0	56,6
OECD	11,0 ^{ab}	6,7 ^b	6,8 ^b	6,8 ^b	8,1 ^b	9,0 ^b	8,1 ^b	7,3 ^b	7,1 ^b	6,5 ^b	6,0 ^b	6,0 ^b	5,2 ^b	5,0 ^b
EU-15	10,6 ^b	7,4 ^b	7,2 ^b	6,7 ^b	7,1 ^b	6,9 ^b	7,0 ^b	6,6 ^b	6,5 ^b	6,1 ^b	6,2 ^b	6,1 ^b	5,3 ^b	
EU-28	11,1 ^b	7,7 ^b	7,4 ^b	7,0 ^b	7,3 ^b	7,1 ^b	7,3 ^b	6,9 ^b	6,8 ^b	6,4 ^b	6,4 ^b	6,4 ^b	5,6 ^b	

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

Quellen: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – Zusammenstellung des CWS.

Tab. A.5.2: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen nach Ländern und Ländergruppen 1995 bis 2017 (in Prozent)

	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	insgesamt													
AUT				6,4		5,3		5,0		5,0		5,4		
BEL	11,8	10,7	10,4	10,7	10,8	10,6	9,2	9,4	9,5	10,3	9,2	10,8	10,1	9,7
CAN	5,9	7,7	7,4	7,7	7,3	7,4	6,7	7,1	6,5	6,2	6,7	6,8	6,9	6,9
DEN	2,5	3,8	2,3	2,0		3,3	3,0	3,4	2,6	2,5	1,9	2,4	2,6	2,8
FIN	8,5	8,9	8,5	9,1	9,4	8,7	6,9	7,2	6,5	6,4	5,2	5,0	5,0	4,2
FRA	4,5	4,6	4,4	3,8	4,2	4,2	4,4	4,6	4,6	4,8	4,5	4,6	4,7	
GER	6,5	7,5	12,4	13,1	12,4	12,2	11,7	11,9	12,4	12,3	12,8	12,7	12,7	11,9
ISR			7,3	8,3	8,7	9,3	6,2	6,1	6,1	6,2	8,6	7,9	9,3	
ITA	3,4		1,8	2,3	2,4	2,3	2,3	2,5	2,6	2,3	2,2	2,3	2,1	
JPN	2,4	1,9	2,0	2,2	2,0	1,8	1,9	2,4	2,3	2,3	2,3	2,5	2,7	2,9
KOR	18,4	12,4	9,3	8,9	7,6	6,9	7,1	6,8	6,9	7,2	6,6	6,7	7,2	7,9
NED	8,9		9,6	10,0		14,1		10,6	11,0	10,1	9,9	9,4	10,0	
POL	17,8	8,7	10,1	12,8	4,9	4,8	4,5	5,0	3,4	3,7	1,5	3,5	3,2	
ESP	7,2	6,6	7,1	7,9	7,6	7,7	7,6	7,5	6,4	6,3	5,9	5,8	5,3	5,5
SWE	4,3		4,4	4,8		4,6		4,2		3,7		4,0		4,0
SUI		4,8			6,7		8,9		10,7		9,7	9,5		9,6
GBR	6,6	8,4	6,1	5,8	5,5	4,9	5,0	5,4	6,0	5,8	6,0	3,9	3,8	
USA	3,2	3,6	2,7	2,9	3,1	3,2	2,7	2,5	2,5	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
CHN		14,5	14,9	14,1	14,1	14,0	13,5	14,4	13,4	13,6	13,1	11,9	12,1	12,2
RUS	11,4	13,4	14,6	16,4	15,3	13,2	15,4	14,6	16,2	17,0	15,3	15,3	13,3	13,9
OECD	4,9	5,1	5,1	5,4	5,1	5,1	4,7	4,7	4,7	4,8	4,9	4,9	5,0	
EU-15	5,7	6,1	7,1	7,3	7,3	7,3	7,1	7,3	7,4	7,2	7,3	7,1	7,2	
EU-28	6,2	6,3	7,2	7,5	7,3	7,3	7,1	7,2	7,2	7,1	7,1	6,9	7,1	
	Hochschulen													
AUT				5,7		5,2		5,2		5,1		5,3		
BEL	13,1	11,8	10,9	11,1	10,6	11,0	10,1	10,7	11,3	12,1	11,7	12,9	12,1	11,7
CAN	8,0	9,5	8,4	8,5	8,2	8,3	7,5	8,2	7,5 ^a	7,1	7,7	7,9	7,9	7,9 ^b
DEN	1,8	2,0	2,4	2,1 ^a		3,6	3,1	3,4	2,7	2,5	1,9	2,5	2,6	2,7 ^b
FIN	5,7	5,6	6,5	7,0	7,2	6,4	5,7	5,5	5,1	5,0	4,0	3,7	3,7	3,2
FRA	3,3	2,7 ^a	1,6	1,6	2,2	1,8	2,0	2,6	2,6	2,8	2,5 ^a	2,8	2,6 ^b	
GER	9,1	11,8	14,6	15,0	15,0	14,2	13,8	13,9	14,0	14,0	14,1	13,9	13,8 ^a	13,3
ISR	2,3	3,7	7,3	9,4	9,7	10,4	6,8	6,8	6,8	6,8	9,5	8,6	10,3	
ITA	4,7		1,4 ^a	1,3	1,2	1,1	1,1	1,3	1,1	1,3	1,3 ^c	1,3 ^c	1,3 ^c	
JPN	3,6 ^c	2,5	2,8	3,0	3,0 ^a	2,5	2,6	2,7	2,7	2,6 ^a	2,6	2,6	2,8	2,9
KOR	22,4	15,9	15,2	14,2 ^a	12,0	11,3	11,3	11,0	11,0	12,3	11,2	12,3	12,6	13,7
NED	4,0		7,8	7,5		8,2		8,2	8,3	7,6	7,7	7,8	7,8	
POL	11,4	7,8	5,4	11,3	3,8	3,3	2,9	2,6	2,1	3,2	2,8	2,6	3,0	
ESP	8,3	6,9	6,9	9,0	8,8	8,0	7,9	8,0	7,3	6,6	5,9	5,7	5,1	5,2
SWE	4,5 ^a		5,1	4,9		4,5		4,0		3,8		4,0		3,6
SUI		5,1			6,9		9,1		10,9		10,0	9,8		9,7
GBR	6,3	7,1	4,6	4,5	4,6	3,9	4,1	4,0	4,1	4,1	4,3	4,4	4,4	
USA	6,8	7,1	5,0	5,5	5,7	5,6	4,7	4,5	4,5	4,8	5,1	5,2	5,3	5,3 ^b
CHN		32,4	36,7	35,1	34,6	36,7	33,2	35,3	33,4	33,8	33,7	30,2	29,0	28,5
RUS	27,5	27,3	29,3	31,0	28,6	22,4	24,5	24,0	27,2	27,6	27,3	27,4	27,7	28,2
OECD	6,3 ^{ac}	6,5 ^c	6,1 ^c	6,5 ^c	6,2 ^c	5,9 ^c	5,4 ^c	5,5 ^c	5,4 ^c	5,5 ^c	5,6 ^c	5,7 ^c	5,8 ^c	5,9 ^c
EU-15	6,2 ^c	6,3 ^c	6,6 ^c	6,7 ^c	6,8 ^c	6,5 ^c	6,4 ^c	6,7 ^c	6,7 ^c	6,5 ^c	6,5 ^c	6,6 ^c	6,7 ^c	
EU-28	6,2 ^c	6,4 ^c	6,6 ^c	6,9 ^c	6,8 ^c	6,4 ^c	6,4 ^c	6,5 ^c	6,4 ^c	6,4 ^c	6,4 ^c	6,4 ^c	6,5 ^c	

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Fortsetzung

**noch Tab. A.5.2: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen
nach Ländern und Ländergruppen 1995 bis 2017 (in Prozent)**

	1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	außeruniversitäre Einrichtungen													
AUT				9,3		6,0		4,2		4,2		6,0		
BEL	5,7	7,2	9,2	9,6	11,4	9,8	6,7	5,7	4,9 ^a	5,4	3,6	6,2	5,8	5,4
CAN	1,8	3,1	3,8	5,0	4,3	4,3	4,1 ^a	2,8	2,2	2,1	2,1	0,9	0,9	0,8 ^b
DEN	3,5	6,7	2,1	0,6 ^a		0,4	0,9	3,6	1,6	2,8	1,7	1,2	2,1	3,9 ^b
FIN	11,9	14,5	12,4	13,7	14,2	13,6	9,7	11,0	9,9	9,9	8,3	8,7	9,1	7,4
FRA	5,4	6,7 ^a	7,4	6,5	6,7	7,2	8,0 ^a	7,8	7,8	8,0	8,0	7,6	8,2 ^b	
GER	3,4	2,2	9,9	10,8	9,3	9,8	9,0	9,3	10,3	10,3	11,2	11,3	11,2	10,1
ISR	0,2	2,3 ^a	7,7	0,6	1,0	1,2	2,4	2,1	1,8	2,2	2,5	2,1	2,1 ^c	
ITA	1,8	1,7	2,4	4,4	5,3	5,1	4,8	5,3	5,3	4,2	4,1	4,2	3,8	
JPN	0,7	1,0	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	2,0	1,7	1,9	1,9	2,3	2,4	2,8
KOR	16,5	9,5	4,3	4,2 ^a	3,5	3,1	3,5	3,2	3,5	2,8	2,8	2,3	3,0	3,4
NED	16,7		14,6	17,1		32,4		17,9	18,3 ^a	16,6	16,0	13,6	16,1	
POL	22,6 ^a	9,5	14,3	14,1	6,0	6,3	6,2	7,4	4,9	4,3		4,5	5,3 ^a	
ESP	5,3	6,1	7,3	6,2	5,9	7,4	7,2	6,9	5,0	5,9	5,8	6,0	5,6	5,9
SWE	2,9		1,3 ^a	4,4		5,1		5,2		3,7 ^c		3,9		6,8
SUI		0,0 ^a			0,0		0,0				0,0	2,4		3,9
GBR	6,9	10,4	9,9	9,2	7,9	8,0	7,4	9,7	12,5	11,6	12,0	2,2	1,8	
USA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4 ^a	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4 ^b
CHN		9,6	4,9	4,9	4,7	4,3 ^a	4,4	4,2	4,1	4,6	4,1	3,9	4,7	4,6
RUS	8,1	10,8	11,4	13,3	12,4	11,1	12,9	11,8	13,1	13,8	11,5	11,6	9,1	9,7
OECD	3,3 ^{ac}	3,2 ^c	3,5 ^c	3,7 ^c	3,6 ^c	3,9 ^{ac}	3,5 ^c	3,6 ^c	3,7 ^c	3,7 ^c	3,8 ^c	3,5 ^c	3,7 ^c	
EU-15	5,1 ^c	5,7 ^c	7,9 ^c	8,4 ^c	8,2 ^c	9,0 ^c	8,3 ^c	8,3 ^c	8,7 ^c	8,6 ^c	8,9 ^c	8,1 ^c	8,2 ^c	
EU-28	6,1 ^c	6,1 ^c	8,3 ^c	8,7 ^c	8,3 ^c	8,9 ^c	8,3 ^c	8,4 ^c	8,6 ^c	8,4 ^c	8,6 ^c	7,8 ^c	8,2 ^c	
	FuE-Mittel der Wirtschaft für öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft													
AUT				2,6		2,5		2,2		2,0		2,1		
BEL	4,5	3,9	4,7	4,5	4,9	5,3	4,4	4,2	4,1	4,5	3,9	4,6	4,6	4,0
CAN	4,2	5,0	5,8	6,1	6,1	6,4	6,2	6,2	6,1	5,9	5,8 ^a	5,9	6,2	6,4 ^b
DEN	1,8		1,0	0,8 ^a		1,4	1,4	1,7	1,4	1,4	1,1	1,4	1,4	1,5 ^b
FIN	4,9	3,6	3,4	3,4	3,2	3,4	3,0	2,9	2,9	2,8	2,4	2,4	2,5	2,2
FRA	2,8	2,7	2,6	2,2	2,4	2,5	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5	2,4 ^b	
GER	3,3	3,2	5,5	5,6	5,5	5,9	5,7	5,7	5,8	6,0	6,1	5,8	5,9	5,3
ISR	1,0			1,5	1,6	1,7	1,2	1,1	1,1	1,1	1,5	1,3	1,5	
ITA	3,0		1,9	2,0	2,0	1,7	1,6	1,5	1,3 ^a	0,4 ^b	1,6	1,5	1,3 ^a	
JPN	0,9	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7
KOR	6,3	4,1	2,6	2,6 ^a	2,3	2,2	2,2	1,9	1,8	1,8	1,7	1,8	1,9	1,9
NED	8,0		8,5	8,8	0,8	15,8	0,8	8,1 ^a	8,5 ^a	8,0	7,8	7,4	7,2	
POL	28,2 ^a	15,4	21,7	29,2	11,0	11,9	12,5	11,5	5,7	4,8	1,8	4,0	1,7 ^a	
ESP	7,6	5,6	6,1	6,2	6,2 ^a	7,1	7,1	6,9	5,7	5,6	5,2	5,2	4,5	4,5
SWE	1,5 ^{ac}		1,6 ^a	1,8		1,9		1,9		1,7		1,7		1,6
SUI		1,6			2,3				4,0			3,7		3,9
GBR	3,4	4,3	3,6	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	3,3	3,1	3,0	1,9	1,8	
USA	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0 ^c
CHN		9,7	6,9	5,4	5,2	5,1 ^a	4,9	4,6	4,2	4,2	3,9	3,6	3,5	3,5
RUS	5,2	5,5	6,9	9,1	9,0	7,9	10,0	9,3	11,6	11,0	10,3	10,5	9,3	9,1
OECD	2,3 ^{ac}	2,1 ^c	2,2 ^c	2,2 ^c	2,1 ^c	2,3 ^c	2,2 ^c	2,1 ^c	2,1 ^c	2,1 ^c	2,1 ^c	2,0 ^c	2,0 ^c	
EU-15	3,4 ^c	3,3 ^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	3,8 ^c	3,7 ^c	
EU-28	3,8 ^c	3,5 ^c	4,3 ^c	4,3 ^c	4,3 ^c	4,5 ^c	4,3 ^c	4,2 ^c	4,1 ^c	4,1 ^c	4,1 ^c	3,8 ^c	3,7 ^c	

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2019/1). – Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.5.3: Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der deutschen Wirtschaft nach Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017

Wirtschaftsgliederung ¹ Beschäftigtengrößenklasse Technologieklasse		Interne FuE- Aufwendungen*		davon finanziert von			
				Wirtschaft	Staat	andere inländische Quellen	Ausland
		In Mio. €	in %				
I. NACH DER WIRTSCHAFTSGLIEDERUNG							
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	169	0,2	92,0			5,7
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	25	0,0	85,5			9,1
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	58.494	85,0	91,6	1,8	0,1	6,5
10-12	H.v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	318	0,5	98,6			0,2
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder und Lederwaren	102		87,9	11,5	0,1	0,5
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen ³	248	0,4	78,0	3,0	0,0	18,9
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	145		96,7	1,6	0,0	1,6
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	4.065	5,9	91,1	1,4	0,0	7,5
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen ³	4.631	6,7	80,2			18,9
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.149	1,7	96,0	2,0	0,2	1,8
23	H.v. Glas,Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	319	0,5	90,8	5,4	0,2	3,6
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	578	0,8	73,9	2,6	0,6	22,9
25	H.v. Metallerzeugnissen	921	1,3	84,2	12,0	0,1	3,8
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen	7.739	11,3	88,9	3,0	0,0	8,1
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.692	3,9	91,9	2,0	0,1	6,0
28	Maschinenbau	7.117	10,3	95,6	2,3	0,1	2,0
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	25.656	37,3	94,5	0,4	0,2	4,9
30	Sonstiger Fahrzeugbau	1.776	2,6	81,8	10,0	0,0	9,1
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau ³	1.491	2,2	79,6			10,3
31-33	Sonst. Waren, Rep. u. Inst. v. Maschinen u. Ausrüstungen	1.038	1,5	93,6	3,5	0,2	2,7
D,E 35-39	Energie, Wasser, Abwasser, Abfallentsorgung	177	0,3	85,3	13,6	0,0	1,1
F 41-43	Baugewerbe/Bau	85	0,1	82,0	17,5	0,3	0,3
J 58-63	Information und Kommunikation	3.380	4,9	91,3	5,7	0,1	2,9
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	248	0,4	99,7	0,2	0,0	0,0
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftliche u. technische Dienstleist.	5.594	8,1	79,2	14,7	0,2	5,9
71	Architektur-, Ingenieurbüros; techn., phys., chem. Unters.	2.397	3,5	89,1	9,7	0,1	1,1
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	2.920	4,2	70,8	18,7	0,4	10,1
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	286	0,4	34,3	57,6	0,6	7,5
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	617	0,9	78,5	14,8	0,3	6,4
INSGESAMT		68.787	100,0	90,4	3,2	0,1	6,3
II. NACH BESCHÄFTIGTENGROSSENKLASSEN							
unter 100 Beschäftigte		3.154	4,6	70,8	21,6	0,5	7,1
100 bis 499 Beschäftigte		5.731	8,3	84,5	8,0	0,2	7,3
500 bis 999 Beschäftigte		4.099	6,0	88,5	6,2	0,1	5,2
1000 und mehr Beschäftigte		55.803	81,1	92,3	1,4	0,1	6,2
III. NACH TECHNOLOGIEKLASSEN ²							
Forschungsintensive Industrien		53.032	77,1	91,7	1,6	0,1	6,6
Spitzentechnologie		14.264	20,7	84,5	3,4	0,0	12,0
Hochwertige Technik		38.769	56,4	94,3	0,9	0,1	4,6
Forschungsintensive Dienstleistungen		8.432	12,3	83,8	11,2	0,2	4,8
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)		7.323	10,6	89,1	5,4	0,2	5,3
INSGESAMT		68.787	100,0	90,4	3,2	0,1	6,3

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 nach Ländern und Ländergruppen 1995 bis 2017

Land	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
GER	11,7	12,3	11,6	13,2	15,2	15,3	15,9
FRA	12,4	12,1	12,4	13,8	14,5		14,6
GBR	9,9	10,0	10,8	11,1	12,6	12,6	12,7
ITA	6,2	6,3	7,2	9,2	10,2	11,3	11,2
BEL	9,2	12,1	11,6	12,3	15,6	15,7	16,4
LUX		13,6	13,8	13,3	12,4	12,3	12,1
NED	10,7	11,2	10,9	11,4	14,4	14,7	15,2
DEN	10,7	13,1	14,9	19,2	20,3	20,6	20,9
IRL	6,6	7,2	8,2	9,0	15,7	15,5	
GRE ^{3, 7}	4,2	5,8	6,8	7,5	10,3	8,7	10,0
ESP	4,9	6,7	8,3	9,5	8,8	9,0	9,5
POR	3,3	4,2	4,7	8,7	9,2	9,7	10,5
SWE ³	14,3	15,2	16,8	15,6	16,0	17,2	16,5
FIN	13,4	20,2	21,8	20,8	18,6	17,5	18,0
AUT ²		8,3	12,0	14,2	16,2	16,7	17,3
EU-28	8,5	8,9	9,4	10,6	11,8	12,1	12,4
EU-15	9,5	10,2	10,6	11,8	13,1	13,3	13,7
CZE	4,4	4,7	8,4	9,9	12,5	12,3	13,0
POL	4,9	4,6	4,5	4,8	6,3	6,5	7,0
SVK	6,6	5,9	5,4	6,7	6,4	5,7	6,1
SLO	10,4	8,9	8,9	12,4	14,1	14,5	14,3
HUN	4,8	5,7	5,5	7,5	8,2	7,8	8,8
EST		5,4	6,5	7,7	8,2	8,3	8,6
SUI ^{1, 5, 8}	12,2	12,5	12,0	15,3	15,7		15,4
ISL ^{3, 6}	11,4	15,3	19,5	18,8	15,4	16,5	15,9
NOR ³	11,0	10,9	12,5	13,9	15,3	15,8	16,7
TUR	0,9	1,3	2,2	3,2	4,1	4,5	4,9
CAN	9,8	10,6	12,6	12,6	12,7	11,4	
MEX ³	1,0	1,1	1,9	1,4	1,1	1,2	
CHI				1,5	1,8	1,9	
JPN	12,4	13,3	13,5	13,2	13,3	13,1	13,3
KOR	7,3	6,2	9,1	13,5	16,4	16,4	17,1
CHN	1,1	1,2	1,8	3,3	4,7	4,8	5,0
AUS ^{1, 5}	9,9	10,0	11,4	12,6			
NZL ^{3, 6}	5,8	6,9	8,7	10,1	10,5		
RSA ⁴		1,3	1,7	1,6	1,9	2,0	

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

6) 2009 statt 2010. 7) 2011 statt 2010. - 8) 2012 statt 2010.

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 (2019/1). – Zusammenstellung, Berechnungen und Schätzungen des CWS.

Tab. A.8.1: FuE-Aufwandsintensität¹⁾ in den Bundesländern nach durchführendem Sektor 2001 bis 2017

Bundesland	Insgesamt (alle Sektoren)							Wirtschaft						
	2001	2005	2009	2011	2013	2015	2017	2001	2005	2009	2011	2013	2015	2017
Baden-Württemberg	3,69	4,07	4,60	4,79	4,76	4,90	5,63	2,92	3,26	3,66	3,87	3,83	3,99	4,71
Bayern	2,91	2,89	3,05	3,00	3,13	3,13	3,09	2,33	2,32	2,36	2,29	2,39	2,41	2,34
Berlin	3,75	3,47	3,36	3,33	3,56	3,51	3,40	2,05	1,69	1,38	1,30	1,49	1,45	1,37
Brandenburg	1,44	1,17	1,39	1,65	1,53	1,65	1,68	0,53	0,29	0,35	0,53	0,44	0,60	0,57
Bremen	2,12	2,14	2,62	2,69	2,69	2,80	2,75	1,04	0,90	0,97	0,97	1,01	1,02	0,88
Hamburg	1,37	1,76	2,10	2,19	2,25	2,19	2,14	0,71	1,06	1,17	1,23	1,29	1,24	1,24
Hessen	2,29	2,45	2,97	2,90	2,81	2,83	2,91	1,86	2,00	2,36	2,26	2,17	2,16	2,20
Mecklenburg-Vorpommern	1,17	1,46	1,81	2,04	1,79	1,86	1,79	0,18	0,31	0,57	0,67	0,47	0,59	0,58
Niedersachsen	2,39	2,20	2,64	2,74	2,85	3,42	3,10	1,72	1,47	1,74	1,87	1,93	2,51	2,20
Nordrhein-Westfalen	1,69	1,72	1,93	1,96	1,93	1,95	2,09	1,05	1,06	1,17	1,18	1,11	1,13	1,23
Rheinland-Pfalz	1,90	1,66	1,99	1,99	2,12	2,33	2,43	1,43	1,18	1,45	1,40	1,53	1,77	1,78
Saarland	0,99	1,01	1,25	1,47	1,44	1,55	1,74	0,37	0,31	0,50	0,53	0,56	0,65	0,86
Sachsen	2,39	2,35	2,72	2,79	2,75	2,71	2,78	1,20	1,08	1,20	1,20	1,11	1,18	1,21
Sachsen-Anhalt	1,27	1,20	1,37	1,47	1,41	1,39	1,49	0,34	0,35	0,44	0,42	0,41	0,36	0,41
Schleswig-Holstein	1,12	1,14	1,27	1,41	1,47	1,48	1,55	0,52	0,52	0,57	0,68	0,74	0,78	0,83
Thüringen	2,05	1,87	2,16	2,12	2,15	2,02	2,19	1,10	0,98	1,05	0,98	1,02	0,97	1,10
Deutschland	2,39	2,42	2,72	2,79	2,82	2,91	3,03	1,67	1,68	1,84	1,89	1,90	2,00	2,10
ostdeutsche Länder	2,32	2,17	2,37	2,45	2,45	2,45	2,47	1,11	0,94	0,95	0,96	0,96	0,99	0,99
westdeutsche Länder	2,39	2,46	2,78	2,85	2,88	2,99	3,13	1,76	1,81	2,00	2,05	2,06	2,18	2,30
nordwestdeutsche Länder*	1,78	1,80	2,07	2,14	2,16	2,30	2,31	1,12	1,10	1,24	1,30	1,28	1,43	1,42
südwestdeutsche Länder**	2,89	3,01	3,37	3,42	3,45	3,53	3,77	2,29	2,39	2,63	2,66	2,68	2,77	2,98

Bundesland	Hochschulen							außeruniversitäre Einrichtungen***						
	2001	2005	2009	2011	2013	2015	2017	2001	2005	2009	2011	2013	2015	2017
Baden-Württemberg	0,39	0,41	0,52	0,52	0,51	0,50	0,51	0,39	0,40	0,42	0,40	0,41	0,41	0,41
Bayern	0,35	0,31	0,41	0,42	0,43	0,41	0,43	0,23	0,26	0,28	0,29	0,32	0,31	0,31
Berlin	0,74	0,75	0,85	0,87	0,84	0,88	0,84	0,97	1,03	1,14	1,16	1,23	1,18	1,19
Brandenburg	0,28	0,27	0,32	0,35	0,36	0,34	0,37	0,63	0,61	0,72	0,76	0,73	0,70	0,74
Bremen	0,52	0,63	0,75	0,74	0,70	0,68	0,76	0,56	0,62	0,90	0,97	0,98	1,09	1,10
Hamburg	0,34	0,37	0,48	0,50	0,50	0,50	0,53	0,33	0,33	0,45	0,46	0,46	0,45	0,38
Hessen	0,29	0,30	0,39	0,42	0,41	0,43	0,43	0,14	0,15	0,22	0,22	0,23	0,24	0,28
Mecklenburg-Vorpommern	0,51	0,52	0,53	0,66	0,63	0,64	0,58	0,48	0,63	0,70	0,72	0,70	0,62	0,64
Niedersachsen	0,38	0,40	0,49	0,49	0,53	0,53	0,53	0,30	0,33	0,41	0,38	0,40	0,38	0,37
Nordrhein-Westfalen	0,36	0,41	0,46	0,47	0,49	0,50	0,55	0,27	0,25	0,30	0,31	0,33	0,32	0,30
Rheinland-Pfalz	0,33	0,33	0,37	0,42	0,42	0,40	0,47	0,14	0,16	0,16	0,17	0,16	0,15	0,18
Saarland	0,41	0,41	0,38	0,52	0,47	0,53	0,53	0,22	0,28	0,37	0,42	0,42	0,38	0,36
Sachsen	0,60	0,62	0,69	0,74	0,82	0,76	0,78	0,59	0,65	0,83	0,85	0,81	0,77	0,79
Sachsen-Anhalt	0,53	0,44	0,45	0,48	0,50	0,54	0,57	0,40	0,41	0,48	0,56	0,49	0,48	0,51
Schleswig-Holstein	0,31	0,32	0,36	0,37	0,35	0,36	0,38	0,30	0,30	0,35	0,36	0,37	0,34	0,34
Thüringen	0,52	0,49	0,59	0,62	0,62	0,58	0,61	0,43	0,39	0,53	0,52	0,51	0,46	0,48
Deutschland	0,39	0,40	0,48	0,50	0,50	0,50	0,52	0,33	0,34	0,40	0,41	0,42	0,41	0,41
ostdeutsche Länder	0,56	0,55	0,62	0,66	0,67	0,67	0,67	0,64	0,68	0,80	0,83	0,82	0,79	0,81
westdeutsche Länder	0,36	0,37	0,45	0,47	0,47	0,47	0,50	0,27	0,28	0,33	0,33	0,35	0,34	0,34
nordwestdeutsche Länder*	0,36	0,40	0,47	0,48	0,50	0,50	0,54	0,29	0,29	0,36	0,36	0,38	0,37	0,35
südwestdeutsche Länder**	0,35	0,35	0,44	0,46	0,45	0,44	0,46	0,25	0,27	0,31	0,30	0,32	0,32	0,33

1) Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt nach ESVO 2010 in Prozent.

*) 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-Personalintensität¹⁾ in den Bundesländern nach durchführendem Sektor 2001 bis 2017

Bundesland	Insgesamt (alle Sektoren)							Wirtschaft						
	2001	2005	2009	2011	2013	2015	2017	2001	2005	2009	2011	2013	2015	2017
Baden-Württemberg	190	200	215	239	242	259	284	137	150	158	176	179	195	219
Bayern	158	155	160	166	166	181	182	122	119	114	119	117	131	132
Berlin	178	152	163	180	178	190	183	87	60	60	66	64	73	69
Brandenburg	49	45	55	70	72	77	86	17	12	15	24	24	29	34
Bremen	159	154	171	184	195	219	211	75	58	59	64	69	78	75
Hamburg	117	126	139	154	159	170	181	57	67	75	79	80	87	98
Hessen	139	130	151	155	148	163	169	106	100	115	115	108	122	123
Mecklenburg-Vorpommern	45	49	61	76	71	75	78	7	10	20	26	18	21	23
Niedersachsen	104	96	103	117	121	129	132	64	59	61	70	72	80	81
Nordrhein-Westfalen	93	89	99	109	107	115	120	52	49	57	62	60	64	66
Rheinland-Pfalz	86	74	89	92	96	106	105	61	51	62	61	64	74	70
Saarland	56	58	70	82	88	95	104	18	18	28	34	36	40	52
Sachsen	95	90	113	126	132	139	149	48	42	49	54	52	59	65
Sachsen-Anhalt	47	49	59	65	70	67	71	14	15	20	22	23	21	23
Schleswig-Holstein	59	55	63	71	76	75	79	25	23	27	33	37	38	40
Thüringen	75	78	87	94	98	102	110	41	40	44	45	46	49	57
Deutschland	119	115	128	139	141	152	159	76	74	79	86	86	96	101
ostdeutsche Länder	89	83	97	110	113	120	125	41	33	38	43	42	47	50
westdeutsche Länder	127	124	136	146	148	159	167	86	85	90	97	97	108	113
nordwestdeutsche Länder*	96	91	101	112	113	120	125	53	51	56	62	62	68	70
südwestdeutsche Länder**	154	153	165	176	177	192	201	114	115	120	127	127	141	149

Bundesland	Hochschulen							außeruniversitäre Einrichtungen***						
	2001	2005	2009	2011	2013	2015	2017	2001	2005	2009	2011	2013	2015	2017
Baden-Württemberg	30	28	33	36	37	36	38	23	22	24	26	26	27	27
Bayern	22	19	28	28	30	30	31	14	16	18	19	20	20	20
Berlin	45	43	50	52	51	55	52	46	48	54	63	63	62	62
Brandenburg	11	11	14	17	18	18	20	21	22	25	29	30	31	32
Bremen	48	53	58	60	60	64	62	36	42	54	60	67	77	74
Hamburg	33	31	37	43	45	47	48	28	28	28	32	35	35	34
Hessen	24	20	24	26	27	26	29	9	10	12	14	14	14	16
Mecklenburg-Vorpommern	22	21	20	26	28	27	28	16	18	21	25	25	26	27
Niedersachsen	23	19	24	27	28	28	30	17	18	18	20	20	21	20
Nordrhein-Westfalen	25	23	26	29	29	31	34	16	16	17	18	19	20	20
Rheinland-Pfalz	19	16	18	21	23	23	23	7	7	9	10	9	10	11
Saarland	26	26	23	26	30	31	29	12	14	19	21	22	24	22
Sachsen	28	27	36	39	44	43	46	19	22	28	34	35	36	38
Sachsen-Anhalt	20	19	21	23	25	24	24	13	14	18	20	22	23	24
Schleswig-Holstein	17	16	19	21	20	20	20	17	16	17	17	19	18	18
Thüringen	20	22	24	28	31	31	31	14	16	19	21	22	22	22
Deutschland	25	23	28	30	31	32	33	18	19	21	23	23	24	25
ostdeutsche Länder	26	25	30	33	35	36	37	23	25	29	34	36	36	38
westdeutsche Länder	25	22	27	29	30	31	32	16	17	18	20	20	21	21
nordwestdeutsche Länder*	25	23	26	29	29	31	33	18	18	19	20	21	22	22
südwestdeutsche Länder**	25	22	28	29	31	31	32	15	16	18	19	20	20	21

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.

Abkürzungsverzeichnis

\$	US-Dollar
%	Prozent
€	Euro
Abb.	Abbildung
AiF	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V.
ANBERD	Analytical Business Expenditure on Research and Development (OECD)
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
bspw.	beispielsweise
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
bzw.	beziehungsweise
BUL	Bulgarien
c. p.	Ceteris paribus
CAN	Kanada
chem.	chemische
CHI	Chile
CHN	China
CIS	Community Innovation Survey
COR&DIP	Database on the "IP bundle of top corporate R&D investors" (JRC-OECD)
CRO	Kroatien
CYP	Zypern
CWS	Center für Wirtschaftspolitische Studien
CZE	Tschechische Republik
d. h.	das heißt
DEN	Dänemark
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DV	Datenverarbeitung
DZHW	Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung
EC	European Commission
EFI	Expertenkommission Forschung und Innovation
ESP	Spanien
EST	Estland
ESVG	Europäisches System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung
et al.	und andere
EU	Europäische Union
EU-15	15 Staaten, die der Europäischen Union vor April 2004 beigetreten sind: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien und das Vereinigte Königreich
Eurostat	Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaft
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
Fraunhofer ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
FS	Fachserie

FuE	Forschung und experimentelle Entwicklung
GBAORD	Government budget appropriations or outlays for research and development
GBR	Großbritannien und Nordirland
GER	Deutschland
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
GRE	Griechenland
H. v.	Herstellung von
HB	Bremen
HE	Hessen
HH	Hamburg
HUN	Ungarn
IfG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung im Rahmen der AiF
IMD	Institute für Management Development, Lausanne
IND	Indien
Ing.	Ingenieur
Inst.	Installation
IRL	Republik Irland
ISI	siehe Fraunhofer ISI
ISIC	International Standard Industrial Classification
ISL	Island
ISR	Israel
ITA	Italien
IuK	Information und Kommunikation
JPN	Japan
JRC	Joint Research Centre
KKP	Kaufkraftparität (Purchasing Power Parity)
KMU	Klein- und Mittelunternehmen
KOR	Republik Korea
LAT	Lettland
LVA	Lettland
LTU	Litauen
LUX	Luxemburg
MEDI	Gruppe mitteleuropäischer Länder (BEL, NED, SUI, AUT)
MEX	Mexiko
Mio.	Million
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MLT	Malta
Mrd.	Milliarde
MSR	Messen, Steuern, Regeln
MSTI	Main Science & Technology Indicators
NED	Niederlande
NI	Niedersachsen
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
NOR	Norwegen
NORD	Gruppe nordeuropäischer Länder (SWE, FIN, NOR, DEN, IRL, ISL)
NW	Nordrhein-Westfalen
NZL	Neuseeland
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
opt.	optische
p. a.	Pro Jahr
PATSTAT	weltweite Datenbank des Europäischen Patentamts (EPA).
Phys.	physisch
POL	Polen

POR	Portugal
PPP	Purchasing Power Parity (Kaufkraftparität)
R&D	Research and Development
Rep.	Reparatur
ROM	Rumänien
RP	Rheinland-Pfalz
RSA	Republik Südafrika
RUS	Russland
RWI	Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
S.	Seite
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SLO	Slowenien
SNA	System of National Accounts
Sonst.	sonstige
STAN	Structural Analysis Database (OECD)
SUED	Gruppe südeuropäischer Länder (ITA, POR, ESP, GRE)
SUI	Schweiz
SV Wissenschaftsstatistik	Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
SVK	Slowakische Republik
SWE	Schweden
Tab.	Tabelle
Techn.	technisch
Tsd.	Tausend
TUR	Türkei
u.	und
u. a.	unter anderem
USA	United States of America
usw.	und so weiter
übr.	übrige
v.a.	vor allem
vgl.	vergleiche
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VZÄ	Vollzeitäquivalente
WZ	Klassifikation der Wirtschaftszweige
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
zuzgl.	zuzüglich