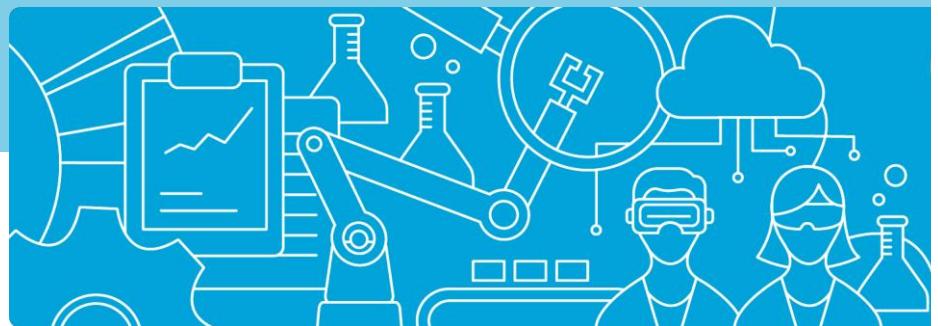


Studie zum deutschen Innovationssystem | Nr. 2-2022



Andreas Kladroba, Heike Belitz, Tobias Lehmann

Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft

Deutschland im internationalen Vergleich



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.

Durchführende Institute

FOM Hochschule für Oekonomie & Management
gemeinnützige Gesellschaft mbH
Leimkugelstraße 6, 45141 Essen
www.fom.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

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 2-2022
ISSN 1613-4338

Stand

Februar 2022

Herausgeberin

Expertkommission Forschung und Innovation (EFI)

Geschäftsstelle

Pariser Platz 6 | 10117 Berlin
www.e-fi.de

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht auf Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der EFI oder der Institute reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Kontakt und weitere Informationen

Prof. Dr. Andreas Kladroba
FOM Hochschule für Oekonomie & Management gemeinnützige Gesellschaft mbH
Leimkugelstraße 6
45141 Essen
T +49 (0) 172 268 823 5
M andreas.kladroba@fom.de

Inhaltsverzeichnis

0	Zusammenfassung.....	12
1	Einleitung.....	16
1.1	Untersuchungsansatz.....	16
1.2	Datenquelle: FuE-Erhebung.....	16
1.3	Forschung und Entwicklung vs. Innovation.....	19
2	Forschung und Entwicklung in Deutschland im internationalen Vergleich.....	21
2.1	Problemstellung und Datengrundlage des internationalen Vergleichs.....	21
2.1.1	Problemstellung	21
2.1.2	Daten.....	21
2.2	Gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen	22
2.2.1	FuE und Wirtschaftswachstum	22
2.2.2	Gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen und -Intensitäten	23
2.2.3	FuE-Kapitalstöcke.....	27
2.3	FuE nach Sektoren und Art der Forschung.....	29
2.3.1	FuE in der Wirtschaft, in Hochschulen und Forschungseinrichtungen außerhalb der Hochschulen.....	29
2.3.2	Exkurs: Globale FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten Unternehmen 2020.....	32
2.3.3	Art der FuE: Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung	33
2.4	Die Finanzierung von FuE	35
2.4.1	Finanzierung nach Herkunft der Mittel.....	36
2.4.2	Direkte und indirekte Förderung von FuE in der Wirtschaft	38
2.4.3	Staatliche Budgets für FuE.....	40
2.5	FuE-Personaleinsatz im internationalen Vergleich.....	42
2.5.1	FuE-Personalintensität	42
2.5.2	Frauenanteile in FuE	45
2.6	FuE der Wirtschaft nach Sektoren und Unternehmensgröße	48
2.6.1	FuE nach Sektoren	48
2.6.2	Exkurs: Sektorale Struktur der FuE der Wirtschaft in China.....	51
2.6.3	FuE in kleinen und mittelgroßen Unternehmen	54

2.7	FuE-Kooperationen zwischen Staat und Wirtschaft	56
3	Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft in Deutschland.....	59
3.1	Forschung und Entwicklung im Hochschul- und im Staatssektor	59
3.1.1	Interne FuE-Aufwendungen im Hochschul- und Staatssektor	60
3.1.2	Struktureller Vergleich der internen FuE-Aufwendungen im Hochschul- und Staatssektor	62
3.1.3	FuE-Personal im Staats- und Hochschulsektor	63
3.2	Forschung und Entwicklung in Unternehmen.....	63
3.2.1	Branchen, Forschungsfelder und Forschungsintensitäten	64
3.2.2	Größenklassen.....	67
3.2.3	Finanzierung.....	69
3.2.4	Externe FuE-Aufwendungen.....	72
3.2.5	FuE-Personal.....	75
3.2.6	Regionale Verteilung	80
3.3	Multinationale Unternehmen	87
3.3.1	FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland.....	87
3.3.2	FuE deutscher Unternehmen im Ausland.....	93
4	Forschung und Entwicklung unter dem Einfluss der Covid 19-Pandemie	97
	Literaturverzeichnis.....	101
	Anhang	105

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1:	Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in ausgewählten forschungsstarken Ländern 1996 bis 2019	23
Abb. 2.2:	Gesamte FuE-Ausgaben in ausgewählten OECD-Ländern und China 1995 bis 2019 (in Mrd. KKP Dollar)	24
Abb. 2.3:	Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2019 (Index 2010=100)	25
Abb. 2.4:	FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 1995 bis 2019 (in Prozent)	27
Abb. 2.5:	FuE-Kapitalkoeffizient und Modernitätsgrad des FuE-Anlagevermögens ausgewählter europäischer Länder 2010 bis 2019	29
Abb. 2.6:	FuE-Intensität in ausgewählten Ländern 2019 ¹⁾	30
Abb. 2.7:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2019 (Index 2010=100)	31
Abb. 2.8:	Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen ¹⁾ in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2019	32
Abb. 2.9:	FuE-Aufwendungen in wissenschaftlichen Einrichtungen ausgewählter Länder nach Art der FuE 2019 ¹⁾	34
Abb. 2.10:	FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft ausgewählter Länder nach Art der FuE 2019 ¹⁾	35
Abb. 2.11	Direkte und steuerliche Förderung der FuE in Relation zum BIP im internationalen Vergleich 2018 ¹⁾	39
Abb. 2.12:	Direkte und steuerliche Förderung der FuE und FuE-Intensität der Wirtschaft im internationalen Vergleich 2018	40
Abb. 2.13:	Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1995 bis 2020 (Index: 2010=100) ¹⁾	41
Abb. 2.14:	Gesamtes FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2019 in ausgewählten Ländern und Ländergruppen	43
Abb. 2.15:	Wissenschaftliches FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2019 in ausgewählten Ländern und Ländergruppen	45
Abb. 2.16:	Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2010 und 2019 (in Prozent)	47
Abb. 2.17:	Verteilung der internen FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche in ausgewählten Ländern ¹⁾	49

Abb. 2.18: Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit ¹⁾ in Deutschland im internationalen Vergleich 2018.....	51
Abb. 2.19: FuE-Aufwendungen in China und großen OECD-Ländern nach ausgewählten Sektoren ¹⁾	52
Abb. 2.20: FuE-Ausgaben von sieben forschungsstarken Ländern in FuE-intensiven Sektoren ¹⁾	53
Abb. 2.21: Interne FuE-Ausgaben des Wirtschaftssektors nach Beschäftigtengrößenklassen 2018 ¹⁾	55
Abb. 2.22: Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen im europäischen Vergleich 2010 bis 2018 in (in Prozent) ¹⁾	56
Abb. 2.23: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an den FuE-Aufwendungen in öffentliche Einrichtungen 2019 (in Prozent) ¹⁾	57
Abb. 2.24: FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen 2019 ¹⁾	58
Abb. 3.1: Interne FuE-Aufwendungen im Hochschulsektor 2019 (€ KKP/Einwohner).....	61
Abb. 3.2: Interne FuE-Aufwendungen im Staatssektor (Veränderungsraten 2018/19)	62
Abb. 3.3: Interne FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors 2019 nach Technologien (in Mio. Euro)	65
Abb. 3.4: Anteil der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Beschäftigtengrößenklassen in Prozent.....	68
Abb. 3.5: Verteilung der staatlichen FuE-Finanzierung auf die Forschungsfelder	71
Abb. 3.6: FuE-Personal im Wirtschaftssektor 2004 – 2019 (in FTE)	76
Abb. 3.7: Wachstumsraten des FuE-Personals 2005 – 2019 in Prozent	77
Abb. 3.8: Wachstumsraten 2018/19 des FuE-Personals in ausgesuchten Branchen.....	78
Abb. 3.9: Interne FuE-Aufwendungen nach Bundesländern 2019 in Mio. Euro	81
Abb. 3.10: Veränderungsraten 2017/2019 der internen FuE-Aufwendungen nach Bundesländern.....	82
Abb. 3.11: Wachstumsraten der internen FuE-Aufwendungen nach Bundesländern zwischen 2009 und 2019.....	83
Abb. 3.12: Interne FuE-Aufwendungen im Verhältnis zum regionalen Bruttoinlandsprodukt 2019.....	84
Abb. 3.13: BIP-Relationen in ausgewählten NUTS 2-Regionen 2019	85
Abb. 3.14: Abweichungen der internen FuE-Aufwendungen in ausgewählten Bundesländern: Forschungsstätten vs. Hauptsitz in Prozent.....	86

Abb. 3.15: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland 1997 bis 2019.....	87
Abb. 3.16: Jährliches Wachstum der internen FuE-Aufwendungen aller und ausländischer Unternehmen in Deutschland 1997-2019 ¹⁾	88
Abb. 3.17: Anteil ausländischer Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen nach Größenklassen 2011 und 2019	89
Abb. 3.18: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen nach Branchen 2005 bis 2019.....	90
Abb. 3.19: Branchenanteile an den internen FuE-Aufwendungen ausländischer und deutscher Unternehmen 2009 und 2019	90
Abb. 3.20: Anteile ausländischer Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen der FuE-intensiven Industrien und Dienstleistungen in Deutschland 2013 – 2019	91
Abb. 3.21: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland nach Herkunftsregionen 2005 bis 2019	92
Abb. 3.22: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland nach Branchen und Herkunftsregionen 2011 -2019	93
Abb. 4.1 Wachstumsraten der internen FuE-Aufwendungen 2018/19 und 2019/20 in ausgewählten Ländern.....	99

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 2000 bis 2019 (in Prozent)	26
Tab. 2.2:	Verteilung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2010 und 2019 ¹⁾	37
Tab. 2.3:	Verteilung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft (BERD) nach finanzierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2010 und 2019 ¹⁾	38
Tab. 2.4:	Struktur der staatlichen zivilen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2010 und 2020.....	42
Tab. 2.5:	Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen im internationalen Vergleich 1995 bis 2019 (in Prozent) ¹⁾	44
Tab. 2.6:	Struktur der FuE-Ausgaben der Wirtschaft ausgewählter OECD-Länder 2019 ¹⁾	50
Tab. 3.1:	FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland 1993 bis 2019	87
Tab. 3.2:	Anteil ausländischer Unternehmen an den internen FuE–Aufwendungen in ausgewählten Branchen 2003 bis 2019	91
Tab. 3.3	Weltweite FuE-Aufwendungen der jeweils 10 und 100 forschungsstärksten deutschen Unternehmen 2005, 2017 und 2019	94
Tab. 3.4:	Globale FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen nach Wirtschaftszweigen 2017 und 2019	96

Verzeichnis der Tabellen im Anhang

Tab. A 2.1: FuE-Intensität in OECD-Ländern und ausgewählten Schwellenländern (BRICS) 1995 bis 2019	105
Tab. A 2.2: Anteil der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchführenden Sektoren im internationalen Vergleich 1995 bis 2019	106
Tab. A 2.3: Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchführenden Sektoren im internationalen Vergleich 2010 und 2019	107
Tab. A 2.4: Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE nach Beschäftigtengrößenklassen 2018 im internationalen Vergleich.....	108
Tab. A 2.5: Beitrag des Staates zur Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft der OECD-Länder 1995 bis 2019 (Anteile in Prozent)	109
Tab. A 2.6: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1995 bis 2019 (in Prozent).....	110
Tab. A 2.7: FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2019	111
Tab. A 3.1 Interne FuE-Aufwendungen im Hochschul- und Staatssektor 2009 – 2019 in Mio. Euro	112
Tab. A 3.2a: FuE-Personal im Hochschulsektor nach Personalgruppen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent).....	113
Tab. A 3.2b: FuE-Personal im Hochschulsektor nach Personalgruppen und Geschlecht 2009 - 2019 (Head Counts).....	114
Tab. A 3.3a: FuE-Personal im Staatssektor nach Personalgruppen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent).....	115
Tab. A 3.3b: FuE-Personal im Staatssektor nach Personalgruppen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent).....	116
Tab. A 3.4: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen 2009 – 2019 in Mio. Euro	117
Tab. A 3.5: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen und Forschungsfeldern 2019 in Mio. Euro.....	118
Tab. A 3.6: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Forschungsintensitäten 2019 in Mio. Euro	119
Tab. A 3.7: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen und Größenklassen 2019 in Mio. Euro.....	120
Tab. A 3.8: Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen 2019 in Mio. Euro	121

Tab. A 3.9: Auslandsfinanzierung der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen 2019 in Tsd. Euro.....	122
Tab. A 3.10: Externe FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen 2009 – 2019 in Mio. Euro	123
Tab. A 3.11: Externe FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen und Auftragnehmern 2019 in Mio. Euro	124
Tab. A 3.12: FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Branchen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent).....	125
Tab. A 3.13: FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Branchen und Geschlecht 2009 – 2019 (Head Count).....	126
Tab. A 3.14: Wissenschaftliches FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Branchen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent)	127
Tab. A 3.15: Wissenschaftliches FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Branchen und Geschlecht 2009 – 2019 (Head Count)	128
Tab. A 3.16: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Bundesländern 2009 – 2019 in Mio. Euro	129
Tab. A 3.17: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen und Bundesländern 2019 in Mio. Euro	130
Tab. A 3.18: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor in ausgewählten NUTS 2 Regionen 2009 – 2019 in Mio. Euro	131
Tab. A 3.19: FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Bundesländern 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent).....	132
Tab. A 3.20: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Bundesländern 2019: Forschungsstätten vs. Hauptsitz (in Mio. Euro).....	133
Tab. A 4.1: Planzahlen der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor 2020 aus der Erhebung 2019 für ausgewählte Wirtschaftszweige (in Mio. Euro)	134
Tab. A 4.2: Planzahlen der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor 2020 aus der Erhebung 2019 und vorläufige Daten aus der Erhebung 2020 für ausgewählte Wirtschaftszweige (in Mio. Euro).....	135
Tab. A 4.3: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor 2019 und vorläufige Daten 2020 für ausgewählte Wirtschaftszweige (in Mio. Euro).....	136
Tab. A 4.4: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor 2019 und vorläufige Daten 2020 nach Größenklassen (in Mio. Euro)	137
Tab. A 4.5: FuE-Personal im Wirtschaftssektor 2019 und vorläufige Daten 2020 für ausgewählte Wirtschaftszweige (in Vollzeitäquivalent)	138

Tab. A 4.6: Interne FuE-Aufwendungen 2018, 2019 und 2020 (vorläufig) in ausgewählten Ländern	139
---	-----

Verzeichnis der „C-Tabellen/Abbildungen“ im Anhang

C 2 - 1 FuE-Intensität in ausgewählten Ländern 2009 - 2019 in Prozent.....	140
C 2 - 2 Haushaltsansätze des Staates für zivile FuE in ausgewählten Ländern 2010-2020 als Indexwerte.....	141
C 2 - 3 Verteilung der Bruttoinlandsausgaben für FuE nach durchführendem SEktor in ausgewählten Ländern 2010 und 2019.....	142
C 2 - 4 FuE-Intensität der Bundesländer und Deutschlands 2009 und 2019 in Prozent.....	143
C 2 - 5 Interne FuE-Ausgaben der Unternehmen nach Herkunft der Mittel, Wirtschaftszweigen sowie Größen- und Technologieklassen 2019.....	144
C 2 - 6 Interne FuE-Ausgaben in Prozent des Umsatzes 2017 – 2019.....	146
C 4 - 1 Durch den Staat finanzierte FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor als Anteil am nationalen Bruttoinlandsprodukt von ausgewählten Ländern 2018 in Prozent	147

0 Zusammenfassung

Entwicklung in Deutschland

Das Jahr 2019 war das letzte Jahr vor der Corona-Pandemie. Für FuE in Deutschland stellte es sich als erfolgreiches Jahr dar. Es konnte bezüglich der Wachstumsraten von internen FuE-Aufwendungen und FuE-Personal an die Vorjahre anknüpfen. Dabei sind vor allem folgende Punkte hervorzuheben:

1. Die internen FuE-Aufwendungen der Hochschulen lagen 2019 um 4,8 Prozent höher als 2018. Damit setzten die Hochschulen den stabilen Wachstumspfad der Vorjahre fort.
2. Die Steigerungsrate der internen FuE-Aufwendungen des Staatssektors lag mit 6 Prozent gegenüber 2018 etwas höher als bei den Hochschulen. Auch hier setzte sich der Trend der Vorjahre fort.
3. Die Steigerung der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor von 5,2 Prozent lag im Durchschnitt der letzten Jahre. Der langfristige Anstieg, der nur durch die weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise kurz unterbrochen wurde, konnte auch hier fortgeführt werden.
4. Unter den Branchen ist vor allem IKT mit einem weit überdurchschnittlichen Wachstum von 19 Prozent aufgefallen.
5. Die externen FuE-Aufwendungen sind um 9,7 Prozent gestiegen.
6. Das FuE-Personal stieg erstmals auf über 475.000 FTE. Ein Plus von 5,5 Prozent gegenüber 2018 ist als überdurchschnittlich einzustufen. Damit wurde beim FuE-Personal bereits im siebenten Jahr hintereinander ein neuer Höchstwert erreicht.

Bezüglich der FuE-Strukturen im Wirtschaftssektor ist wenig Bewegung zu sehen. Letztlich verfestigen sich die aus den Vorjahren bereits bekannten Strukturen:

1. Auf die forschungsstärkste Branche (KfZ-Bau allein) entfallen 37,3 Prozent der internen FuE-Aufwendungen, die fünf stärksten Branchen vereinigen 75 Prozent und die sieben stärksten Branchen 90 Prozent der internen FuE-Aufwendungen auf sich.
2. FuE wird von Großunternehmen getragen. Über 90 Prozent der internen FuE-Aufwendungen entfallen auf Unternehmen mit 250 und mehr Mitarbeitern.
3. Unternehmerische FuE finanziert sich weitestgehend selber. Gut 88 Prozent der Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen erfolgen durch den inländischen Wirtschaftssektor. Der staatliche Finanzierungsanteil lag bei 3,2 Prozent.
4. Wichtigster Empfänger externer FuE-Aufwendungen ist der inländische Wirtschaftssektor und hier vor allem Unternehmen, die nicht zur eigenen Unternehmensgruppe gehören. Bei ausländischen Empfängern verbleiben externe FuE-Aufwendungen zum weitaus größten Teil im Wirtschaftssektor.

5. Der Frauenanteil beim FuE-Personal ist mit 18,5 Prozent einer der niedrigsten in der EU und der OECD. Dabei ist die Quote seit vielen Jahren quasi konstant.
6. Bei der regionalen Verteilung von FuE bewegt sich die Schere zwischen den Bundesländern kontinuierlich auseinander. Baden-Württemberg kann seine Spitzenposition weiter ausbauen. Die Schlusslichter verlieren immer mehr den Anschluss.

Bei allen Entwicklungen muss aber auf die große Heterogenität vor allem zwischen den Branchen hingewiesen werden. Die jeweiligen Spannweiten sind enorm.

Internationaler Vergleich

Mit 3,2 Prozent zählt Deutschland im Jahr 2019 im internationalen Vergleich zu den Ländern mit der höchsten FuE-Intensität. Es liegt somit zwar weiterhin hinter Israel (4,9 Prozent), Südkorea (4,6 Prozent) und Schweden (3,4 Prozent), aber vor den USA (3,1 Prozent). Damit rangiert Deutschland etwa auf dem gleichen Level wie Japan, Belgien, die Schweiz und Österreich und deutlich über dem OECD- Durchschnitt (2,5 Prozent).

In den meisten betrachteten Ländern ist die FuE-Intensität mittelfristig gestiegen, im Durchschnitt der OECD-Länder von gut 2,2 Prozent im Jahr 2010 auf 2,5 Prozent im Jahr 2019. In Deutschland hat die FuE-Intensität weit überdurchschnittlich von 2,6 Prozent (2008) auf 3,2 Prozent (2019) zugenommen.

Mit Ausnahme von China, dessen FuE-Intensität auf über 2,2 Prozent gestiegen ist, deutet für die anderen BRICS-Länder nichts auf eine zunehmende FuE-Intensität hin. Auch in den meisten ost- und südeuropäischen EU-Ländern stagniert die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität auf niedrigem Niveau.

In den Jahren 2016 bis 2019 sind die FuE-Aufwendungen im OECD-Durchschnitt real weiter und stärker als im Zeitraum 2012-2016 gestiegen, sowohl in der Wirtschaft als auch - in der Regel auf niedrigerem Niveau – im öffentlichen Bereich der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. An der Spitze der Wachstumshierarchie von FuE unter den forschungsstarken Ländern standen China und Südkorea, gefolgt von den USA und Deutschland. Das Wachstum gegenüber dem Vorjahr war 2019 in China und den USA am größten, mit deutlichem Abstand zu den großen europäischen Ländern Deutschland, Großbritannien und Frankreich.

Erste Auswertungen der OECD und der EU zu den globalen FuE-Investitionen besonders forschungsstarker Unternehmen deuten darauf hin, dass sie auch 2020 weiter gestiegen sind.¹ Somit könnte die Coronakrise die erste Krise sein, in der die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft nicht gesunken sind. Wachstum von FuE gab es vor allem in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnik sowie Gesundheit, während ein Rückgang im Bereich der Transportindustrien zu beobachten war. Da die FuE-Investitionen in den untersuchten Unternehmen zumeist stärker gewachsen sind als die Umsätze, ist auch die FuE-Intensität gestiegen. Während die FuE-Investitionen

¹ Siehe OECD (2021), Grassano und Hernandez Guevara (2021).

in den ausgewählten Unternehmen der EU insgesamt schrumpften, sind sie in denen der USA und Chinas gewachsen. In den deutschen Unternehmen sind sie kaum zurückgegangen.

Die Finanzierung von FuE ist in Deutschland weitaus stärker von der Wirtschaft abhängig als in den meisten anderen europäischen Ländern. Dieser hohe Finanzierungsanteil der Wirtschaft in Deutschland wird nur in Japan, Korea und China übertrroffen.

Seit Ende der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise sind die jährlichen staatlichen Haushaltsbudgets für FuE in Deutschland stärker ausgeweitet worden als im OECD-Durchschnitt.

Der Anteil der vom Staat finanzierten FuE in der Wirtschaft ist in Deutschland jedoch mit gut 3 Prozent geringer als im OECD-Durchschnitt mit knapp 5 Prozent bzw. in der EU 27 mit 5,2 Prozent.

Die erst 2020 in Deutschland eingeführte steuerliche FuE-Förderung ist in den internationalen Daten noch nicht sichtbar. Im Jahr 2018 lag der Anteil der direkten und indirekten FuE-Förderung am Bruttoinlandsprodukt in Deutschland (noch ohne die steuerliche Förderung) mit 0,07 Prozent weniger als halb so hoch wie im OECD-Durchschnitt mit 0,18 Prozent.

Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen werden in Deutschland zu einem höheren Anteil von der Wirtschaft finanziert als im Durchschnitt der OECD- und der EU-Länder. Dies deutet auf eine höhere Intensität der Zusammenarbeit zwischen diesen Forschungseinrichtungen und den Unternehmen hin.

Mit 16,8 FuE-Beschäftigten je 1.000 Erwerbspersonen erreicht Deutschland im Jahr 2019 eine über dem Schnitt der EU-27 liegende FuE-Personalintensität. Höhere Werte haben Südkorea und in Europa kleinere Länder wie Finnland und Österreich. Der Anteil des wissenschaftlichen Personals am gesamten FuE-Personal ist in Deutschland auf lange Frist von 50 Prozent im Jahr 1995 auf 61 Prozent im Jahr 2019 gestiegen, liegt damit aber immer noch unter dem EU-Durchschnitt von 63 Prozent.

Die Beteiligung von Frauen an wissenschaftlicher Forschung ist in Deutschland seit 2010 um drei Prozentpunkte gestiegen, aber mit 28 Prozent nach wie vor sehr niedrig. Deutlich geringere Anteile haben nur Japan und Südkorea. In der deutschen Wirtschaft stieg der Frauenanteil unter den Wissenschaftlern seit 2010 nur um zwei Prozentpunkte und ist mit 15 Prozent immer noch besonders gering.

Deutschland ist nach Japan aber auch das Land mit der weltweit stärksten Konzentration der FuE-Kapazitäten in Großunternehmen. In den letzten Jahren ist der Anteil aller kontinuierlich FuE betreibenden Unternehmen in Deutschland etwas zurückgegangen, während andere europäische Länder z.T. deutliche Zuwächse zu verzeichnen hatten.

Das Spezialisierungsmuster der deutschen Wirtschaft ist im internationalen Vergleich nach wie vor geprägt von einer Spitzenposition bei Industrien der Hochwertigen Technik und einer relativ schwachen Präsenz bei Spitzentechnologien und bei Dienstleistungen.

Mit China ist den etablierten forschungsstarken Industrieländern ein neuer Wettbewerber erwachsen, der heute nach den USA die weltweit zweithöchsten FuE-Ausgaben hat. Die FuE-Aufwendungen der chinesischen Wirtschaft konzentrieren sich zwar zu einem geringeren Anteil auf den FuE-intensiven Branchenkomplex als bei den asiatischen Konkurrenten Südkorea und Japan, der Anteil liegt aber ähnlich hoch wie in den USA und höher als in Großbritannien und Frankreich. Im internationalen Vergleich relativ großes Gewicht haben die FuE-Aufwendungen der Unternehmen in China im Maschinenbau, der Elektroindustrie und der Chemie, wo sie mittlerweile gemessen in Kaufkraftparitäten jeweils mehr als Unternehmen in den USA investieren. Sie werden damit auch für deutsche Unternehmen, die ebenfalls u.a. auf diese Industrien spezialisiert sind, zunehmend zu wichtigen Wettbewerbern.

Multinationale Unternehmen

In Deutschland haben Tochterunternehmen ausländischer Unternehmen 2019 interne FuE-Aufwendungen in Höhe von 15 Mrd. Euro aufgebracht. Im Vergleich zum Jahr 2017 blieb ihr Anteil mit etwa einem Fünftel gleich. Ausländische Unternehmen konzentrieren ihre FuE in Deutschland im Kraftfahrzeugbau, in der Computer- und Elektrotechnik sowie im Maschinenbau, wo sie nach starkem Zuwachs in den letzten Jahren inzwischen mehr als in der Pharmaindustrie und dem Sonstigen Fahrzeugbau verausgaben. Auf europäische Unternehmen entfällt mit 63% der größte, zuletzt leicht gestiegene Anteil der FuE-Ausgaben ausländischer Unternehmen in Deutschland. Dagegen sank der Anteil der US-amerikanischen Unternehmen (25 Prozent) während Unternehmen der restlichen Welt (12 Prozent) ihren Anteil ausbauten.

Im Jahr 2019 haben die 100 forschungsstärksten deutschen Unternehmen weltweit 80 Mrd. Euro für Forschung und Entwicklung ausgegeben und damit 6,7 Mrd. Euro mehr als 2017. Der Auslandsanteil ihrer FuE kann grob geschätzt werden und dürfte ähnlich wie in den letzten Jahren bei gut 30 Prozent liegen.

1 Einleitung

1.1 Untersuchungsansatz

Die FOM Hochschule für Oekonomie und Management tritt mit dieser Studie die Nachfolge des Centers für Wirtschaftspolitische Studien (CWS) der Universität Hannover an. Dabei bleibt es bei der bewährten Zusammenarbeit mit dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und der Stifterverband Wissenschaftsstatistik. Alle an dieser Studie beteiligten Wissenschaftler waren auch in der Vergangenheit schon involviert, so dass auch personelle Konstanz gegeben ist.

Ziel ist es, die Anschlussfähigkeit an die Studie 2020 und ihre Vorgängerinnen herzustellen. Trotzdem gibt es Veränderungen zu den Vorgängerstudien:

1. Es gibt jetzt eine strengere Trennung zwischen den Sektoren sowie zwischen der nationalen und der internationalen Sichtweise. Das heißt, die Studie beginnt zunächst mit dem internationalen FuE-Geschehen in Staat und Wirtschaft (Kapitel 2). Dann folgt das FuE-Geschehen in Deutschland (Kap. 3), wobei zunächst die Hochschulen und der Staatssektor im Fokus stehen (Kap. 3.1) und dann – als Schwerpunkt der Studie – der Wirtschaftssektor (Kap. 3.2). In Kap. 3.3 beschäftigen wir uns mit der aus der Vergangenheit bekannten Analyse der Globalisierung der Forschung des deutschen Wirtschaftssektors. Kapitel 4 beschreibt kurz die Einflüsse der Corona-Krise auf die unternehmerische Forschung und Entwicklung.
2. Es wurden neue Themen aufgenommen, wie z.B. die Analyse der unternehmerischen FuE nach Technologien.

Ansprechpartner der Studie ist zunächst die Fachcommunity in Forschung, Politik und Wirtschaft, die sich schon lange und intensiv mit dem Thema beschäftigt. Dabei geht es vor allem darum, die aktuellen empirischen Erkenntnisse, die sich vor allem aus der FuE-Erhebung ergeben, zu vermitteln. Wir hoffen aber, dass auch Menschen, die neu im Thema sind oder sich für das Thema nur begleitend interessieren, diese Studie mit Gewinn lesen. Daher haben wir uns an einigen Stellen (vor allem hier im einleitenden Kapitel) erlaubt, noch einmal grundlegende Aspekte etwa der Datenquelle oder bezüglich der Gegenüberstellung von Forschung und Entwicklung auf der einen Seite und Innovation auf der anderen Seite zu thematisieren.

1.2 Datenquelle: FuE-Erhebung

Der weitaus größte Teil der in dieser Studie verwendeten Daten stammt aus der „Erhebung zu Forschung und Entwicklung“. Die FuE-Erhebung ist eine internationale Erhebung unter dem Dach von OECD und EU, die aber national durchgeführt wird. Der gemeinsame Leitfaden ist das sogenannte „Frascati-Handbuch“, das aktuell in seiner siebten Auflage vorliegt.² Hier finden sich vor allem Definitionen und

² OECD (2015)

Strukturen, die international Anwendung finden und letztlich dafür sorgen, dass die Ergebnisse international vergleichbar sind.

Das Frascati-Handbuch versteht unter Forschung und Entwicklung:³

„Research and experimental development (R&D) comprise creative and systematic work undertaken in order to increase the stock of knowledge – including knowledge of humankind, culture and society – and to devise new applications of available knowledge.“

Zusammengefasst könnte man sagen, dass FuE die Schaffung neuen Wissens ist, wobei das Frascati-Handbuch fünf Kriterien nennt, mit deren Hilfe man FuE von ähnlichen Konzepten abgrenzen kann.⁴

1. Neuartig: Es muss sich um „neues“ Wissen handeln, wobei die Anforderungen an die Neuheit im Hochschulsektor strenger sind als bei den Unternehmen. Bei Hochschulen und Forschungsinstituten wird erwartet, dass sie tatsächlich völlig neue Erkenntnisse hervorbringen, während sich Neuheit bei den Unternehmen am aktuellen Kenntnisstand der jeweiligen Branche orientiert.
2. Schöpferisch: Eine schöpferische Arbeit ist laut Frascati-Handbuch dadurch gekennzeichnet, dass sie auch neue Konzepte oder Ideen hervorbringt. Das hat zur Konsequenz, dass reine Routineveränderungen an bestehenden Produkten oder Verfahren nicht als FuE gezählt werden.
3. Ungewiss: Ungewissheit bezieht sich vor allem auf zwei Aspekte. Zum einen besteht eine gewisse Ungewissheit bezüglich des Ressourcenaufwands (einschl. Zeit), der bis zur Erreichung des Ziels notwendig ist. Darüber hinaus ist aber die Zielerreichung selber ungewiss. Das heißt, FuE liegt auch dann vor, wenn das Projekt bezüglich des definierten Ziels scheitern sollte.
4. Systematisch: Trotz der Ungewissheit erfolgt Forschung systematisch. Das heißt, es liegt ein Projektplan vor, der auch die Aspekte der Ressourcenbereitstellung beinhaltet. Der Projektablauf selber wird dokumentiert.
5. Übertragbar und/oder reproduzierbar: Die Dokumentation des Forschungsprozesses und der Ergebnisse dienen dazu, sie anderen Forschern zugänglich zu machen, was schließlich eine Reproduzierbarkeit der Ergebnisse ermöglicht. Das Frascati-Handbuch fordert ausdrücklich zu einer Weitergabe auf, weil nur so der Wissensstock der Gesellschaft erhöht werden kann. Nur in Ausnahmefällen können Ergebnisse geheim bleiben, sollten aber auch dann dokumentiert werden um einen Verlust z.B. bei Todesfällen zu vermeiden.

Da die FuE-Erhebung zunächst national durchgeführt wird, verortet das Frascati-Handbuch die inländische FuE in vier Sektoren: Unternehmen, Hochschulen, staatliche Forschungsinstitute und private Organisationen ohne Erwerbszweck. Nichtsdestoweniger gibt es natürlich auch internationale

³ OECD (2015), Ziffer 2.5

⁴ OECD (2015), Kap. 2.4

Interaktionen, z.B. bei der Finanzierung von FuE. Daher gibt es mit dem Ausland⁵ bei bestimmten Fragestellungen noch einen fünften Sektor.

Als Kernindikatoren erfasst die FuE-Erhebung die internen FuE-Aufwendungen und das FuE-Personal. Unter interner FuE werden alle die Forschungsaktivitäten verstanden, die innerhalb der statistischen Einheit egal welchen Sektors durchgeführt werden.⁶ Die Aufwendungen werden unterteilt in laufende Aufwendungen (für Personal und andere) sowie die Bruttoanlageinvestitionen für FuE. Neben der internen FuE existiert natürlich auch eine externe FuE, also Forschungsaufträge innerhalb des eigenen Sektors oder an andere Sektoren. Im Sinne eines internationalen Zahlenwerkes müssen aber alle externen FuE-Aufwendungen irgendwo auf der Welt als interne Aufwendungen anfallen, so dass (zumindest international gesehen) ein Ausweis externer und interner FuE-Aufwendungen zwangsläufig zu Doppelzählungen führen würde. Zu den internen FuE-Aufwendungen werden Strukturdaten erhoben wie die Finanzierung oder die Art der Forschung.

Zum FuE-Personal gehören alle Personen, die innerhalb einer statistischen Einheit direkt mit FuE-Aufgaben betraut sind. Dies sind neben den (in der Regel studierten) Wissenschaftlern auch Techniker und das sonstige Personal wie z.B. Verwaltungsangestellte, die direkt der Forschung zuarbeiten. Gemessen wird das Personal in Personen und Vollzeitäquivalenten. Zudem gibt es bereits seit vielen Jahren auch Angaben zum Geschlecht.

Neben der strukturellen erfolgt auch eine regionale Erfassung der Kernindikatoren auf NUTS 2 Ebene, also in Deutschland auf der Ebene von Regierungsbezirken oder in vergleichbaren Abgrenzungen.

Die beschriebenen Kernindikatoren bringen einige Vorteile mit sich:

1. Sie sind auf alle Sektoren anwendbar.
2. Sie ermöglichen eine relativ einfache, eindeutige und überschneidungsfreie Erfassung.
3. Sie sind rein rechnerisch beliebig aggregierbar.
4. Sie erfassen auch „erfolglose“ Forschung.

Allerdings sollte die Logik der FuE-Erhebung und damit die Wahl der Kernindikatorik kritisch hinterfragt werden:

1. Die FuE-Erhebung ist rein inputorientiert. Der Erfolg von Forschung spielt keine Rolle. Allerdings kann erst über den Output ein Zusammenhang mit anderen ökonomischen oder soziologischen Variablen hergestellt werden.
2. Die FuE-Erhebung ist quantitativ. Das heißt, die Kernindikatoren sind so zu interpretieren, dass „mehr Aufwendungen“ gleichzusetzen ist mit „mehr FuE“. Gerade im internationalen Vergleich

⁵ Das Ausland wird in Anlehnung an die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung „Rest of the World“ genannt.

⁶ OECD (2015), Kap. 4.2

spielen aber Lohn- und Preisunterschiede eine wichtige Rolle, die zwar in die internen FuE-Aufwendungen einfließen, aber eben nicht als Preisunterschied interpretiert werden, sondern als ein höheres Niveau der FuE-Aktivitäten. Ähnlich sind auch inflationäre Entwicklungen zu sehen. Darüber hinaus gibt es kapitalintensive (z.B. Pharmaforschung) und weniger kapitalintensive (z.B. in der empirischen Sozialforschung) Forschung, wobei Erstere naturgemäß höhere FuE-Aufwendungen ausweisen. Diese sind dann aber eben kein Indikator für „mehr Forschung“.

3. Eine Aggregation der Kernindikatoren ist zwar rechnerisch möglich (und letztlich auch methodisch richtig), aber nicht immer inhaltlich sinnvoll. In die 110 Mrd. Euro interne FuE-Aufwendungen Deutschlands im Jahr 2019 sind die FuE-Aufwendungen des Bayer-Konzerns genauso eingeflossen wie die des „Lehrstuhls für Exegese des Neuen Testaments und biblische Didaktik“ der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. Wie ist diese Summe aber zu interpretieren?

Als letztes soll an dieser Stelle kurz auf die Besonderheiten Deutschlands bei der Durchführung der FuE-Erhebung hingewiesen werden. Während in den meisten EU- und OECD-Ländern die Erhebung durch die nationalen statistischen Ämter erfolgt, ist das in Deutschland nur für den Hochschul- und den Staatssektor der Fall. Der Unternehmenssektor wird durch die Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) erfasst. Eine eigene Erhebung der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck erfolgt überhaupt nicht. Vielmehr werden die entsprechenden Einheiten unter die anderen Sektoren subsummiert.

1.3 Forschung und Entwicklung vs. Innovation

Als zweite wichtige Erhebung im Zusammenhang mit dem Begriff wissenschaftlich-technischer „Fortschritt“ ist die Innovationserhebung zu nennen. Forschung, Entwicklung und Innovation sind inhaltlich, aber auch in Bezug auf die statistische Erfassung, eng miteinander verwandt. Rein äußerlich kommt das dadurch zum Ausdruck, dass beide Erhebungen nicht nur durch die gleiche EU-Verordnung geregelt werden, sondern auch dadurch, dass die internationalen Arbeitsgruppen der OECD (NESTI)⁷ und der EU (STI Workinggroup) für beide Erhebungen zuständig sind. In vielen Mitgliedsländern der OECD und der EU werden die Erhebungen sogar von den gleichen Personen durchgeführt. Darin unterscheidet sich Deutschland von den meisten Ländern. Auch wenn sich sowohl für die FuE-Erhebung als auch für die Innovationserhebung das BMBF verantwortlich zeigt, erfolgt die Durchführung institutionell getrennt durch das Statistische Bundesamt und den Stifterverband (FuE-Erhebung) und das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (Innovationserhebung).

⁷ National Experts on Science and Technology Indicators

Auch wenn es viele Gemeinsamkeiten gibt, so handelt es sich letztlich doch um zwei getrennte Erhebungen. Wie das Frascati-Handbuch für die FuE-Erhebung gibt es für die Innovationserhebung das Oslo-Handbuch.⁸ Das Oslo-Handbuch arbeitet auch sehr konkret das Verhältnis zwischen FuE und Innovation heraus. Es legt sehr viel Wert darauf, dass nicht eine Innovation gemessen wird, sondern die Aktivität, die zur Innovation führt.⁹ Eine dieser möglichen Aktivitäten ist die Durchführung von FuE.¹⁰ FuE ist also ein Teil der möglichen Innovationsaktivitäten. Weitere Innovationsaktivitäten können Design, Marketing, Mitarbeitererschulung usw. sein. Man kann Innovation also als den Überbegriff von FuE begreifen.

Das heißt aber auch, dass es Innovationen ohne FuE gibt. Auf der anderen Seite – und hier wird das Oslo-Handbuch etwas ungenau – führt aber nicht jede Forschung zu Innovation. Die Messkonzepte des Frascati-Handbuchs erlauben – wie bereits erwähnt – auch die Messung erfolgloser Forschung und – ein Aspekt, der in beiden Handbüchern etwas kurz kommt – natürlich auch die Nicht-Nutzung der Ergebnisse erfolgreicher Forschung. Zusammengefasst heißt das, dass FuE eine Innovationstätigkeit sein kann,¹¹ es aber auch Innovation ohne FuE und FuE ohne Innovation geben kann.

⁸ OECD (2018)

⁹ OECD (2018), Ziffer 3.5

¹⁰ OECD (2018), Ziffer 4.8

¹¹ So drückt es auch das Oslo-Handbuch aus.

2 Forschung und Entwicklung in Deutschland im internationalen Vergleich

2.1 Problemstellung und Datengrundlage des internationalen Vergleichs

2.1.1 Problemstellung

Ein wichtiger Maßstab für die Beurteilung des FuE-Einsatzes in Deutschland ist der Vergleich mit internationalen Entwicklungen. Abschnitt 2 beinhaltet den internationalen Vergleich von Indikatoren zu Forschung und Entwicklung (FuE) in Wirtschaft und Staat in einem kombinierten Zeitreihen- und Querschnittsvergleich. Die Untersuchung konzentriert sich auf 23 von der EFI ausgewählte Länder, darunter wichtige große Wettbewerbsländer wie die USA, Japan und China sowie die europäischen Volkswirtschaften Frankreich und Großbritannien, aber auch forschungsstarke kleinere Länder und Schwellenländer wie Brasilien, Indien und Südafrika.

2.1.2 Daten

Die durch die OECD international harmonisierten Datenkompilationen bilden die zentrale Quelle für die langfristige und sektorale differenzierte Analyse des internationalen FuE-Geschehens.

Der Bericht beruht auf nationalen und internationalen Daten bis zum Jahr 2019/20. Aktuelle FuE-Daten der OECD für den internationalen Vergleich sind

- die „Main Science and Technology Indicators“ in der Fassung vom September 2021 (MSTI 9/2021)
- die „Research and Development Statistics“ (Frühjahr 2021)
- die Daten zur sektoralen Verteilung der FuE-Aufwendungen ANBERD (Analytical Business Enterprise R&D) als Teil der STAN-Daten (März 2021)
- die Daten zur direkten und steuerlichen Förderung von FuE im Wirtschaftssektor „R&D Tax Incentive Indicators“ (März 2021)

Partielle Ergänzungen erfolgen durch Daten aus der Eurostat-Datenbank (National Accounts, Science and Technology), des UNESCO Institute for Statistics (UIS) und aus nationalen Statistiken.

Weitere Quellen zur Abschätzung der FuE-Entwicklung auf internationaler Ebene sind das EU Industrial R&D Investment Scoreboard, das die globalen FuE-Aufwendungen der weltweit forschungsstärksten Unternehmen aus ihren Geschäftsberichten erfasst (zuletzt für 2019).

Die Analyse der sektoralen Struktur des FuE-Einsatzes (Abschnitt 2.6) erfolgt auf Grundlage der Systematik der Wirtschaftszweige 2008 (WZ 2008 bzw. ISIC 4) und der Liste forschungsintensiver Industrien und Güter („NIW/ISI/ZEW-Listen 2012“).¹²

¹² Vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler und Rammer (2013).

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 als Untergruppe der „übrigen, aber in Deutschland forschungsintensiven Wirtschaftszweige“ erfasst.

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, aber in Deutschland forschungsintensive Wirtschaftszweige

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

Private Dienstleistungen in den Abschnitten G bis N (WZ 45 bis 82) und

Restliche, bisher nicht aufgeführte Wirtschaftszweige.

2.2 Gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen

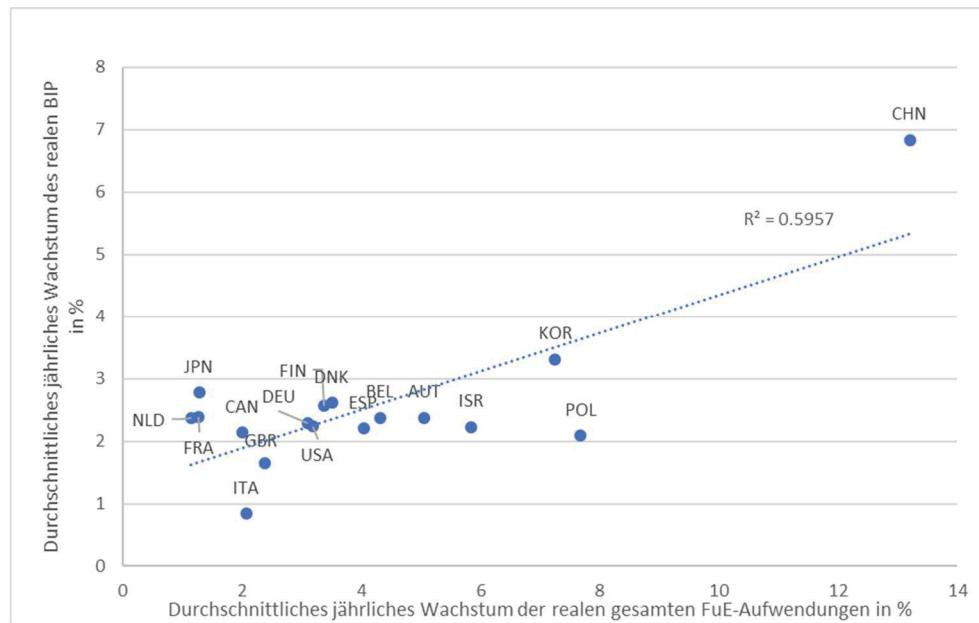
2.2.1 FuE und Wirtschaftswachstum

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.¹³ Dabei zeigen sich auf allen Ebenen positive Wachstumseffekte von FuE. Eine einfache lineare Regression zwischen dem durchschnittlichen Wachstum der realen FuE-Aufwendungen und des BIP für ausgewählte Länder veranschaulicht dies. Neuere Untersuchungen rücken aber auch das Phänomen sinkender Forschungsproduktivität in besonders forschungsstarken

¹³ Vgl. u.a. Pop-Silaghi, Alexa, Jude und Litan (2014), Ugur, Trushin, Solomon und Guidi (2016), Belitz, Junker, Schiersch und Podstawska (2015), Peters, Licht, Crass und Kladroba (2009), Hall, Mairesse und Mohnen (2010).

Ländern in den Fokus.¹⁴ So wurde in den letzten Jahrzehnten in den USA, Deutschland und China bei stetig steigenden FuE-Aufwendungen ein Rückgang des Wirtschaftswachstums beobachtet.

Abb. 2.1: Zum Zusammenhang zwischen FuE und Wirtschaftswachstum in ausgewählten forschungsstarken Ländern 1996 bis 2019



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2021/3). Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

2.2.2 Gesamtwirtschaftliche FuE-Aufwendungen und -Intensitäten

Die Aufwendungen für die Durchführung von FuE in der Wirtschaft, in Hochschulen und anderen Einrichtungen außerhalb der Wirtschaft¹⁵ bilden zusammen die Bruttoinlandsaufwendungen für FuE. In Relation zum Bruttoinlandsprodukt sind sie ein Maß für die FuE-Intensität der Volkswirtschaft bzw. ihrer Bereiche Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen.¹⁶

Die FuE-Aufwendungen und -Intensitäten eines Landes ändern sich kurzfristig nur wenig. Größere Veränderungen waren zuletzt mit der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/09 festzustellen. Wie sich die Wirtschaftskrise im Zusammenhang mit der Corona-Pandemie auf die FuE-Aufwendungen in Wirtschaft und Staat in den betrachteten Ländern auswirkt, lässt sich noch nicht abschätzen (siehe auch Abschnitt 2.3.2.)

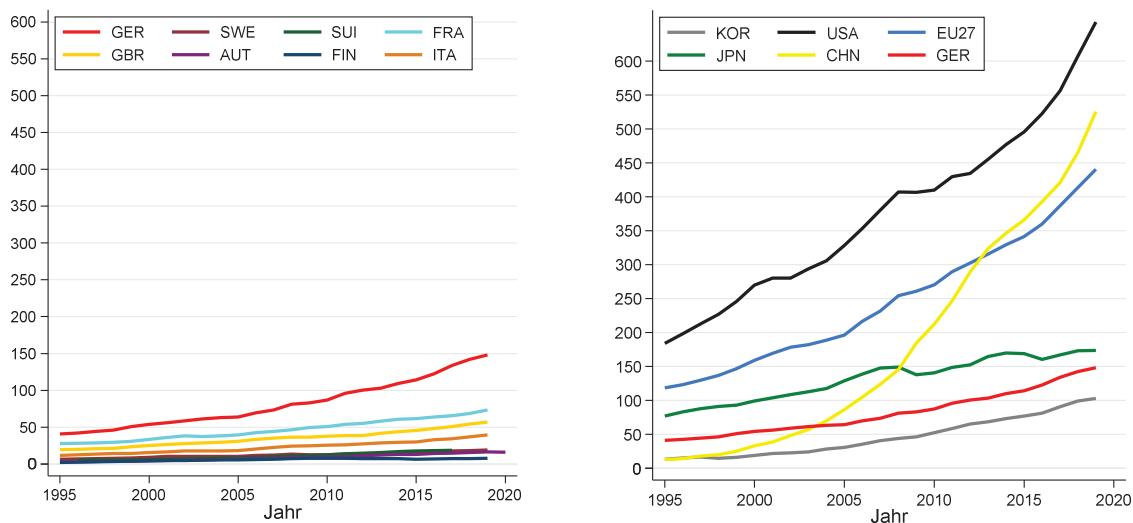
¹⁴ Vgl. Bloom, Jones, Van Reenen und Webb (2020), Boeing und Hünermund (2020).

¹⁵ Öffentliche und öffentlich geförderte Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung, im Folgenden unter dem Begriff „außeruniversitäre FuE-Einrichtungen“ subsummiert.

¹⁶ Im Bereich Staat werden die FuE-Aktivitäten außerhalb der Wirtschaft zusammengefasst.

Mit über 657 Mrd. KKP Dollar werden 2019 die meisten Mittel für die Durchführung von FuE in den USA eingesetzt. Der rasante Aufstieg Chinas hat das Land mit fast 526 Mrd. KKP Dollar zum zweitgrößten FuE-Investor weltweit gemacht. Europa folgt mit deutlichem Abstand (EU 27: 440 Mrd. KKP Dollar). In der EU ist Deutschland mit 148 Mrd. KKP Dollar für ein Drittel der gesamten FuE-Aufwendungen verantwortlich.

Abb. 2.2: Gesamte FuE-Ausgaben in ausgewählten OECD-Ländern und China 1995 bis 2019 (in Mrd. KKP Dollar)



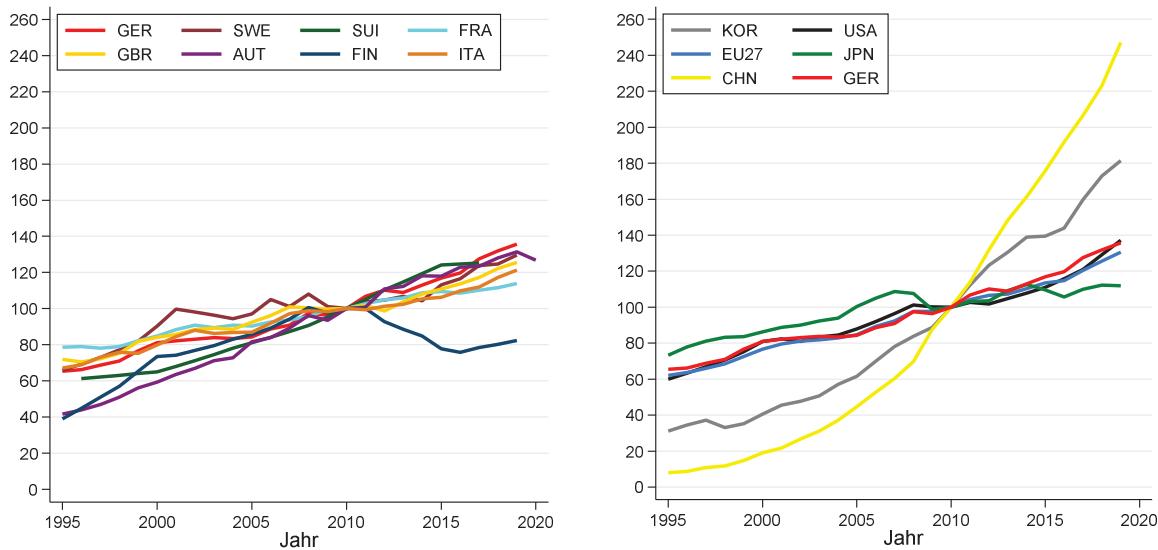
Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). - Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Im Verlauf der Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/09 waren die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft in den meisten westlichen Industrieländern im Jahr 2009 gesunken.¹⁷ In vielen Ländern ist es in den folgenden Jahren bis 2012 jedoch relativ schnell gelungen, die FuE-Aufwendungen wieder auf das Vorkrisenniveau zu steigern (Abb. 2.3 und Tab. 2.1). Südkorea und China hatten ihre FuE-Anstrengungen trotz der weltweiten Wirtschaftskrise unvermindert mit hohen Wachstumsraten ausgeweitet.

Von 2012 bis 2016 waren unter den forschungsstarken Ländern vor allem China und Südkorea Motor des Ausbaus der weltweiten FuE-Aktivitäten, gefolgt von Großbritannien und den USA (Tab. 2.1). China erreichte durchschnittliche jährliche Zuwächse von 9,8 Prozent und Südkorea von 3,9 Prozent, gefolgt von Großbritannien mit 3,6 Prozent und den USA mit 3,3 Prozent. Dagegen fiel die EU-27 mit 1,8 Prozent hinter den OECD-Durchschnitt von 2,5 Prozent zurück. Deutschland lag mit dem durchschnittlichen Wachstum von 2,1 Prozent nur wenig über dem der EU. Vergleichsweise geringe Zuwächse hatte Frankreich (0,9 Prozent) und Japan (0,5 Prozent).

¹⁷ Vgl. Schasse, Belitz, Kladroba und Stenke (2016).

Abb. 2.3: Entwicklung der Bruttoinlandsausgaben für FuE in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2019 (Index 2010=100)



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Im Zeitraum 2016 bis 2019 stehen China und Südkorea mit ihren durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten von 8 Prozent und mehr weiterhin an der Spitze der Wachstumshierarchie. Die USA rücken mit 5,8 Prozent vor auf die dritte Position und steigern ihre Wachstumsraten gegenüber dem Vorzeitraum. Dies gelingt auch Deutschland mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von nunmehr 4,3 Prozent, die damit höher ist als die entsprechenden Raten von Frankreich, Großbritannien und Japan, aber immer noch geringer als der Durchschnitt der OECD und der EU 27. Die EU 27 (4,4 Prozent) hat ihren Rückstand zu den OECD-Ländern (4,7 Prozent) verringern können. Dies speist sich aus einem etwas höheren Wachstum der FuE-Ausgaben im öffentlichen Sektor wohingegen die Ausgaben in der Wirtschaft der EU 27 langsamer wachsen als in der OECD.

Nach 2016 hat sich das Wachstum der FuE-Aufwendungen in allen forschungsstarken Ländern und auch in der EU 27 sowie der OECD beschleunigt, lediglich in China ist es leicht zurückgegangen, allerdings auf immer noch vergleichsweise hohem Niveau.

Deutschland hatte im Zeitraum 2016 bis 2019 das höchste durchschnittliche jährliche Wachstum von FuE seit 2000, getrieben vor allem vom Wachstum in der Wirtschaft.

Ein interessanter Vergleich ergibt sich zwischen Großbritannien und Südkorea. Beide Länder hatten 2008 noch etwa gleiche FuE-Aufwendungen. Eine Dekade danach sind sie in Südkorea fast doppelt so hoch (OECD, 2021).

Tab. 2.1: Jahresdurchschnittliche Veränderung der realen FuE-Ausgaben nach Regionen und Sektoren 2000 bis 2019 (in Prozent)

Region Sektor	OECD	USA	JPN	KOR	CHN	EU27	GER	GBR	FRA
Wirtschaft									
2000-2004	1,2	-1,0	3,6	9,9	21,4	1,7	0,6	0,4	1,9
2004-2008	5,3	5,8	4,5	9,5	19,7	4,2	3,8	2,9	1,1
2008-2012	0,8	-0,5	-1,5	11,1	18,4	2,3	2,7	0,1	3,1
2012-2016	3,4	4,4	1,2	3,9	10,3	2,8	2,2	5,1	1,1
2016-2019	5,3	6,4	2,1	9,2	8,3	5,0	4,7	3,1	2,0
2018-2019	4,6	7,1	-0,8	4,8	9,4	4,1	2,9	1,4	2,4
Öffentlicher Sektor ¹⁾									
2000-2004	3,8	6,5	-1,8	6,0	12,7	2,5	1,1	3,0	1,3
2004-2008	2,9	1,9	-0,2	11,6	10,8	4,1	4,3	3,6	1,5
2008-2012	2,2	1,7	1,1	7,1	14,0	2,1	4,1	-1,3	1,0
2012-2016	0,6	0,6	-1,9	4,2	8,3	0,1	2,0	0,9	0,5
2016-2019	3,0	4,1	1,3	3,7	10,5	3,3	3,4	3,8	0,9
2018-2019	3,0	4,2	0,9	4,8	15,7	3,8	2,7	5,8	1,1
Insgesamt									
2000-2004	2,0	1,1	2,1	8,9	18,2	2,0	0,7	1,3	1,7
2004-2008	4,5	4,6	3,4	10,0	17,0	4,2	3,9	3,2	1,3
2008-2012	1,2	0,1	-0,9	10,2	17,3	2,2	3,1	-0,4	2,3
2012-2016	2,5	3,3	0,5	3,9	9,8	1,8	2,1	3,6	0,9
2016-2019	4,7	5,8	1,9	8,0	8,8	4,4	4,3	3,4	1,6
2018-2019	4,1	6,3	-0,4	4,8	10,8	4,0	2,9	2,8	2,0

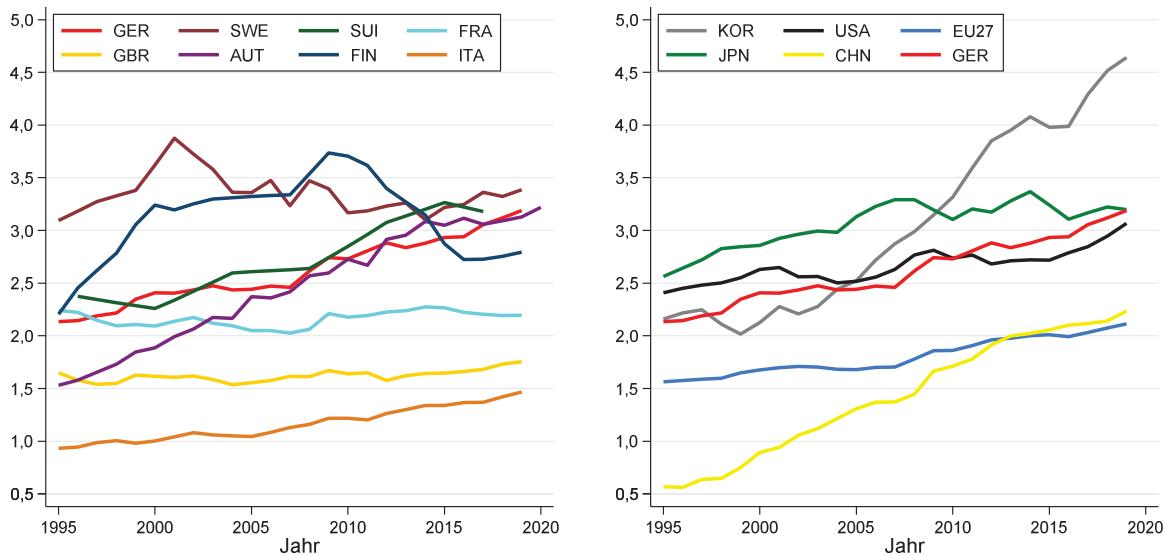
¹⁾ Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Mit einem Anteil der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE am BIP von 3,2 Prozent im Jahr 2019 konnte Deutschland seine FuE-Intensität gegenüber dem Vorjahr weiter steigern (Abb. 2.4 und Tab. A 2.1). Nur Israel, Südkorea, und Schweden erreichen im weltweiten Vergleich höhere Werte. Auf ähnlichem Niveau wie in Deutschland ist die FuE-Intensität in Japan, Belgien, der Schweiz und Österreich. Deutschland ist seit etwa 2011 auch FuE-intensiver als die USA. In Finnland ist die FuE-Intensität seit 2010, als das Land mit 3,7 Prozent noch zu den Spitzenreitern zählte, rückläufig und erreichte 2019 mit 2,8 Prozent ein Niveau wie etwa Dänemark. China hat 2015 die EU 27 bei der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensität überholt und liegt 2019 mit 2,2 Prozent auf dem gleichen Niveau wie Frankreich. Unter dem FuE-Intensitätsniveau der EU 27 (2,1 Prozent) liegen Italien (1,5 Prozent) sowie Polen und Spanien (jeweils 1,3 Prozent).

Mit Ausnahme von China deutet in den BRICS-Ländern, denen hohe Wachstumsaussichten zugeschrieben wurden, in den letzten Jahren nichts auf eine Intensivierung der FuE-Tätigkeit hin. Brasilien hat mit 1,2 Prozent noch die höchste gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität und kommt damit nah an die der südeuropäischen Länder heran. Es folgen Russland (1 Prozent), die Südafrikanische Republik (0,8 Prozent) und Indien (0,7 Prozent).

Abb. 2.4: FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 1995 bis 2019 (in Prozent)



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). - Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

2.2.3 FuE-Kapitalstöcke

Für die Beurteilung im internationalen Wettbewerb ist nicht nur die Betrachtung der aktuellen Aktivitäten in FuE als Maßstab für die Erweiterung des technischen Wissens relevant. Es zählt auch der Wissensbestand, der sich aus den aktuellen FuE-Anstrengungen und aus denen der vergangenen Jahre angesammelt hat.

Entsprechend wird FuE in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung nach den internationalen Regeln des System of National Accounts 2008 sowie des Europäische Systems der Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen 2010 (ESVG 2010) nicht mehr als laufender Aufwand behandelt, sondern als Investitions- und Vermögensgut. Dahinter steht der Gedanke, dass die Ergebnisse von FuE nicht sofort vollständig in die Produktion eingehen. Sie werden kapitalisiert und der Vermögensbestand an FuE – bzw. das FuE-Kapital – gibt seinen Wert über einen längeren Zeitraum an die Produktion ab, ähnlich wie das für Sachanlagevermögen (Ausrüstungen und Bauten) gilt. Die Abschreibungen auf den Vermögensbestand für FuE messen die Wertminderung durch Verschleiß und Alterung in einer Periode. Zur Berechnung der FuE-Investitionen und des FuE-Anlagevermögens werden die nach den Konzepten des Frascati-Handbuches erhobenen FuE-Aufwendungen übergeleitet zu den Kosten der FuE-Produktion im Sinne der VGR.¹⁸

¹⁸ Zur Berechnungsmethode des Statistischen Bundesamtes für Deutschland siehe Adler, et al. (2014), Oltmanns, Bolleyer und Schulz (2009).

Abschätzungen der FuE-Investitionen und des FuE-Kapitalstocks aus den nationalen VGR liegen inzwischen für einige europäische Länder bei Eurostat vor.

Hier wird für die Einschätzung der Bedeutung des FuE-Kapitaleinsatzes und seiner Veränderung in Deutschland im europäischen Vergleich der FuE-Kapitalkoeffizient verwendet. Er gibt an wieviel Kapitaleinsatz für die erzielte Produktionsmenge verfügbar war. Dies ist vergleichbar mit der FuE-Intensität als Anteil der Forschungsaufwendungen am Bruttoinlandsprodukt, die etwa die Bundesregierung als Zielgröße verwendet.

Der Kapitaleinsatz selbst wird durch das bestehende Nettoanlagevermögen gemessen.

$$FuE - \text{Kapitalkoeffizient}_{j,t} = \frac{\text{Nettoanlagevermögen}_{j,t}}{\text{Bruttowertschöpfung}_{j,t}}$$

mit j für das Land und t für das Jahr.

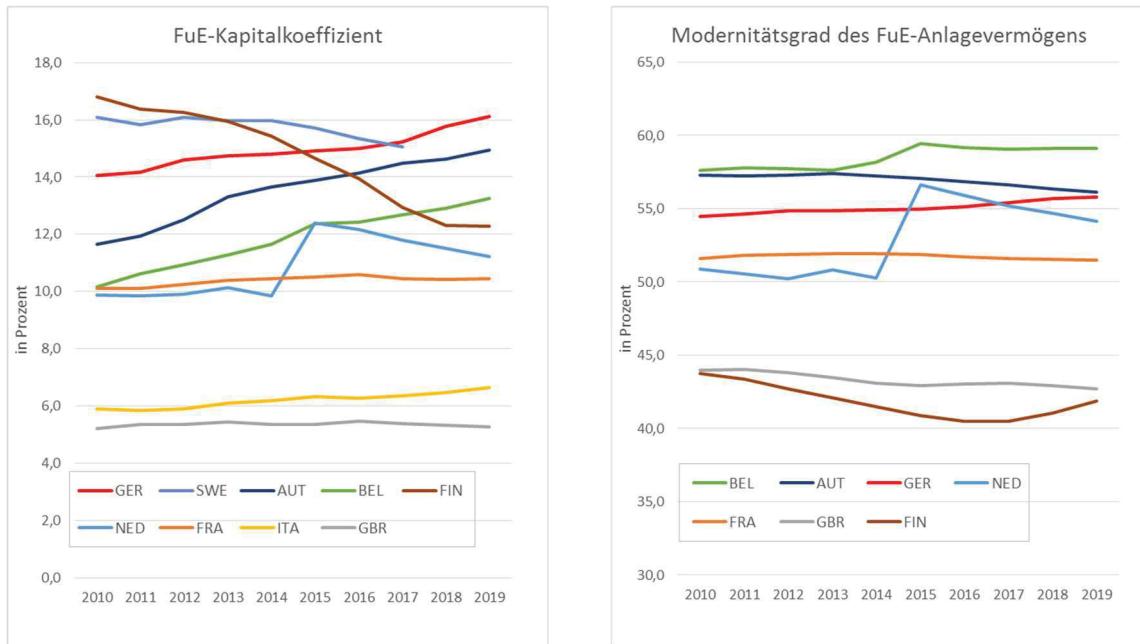
Im Vergleich der forschungsstarken europäischen Länder, für die entsprechende Daten vorliegen, hat Deutschland den höchsten FuE-Kapitalkoeffizienten, der zudem in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen ist (Abb. 2.5). Dagegen nahmen in Frankreich und Großbritannien die deutlich niedrigeren Koeffizienten nicht zu. In Finnland, Schweden und zuletzt auch in den Niederlanden ging der FuE-Kapitalkoeffizient sogar zurück. Ein Indiz für die Qualität des Kapitaleinsatzes ist sein Modernitätsgrad. Die von der amtlichen Statistik verwendete Form, den Modernitätsgrad des Kapitalstocks darzustellen, ist der Ausweis des Verhältnisses zwischen Netto- und Bruttoanlagevermögen. Er gibt Aufschluss über den Alterungsprozess des Anlagevermögens und zeigt auf, welcher Anteil des Vermögens noch nicht abgeschrieben ist.

$$FuE - \text{Modernitätsgrad}_{j,t} = \frac{FuE - \text{Nettoanlagevermögen}_{j,t}}{FuE - \text{Bruttoanlagevermögen}_{j,t}}$$

mit j für das Land und t für das Jahr.

Auch bei diesem Indikator liegt Deutschland im europäischen Vergleich im oberen Bereich bei weiterhin leicht steigendem Modernitätsgrad (Abb. 2.5). Es wird nur von Belgien und Österreich übertroffen, die allerdings etwas niedrigere FuE-Kapitalkoeffizienten ausweisen. Insgesamt liegt Deutschland somit auch bei der Bewertung des Einsatzes von FuE-Kapital und seiner Modernität in Europa anhand der vorliegenden Daten aus der VGR mit an der Spitze.

Abb. 2.5: FuE-Kapitalkoeffizient und Modernitätsgrad des FuE-Anlagevermögens ausgewählter europäischer Länder 2010 bis 2019



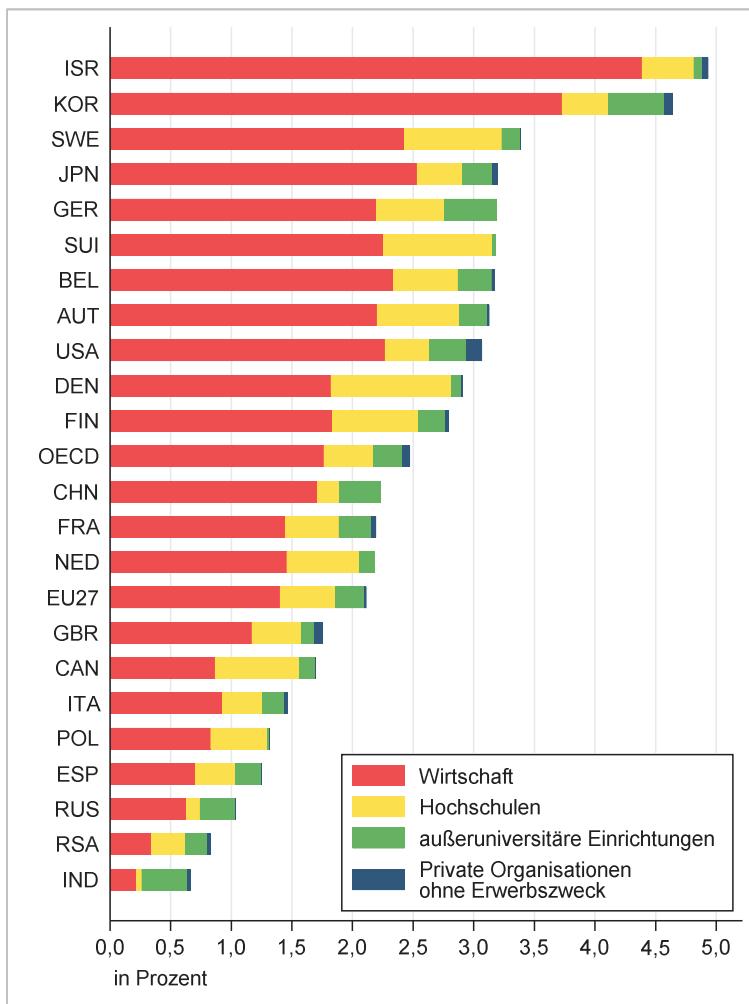
Quelle: Eurostat, National Accounts. – Berechnungen des DIW Berlin.

2.3 FuE nach Sektoren und Art der Forschung

2.3.1 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 ihrer Anteile kann die gesamtwirtschaftliche FuE-Intensität in die Komponenten Wirtschaft, Hochschulen, Staat (öffentlich finanzierte außeruniversitäre FuE-Einrichtungen) und Organisationen ohne Erwerbszweck¹⁹ zerlegt werden (Abb. 2.6).

¹⁹ Die FuE-Aufwendungen von Organisationen ohne Erwerbszweck spielen nur in wenigen Ländern eine merkliche Rolle. Nur in den USA, der Großbritannien und Südkorea erreichen sie einen Anteil am BIP von mehr als 0,05 %. Sie werden vielfach unter der Kategorie „Staat“ subsummiert.

Abb. 2.6: FuE-Intensität in ausgewählten Ländern 2019¹⁾

¹⁾ FuE-Ausgaben der durchführenden Sektoren in Prozent des Bruttoinlandsprodukts, 2019 oder letztes verfügbares Jahr.
Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (2021/9); UNECSO (UIS). – Zusammenstellung des DIW Berlin.

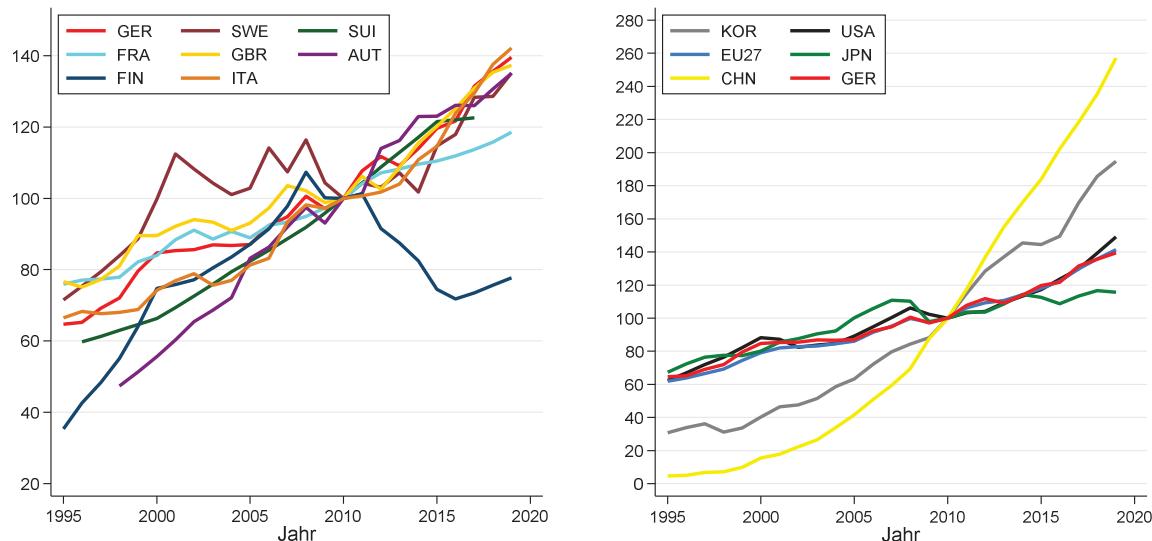
Die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Intensitäten und -Aufwendungen wird weitgehend von der Wirtschaft bestimmt. Im Durchschnitt der OECD-Länder wird FuE zu 71 Prozent in der Wirtschaft durchgeführt. Hochschulen liegen innerhalb des Sektors Wissenschaft/Forschung mit knapp 17 Prozent vor den außeruniversitären FuE-Einrichtungen zusammen mit privaten Organisationen ohne Erwerbszweck (12 Prozent) (Tab. A 2.2).

Die Anteile des öffentlichen Bereichs (Hochschulen und außeruniversitäre FuE-Einrichtungen) streuen 2019 stark zwischen den Ländern (Tab. A 2.3) und reichen von zwischen 60 Prozent bis 40 Prozent in Südafrika, Russland, Kanada und Spanien bis hin zu rund 20 Prozent in den asiatischen Ländern Japan,

Korea und China.²⁰ In der EU 27 ist der öffentliche FuE-Sektor mit einem Anteil von 34 Prozent an den gesamtgesellschaftlichen FuE-Kapazitäten von höherer Bedeutung als in den USA (knapp 26 Prozent) und den asiatischen Ländern. Deutschland liegt mit einem Anteil von 31 Prozent über dem Durchschnitt der OECD (29 Prozent), aber unter dem der EU. In den meisten Ländern hat die Wirtschaft ihren Anteil an den FuE-Aufwendungen zuletzt wieder gesteigert (Tab. A 2.2 im Anhang).

Nach 2010 war das jährliche Wachstum von FuE im Wirtschaftssektor (Abb. 2.7) in den meisten forschungsstarken Ländern wie auch in der OECD und der EU 27 größer als im öffentlichen Bereich (Abb. 2.8 und Tab. 2.1). Ausnahmen waren zuletzt Großbritannien und China, wo die FuE-Aufwendungen in staatlichen FuE-Einrichtungen schneller stiegen. Bei den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft verzeichneten China und die USA zuletzt die stärkste Dynamik.

Abb. 2.7: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2019 (Index 2010=100)

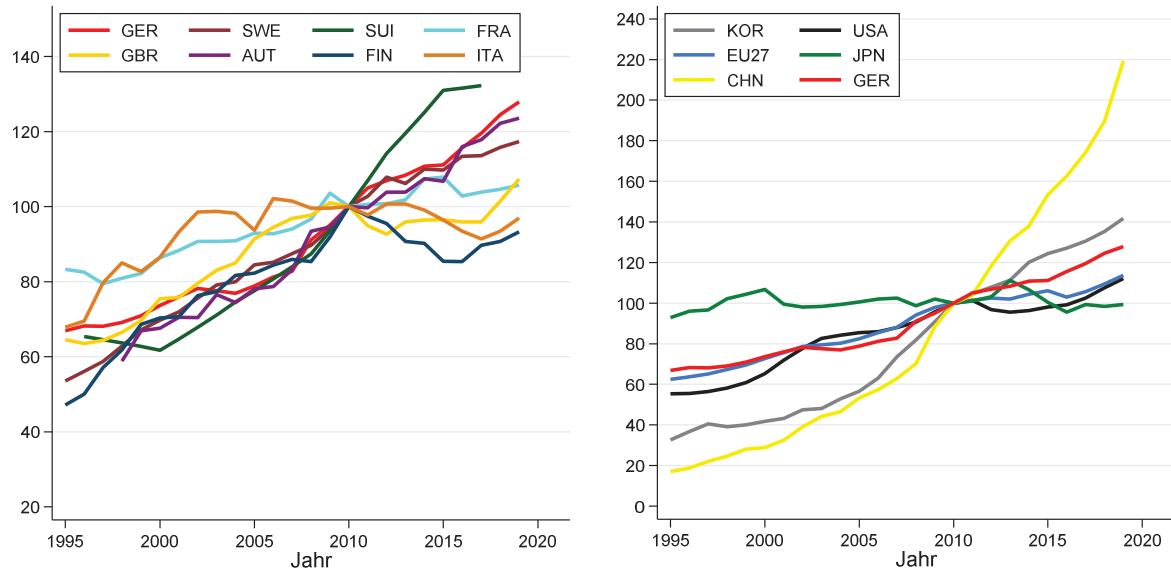


Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). - Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

In Deutschland war das jährliche Wachstum der FuE der Wirtschaft im Zeitraum 2016 bis 2019 geringer als im Durchschnitt der OECD und der EU 27, im öffentlichen Sektor wuchsen die FuE-Aufwendungen jedoch überdurchschnittlich.

²⁰ Für Israel wird der Anteil mit rund 12 % aufgrund des abweichenden Meldeverhaltens unterschätzt, vgl. Schasse, Gehrke und Stenke (2018).

Abb. 2.8: Entwicklung der internen FuE-Ausgaben von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen¹⁾ in konstanten Preisen nach Weltregionen 1995 bis 2019



1) Einschließlich private Organisationen ohne Erwerbszweck.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

2.3.2 Exkurs: Globale FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten Unternehmen 2020

Die OECD hat 2020 begonnen, die globalen FuE-Aufwendungen von ausgewählten großen forschungsstarken Unternehmen aus den Quartalsberichten zu erfassen, um frühzeitig deren Entwicklung einzuschätzen (OECD, 2021). Sie hat dabei nach Möglichkeit auch Anpassungen zur besseren Vergleichbarkeit über die Zeit durchgeführt, so etwa wenn Akquisitionen stattfanden. Demnach sind die FuE-Investitionen der forschungsstarken Unternehmen auch 2020 weiter gestiegen, wenn auch geringer als 2019 und mit großen Unterschieden zwischen den Branchen. Dennoch könnte die Coronakrise die erste Krise sein, in der die FuE-Aufwendungen der Wirtschaft nicht gesunken sind. Wachstum von FuE gab es vor allem im Informations- und Kommunikationsbereich sowie im Bereich der Gesundheitssektoren, während ein Rückgang im Bereich der Transportindustrien zu beobachten war. FuE-Investitionen sind in den untersuchten Unternehmen zumeist stärker gewachsen als die Umsätze, so dass auch die FuE-Intensität stieg und dies sogar in Unternehmen, in denen die FuE zurückging.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen (Grassano & Hernandez Guevara, 2021) auf Basis eines Subsamples des EU Industrial R&D Scoreboard, in dem 697 große forschungsstarke Unternehmen erfasst sind, die zwei Drittel der FuE-Aufwendungen des Scoreboard für 2019 repräsentieren. Die FuE-Aufwendungen dieser Unternehmen stiegen 2020 gegenüber dem Vorjahr um 3,9 Prozent und dies obwohl die Umsätze,

Profite, Kapitalausgaben und die Beschäftigung zurückgingen. Diese Resilienz der FuE-Investitionen zeigt ihre Bedeutung für die Bewältigung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen und für die Überwindung der Coronakrise. Das FuE-Wachstum wurde dabei von den Sektoren Gesundheitsindustrie, IuK-Dienste und IuK-Produzenten getrieben. Rückgänge gab es dagegen im Luft- und Raumfahrzeugsektor und im Automobilbau. Das unterschiedliche Gewicht der Sektoren wirkt sich auf die Wachstumsraten der FuE in den großen Weltregionen aus. Während FuE in den ausgewählten Unternehmen der EU insgesamt schrumpfte (-2,7 Prozent), ist sie in den USA (5,9 Prozent) und China (13,7 Prozent) gewachsen. Die deutschen Unternehmen in dem Subsample weisen mit -0,4 Prozent nur einen relativ geringen Rückgang der globalen FuE-Aufwendungen aus. Deutliche höhere Einbußen hatten französische Unternehmen (-9 Prozent), italienische Unternehmen (-22,8 Prozent) und finnische Unternehmen (-9,7 Prozent). In einigen kleineren europäischen Ländern wuchsen die FuE-Aufwendungen der ausgewählten Firmen, so in Österreich, Belgien, Dänemark und Belgien. Allerdings hing dort das Wachstum bei geringer Firmenzahl und hoher Konzentration der FuE stark von wenigen einzelnen Unternehmen ab.

2.3.3 Art der FuE: Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung

Unternehmen richten FuE eher an kurz- und mittelfristigen Markt- und Absatzaussichten aus und setzen ihre Mittel deshalb vor allem im Bereich der experimentellen Entwicklung und der angewandten Forschung ein, während im öffentlichen Bereich insbesondere längerfristige Grundlagenforschung und angewandte Forschung betrieben werden. In den Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen werden somit zentrale Grundlagen auch für die marktnähere FuE der Unternehmen gelegt.²¹

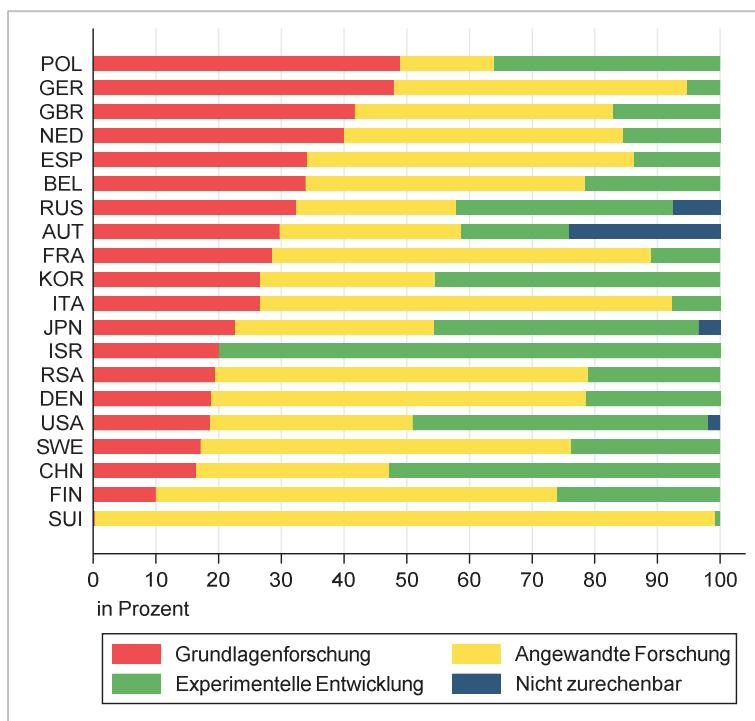
Grundlagenforschung macht an den Hochschulen in vielen OECD-Ländern über die Hälfte der eingesetzten Forschungsmittel aus.²² Wissenschaftliche Einrichtungen außerhalb der Hochschulen setzen, im Schnitt 20 Prozent bis 30 Prozent ihrer Mittel für Grundlagenforschung ein (Abb. 2.9). In Deutschland betreiben solche wissenschaftlichen Einrichtungen, anders als in den meisten anderen Ländern, mit einem Anteil von 48 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen besonders viel Grundlagenforschung. In einigen Ländern (Schweiz, Italien, Frankreich, Dänemark, Südafrika, Finnland, Schweden, Spanien) richten die FuE-Einrichtungen außerhalb von Hochschulen die Hälfte oder mehr ihrer Aktivitäten auf die angewandte Forschung aus. In Deutschland, Belgien, Niederland und Großbritannien sind die wissenschaftlichen Einrichtungen sowohl stark in der Grundlagen- also

²¹ Vgl. dazu z.B. Massachusetts Institute of Technology (2015), Fritsch (2015).

²² Siehe Gehrke B., Schasse, Belitz, Eckl und Stenke (2020). Für Deutschland fehlen allerdings Angaben für die Aufteilung von FuE in Hochschulen.

auch in der angewandten Forschung aktiv. In den USA, Japan, China und Korea ist die experimentelle Entwicklung in diesen FuE-Einrichtungen der Hauptschwerpunkt.²³

Abb. 2.9: FuE-Aufwendungen in wissenschaftlichen Einrichtungen ausgewählter Lände nach Art der FuE 2019¹⁾



¹⁾ Oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD Science, Technology and R&D Statistics, Stand 4/2021. – Berechnungen des DIW Berlin.

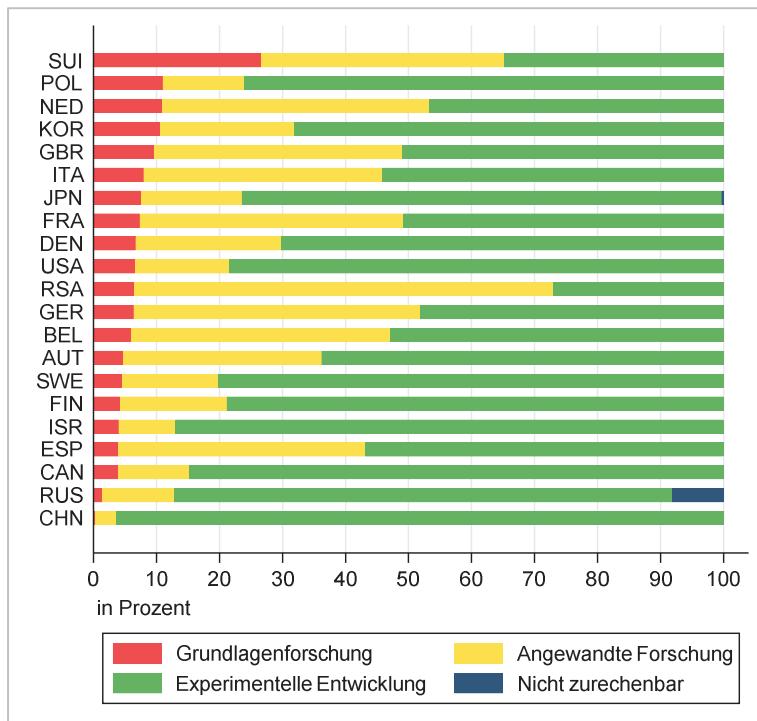
Die Wirtschaft betreibt in den meisten Ländern vorwiegend experimentelle Entwicklung neuer Produkte und Verfahren (Abb. 2.10). Die deutsche Wirtschaft investiert mit weniger als der Hälfte der Mittel jedoch im internationalen Vergleich relativ wenig in die experimentelle Entwicklung, aber zugleich einen relativ hohen Anteil (45 Prozent) in angewandte Forschung. Grundlagenforschung führen die Unternehmen in allen Ländern nur zu einem sehr geringen Teil durch. Deutsche Unternehmen liegen im Mittelfeld und haben mit gut 6 Prozent für Grundlagenforschung einen ähnlichen Anteil wie Unternehmen in den USA.

Die Daten zeigen, dass Wirtschaft und Staat unterschiedliche Schwerpunkte in der Art der FuE setzen. In vielen Ländern ergänzen sie sich. Während bei öffentlichen FuE-Einrichtungen die Betonung eindeutig auf dem „F“ liegt, dominiert in der Wirtschaft das „E“. Insgesamt hat sich die Verteilung der

²³ In der Schweiz und Israel mit starker Konzentration der FuE auf angewandte Forschung bzw. experimentelle Entwicklung kann dies auch mit Unterschieden in der Erfassung zusammenhängen.

Aufwendungen nach der Art der FuE gegenüber den Vorjahren kaum verändert²⁴, was als Indiz für diesbezüglich sehr stabile nationale FuE- und Innovationssysteme gewertet werden kann.

Abb. 2.10: FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft ausgewählter Länder nach Art der FuE 2019¹⁾



¹⁾ Oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD Science, Technology and R&D Statistics, Stand 4/2021. – Berechnungen des DIW Berlin.

2.4 Die Finanzierung von FuE

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 durch 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. 2.2 und Tab. 2.3). Dies betrifft neben dem Anteil der eingesetzten FuE-Mittel nach Herkunft auch die Finanzierungsströme zwischen Wirtschaft und Staat. Der Staat fördert einen Teil der FuE in der Wirtschaft direkt und indirekt (Abschnitt 2.4.2). Die Wirtschaft wiederum finanziert teilweise FuE in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen (Tab. A 2.6 im Anhang).

²⁴ Vgl. Gehrke B., Schasse, Belitz, Eckl und Stenke (2017), Schasse, Belitz, Kladroba und Stenke (2016).

2.4.1 Finanzierung nach Herkunft der Mittel

In den besonders forschungsintensiven asiatischen Ländern Japan, Südkorea und China werden über drei Viertel der gesamten FuE-Aufwendungen von der Wirtschaft finanziert (Tab. 2.2). In den USA und vielen forschungsintensiven europäischen Ländern sind es auch noch deutlich mehr als 50 Prozent. Der Anteil des Staates an der Finanzierung ist in der EU 27 mit durchschnittlich 30 Prozent etwas höher als in den genannten asiatischen Ländern und den USA. In Deutschland finanziert die Wirtschaft im Vergleich der europäischen Länder mit knapp 65 Prozent einen überdurchschnittlichen Anteil der FuE-Aktivitäten.

Eine relativ geringe Bedeutung hat die Wirtschaft für die Finanzierung von FuE in den BRICS-Ländern - mit Ausnahme von China. Auch in Israel wird ein relativ geringer Teil der FuE durch die Wirtschaft finanziert, vom Ausland mit etwa der Hälfte jedoch ein Spitzenanteil im internationalen Vergleich.

Bei der Finanzierung von FuE spielt das Ausland in einigen europäischen Ländern eine etwas größere Rolle als in asiatischen Ländern und den USA, was zum Teil auf die Förderpolitik der EU zurückzuführen ist (Tab. 2.2). Im Durchschnitt der OECD-Länder und auch in Deutschland wurden im Jahr 2019 rund 7,5 Prozent der FuE-Aufwendungen aus ausländischen Quellen finanziert, in der EU-27 lag der Anteil mit 9,6 Prozent etwas höher. Seit 2010 ist Anteil der Finanzierung aus dem Ausland im Durchschnitt der OECD und der EU leicht gestiegen.

Bei der Finanzierung von FuE, die in der Wirtschaft durchgeführt wird, spielt der Staat in den meisten Ländern eine relativ geringe Rolle. Im OECD-Mittel lag der staatlich finanzierte Anteil an den FuE-Aufwendungen der Wirtschaft 2019 bei 5 Prozent (Tab. 2.2 und Tab. A 2.5 im Anhang). Er ist seit 2009 kontinuierlich zurückgegangen. In der EU liegt der Anteil gegenwärtig bei 5,2 Prozent und hat sich in den letzten Jahren ebenfalls verringert. Zuletzt wurde der Rückgang jedoch gestoppt. In Deutschland ist der Anteil der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft, die aus staatlichen Quellen finanziert werden, seit 2010 von 4,5 Prozent auf nur noch 3,2 Prozent im Jahr 2019 gesunken.

Das Ausland hat für die Finanzierung von FuE in der Wirtschaft eine etwas größere Bedeutung als der Staat. Allerdings geht ein großer Teil davon auf Finanzflüsse zwischen verbundenen Unternehmen zurück.²⁵ Im Durchschnitt der OECD-Länder wurden im Jahr 2019 8,9 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft aus ausländischen Quellen finanziert, in der EU-27 waren es 10,4 Prozent und in Deutschland 8,5 Prozent.

Im OECD-Durchschnitt erfolgte 2019 die Finanzierung der FuE im öffentlichen Sektor zu 5,1 Prozent durch die Wirtschaft (Tab. A 2.6 im Anhang). In der EU-27 lag der Anteil mit durchschnittlich

²⁵ Finanzierung aus dem Ausland umfasst in der Wirtschaft Mittel von verbundenen Unternehmen, von anderen Unternehmen, aus EU-Förderprogrammen und von anderen internationalen Organisationen. In Deutschland stammten 2019 gut 80 Prozent der Mittel aus dem Ausland von verbundenen Unternehmen. Siehe auch: <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-1.5.4.html>

7,2 Prozent etwas höher. In Deutschland finanziert die Wirtschaft mit einem Anteil von 11,9 Prozent deutlich mehr FuE im öffentlichen Sektor. Somit spielen Mittel aus der Wirtschaft für die Durchführung von FuE in deutschen Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen eine wesentlich größere Rolle als in entsprechenden Einrichtungen in anderen größeren OECD-Ländern.

Tab. 2.2: Verteilung der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach finanziierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2010 und 2019¹⁾

Land	GERD in Mio. PPP US\$	2010					2019				
		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	
Japan	140.566	75,9	17,2	6,4	0,4	173.267	78,9	14,7	5,8	0,6	
Südkorea	52.166	71,8	26,7	1,2	0,2	102.521	76,9	20,7	0,8	1,6	
China	212.138	71,7	24,0	3,0	1,3	525.693	76,3	20,5	3,1	0,1	
Schw eiz	10.917	68,2	22,8	3,0	6,0	18.566	68,6	26,5	1,9	5,3	
Deutschland	87.036	65,5	30,4	0,2	3,9	148.150	64,5	27,8	0,4	7,4	
Belgien	8.957	57,6	25,4	3,7	13,3	19.938	64,3	17,8	3,2	14,7	
USA	410.093	56,9	32,6	6,7	3,7	657.459	63,3	22,1	7,2	7,4	
OECD	1.001.491	58,5	31,3	5,1	5,1	1.564.092	62,8	24,5	5,2	7,5	
Schw eden	12.726	59,5	27,0	3,2	10,3	17.570	60,8	25,0	4,0	10,1	
Dänemark	6.964	61,1	28,2	3,5	7,2	10.216	59,6	28,7	6,3	5,5	
EU27	270.393	54,4	35,8	2,0	7,7	440.337	58,3	30,0	2,1	9,6	
Niederlande	12.278	45,1	40,9	3,1	10,8	22.609	57,6	29,4	2,6	10,4	
Frankreich	50.901	53,5	37,1	1,8	7,5	73.287	56,7	32,5	2,8	8,0	
Italien	25.403	44,7	41,6	4,0	9,8	39.279	55,9	32,3	2,1	9,6	
Österreich	9.585	45,1	38,3	0,5	16,1	16.297	54,8	27,0	1,2	17,0	
Großbritannien	37.568	44,0	32,3	6,0	17,6	54.234	54,8	25,9	5,6	13,7	
Finnland	7.748	66,1	25,7	1,3	6,9	7.956	54,3	27,8	2,4	15,5	
Polen	5.776	24,4	60,9	2,8	11,8	14.681	53,2	35,4	4,4	7,0	
Spanien	20.084	43,0	46,6	4,6	5,7	24.874	49,1	37,9	4,8	8,2	
Brasilien	29.527	47,0	51,1	1,8		31.036	43,5	53,6	2,9		
Kanada	24.898	47,2	34,9	11,4	6,6	31.031	41,9	32,9	16,1	9,1	
Südafrika	4.425	40,1	44,5	3,3	12,1	6.026	41,5	46,7	1,6	10,2	
Indien	37.505	32,1	67,9			50.256	36,8	63,2			
Israel	8.648	36,2	14,2	2,3	47,3	17.367	36,6	10,4	1,0	52,0	
Russland	33.081	25,5	70,3	0,6	3,5	44.501	30,2	66,3	1,1	2,4	

1) Oder letztes verfügbares Jahr. 2) BRA, IND: Andere Inländer bzw. Ausland in anderen Kategorien enthalten.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021), UNESCO (UIS 3/2021), (Government of India, 2020). - Berechnungen des DIW Berlin.

Tab. 2.3: Verteilung der FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft (BERD) nach finanziierenden Sektoren im internationalen Vergleich 2010 und 2019¹⁾

Land	BERD in Mio. PPP US\$	2010					BERD in Mio. PPP US\$	2019				
		Wirt- schaft	Staat	Andere Inländer	Ausland			Wirt- schaft	Staat	Andere Inländer	Ausland	
Japan	107.553	98,2	1,2	0,1	0,5	137.148	98,5	0,8	0,0	0,0	0,7	
China	155.756	92,7	4,6	1,1	1,6	401.727	96,1	3,8	0,0	0,0	0,1	
Südafrika	2.198	74,8	8,3	2,5	14,3	2.468	94,4	2,3	0,3	0,3	3,0	
Dänemark	4.669	89,6	2,8	0,3	7,3	6.392	94,0	2,4	0,5	0,5	3,1	
Südkorea	39.020	93,1	6,7	0,1	0,2	82.327	93,7	4,4	0,1	0,1	1,8	
Schw eiz	8.024	90,5	1,7	0,8	7,1	13.176	92,5	1,0	0,5	0,5	6,1	
Deutschland	58.338	92,0	4,5	0,1	3,4	102.106	88,2	3,2	0,1	0,1	8,5	
OECD	664.700	85,5	8,1	0,2	6,1	1.114.385	86,0	5,0	0,2	0,2	8,9	
Italien	13.694	80,7	5,9	0,2	13,2	24.814	85,5	4,2	0,1	0,1	10,2	
USA	278.977	82,2	12,3	0,3	5,2	485.826	84,3	5,8	0,1	0,1	9,8	
EU27	159.298	84,7	7,0	0,1	8,2	291.642	84,2	5,2	0,2	0,2	10,4	
Frankreich	32.149	82,0	8,7	0,1	9,2	48.213	83,8	7,4	0,1	0,1	8,7	
Belgien	6.014	81,3	7,8	0,0	10,9	14.704	83,6	3,7	0,6	0,6	12,1	
Schw eden	9.027	82,1	5,8	0,2	12,0	12.532	83,6	4,7	0,2	0,2	11,6	
Spanien	10.334	76,3	16,6	0,3	6,8	13.963	82,2	9,6	0,2	0,2	8,0	
Niederlande	5.780	80,1	3,7	0,2	15,9	15.081	82,2	6,1	1,0	1,0	10,7	
Finnland	5.395	91,9	2,6	0,0	5,5	5.223	80,6	2,5	0,0	0,0	16,8	
Polen	1.538	79,2	13,8	0,1	6,9	9.703	78,5	13,5	0,1	0,1	7,9	
Großbritannien	22.898	68,9	8,7	0,0	22,4	37.937	77,8	7,1	0,4	0,4	14,7	
Kanada	12.939	84,5	3,7	0,0	11,7	15.817	75,6	6,0	1,4	1,4	17,0	
Österreich	6.041	66,6	11,0	0,1	22,3	11.461	75,3	3,7	0,0	0,0	21,0	
Israel	7.179	42,1	4,2	0,6	53,0	15.336	40,3	2,3	0,5	0,5	56,9	
Russland	20.018	32,1	64,2	0,2	3,5	26.994	39,6	57,3	0,1	0,1	3,1	

¹⁾ Oder letztes verfügbares Jahr.

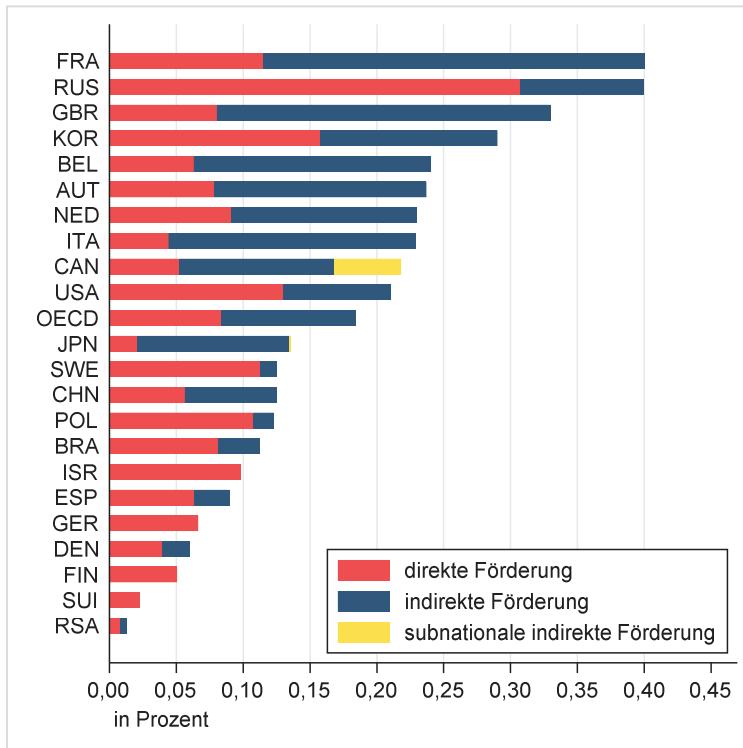
Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). - Berechnungen des DIW Berlin.

2.4.2 Direkte und indirekte Förderung von FuE in der Wirtschaft

Die staatliche Förderung von FuE im Wirtschaftssektor kann direkt (Projektförderung) oder indirekt (insbesondere über die steuerliche FuE-Förderung) erfolgen. Abb. 2.11 zeigt den Anteil der direkten und indirekten FuE-Förderung am Bruttoinlandsprodukt (BIP) in ausgewählten Ländern. Mit einem Anteil der direkten Förderung am BIP von knapp 0,07 Prozent liegt Deutschland nur leicht unter dem Durchschnitt der OECD-Länder mit gut 0,08 Prozent. Das Instrument der steuerlichen FuE-Förderung stand Unternehmen im Jahr 2018 in den meisten der aufgeführten Ländern zur Verfügung. Erst zu Beginn des Jahres 2020 trat in Deutschland das Forschungszulagengesetz in Kraft und wurde im Zuge der Unterstützung der Wirtschaft in der Coronakrise im selben Jahr erweitert. Die steuerliche FuE-

Förderung in Deutschland ist deshalb in Abb. 2.11 für das Jahr 2018 noch nicht sichtbar. Zu diesem Zeitpunkt lag der Anteil der direkten und indirekten FuE-Förderung am Bruttoinlandsprodukt (BIP) somit in Deutschland (noch ohne die steuerliche Förderung) mit 0,07 Prozent weniger als halb so hoch wie im OECD-Durchschnitt mit 0,18 Prozent.

Abb. 2.11 Direkte und steuerliche Förderung der FuE in Relation zum BIP im internationalen Vergleich 2018¹⁾

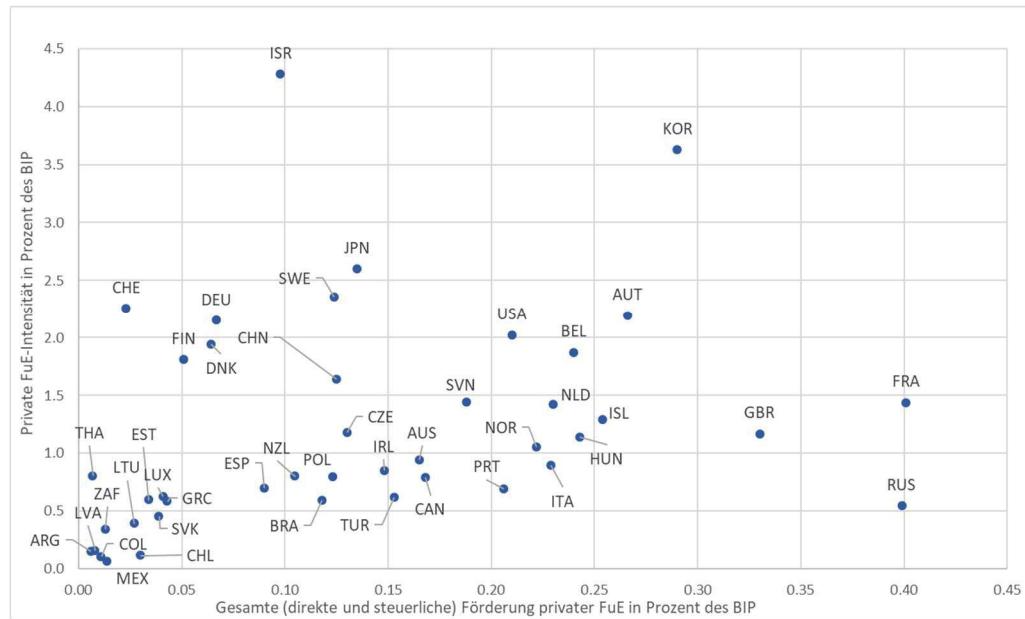


¹⁾ Oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, R&D Tax Incentives Database (März 2021). – Darstellung des DIW Berlin.

Stellt man die direkte und steuerliche Förderung der FuE in der Wirtschaft in Relation zur FuE-Intensität in diesem Bereich, so zeigt sich kein klarer Zusammenhang (Abb. 2.12). Deutschland gehört mit der Schweiz, Finnland, Dänemark und Schweden zu einer kleinen Gruppe von Ländern, in denen die Wirtschaft bei relativ geringer Förderintensität eine relativ hohe FuE-Intensität hat.

Abb. 2.12: Direkte und steuerliche Förderung der FuE und FuE-Intensität der Wirtschaft im internationalen Vergleich 2018



Quelle: OECD R&D Tax Incentives Database (März 2021). – Darstellung des DIW Berlin.

2.4.3 Staatliche Budgets für FuE

Die Haushaltssätze 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 Haushaltssätze bereits zu Beginn eines Kalenderjahres verfügbar.

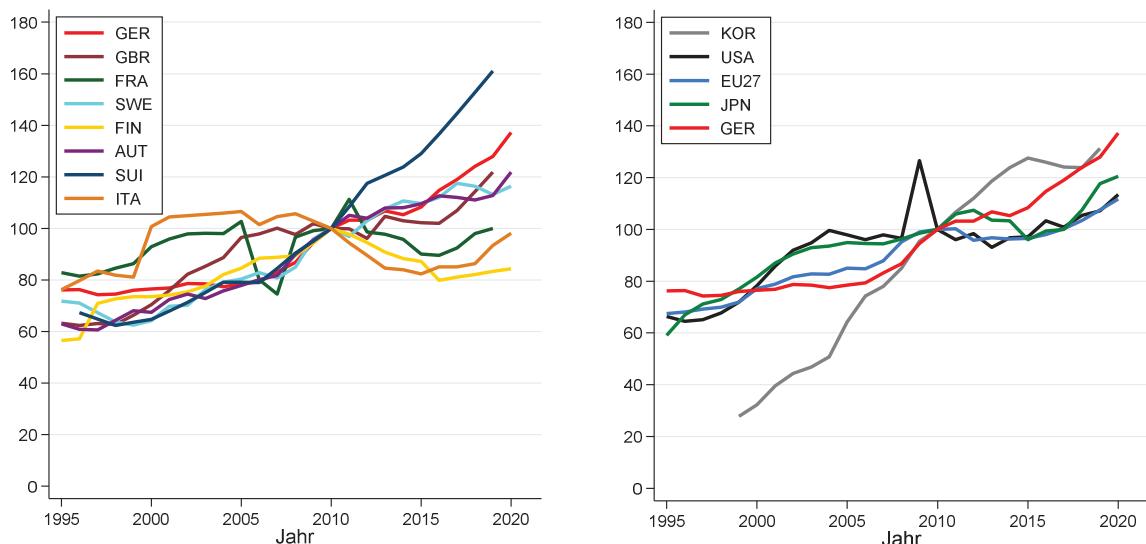
Nach Ende der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise 2010 stagnierten die staatlichen Budgets für zivile FuE in einigen Ländern (USA, Japan, Großbritannien) oder gingen sogar zurück (Frankreich, Italien, Finnland) (Abb. 2.13). Die Schweiz, Schweden, Deutschland und Südkorea haben ihre zivilen Budgets jedoch auch nach 2010 weiter gesteigert. Ab 2016 weisen dann fast alle betrachteten Länder deutliche Zuwächse auf. Im gesamten Zeitraum nach 2010 hatte Deutschland nach der Schweiz die größte Steigerung der staatlichen Budgets für zivile FuE.

In einer Untersuchung der öffentlichen FuE-Ausgaben von 28 OECD-Staaten in den Jahren 1995 bis 2017 hat das ZEW ermittelt, dass Innovationsführer wie Deutschland, Schweden oder Finnland ihre öffentlichen FuE-Ausgaben in Rezessionen antizyklisch erhöht haben, wohingegen

innovationsschwächere Länder wie Portugal, Spanien oder die meisten EU-Länder in Osteuropa ihre öffentlichen FuE-Budgets kürzten.²⁶

Um die internationale Vergleichbarkeit zu verbessern, werden an dieser Stelle nur die FuE-Aufwendungen für zivile Zwecke betrachtet.²⁷ Diese Aufwendungen lagen 2020 in den USA bei 85 Mrd. KKP Dollar. Sie waren in Deutschland und Japan etwa halb so groß. In Frankreich und Großbritannien betragen sie jeweils etwa ein Fünftel der FuE-Aufwendungen für zivile Zwecke in den USA (Tab. 2.4). Neben der unspezifischen Kategorie „allgemeiner Wissenszuwachs“ sind Schwerpunkte in den USA und Großbritannien vor allem bei der Gesundheitsforschung, in Deutschland bei industriellen Technologien und in Japan bei Verkehr, Telekommunikation und anderen Infrastrukturen zu erkennen. Weltraumforschung ist eine Domäne der USA und Frankreichs. Bei längerfristiger Betrachtung zeigen sich nur wenige Änderungen hinsichtlich der Zielstruktur des staatlichen Mitteleinsatzes für zivile FuE. In den OECD-Ländern ist der Anteil der FuE-Ausgaben für zivile Zwecke an den gesamten staatlichen FuE-Ausgaben im Zeitraum 2010 bis 2019 bzw. 2020 etwa gleich geblieben, in Frankreich und Großbritannien jedoch deutlich gestiegen, d.h. die staatlichen Mittel für Militärforschung sind anteilig zurückgegangen.

Abb. 2.13: Haushaltsansätze des Staates in ziviler FuE in ausgewählten Regionen der Welt 1995 bis 2020 (Index: 2010=100)¹⁾



¹⁾ Bruch in der Reihe: FRA 2006, USA 2009.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

²⁶ Untersucht wurden sowohl die auf der Durchführungsseite erfassten staatlichen Mittel zur Finanzierung von FuE als auch die staatlichen FuE-Budgets aus den Haushaltsansätzen, siehe (Pellens, Peters, Hud, Rammer, & Licht, 2020).

²⁷ In den USA ist der Anteil des Verteidigungshaushalts an den gesamten Haushaltssmitteln für FuE mit 48 % deutlich höher als in den anderen forschungsstarken Industrieländern, wo er in der Regel unter 5 % liegt.

Tab. 2.4: Struktur der staatlichen zivilen FuE-Ausgaben nach Forschungszielen in ausgewählten OECD-Ländern 2010 und 2020

Jahr	GER		USA		JPN		GBR		FRA		OECD ¹	
	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2019	2010	2019	2010	2019
In Mrd. PPP Dollar												
In Prozent												
FuE-Ausgaben für zivile Zwecke	27.2	47.1	63.6	85.4	30.6	41.1	10.9	16.0	16.3	20.7	231.1	286.0
Forschungsziele:												
Erforschung u. Nutzung d. irdischen Umwelt	1.8	1.5	1.4	2.0	1.5	1.1	3.8	4.2	1.3	1.1	1.8	2.0
Verkehr, Telekommunikation und andere Infrastrukturen	1.7	2.0	2.6	2.3	3.8	12.9	1.5	8.6	8.9	3.9	3.1	3.9
Umwelt	2.9	2.9	0.9	0.6	1.1	4.4	3.7	2.1	3.0	1.4	2.1	2.2
Gesundheitsprojekte	4.6	7.7	53.8	52.0	4.8	6.6	24.8	23.3	8.3	11.4	21.0	21.5
Energie	4.0	5.2	4.0	5.4	12.8	10.9	1.0	4.7	7.8	6.8	6.2	6.2
Landwirtschaft	3.5	3.0	4.1	3.5	3.7	5.0	4.0	3.2	2.2	2.1	4.2	4.0
Industrielle Produktion und Technologie	15.2	14.0	1.7	0.9	7.4	8.2	2.1	6.6	2.1	0.8	8.8	8.6
Weltraumforschung und -nutzung	5.0	4.7	12.9	15.8	7.1	5.5	2.1	1.4	12.7	12.0	6.9	6.7
Allgemeiner Wissenszuwachs	57.6	54.7	16.9	16.0	56.9	44.6	52.1	40.1	46.6	46.1	41.6	40.4
sonstige ²	3.7	4.4	1.6	1.4	0.9	0.8	5.0	5.7	7.0	14.5	4.4	4.3
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	95.0	95.7	53.3	51.9	95.2	97.1	81.8	88.6	85.3	98.8	77.2	77.7

¹⁾ Geschätzt. ²⁾ Bildung, Kultur, Erholung, Religion und Massenmedien, gesellschaftliche Strukturen u. Beziehungen.

Quelle: OECD Science, Technology and R&D Statistics, (5/2021). - Berechnungen des DIW Berlin.

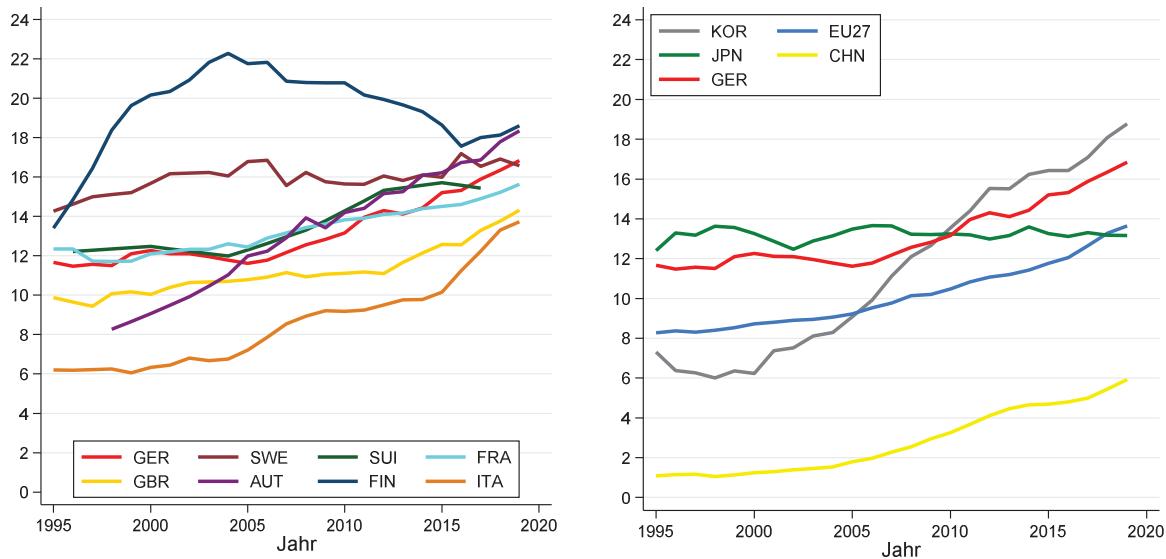
2.5 FuE-Personaleinsatz im internationalen Vergleich

2.5.1 FuE-Personalintensität

Die FuE-Personalintensität der Länder wird mit dem FuE-Personaleinsatz (in Vollzeitäquivalenten) je 1.000 Erwerbspersonen gemessen. Berücksichtigt wird das FuE-Personal, das in Unternehmen, Hochschulen, wissenschaftlichen Einrichtungen außerhalb der Hochschulen (Staat) und anderen Organisationen ohne Erwerbszweck mit FuE-Aufgaben betraut ist. Da entsprechende Datenreihen für die USA fehlen, wird zusätzlich der Indikator Wissenschaftliches Personal je 1.000 Erwerbspersonen herangezogen, für den auch Daten für die USA verfügbar sind.

Die Entwicklung der gesamten FuE-Personalkapazitäten ist sehr viel weniger konjunkturreagibel als die der FuE-Aufwendungen (Abb. 2.14 und Tab. A 2.7 im Anhang). In vielen europäischen Ländern hat es seit den 1990er Jahren eine langsame aber stetige Steigerung der FuE-Personalintensität gegeben. Eine Ausnahme war zuletzt Finnland, dessen FuE-Aufwandsintensität ebenfalls zurückging.

Abb. 2.14: Gesamtes FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2019 in ausgewählten Ländern und Ländergruppen



¹⁾ Zu nationalen Besonderheiten und Änderung der Datenerfassung siehe (OECD, 2021).

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Im Jahr 1995 waren in der EU-27 gut 8 Vollzeitbeschäftigte je 1.000 Erwerbspersonen mit FuE-Aufgaben beschäftigt. Dieser Wert ist bis 2019 auf 14 gestiegen. Dabei erweist sich die Rangfolge der Länder als vergleichsweise stabil und durchweg kompatibel zur Rangfolge nach den eingesetzten FuE-Mitteln (vgl. Tab. A 2.7 und Tab. A 2.1 im Anhang): Deutschland erreichte 2019 mit knapp 17 FuE-Beschäftigten je 1.000 Erwerbspersonen eine deutlich über dem Schnitt der EU-27 liegende FuE-Personalintensität, die aber etwas unter den Werten kleinerer europäischer Länder wie Finnland, Dänemark, Belgien und Österreich und auf gleichem Niveau wie Schweden liegt. Frankreich und Großbritannien haben geringere FuE-Personalintensitäten. Unter den außereuropäischen forschungsstarken Ländern hat Südkorea eine sehr hohe FuE-Personalintensität (18,8), deutlich höher auch als Japan (13,2).

Wissenschaftler und Ingenieure bilden einen zentralen Inputfaktor für FuE-Prozesse. Hier hat sich ein auch international bereits länger erkennbarer Trend fortgesetzt. Die Akademikerquote beim FuE-Personal ist seit den 1990er Jahren bis heute in vielen Ländern deutlich gestiegen (Tab. 2.5), auch in Deutschland, wo der Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure am FuE-Personal mit 61,3 Prozent knapp unter dem Durchschnitt der EU-27-Länder (63,4 Prozent) liegt. Frankreich und Großbritannien haben etwas höhere Anteile. Der Wissenschaftleranteil in Deutschland und Europa liegt allerdings deutlich unter demjenigen in Südkorea oder Japan. In Europa weisen Schweden und Finnland, aber auch Polen sehr hohe, überdurchschnittliche Wissenschaftleranteile auf.

Tab. 2.5: Anteil der Wissenschaftler/Ingenieure am FuE-Personal in Wirtschaft, Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen im internationalen Vergleich 1995 bis 2019 (in Prozent)¹⁾

Land	1995	2005	2015	2019
Schweden	53,7	70,9	79,9	85,1
Südkorea	66,0	83,5	80,6	81,9
Finnland	-	68,9	74,5	77,6
Japan	66,8	75,9	75,7	75,5
Polen	60,3	81,0	75,6	73,6
Dänemark	52,8	64,8	71,1	71,8
Kanada	60,3	62,5	66,5	70,3
Frankreich	47,5	57,9	64,8	67,7
Südafrika	47,7	60,1	63,7	66,7
Großbritannien	52,6	76,5	68,7	65,3
Belgien	58,5	61,9	68,6	64,8
EU27	52,7	60,0	63,1	63,4
Österreich	59,8	59,8	61,0	63,1
Spanien	59,2	62,8	61,0	62,2
Indien	41,8	39,6	53,6	61,8
Deutschland	50,3	57,3	60,6	61,3
Niederlande	43,5	51,1	59,9	60,9
Schweiz	44,1	48,6	53,7	56,4
Russland	50,4	50,5	53,9	53,2
Italien	53,3	47,1	48,6	45,2
China	69,4	82,0	43,1	43,9
Brasilien	-	57,2	56,9	-

¹⁾ Zu nationalen Besonderheiten und Änderung der Datenerfassung siehe (OECD, 2021).

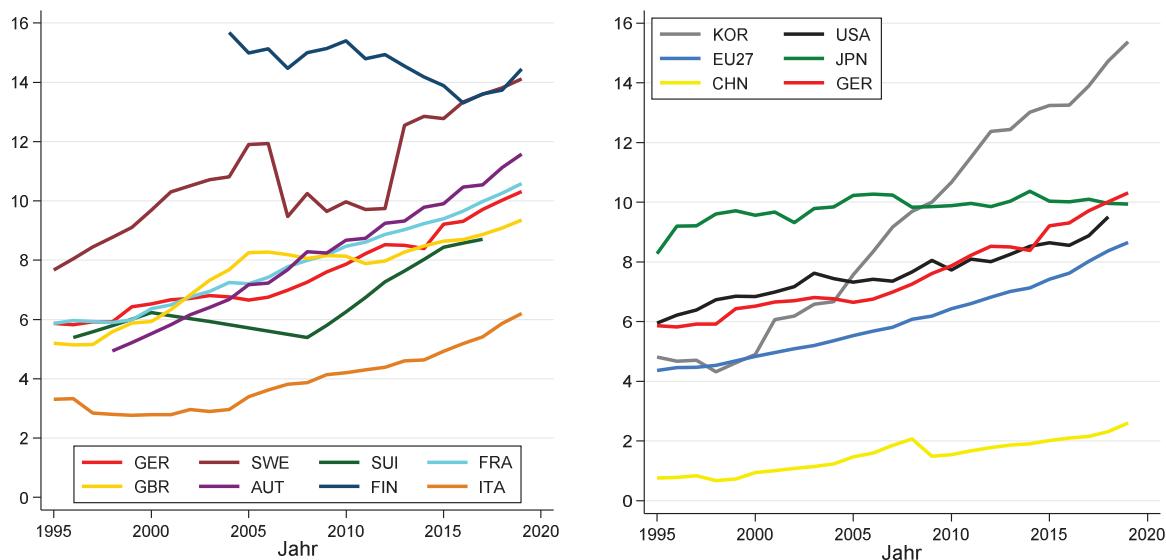
Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021) und UNESCO (UIS 3/2021). - Berechnungen des DIW Berlin.

Als ergänzender Indikator für die FuE-Personalintensität kann zusätzlich das wissenschaftliche Personal²⁸ – gemessen in Vollzeitäquivalenten – je 1.000 Erwerbspersonen herangezogen werden (Abb. 2.15), für den auch Schätzungen der OECD für die USA vorliegen. Abweichungen bei der Abgrenzung des wissenschaftlichen Personals von der Gesamtheit des FuE-Personals schränken die internationale Vergleichbarkeit jedoch etwas ein.²⁹ In den USA ist die Steigerung der Intensivierung des wissenschaftlichen Personaleinsatzes insgesamt etwas geringer ausgefallen als in Deutschland. Durch einen kontinuierlich starken Zuwachs liegt Südkorea inzwischen im internationalen Vergleich an der Spitze, gefolgt von Schweden und Finnland.

²⁸ Die Gruppe „Researchers“ umfasst in den meisten Ländern Wissenschaftler und Ingenieure („highly trained scientists and engineers“) OECD (2015).

²⁹ Vgl. OECD (2021), OECD (2015).

Abb. 2.15: Wissenschaftliches FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen 1995 bis 2019 in ausgewählten Ländern und Ländergruppen



¹⁾ Zu nationalen Besonderheiten und Änderung der Datenerfassung siehe (OECD, 2021).

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

2.5.2 Frauenanteile in FuE

Eine stärkere Gewinnung von hoch qualifizierten Frauen für FuE-Tätigkeiten ist nicht nur unter gleichstellungspolitischen Gesichtspunkten relevant, sondern auch zur Mobilisierung notwendiger zusätzlicher Qualifikationen.³⁰

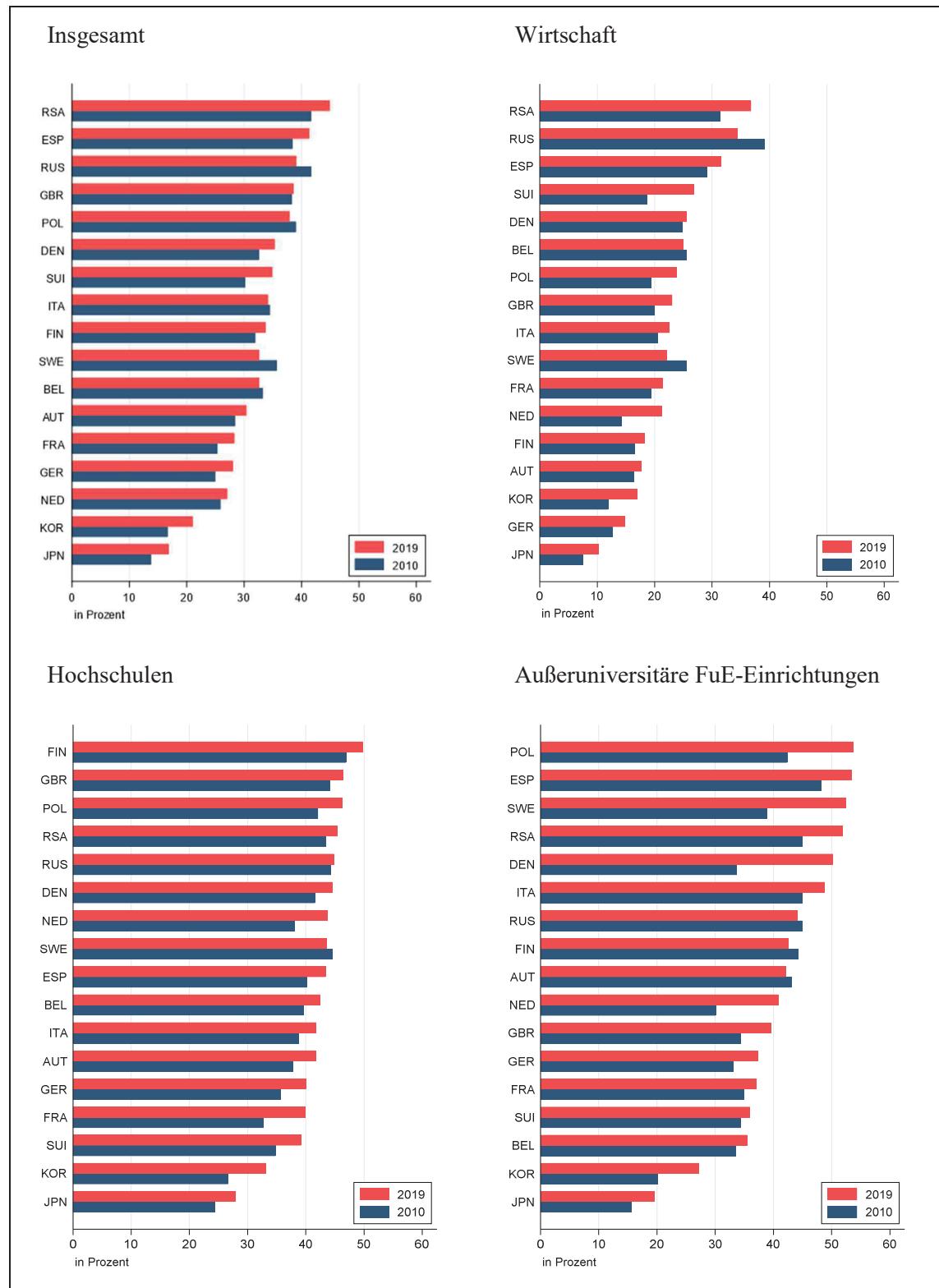
Die Frauenanteile am wissenschaftlich ausgebildeten FuE-Personal sind seit der Mitte des letzten Jahrzehnts in den meisten Ländern, für die entsprechende Daten verfügbar sind, gestiegen (Abb. 2.16). Leicht rückläufige Anteile der Wissenschaftlerinnen/Ingenieurinnen mit FuE-Aufgaben waren zwischen 2010 und 2019 allerdings in Russland, Polen, Italien, Schweden und Belgien zu beobachten.

Der Frauenanteil in der Wirtschaft ist in allen Ländern weitaus niedriger als in Hochschulen und außeruniversitären FuE-Einrichtungen. Mit einem Frauenanteil bei den Wissenschaftlern in der Wirtschaft von nur knapp 15 Prozent zählt Deutschland unter den forschungsstarken Ländern gemeinsam mit Japan (10 Prozent) zu den Ländern mit dem geringsten Frauenanteil. Der Frauenanteil ist in vielen Ländern, so auch in Deutschland, in Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen etwas stärker gewachsen als in der Wirtschaft. In deutschen Hochschulen sind inzwischen 40 Prozent (2010: 36 Prozent), in außeruniversitären Forschungseinrichtungen 37 Prozent (2010: 33 Prozent) der Wissenschaftler Frauen.

³⁰ Vgl. Gehrke, Kerst, M., Trommer und Weilage (2019).

Die Beteiligung von Frauen an wissenschaftlicher Forschung ist in Deutschland zwar steigend, aber mit 28 Prozent nach wie vor sehr niedrig. Deutlich geringere Anteile haben nur Japan und Südkorea mit 17 bzw. 21 Prozent. Einen ähnlichen Frauenanteil am wissenschaftlichen FuE-Personal von rund 30 Prozent weisen neben Deutschland auch Frankreich, die Niederlande und Österreich auf.

Abb. 2.16: Frauenanteil unter den forschenden Wissenschaftlern im internationalen Vergleich 2010 und 2019 (in Prozent)



Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). - Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

2.6 FuE der Wirtschaft nach Sektoren und Unternehmensgröße

2.6.1 FuE nach Sektoren

International unterschiedliche FuE-Intensitäten und Entwicklungen der FuE-Aufwendungen sind auch auf unterschiedliche sektorale Wirtschaftsstrukturen zurückzuführen.³¹ Je größer die Bedeutung forschungsintensiver Wirtschaftszweige wie Elektronik, Pharmazeutische Industrie oder Automobilbau ist, desto höher fällt die FuE-Intensität der Volkswirtschaft aus.³² Außerdem spielt eine Rolle, wie stark unternehmensnahe Dienstleistungen³³ und darunter insbesondere wissensintensive Dienstleistungen vertreten sind (z. B. Telekommunikations-, Datenverarbeitungsdienste, Beratung, Planung, Forschung usw.), die zunehmend selbst FuE betreiben.

In den OECD-Ländern werden insgesamt gut 50 Prozent der internen FuE-Ausgaben der Wirtschaft in forschungsintensiven Industriezweigen aufgewendet.³⁴ Auf den Bereich privater Dienstleistungen entfallen 32 Prozent (Abb. 2.17 und Tab. 2.6). Deutschland weicht stark von der Struktur des Durchschnitts ab. Mit 68 Prozent erreichen forschungsintensive Industrien hier wie in Korea (71 Prozent) und Japan (65 Prozent) den höchsten Anteil der FuE-Aufwendungen unter den OECD-Ländern. Auf FuE im privaten Dienstleistungsbereich³⁵ entfällt mit 14 Prozent hingegen ein eher niedriger Anteil, ähnlich wie in Korea und Japan, wo dieser Sektor auf 10 Prozent bzw. 11 Prozent der FuE-Aufwendungen kommt. Insgesamt sind in den letzten Jahren nur sehr geringe Strukturverschiebungen zu beobachten.³⁶

Den Schwerpunkt bildet in Deutschland seit Jahren der Sektor Hochwertige Technik mit zuletzt 47 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft.³⁷ Ein ähnlich hohes Gewicht dieses Sektors ist in keinem anderen OECD-Land (Durchschnitt: 18 Prozent) zu finden. In vielen anderen Ländern werden zudem im Spitzentechnologiektor deutlich mehr FuE-Mittel verwendet als im Sektor Hochwertige Technik. In Deutschland liegt der Anteil der Spitzentechnik bei 21 Prozent, im OECD-Durchschnitt sind es 32 Prozent – nicht zuletzt wegen des hohen Gewichts in den USA (41 Prozent).

³¹ Moncada-Paterno-Castello, Amoroso und Cincera (2020), Gehrke und Schasse (2017).

³² Zur Abgrenzung forschungsintensiver Wirtschaftszweige vgl. Gehrke, Frietsch, Neuhäusler und Rammer (2013) und Abschnitt 2.1.2.

³³ Dazu gehören vor allem die Freiberuflichen, wiss. u. techn. Dienstleistungen (Abschnitt M: WZ 69 bis 75) und die Sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen (Abschnitt N: WZ 77 bis 82).

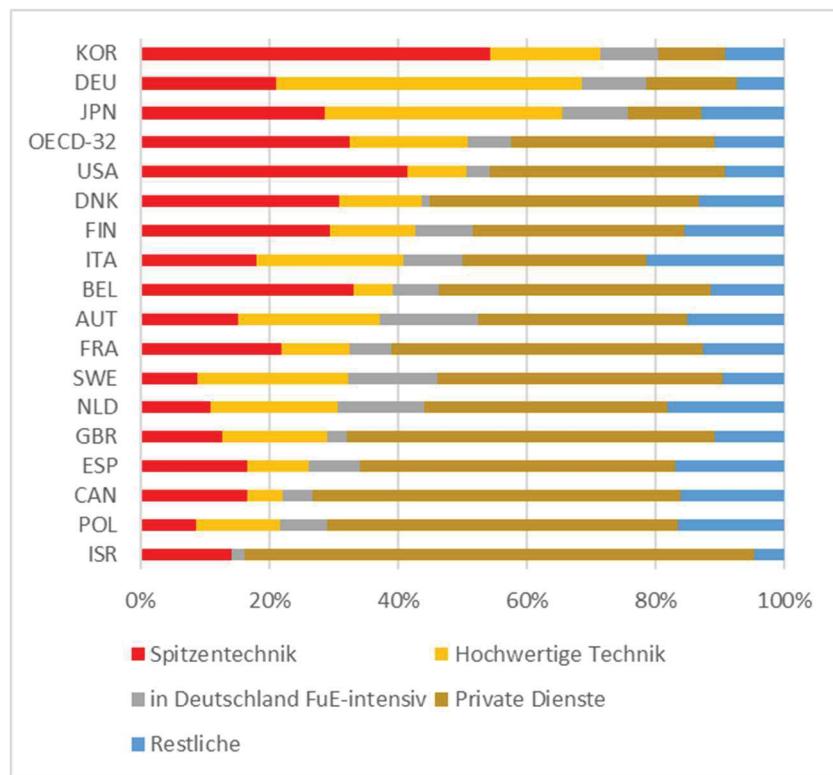
³⁴ Wenn man die Chemie-, die Elektroindustrie und den Sonstigen Fahrzeugbau ohne den Luft- und Raumfahrzeugbau hinzunimmt, die in Deutschland, nicht aber weltweit forschungsintensiv produzieren („übrige, aber in Deutschland forschungsintensive Wirtschaftszweige“) beläuft sich dieser Anteil in der OECD insgesamt auf gut 57 %, in Deutschland sind es sogar 79 % aller internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft.

³⁵ Unter den privaten Dienstleistungen werden hier die Abschnitte G bis N (WZ 45 bis 82) erfasst.

³⁶ Vgl. Gehrke, Schasse, Belitz, Eckl und Stenke (2017), Schasse, Belitz, Kladroba und Stenke (2016).

³⁷ Ohne „übrige, aber in Deutschland forschungsintensive Wirtschaftszweige“.

Abb. 2.17: Verteilung der internen FuE-Aufwendungen auf Wirtschaftsbereiche in ausgewählten Ländern¹⁾



¹⁾ Letztes verfügbares Jahr 2017-2019.

²⁾ OECD-32: OECD-38 (Stand 2021) ohne AUS, CHE, COL, CRI, NZL und LUX, für die ausreichende Sektordaten nicht zur Verfügung stehen.

Quelle: OECD, ANBERD Database (3/2021),– Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Die sektorale Verteilung der FuE-Aufwendungen im OECD-Raum wird maßgeblich von wenigen forschungsstarken Ländern bestimmt (Tab. 2.6). 43 Prozent der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft werden allein in den USA investiert, in den Spitzentechnologiesektoren sogar 55 Prozent und im Bereich der privaten Dienstleistungen 50 Prozent. Relative Stärken im Spitzentechnikbereich – bezogen auf ihren durchschnittlichen Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen – weisen Südkorea und Japan bei „DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen“ auf. Frankreich und Großbritannien sind im Bereich der Luft- und Raumfahrttechnik stark. In hochwertige Technik (Automobil- und Maschinenbau) investieren Deutschland und Japan überdurchschnittlich.

Neben Deutschland investieren auch Japan und Südkorea überdurchschnittlich in die Chemie- und Elektroindustrie. Wie die USA weisen Großbritannien und Frankreich relative Stärken im Bereich privater Dienstleistungen auf.

Tab. 2.6: Struktur der FuE-Ausgaben der Wirtschaft ausgewählter OECD-Länder 2019¹⁾

Sektor/Wirtschaftszweig	Vertikal- struktur ¹ in %	Anteile von ... an der OECD-32 in %					
		OECD- 32	USA	JPN	KOR	GER	FRA
Spitzentechnik	32,5	55,5	11,9	13,5	6,3	2,9	1,4
Pharmazeutische Erzeugnisse	10,8	68,1	11,8	1,9	6,5	1,0	0,6
DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse	18,0	45,9	14,0	22,9	6,1	2,7	0,9
Luft- und Raumfahrzeugbau	3,7	43,8	7,3	7,7	7,0	6,0	3,9
Hochwertige Technik	18,3	21,8	27,1	7,6	25,1	2,5	3,2
Maschinenbau	5,6	26,1	22,9	7,6	17,0	2,6	2,6
Automobilbau	12,7	19,9	29,0	7,5	28,6	2,4	3,5
Übrige, aber in Deutschland forschungsintensive WZ	6,7	24,8	20,4	10,8	14,6	4,1	1,6
Chemische Erzeugnisse	3,4	27,4	26,4	12,5	16,3	3,8	1,6
Elektrische Ausrüstungen	2,3	19,7	18,2	10,9	16,4	4,8	1,4
Sonstiger Fahrzeugbau ohne Luft- u. Raumfahrzeugbau	1,0	43,8	7,3	7,7	7,0	6,0	3,9
Private Dienstleistungen	31,6	50,4	4,9	2,7	4,3	6,5	6,5
Restliche Wirtschaftsbereiche	10,9	37,0	16,2	7,0	6,7	5,0	3,6
Insgesamt	100,0	43,6	13,5	8,1	9,7	4,2	3,6

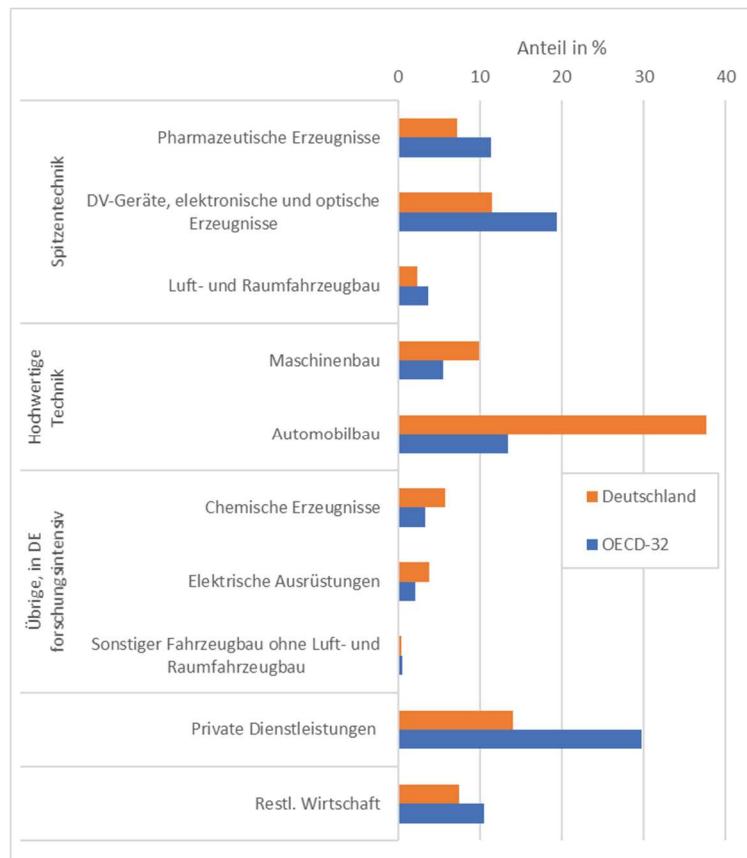
¹⁾ Letztes verfügbares Jahr 2017-2019.

Quelle: OECD, ANBERD Database (3/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Im Vergleich zu den OECD-Ländern konzentriert sich die Forschung der deutschen Wirtschaft besonders im Automobilbau (38 Prozent). Auch im Maschinenbau, in der Chemie- und der Elektroindustrie Deutschlands wird im internationalen Vergleich viel geforscht. Obwohl die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen mit 11 Prozent den zweitgrößten Beitrag zu den FuE-Aufwendungen in der deutschen Industrie leisten, entfällt in den anderen OECD-Ländern ein höherer Anteil auf diese Branche. Auch in der Pharmaindustrie und bei den privaten Dienstleistern wird in Deutschland anteilig weniger FuE durchgeführt (Abb. 2.18). Das langjährige deutsche

Spezialisierungsmuster ist geprägt von einer im internationalen Vergleich relativ schwachen Präsenz bei Spitzentechnologien und bei Dienstleistungen und einer Spaltenposition bei Industrien der Hochwertigen Technik.³⁸ Dieses Muster charakterisiert das „deutsche Innovationssystem“ und ist nicht nur bei FuE, sondern auch in der Produktion und im Außenhandel sichtbar.

Abb. 2.18: Schwerpunkte der FuE-Tätigkeit¹⁾ in Deutschland im internationalen Vergleich 2018



¹⁾ Anteil der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaftszweige an den Aufwendungen der Wirtschaft insgesamt in Prozent. OECD-32: OECD 38 (Stand 2021) ohne AUS, CHE, COL, CRI, LUX, NZL.

Quelle: OECD, ANBERD Database (3/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

2.6.2 Exkurs: Sektorale Struktur der FuE der Wirtschaft in China

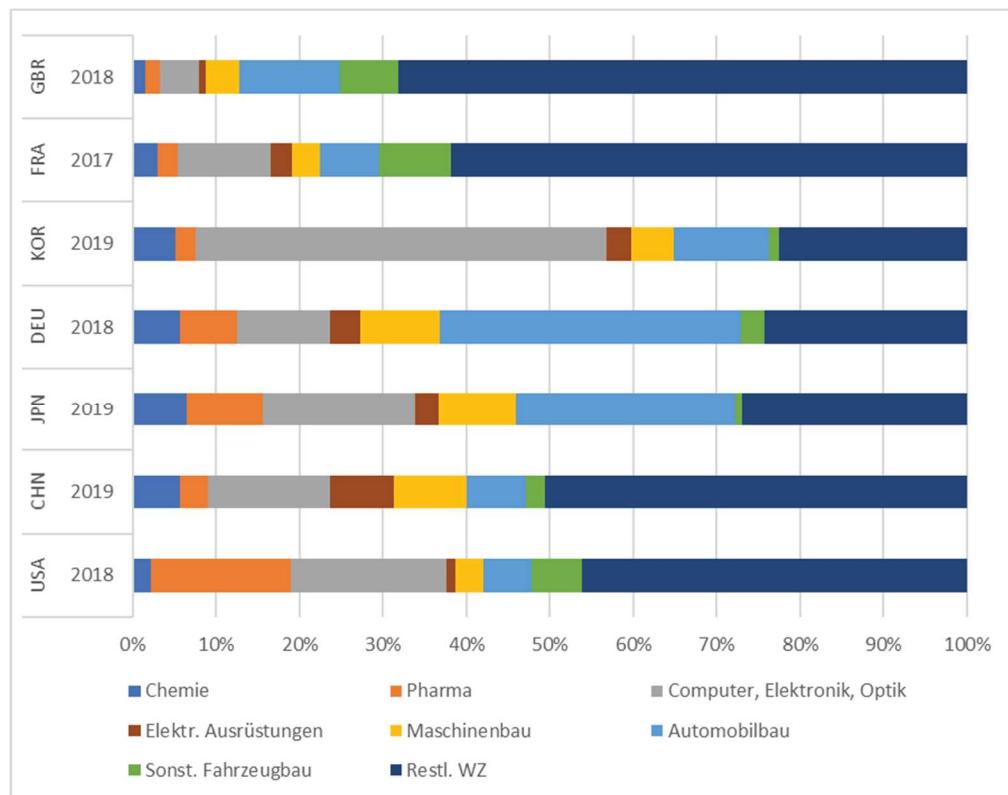
Mit gut 400 Mrd. KKP Dollar haben die Forschungsausgaben der Wirtschaft in China inzwischen fast die der USA (485 Mrd. KKP Dollar) erreicht und sind mehr als viermal so groß wie in Deutschland.

Die OECD liefert auch Daten zur Aufteilung der FuE-Aufwendungen auf große Branchen und Wirtschaftsbereiche in China. Demnach entfällt in China etwa die Hälfte der FuE-Aufwendungen auf

³⁸ Für die langfristige Betrachtung vgl. auch Gehrke und Schasse (2017), Belitz, Junker, Schiersch und Podstawska (2015).

international oder in Deutschland FuE-intensive Industriebranchen (Abb. 2.19). Damit konzentrieren sich die FuE-Aufwendungen der chinesischen Wirtschaft zwar zu einem geringeren Anteil auf diesen FuE-intensiven Branchenkomplex als bei den asiatischen Konkurrenten Südkorea und Japan, der Anteil liegt aber ähnlich hoch wie in den USA und höher als in Großbritannien und Frankreich. Im internationalen Vergleich relativ großes Gewicht hat die chinesische Wirtschaft im Maschinenbau, die Elektroindustrie und die Chemie. In diesen Branchen und im Automobilbau investieren Unternehmen in China mittlerweile mehr als Unternehmen in den USA (Abb. 2.20).

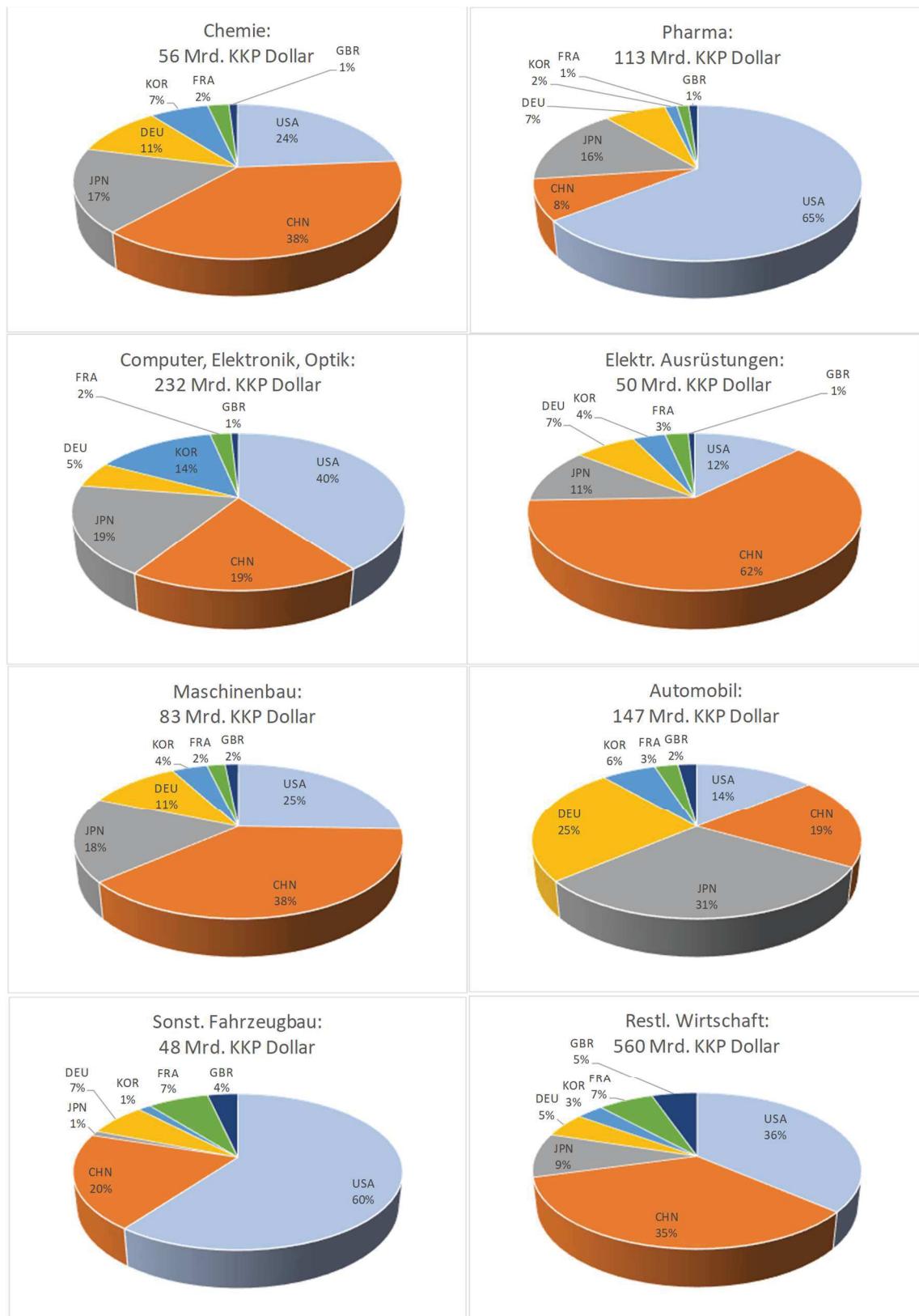
Abb. 2.19: FuE-Aufwendungen in China und großen OECD-Ländern nach ausgewählten Sektoren¹⁾



¹⁾ Letztes verfügbares Jahr (2017-2019).

Quelle: OECD, ANBERD Database (3/2021). – Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

Abb. 2.20: FuE-Ausgaben von sieben forschungsstarken Ländern in FuE-intensiven Sektoren¹⁾



¹⁾ Letztes verfügbares Jahr (2017-2019), FuE-intensiv international oder in Deutschland.

2.6.3 FuE in kleinen und mittelgroßen Unternehmen

Die Bedeutung kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) für Forschung und Innovation in Deutschland ist bei rein quantitativer Betrachtung gering.³⁹ 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. 2.21). 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 unter den hier betrachteten Ländern finden sich Spanien, Kanada und Polen, in denen KMU die Hälfte und mehr der FuE-Aufwendungen tragen. Diese Unterschiede in der Verteilung der FuE auf Größenklassen sind z.T. auch auf die verschiedene Bedeutung von Großunternehmen und Wirtschaftszweigen in den Ländern zurückzuführen.⁴⁰

Die regelmäßige Beteiligung an FuE liegt bei Klein- und Mittelunternehmen mit 10 und mehr Beschäftigten in Deutschland im Jahr 2018 etwas über dem Durchschnitt der EU-27 (Tab. A 2.4 im Anhang). Bei den Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten führen 11,6 Prozent kontinuierlich FuE durch, in den EU-Ländern jedoch nur 8,8 Prozent. In den größeren KMU mit 20 bis 249 Beschäftigten sind es mit knapp 30 Prozent jedoch deutlich mehr als in den EU-27 mit nur knapp 23 Prozent. Finnland, die Niederlande, Frankreich und Belgien erreichen in beiden Größenklassen etwas höhere Anteile regelmäßig forschender KMU als Deutschland.

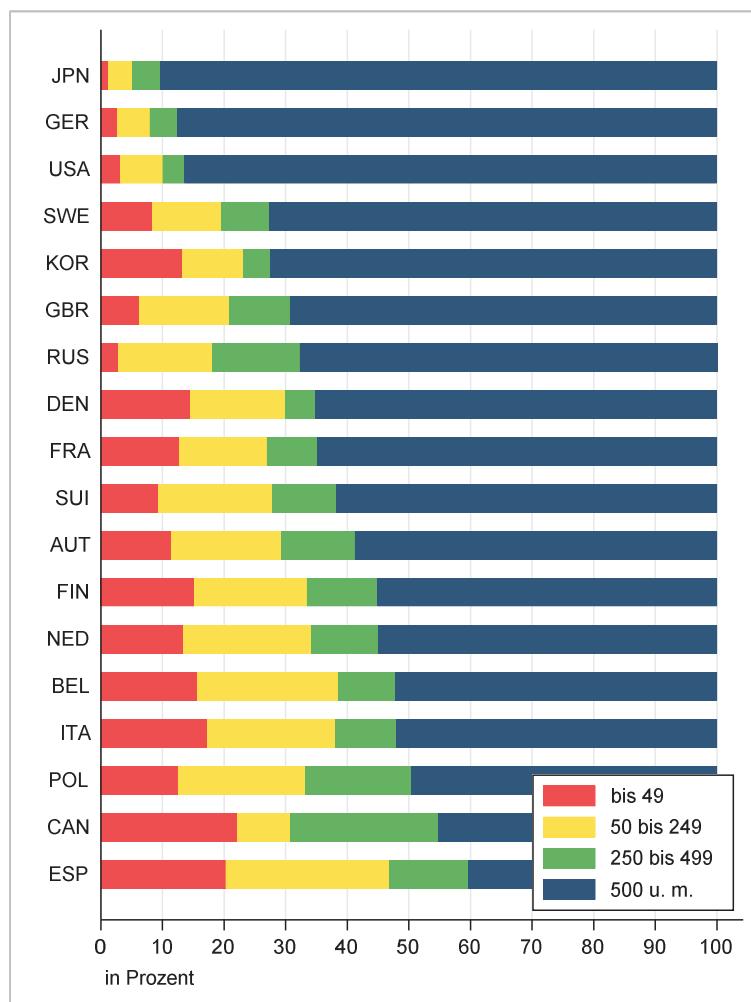
Da die meisten Unternehmen KMU sind, wird der Anteil aller kontinuierlich FuE betreibenden Unternehmen wesentlich von ihrem Forschungsverhalten bestimmt. Von 2010 bis 2018 ist der Anteil aller kontinuierlich FuE betreibenden Unternehmen in Deutschland insgesamt etwas zurückgegangen während andere europäische Länder z.T. deutliche Zuwächse zu verzeichnen hatten (Abb. 2.22).⁴¹ Deutschlands Anteil liegt aber immer noch deutlich über dem Durchschnitt der EU-27 Länder.

³⁹ Vgl. auch Rammer, Gottschalk, Peters, Bersch und Erdsiek (2016).

⁴⁰ Vgl. Gehrke und Schasse (2017).

⁴¹ Allerdings wurde im Community Innovation Survey (CIS) 2018 erstmal das Oslo Manual (4. Ausgabe) umgesetzt. So wurde etwa erstmals die Nutzung der Erwerbstätigen zur Klassifizierung der Unternehmen nach Größenklassen empfohlen. Somit dürfte die Vergleichbarkeit zu den Vorjahren eingeschränkt sein.

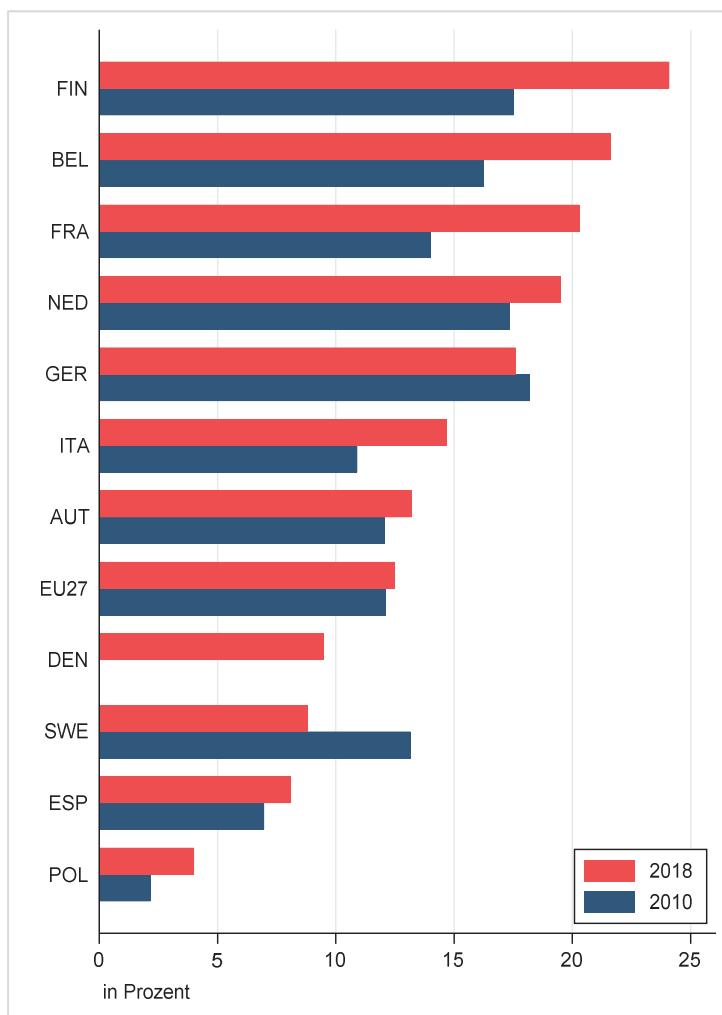
Abb. 2.21: Interne FuE-Ausgaben des Wirtschaftssektors nach Beschäftigtengrößenklassen 2018¹⁾



1) Oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Research and Development Statistics (4/2021). – Berechnungen des DIW Berlin.

Abb. 2.22: Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen im europäischen Vergleich 2010 bis 2018 in (in Prozent)¹⁾

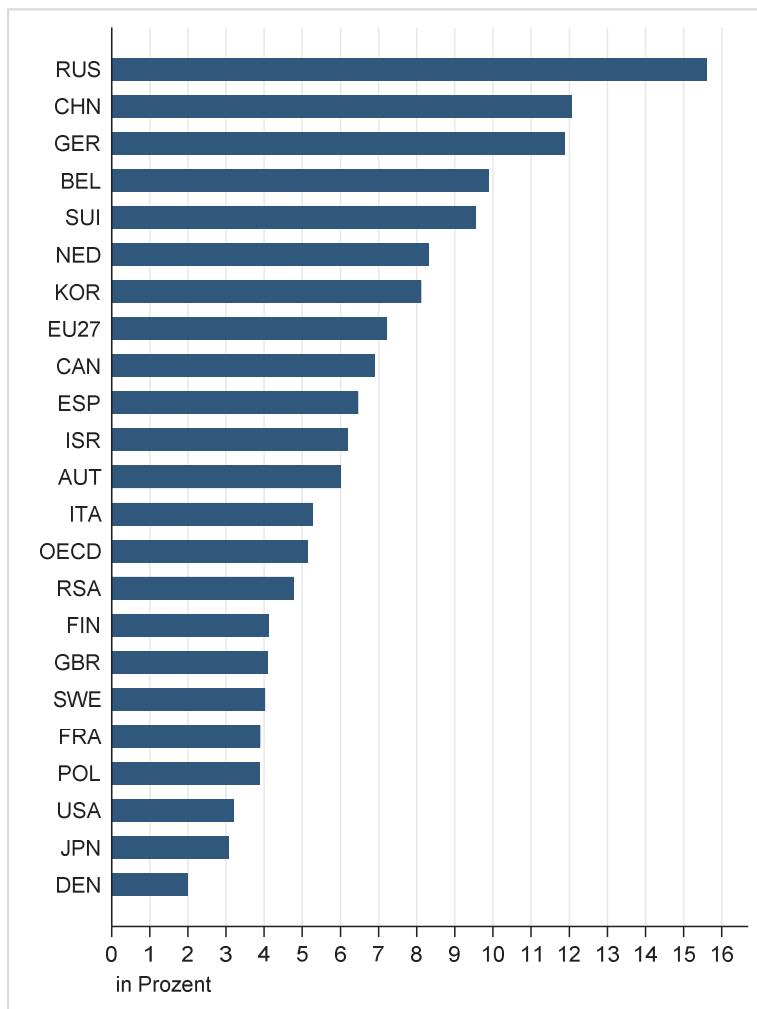


¹⁾ Für 2010 EU-27: aufgeführte Länder zuzgl. EST, CZE, MLT, HUN, SLO, CRO, LTU, LAT, CYP, ROM
Quelle: Eurostat: Community Innovation Survey (CIS) 2010, 2018. – Berechnungen des DIW Berlin.

2.7 FuE-Kooperationen zwischen Staat und Wirtschaft

Einen ersten Eindruck über das Ausmaß der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und staatlichen Forschungseinrichtungen im internationalen Vergleich liefern die Kennziffern zur Finanzierung von FuE (vgl. Abschnitt 2.4.1). Ein weiterer Indikator für die Bedeutung der Wirtschaft als „Drittmittelgeber“ für öffentliche FuE ist der Finanzierungsanteil der Wirtschaft an den FuE-Aufwendungen von Hochschulen und außeruniversitären Einrichtungen (Abb. 2.23 und Tab. A 2.6 im Anhang). Mit fast 12 Prozent finanzieren die Unternehmen in Deutschland deutlich mehr FuE in diesen öffentlichen Forschungseinrichtungen als im Durchschnitt der OECD (5,1 Prozent) und der EU-27 (7,2 Prozent). Dieser Anteil ist in Deutschland zuletzt leicht zurückgegangen, im Durchschnitt der OECD und der EU stieg er dagegen leicht, allerdings von deutlich niedrigerem Niveau.

Abb. 2.23: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an den FuE-Aufwendungen in öffentliche Einrichtungen 2019 (in Prozent)¹⁾



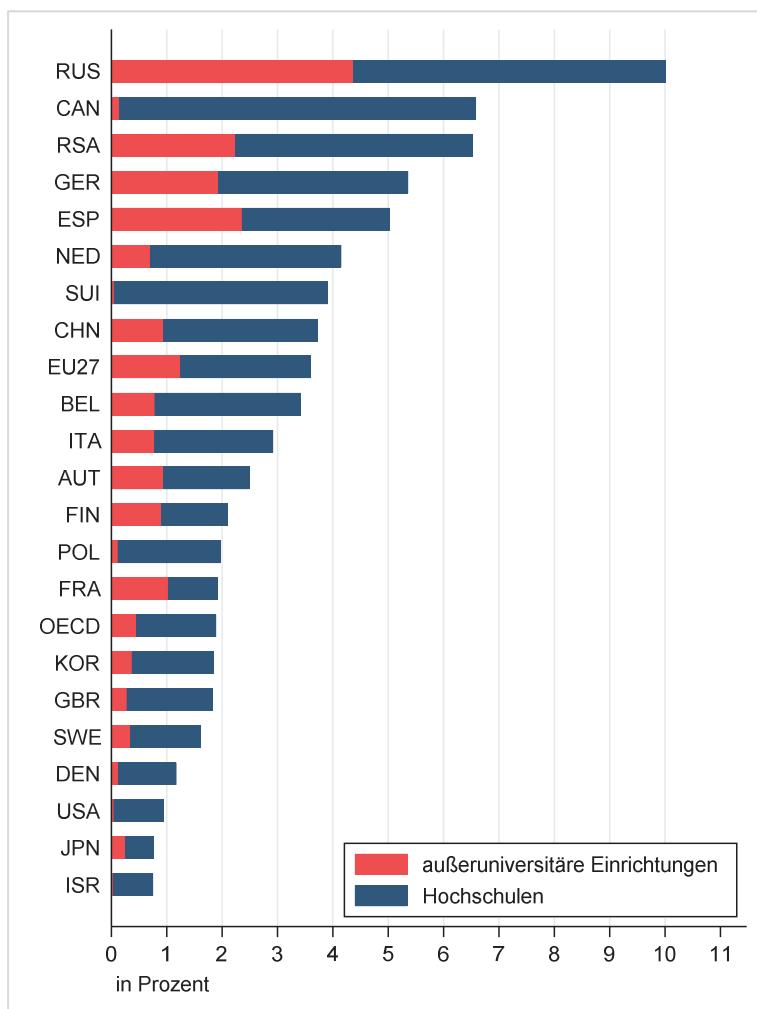
¹⁾ Oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021) – Berechnungen des DIW Berlin.

Für die Wirtschaft ist die Bedeutung der von ihr finanzierten öffentlichen Forschung – bezogen auf die FuE-Ressourcen, die in den Unternehmen selbst eingesetzt werden – relativ gering. Der Anteil liegt in der OECD bei nur rund 2 Prozent (Abb. 2.24 und Tab. A 2.6 im Anhang). In Deutschland beläuft sich dieser Finanzierungsbeitrag auf gut 5,4 Prozent der internen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft und liegt damit deutlich über dem OECD- und auch über dem EU-27-Durchschnitt. In den USA und in Japan liegt dieser Anteil unter 1 Prozent und somit auch deutlich unter dem OECD-Durchschnitt.

In den letzten Jahren sind die Finanzierungsbeiträge der Wirtschaft zu FuE in öffentlichen oder öffentlich geförderten Einrichtungen sowohl im Durchschnitt der OECD- als auch der EU-Länder leicht zurückgegangen bzw. stagnierten (vgl. Tab. A 2.6 im Anhang). So war es zuletzt auch in Deutschland.

Abb. 2.24: FuE-Aufträge von Unternehmen an öffentliche Einrichtungen in Prozent der internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen 2019¹⁾



¹⁾ Oder letztes verfügbares Jahr.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021) – Berechnungen des DIW Berlin.

3 Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft in Deutschland

Forschung und Entwicklung findet gemäß dem Frascati-Handbuch⁴² in den Sektoren Wirtschaft, Staat, Hochschulen und private Organisationen ohne Erwerbszweck (PNP = Private non Profit)⁴³ statt. Diesem breit gestreuten Spektrum an Akteuren im FuE-Geschehen steht eine ähnlich heterogene Phalanx an Nutzern der FuE-Statistik mit sehr unterschiedlichen Interessen gegenüber, was die Messung von FuE zu einer äußerst komplexen Aufgabe macht.⁴⁴ Verstärkt wird diese Komplexität durch eine ausprägte Heterogenität innerhalb der Sektoren. So ist im Hochschulsektor die Forschung an einem Lehrstuhl für anorganische Chemie kaum vergleichbar mit der an einem Lehrstuhl für englische Literatur. Ähnlich dürfte es im Unternehmenssektor kaum Überschneidungen zwischen der Forschung im Maschinenbau und bei den Finanzdienstleistern geben. Die FuE-Statistik versucht dem gerecht zu werden, indem sie Indikatoren verwendet, die auf alle Sektoren gleichermaßen anwendbar sind. Dabei handelt es sich um die FuE-Aufwendungen und das FuE-Personal.⁴⁵ Diese haben den Vorteil, dass sie einerseits eine überschneidungsfreie und vollständige Erfassung der FuE-Aktivitäten ermöglichen und andererseits rechnerisch beliebig aggregierbar sind.⁴⁶

Wir werden uns im Folgenden zunächst mit dem aktuellen Stand und der Entwicklung von FuE im Hochschul- und Staatssektor beschäftigen und dann als Schwerpunkt dieser Studie mit FuE im Wirtschaftssektor.

3.1 Forschung und Entwicklung im Hochschul- und im Staatssektor

Eine Hochschule zeichnet sich laut der Definition des Frascati-Handbuchs dadurch aus, dass sie tertiäre Bildung anbietet.⁴⁷ Was genau darunter zu fallen hat, legt letztlich in Anlehnung an die ISCED das jeweilige Land selber fest. Tertiäre Bildung ist nur das, was durch die entsprechende nationale Behörde als solche anerkannt wird.⁴⁸ Bei der Abgrenzung des Hochschulsektors ist es ohne Bedeutung, wie die entsprechende Institution organisiert oder finanziert wird.⁴⁹ Das heißt, auch Institutionen, die das Bildungsangebot zu einem signifikanten Preis auf dem Markt anbieten, zählen als Hochschulen. Neben den Primäranbietern von tertiärer Bildung zählen auch die Einrichtungen zum Hochschulsektor, die von einer Hochschule kontrolliert oder verwaltet werden.

⁴² OECD (2015), Kapitel 3.3

⁴³ In Deutschland werden die PNP nicht extra ausgewiesen, sondern dem Hochschul- und dem Wirtschaftssektor zugewiesen.

⁴⁴ Vgl. Kladroba (2020)

⁴⁵ Für die einzelnen Sektoren gibt es sicherlich Indikatoren, die den entsprechenden Anforderungen besser gerecht werden (Eine ausführliche Übersicht geben Kladroba u.a. (2021)). Allerdings sind diese oftmals dann nur für einzelne Sektoren oder sogar nur für Teile davon geeignet.

⁴⁶ Zu einer Diskussion über diese Indikatoren, vgl. Kladroba u.a. (2021), Kap. 2.1.3

⁴⁷ Politisch gesehen dienen Hochschulen aber nicht nur der Bildung, sondern sind auch ein beliebtes Instrumentarium zur Regionalförderung, vgl. BMBF (2020), Fritsch u.a. (2008), Kladroba (2021a), Flöther/Kooij (2012).

⁴⁸ OECD (2015), Ziffer 9.7

⁴⁹ OECD (2015), Abbildung 3.1

Bei der Erfassung von FuE an Hochschulen tritt vor allem das Problem auf, die Forschungsaktivitäten von den Bildungsangeboten oder sonstigen Aktivitäten (z.B. Patientenbetreuung an Universitätskrankenhäusern, Gremienarbeit) zu unterscheiden.⁵⁰ Das Frascati-Handbuch macht an dieser Stelle keine Vorschläge zur methodischen Vorgehensweise, sondern listet nur Grenzfälle auf. In Deutschland erfolgt die Zuordnung mit Hilfe eines Schlüssels, der durch eine Expertenkommission auf Basis von Zeitbudgeterhebungen regelmäßig aktualisiert wird.⁵¹

Bei der Erfassung des Staatssektors ist vor allem darauf zu achten, ob die Durchführung oder die Finanzierung im Mittelpunkt der Analyse stehen soll. Während die Finanzierung in der Regel über Bundes- oder Länderministerien erfolgt, die aber keine eigene interne FuE betreiben, findet die Durchführung in Forschungsinstituten (z.B. der großen Forschungsgesellschaften) und anderen forschenden, staatlich kontrollierten Einrichtungen (z.B. Museen) statt. Zentral für die Zugehörigkeit zum Staatssektor ist die staatliche Kontrolle unter der Voraussetzung, dass kein Kriterium für die Zugehörigkeit zum Unternehmens- oder Hochschulsektor greift.

Schließlich sollte an dieser Stelle noch auf einen entscheidenden Unterschied bezüglich des Forschungsbegriffs zwischen Unternehmen und Hochschulen hingewiesen werden. Wie in Kap. 1 erwähnt, ist ein wichtiges Kriterium für Forschung die „Neuartigkeit“ des Forschungsgegenstandes. Dies wird im Hochschulsektor deutlich strenger definiert als im Unternehmenssektor. Während es für ein Unternehmen ausreicht, dass die aus dem FuE-Projekt gewonnene Erkenntnis für das Unternehmen neu ist und in der eigenen Branche noch keine Anwendung gefunden hat, liegt Neuartigkeit in der Hochschulforschung nur dann vor, wenn es sich um grundlegend neue Erkenntnisse handelt.⁵²

3.1.1 Interne FuE-Aufwendungen im Hochschul- und Staatssektor

In den deutschen Hochschulen wurden im Jahr 2019 19.172,8 Mio. Euro für Forschung ausgegeben.⁵³ Dies sind 4,2 Prozent mehr als 2018. Wie ist dieser Wert zu bewerten? Dazu bietet sich einerseits der zeitliche aber auch der internationale Vergleich an. Dabei entspricht die Steigerungsrate genau dem EU-27-Durchschnitt.⁵⁴ Auch liegt er im mehrjährigen Schnitt (seit 2010) der Wachstumsraten im deutschen Hochschulsektor. So hat es in diesen Jahren schon deutlich höhere Wachstumsraten gegeben (z.B. 2015/16 mit 8,4 Prozent), aber auch schon deutlich niedrigere (z.B. 2014/15 mit 2,8 Prozent). Interessant ist aber auch der langfristige Vergleich. Die Ausgaben für Hochschulforschung sind in Deutschland seit 2010 um 50,6 Prozent gestiegen, was deutlich über dem EU-27-Durchschnitt von 29,1 Prozent liegt.

⁵⁰ OECD (2015), Ziffer 9.33ff.

⁵¹ Kienzle (2018), Kienzle/Horneffer (2018)

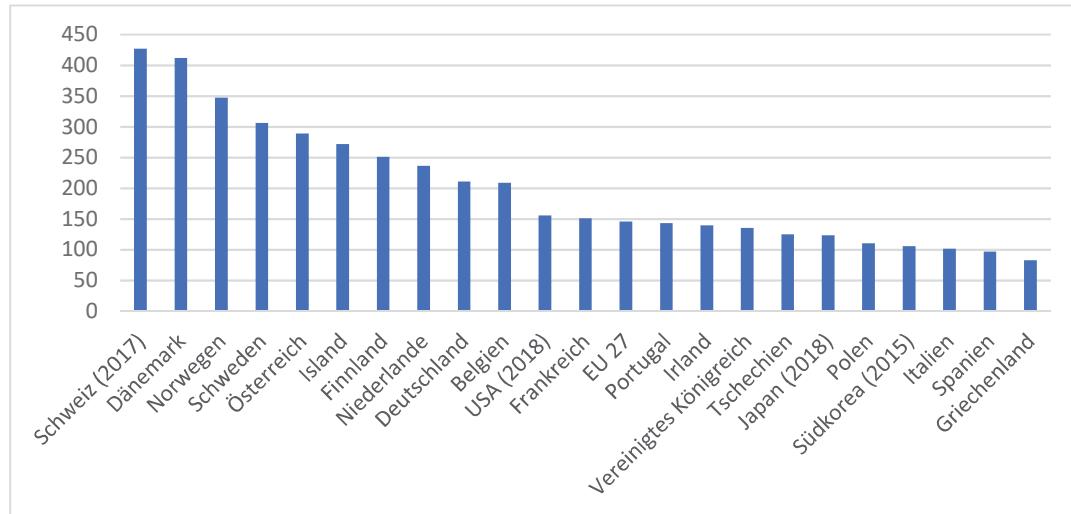
⁵² OECD (2016), Ziffer 2.14

⁵³ Vgl. Tab. A 3.1 im Anhang

⁵⁴ EU-Vergleichszahlen nach Eurostat

Für eine Einordnung der deutschen Ausgaben in einen internationalen Vergleich bietet sich eine Umrechnung in Kaufkraftparitäten (KKP) im Verhältnis zur Einwohnerzahl an. Hier zeigt sich, dass Deutschland mit 213,4 €-KKP/Einwohner zwar deutlich über dem EU-27-Schnitt von 145,74 €-KKP/Einwohner liegt, aber gleichzeitig hinter andere wichtige Länder zurückfällt. Vor allem in den nordischen Ländern wird deutlich mehr für Hochschulforschung ausgegeben als in Deutschland.

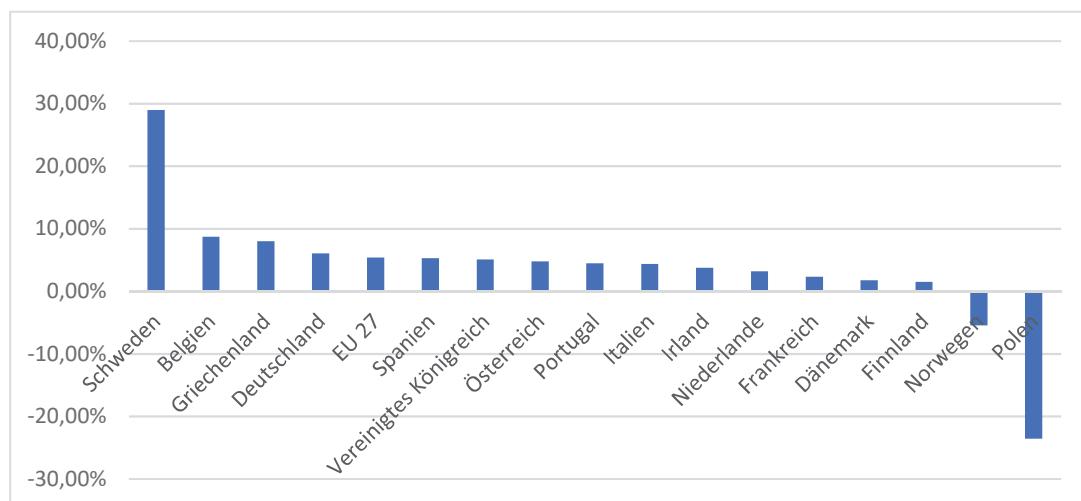
Abb. 3.1: Interne FuE-Aufwendungen im Hochschulsektor 2019 (€ KKP/Einwohner)⁵⁵



Ein anderes Bild zeigt der Staatssektor. Die internen FuE-Aufwendungen des Staates (nur Durchführung, nicht Finanzierung) betrugen im Jahr 2019 15.022,2 Mio. Euro.⁵⁶ Dies waren 6 Prozent mehr als 2018. Dabei handelte es sich um die höchste Steigerung in den letzten 10 Jahren. Gleichzeitig lag die Steigerungsrate deutlich über dem EU-27-Durchschnitt von 5,4 Prozent. Vor allem im Vergleich zu den wichtigen westeuropäischen Ländern (Frankreich, Spanien, UK, Niederlande Österreich usw.) zeigt sich Deutschland in diesem Jahr überdurchschnittlich dynamisch.

⁵⁵ Quellen: Eurostat, OECD

⁵⁶ Vgl. Tab. A 3.1 im Anhang

Abb. 3.2: Interne FuE-Aufwendungen im Staatssektor (Veränderungsraten 2018/19)⁵⁷

3.1.2 Struktureller Vergleich der internen FuE-Aufwendungen im Hochschul- und Staatssektor

Auch wenn Staats- und Hochschulsektor bezüglich der internen FuE-Aufwendungen eine ähnliche Dimension haben, zeigen sich doch massive strukturelle Unterschiede. Dies zeigt sich bereits in den **Forschungsgebieten**, in denen die Sektoren angesiedelt sind. Im Hochschulsektor gibt es eine fast gleiche Aufteilung zwischen den Naturwissenschaften (einschl. Mathematik und Informatik), den Ingenieurwissenschaften, den Gesundheitswissenschaften und den Sozial- und Geisteswissenschaften. Alle Bereiche tragen fast 25 Prozent zu den Gesamtausgaben bei. Sonstige Bereiche, wie z.B. die Agrarwissenschaften, spielen kaum eine Rolle.

Im Staatssektor sind dagegen die Naturwissenschaften mit einem Anteil von 43,9 Prozent der dominierende Sektor. Es folgen die Ingenieurwissenschaften mit 27,8 Prozent. Sozial- und Geisteswissenschaften (13,6 Prozent) sowie Gesundheitswissenschaften (10,0 Prozent) spielen nur eine untergeordnete Rolle.⁵⁸

Bezüglich der **Art der Kosten** ähneln sich die Sektoren (einschließlich dem Wirtschaftssektor). Der größte Teil der internen FuE-Aufwendungen entfällt auf die Personalkosten. Der Anteil hierfür liegt zwischen 52 Prozent (Staatssektor) und 61,4 Prozent (Unternehmenssektor). Die „sonstigen laufenden Kosten“ liegen in allen Sektoren ungefähr bei einem Drittel. Die Kapitalkosten sind beim Staat etwas höher (17 Prozent) als in den anderen Sektoren (6 – 7 Prozent).⁵⁹

Ebenfalls recht ähnlich sind sich Staats- und Hochschulsektor in Bezug auf die **Finanzierung**. In beiden Fällen erfolgt die Finanzierung zu über 80 Prozent durch den Staatssektor, auch wenn sich die

⁵⁷ Quelle: Eurostat, eigene Berechnungen

⁵⁸ Quelle: Eurostat

⁵⁹ Quellen: SV Wissenschaftsstatistik, Eurostat

dahinterstehenden staatlichen Einheiten natürlich unterscheiden. Zu knapp 10 Prozent (Staat) bzw. 13,5 Prozent erfolgt eine Drittmittelfinanzierung durch Unternehmen. Den Rest tragen ausländische Institutionen bei.⁶⁰

3.1.3 FuE-Personal im Staats- und Hochschulsektor

Im Staatssektor arbeiten insgesamt 112.592 Vollzeitäquivalente (FTE) in Forschung und Entwicklung.⁶¹ Im Hochschulsektor sind es 147.315.⁶² Interessant ist dabei, dass diese knapp 150.000 FTE über 360.000 Personen (Head Counts) entsprechen. Dies ist auf zwei Ursachen zurückzuführen:

1. Die Forschenden in den Hochschulen haben noch andere Aufgaben, vor allem in der Lehre. Selbst der Inhaber einer ganzen Stelle ist in der Regel also nicht nur mit Forschung beschäftigt. Dies gilt vor allem für das wissenschaftliche FuE-Personal.
2. Da aber auch bei den Technischen und den Sonstigen Berufen das Verhältnis zwischen Head Counts und FTE ähnlich ist, zeigt dies den hohen Anteil an Teilzeitstellen an den Hochschulen.

Im Staatssektor kommen auf die genannten FTE nur 136.357 Head Counts.

Der Frauenanteil ist in beiden Sektoren mit 41 Prozent (Staat) und 43,5 Prozent (Hochschulen) fast identisch. Unterschiede zeigen sich aber in den Personalgruppen. Während der Frauenanteil beim wissenschaftlichen Personal in beiden Sektoren mit etwas mehr als einem Drittel annähernd gleich ist, unterscheidet er sich beim nicht-wissenschaftlichen Personal erheblich. Der Staat kommt hier auf einen Frauenanteil von knapp 49 Prozent, während das Personal im nicht-wissenschaftlichen Bereich an den Hochschulen zu zwei Dritteln aus Frauen besteht. Das betrifft vor allem das „sonstige Personal“, also Verwaltungsmitarbeiterinnen und -mitarbeiter in verschiedenen Funktionen, das zu über 75 Prozent aus Frauen besteht.⁶³

3.2 Forschung und Entwicklung in Unternehmen

Schwerpunkt dieser Studie soll die Forschung in den Unternehmen sein. Ein Unternehmen definiert sich gemäß dem Frascati-Handbuch⁶⁴ dadurch, dass es ein Produkt zu einem wirtschaftlich signifikanten Preis anbietet.⁶⁵ Dabei muss es nicht einmal einen direkten Zusammenhang zwischen den Forschungsaktivitäten und dem Produkt geben.

⁶⁰ Quelle: Eurostat

⁶¹ Vgl. Tab. A 3.3a im Anhang

⁶² Vgl. Tab A 3.2a im Anhang

⁶³ Quelle: Eurostat

⁶⁴ OECD (2015), Abb. 3.1

⁶⁵ Die einzige Ausnahme besteht darin, dass das Unternehmen tertiäre Bildung anbietet. Dann gehört es zum Hochschulsektor.

3.2.1 Branchen, Forschungsfelder und Forschungsintensitäten

3.2.1.1 Branchen

Die internen FuE-Aufwendungen des Unternehmenssektors sind in Deutschland von 2018 auf 2019 um 5,2 Prozent auf 75,8 Mrd. Euro gestiegen.⁶⁶ Den mit weitem Abstand größten Teil nimmt dabei die Automobilindustrie mit 28,25 Mrd. Euro ein, wobei der Anteil zwischen 2018 und 2019 von 37,6 Prozent auf 37,3 Prozent an den gesamten internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors leicht gefallen ist. Auf die „großen Fünf“ der Industrie (KfZ-Bau, Chemie, Pharma, Maschinenbau und Elektrotechnik) fallen insgesamt 75 Prozent der Aufwendungen. Nimmt man IKT und die wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen noch dazu, dann werden fast 90 Prozent der internen FuE-Aufwendungen durch sieben Branchen abgedeckt.

Die Entwicklung der Branchen ist allerdings unterschiedlich. Die meisten Branchen zeigen eine Steigerung von 4 – 6 Prozent. Allerdings gibt es auch Ausreißer sowohl nach oben als auch nach unten. Die höchsten Steigerungsraten mit über 40 Prozent zeigen das Baugewerbe und die Finanzdienstleister. Allerdings ist hier auch ein deutlicher Basiseffekt zu sehen. Bei absolut relativ niedrigen FuE-Aufwendungen haben einzelne Unternehmen und sogar einzelne FuE-Projekte eine spürbare Auswirkung auf die Gesamtzahlen. Auch die Textilindustrie (+18 Prozent) sowie die Energieversorger (+19 Prozent) zeigen hohe Wachstumsraten. Auffällig ist vor allem ein Wachstum von 19 Prozent bei IKT, also einer Branche, die mit über 4 Mrd. Euro über eine solide Basis verfügt. Man kann hier also nicht von einem einfachen Basiseffekt ausgehen. Tatsächlich sind zwei Effekte zu erkennen: Zum einen gibt es einen weit überdurchschnittlichen Anstieg der FuE-Aufwendungen bei den etablierten forschenden Unternehmen. Auf der anderen Seite wurde diese Branche in der Erhebung 2019 als Schwerpunktbranche geführt, was vor allem heißt, dass eine Vollerhebung durchgeführt wurde. Dadurch konnten einige Unternehmen als forschend identifiziert werden, die bisher nicht in der Erhebung erhalten waren.

Auf der anderen Seite gibt es auch einige Branchen mit negativen Wachstumsraten. Den stärksten Rückgang mit fast 18 Prozent zeigt der Bergbau, also eine Branche, deren FuE bereits seit vielen Jahren kontinuierlich zurückgeht. Auffällig ist dagegen ein Rückgang von über 12 Prozent beim Luft- und Raumfahrzeugbau. Die Branche zeigte sich allerdings auch in der Vergangenheit relativ volatil, was vor allem damit zu erklären ist, dass es nur wenige Unternehmen in diesem Wirtschaftszweig gibt. Damit ist der Einfluss jedes einzelnen Unternehmens auf die Statistik recht groß. Einzelentscheidungen wirken sich also massiv auf die Gesamtzahl aus.

Neben den relativen Änderungsraten sind aber auch die absoluten Differenzen von besonderem Interesse. Der KfZ-Bau liegt mit einer Steigerung von 4,4 Prozent zwar leicht unterdurchschnittlich,

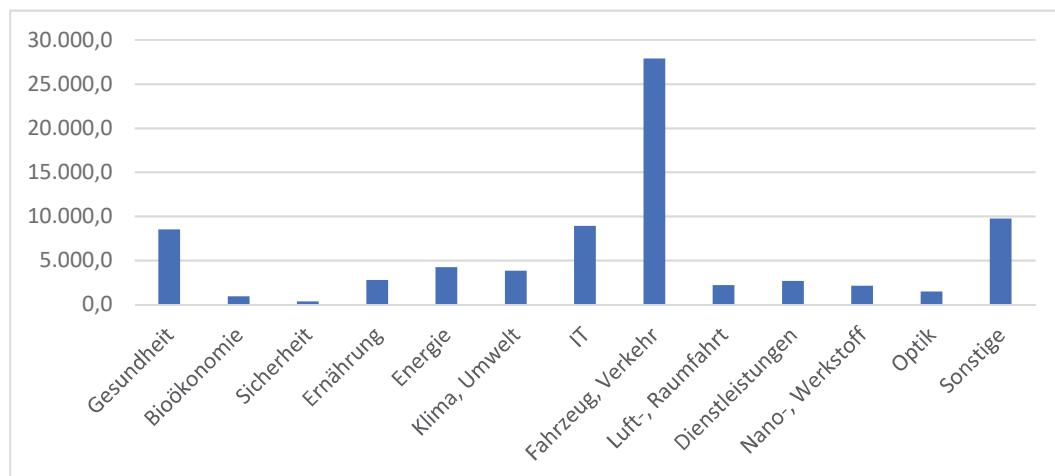
⁶⁶ Vgl. Tab. A 3.4 im Anhang

absolut gesehen bedeutet das aber, dass er mit einem Plus von fast 1,2 Mrd. Euro über 1/3 der Gesamtzunahme des Wirtschaftssektors trägt. Die bereits genannten fünf großen Industriebranchen tragen fast 2/3 des Gesamtwachstums.

3.2.1.2 Forschungsfelder

Zusätzlich zu den Branchen wertet der Stifterverband seit 2017 auch die FuE-Aufwendungen nach Forschungsfeldern aus. Als Benchmark wird dabei die Leistungsplansystematik (LPS) des Bundes verwendet. Dies hat den Vorteil, dass ein direkter Bezug zur Fördertätigkeit des Bundes hergestellt werden kann. Allerdings ermöglicht die LPS nicht in allen Fällen eine eindeutige Zuordnung. Auch scheinen die Unternehmen zum Teil Schwierigkeiten zu haben, sich selber in die LPS einzurichten. Die LPS verfügt über eine Restkategorie „sonstige“, die in der Befragung auffallend häufig genannt wird.

Abb. 3.3: Interne FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors 2019 nach Technologien (in Mio. Euro)⁶⁷



Es ist wenig überraschend, dass das Forschungsfeld „Fahrzeug, Verkehr“ die Forschung im Unternehmenssektor dominiert. Gut 37 Prozent der internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors (knapp 28 Mrd. Euro) entfallen auf diese Kategorie, was etwas weniger ist als die FuE-Aufwendungen des KfZ-Baus. An zweiter Stelle steht (unter Vernachlässigung der Kategorie „sonstige“ mit 14,3 Prozent) die „IT“ mit 11,8 Prozent vor „Gesundheit“ mit 11,2 Prozent. Dahinter klafft eine auffallende Lücke. Nennenswerte Anteile haben vor allem noch „Energie“ (5,6 Prozent), „Klima, Umwelt“ (5,1 Prozent) und Ernährung (3,7 Prozent). Schlusslichter bilden „Optik“ (2 Prozent), „Bioökonomie“ (1,2 Prozent) und „Sicherheit“ (0,5 Prozent).

⁶⁷ Vgl. Tab. A 3.5 im Anhang

Dabei fällt auf, dass es Branchen gibt, die in der Verwendung der Forschungsfelder sehr spezialisiert sind. Das heißt nicht, dass sie ausschließlich in diesem Feld tätig sind, und auch nicht, dass das Forschungsfeld ausschließlich aus dieser Branche gespeist wird. Aber in der Mikrodatenanalyse zeigt sich, dass fast alle Unternehmen dieser Branchen sich dem entsprechenden Forschungsfeld zugehörig fühlen.⁶⁸ Neben den genannten Branchen KfZ-Bau (Fahrzeug, Verkehr) und Pharma (Gesundheit), ist das z.B. auch die Landwirtschaft (Ernährung) und natürlich der Luft- und Raumfahrtzeugbau, der in der LPS eine eigene Kategorie hat.

Umgekehrt kann man auf der einen Seite Forschungsfelder identifizieren, die sich als Querschnitt zeigen und die durch ein breites Spektrum an Branchen gespeist werden. Dies sind vor allem „Energie“, „Klima, Umwelt“ und „Nano- und Werkstofftechnologie“. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Forschungsfelder, die nur durch wenige Branchen vertreten werden. Dies sind vor allem die bereits genannten „Fahrzeug, Verkehr“, „Gesundheit“, „Luft- und Raumfahrt“ und „Ernährung“, wobei letztere weder durch die Landwirtschaft noch durch die Branche „Nahrungs- und Futtermittel“ (beide Branchen haben nur wenige FuE-Aufwendungen) geprägt ist, sondern durch die Chemie. Gut 50 Prozent der FuE-Aufwendungen des Forschungsfeldes „Ernährung“ stammen aus der chemischen Industrie.

3.2.1.3 Intensitäten

Neben den Branchen weist die FuE-Erhebung bereits seit vielen Jahren auch die FuE-Aufwendungen nach Forschungsintensitäten aus.⁶⁹ Wichtigster Indikator sind dafür die FuE-Aufwendungen im Verhältnis zum Umsatz. Dabei wird in die forschungsintensiven Industrien, die forschungsintensiven Dienstleistungen und die nicht-forschungsintensiven Branchen unterschieden. Forschungsintensive Industrien haben eine Forschungsintensität von mindestens 3 Prozent, wobei man bei einer Intensität von 3 – 9 Prozent von hochwertiger Technik und bei einer Intensität über 9 Prozent von Spitzentechnologie spricht. Unter forschungsintensiven Dienstleistungen sind die WZ-Abteilungen 62 (Dienstleistungen der Informationstechnologie), 71 (Architektur- und Ingenieurbüros) und 72 (Forschung und Entwicklung) zu verstehen.

Insgesamt entfielen 2019 67,5 Mrd. Euro auf die forschungsintensiven Branchen.⁷⁰ Dies entspricht 89 Prozent der gesamten FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors. Der Anteil ist damit gegenüber dem Vorjahr quasi unverändert. Auf die forschungsintensiven Industrien entfielen 58,3 Mrd. Euro, wobei 16,2 Mrd. Euro der Spitzentechnologie und 42 Mrd. Euro der hochwertigen Technik zuzuordnen sind. Die Steigerungsrate gegenüber dem Vorjahr lag mit 4 Prozent etwas unter dem Durchschnitt von 5,2 Prozent. Die forschungsintensiven Dienstleistungen hatten dagegen eine Steigerung von 6,8 Prozent zu

⁶⁸ Kladroba u.a. (2018) haben dafür den Begriff der „Schwerpunkttechnologie“ geprägt.

⁶⁹ Vgl. dazu auch Kapitel 2.2.2

⁷⁰ Vgl. Tab. A 3.6 im Anhang

verzeichnen. Einen deutlichen Sprung machten dagegen die nicht-forschungsintensiven Branchen mit einem Plus von 12 Prozent.

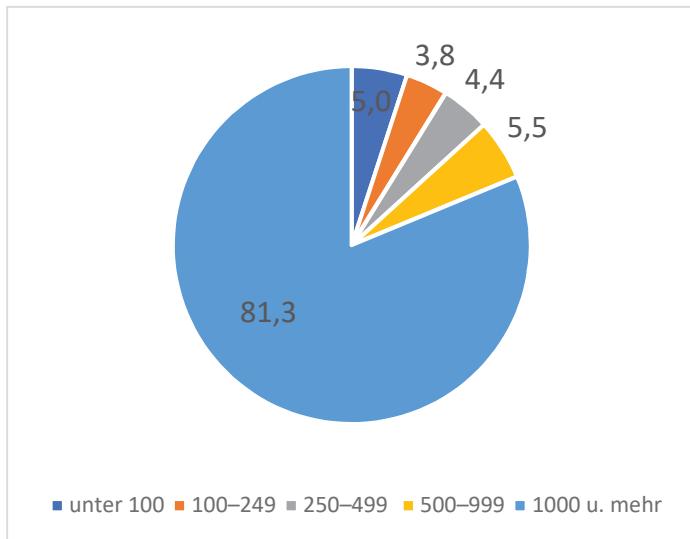
Kombiniert man Forschungsfelder und Forschungsintensitäten, dann zeigt sich, dass sowohl bei der hochwertigen Technik als auch bei den forschungsintensiven Dienstleistungen die Kategorie „Fahrzeug, Verkehr“ dominiert. In beiden Fällen liegt das an der Dominanz der Automobilindustrie. Der KfZ-Bau ist der hochwertigen Technik zugeordnet. Dies führt im Umkehrschluss dazu, dass 50 Prozent der hochwertigen Technik im Forschungsfeld „Fahrzeug, Verkehr“ angesiedelt ist. Die forschungsintensiven Dienstleistungen entsprechen vor allem den WZ-Abteilungen 71 und 72. Die forschen aber nach eigenen Angaben vor allem für die Automobilindustrie, sodass über 40 Prozent der Kategorie „Fahrzeug, Verkehr“ angehören. Bei der Spitzentechnologie dominiert dagegen die Pharmaforschung. Gut 35 Prozent der FuE-Aufwendungen der Spitzentechnologie fallen daher in das Forschungsfeld „Gesundheit“. Gleichzeitig ist Spitzentechnologie natürlich immer mit entsprechenden IT-Entwicklungen verbunden, die sich mit 23 Prozent der FuE-Aufwendungen dieser Intensitätsklasse in der Kategorie „IT“ niederschlägt.

3.2.2 Größenklassen

Forschung und Entwicklung ist im deutschen Wirtschaftssektor eine Sache der Großunternehmen. Zieht man die Grenze zwischen den Kleinen und Mittleren Unternehmen (KMU) auf der einen und den großen Unternehmen auf der anderen Seite in Anlehnung an die EU-Empfehlung 2003/361 bei 250 Mitarbeitern,⁷¹ entfallen über 90 Prozent der internen FuE-Aufwendungen auf die Großunternehmen, wobei die Verteilung über die letzten 20 Jahre von leichten Schwankungen abgesehen relativ konstant geblieben ist.

⁷¹ Die EU-Empfehlung grenzt KMU noch nach einem zweiten Kriterium (Umsatz) ab, was im Folgenden aber vernachlässigt werden soll.

Abb. 3.4: Anteil der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Beschäftigtengrößenklassen in Prozent⁷²



Dabei sind die Unterschiede in den Branchen aber beträchtlich. Zunächst ist das Verarbeitende Gewerbe mit einem Anteil von rund 94 Prozent besonders durch Großunternehmen geprägt. Hier stechen vor allem der Automobilbau mit über 99 Prozent FuE-Aufwendungen bei Großunternehmen, Luft- und Raumfahrzeugbau (98,8 Prozent), Kokereien und Mineralölverarbeitung (ebenfalls 98,8 Prozent) und die Pharmaindustrie (98,4 Prozent) noch einmal hervor. Auf der anderen Seite steht die Textilindustrie, die mit 54 Prozent der FuE-Aufwendungen bei KMU nicht nur innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes, sondern im gesamten Wirtschaftssektor den höchsten KMU-Anteil hat. Sonst liegt der KMU-Anteil im Verarbeitenden Gewerbe meist zwischen 5 und 15 Prozent.

Außerhalb des Verarbeitenden Gewerbes ist es vor allem die Bauindustrie, die auf Kleine und Mittlere Unternehmen setzt. Der Anteil der internen FuE-Aufwendungen beträgt knapp 50 Prozent. Mit gut 40 Prozent stechen auch die Wissenschaftlichen Dienstleister (WZ 72) hervor, wobei diese durch die Institutionen für Gemeinschaftsforschung getragen werden, die naturgemäß eher den KMU zuzuordnen sind. Ansonsten liegt der KMU-Anteil außerhalb des Verarbeitenden Gewerbes meist zwischen 20 und 30 Prozent der internen FuE-Aufwendungen.

Dabei sind natürlich auch die absoluten Größenordnungen interessant. Auch wenn – wie bereits erwähnt – der KMU-Anteil beim Automobilbau mit unter 1 Prozent verschwindend gering erscheint, dann liegt er absolut mit über 115 Mio. Euro ungefähr in der gleichen Größenordnung wie die gesamte Textilindustrie.

⁷² Vgl. Tab. A 3.7 im Anhang

Absolut gesehen tragen neben den wissenschaftlichen Dienstleistern (ca. 1,2 Mrd. Euro) vor allem die Elektrotechnik (1,5 Mrd. Euro), die Informations- und Kommunikationstechnik (934 Mio. Euro) und der Maschinenbau (771 Mio. Euro) am meisten zur Forschung der KMU bei. Auf der anderen Seite stehen Kokerei und Mineralölverarbeitung mit 1,8 Mio. Euro und der Bergbau mit 4,1 Mio. Euro, also Branchen, die in Deutschland sowieso relativ wenig FuE haben. Auffallend ist – wie schon gesagt – der Luft- und Raumfahrzeugbau, der zwar relativ forschungsstark ist, bei dem aber die KMU mit 18 Mio. Euro kaum eine Rolle spielen.

Betrachtet man die Forschungsintensitäten bezüglich der KMU-Anteile, spiegelt sich natürlich die entsprechende Branchenzuordnung deutlich wider. Die Dominanz des Automobilbaus führt dazu, dass der KMU-Anteil bei der hochwertigen Technik gerade einmal bei 3,3 Prozent liegt. Ähnlich ist es bei der Spitzentechnologie. Aufgrund der vorherrschenden Rolle der Pharmaindustrie und des Luft- und Raumfahrzeugbaus stehen hier die KMU auch gerade eben bei 8 Prozent. Der gegenteilige Effekt wird bei den forschungsintensiven Dienstleistungen erreicht. Wegen der beherrschenden Stellung der wissenschaftlichen Dienstleistungen und deren hohem KMU-Anteil vor allem in den IfG, beträgt der KMU-Anteil hier über 26 Prozent.

3.2.3 Finanzierung

Neben der Durchführung erfasst die FuE-Erhebung die Finanzierung von Forschung und Entwicklung. Der Frage, wer in welchem Umfang Forschung selber betrieben hat, stellt sich die Frage, wer die Forschung letztlich bezahlt hat, gegenüber. Bei einer Finanzierung aus dem Wirtschaftssektor kann neben der Finanzierung durch das Unternehmen selber unterschieden werden in Finanzierung durch verbundene Unternehmen und durch nicht verbundene Unternehmen. Fremdfinanzierung erfolgt durch den Staat oder „sonstige Inländer“, worunter vor allem Institutionen ohne Erwerbszweck (z.B. Stiftungen) gemeint sind. Hochschulen treten als Geldgeber nur sehr selten in Erscheinung. Eine wichtige Finanzierungsquelle ist auch das Ausland, in Anlehnung an die VGR seit der Frascati-Revision 2015 „Rest of the World“ genannt.

Die Forschung des deutschen Wirtschaftssektors wird zu über 90 Prozent vom Inland finanziert.⁷³ Diese Inlandsfinanzierung trägt zu 96,3 Prozent der Wirtschaftssektor selber. Das entspricht 88,1 Prozent der Gesamtfinanzierung. Der Staat hat sich 2019 mit 2,4 Mrd. Euro an der Finanzierung der unternehmerischen FuE beteiligt. Dies sind 3,5 Prozent der Inlands- und 3,2 Prozent der Gesamtfinanzierung. Die „sonstigen Inländer“ trugen knapp 113 Mio. Euro bei.

Die Finanzierungsanteile der einzelnen Sektoren schwanken allerdings in Abhängigkeit der Branche erheblich. Vor allem der Beitrag des Staates scheint hier von großem Interesse zu sein. Den höchsten Staatsanteil weisen die FuE-Dienstleister (WZ 72) auf, wo der Staat fast 25 Prozent der

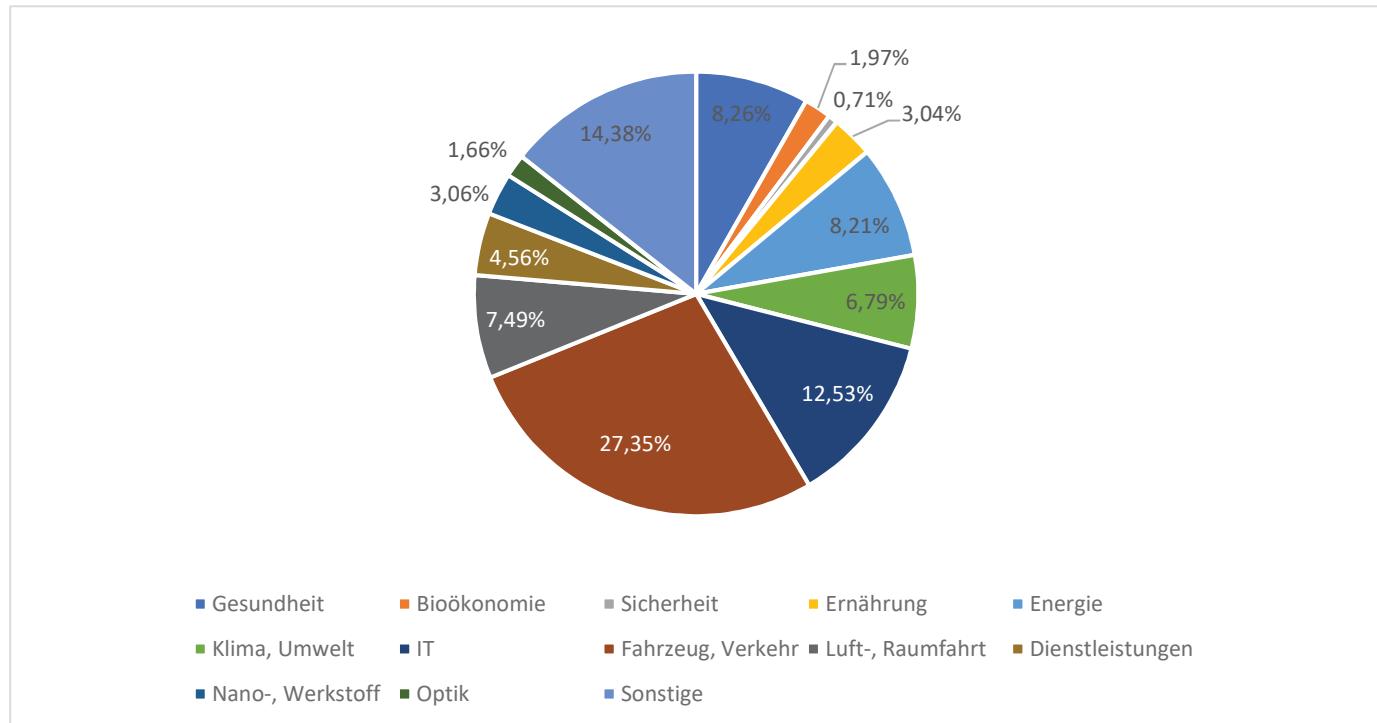
⁷³ Vgl. Tab. A 3.8 und C 2-5 im Anhang

Inlandsfinanzierung der FuE-Aufwendungen trägt. Dies entspricht auch dem höchsten Absolutwert aller Branchen. Mit 615 Mio. Euro erhält die WZ 72 fast doppelt so viel staatliche FuE-Finanzierung wie z.B. die Elektroindustrie. Ebenfalls stark subventioniert sind das Baugewerbe (17,8 Prozent der Inlandsfinanzierung) und die Energie- und Wasserversorgung,⁷⁴ also Branchen, bei denen der Staat stark als Kunde vertreten ist oder bei denen er wichtige politische Ziele verfolgt (Energiewende).

Auf der anderen Seite steht – und das mag erstaunen – der KfZ-Bau mit einem Anteil von gerade einmal 0,6 Prozent der Inlandsfinanzierung der internen FuE-Aufwendungen. Dabei ist nicht nur die Prozentzahl klein. Auch absolut liegt der KfZ-Bau deutlich hinter der Elektrotechnik, dem Maschinenbau oder dem Luft- und Raumfahrzeugbau. Ebenfalls kaum staatliche Förderung bekommen die Finanzdienstleister (ebenfalls 0,6 Prozent), die Pharma industrie (1,1 Prozent der Inlandsfinanzierung), die Lebensmittelindustrie (1,4 Prozent) und die Chemie (1,5 Prozent). Es wird interessant sein, zu beobachten, welche Verschiebungen in der Finanzierung sich vor allem bei der Pharma industrie im Rahmen der staatlichen Förderung von Covid 19-Impfstoffen in den Jahren 2020 und 2021 ergeben werden.

Allerdings hat Kapitel 3.2.1 ja schon gezeigt, dass die Beschränkung der Betrachtung auf die Branchen nicht dem FuE-Engagement der Unternehmen für ein bestimmtes Thema gerecht wird. Ähnlich kann man das auch für die staatliche Förderung sehen. Auch wenn in der FuE-Erhebung keine Finanzierungszahlen pro Forschungsfeld vorliegen, kann man anhand der Anteile der Branchen an den Forschungsfeldern zumindest grob die staatliche Finanzierung abschätzen. Dabei zeigt sich, dass von den rund 2,4 Mrd. Euro staatlicher FuE-Finanzierung fast 30 Prozent in das Forschungsfeld „Fahrzeug, Verkehr“ gehen. Das heißt, dass – obwohl der KfZ-Bau als Branche kaum staatliche Finanzierung genießt – dieses Feld mit großem Abstand am meisten vom Staat profitiert. Dahinter kommen IT (12,5 Prozent) sowie Gesundheit und Energie (jeweils 8 Prozent). Kaum staatliche Finanzierung genießen Bioökonomie, Optik und Sicherheit mit jeweils unter 2 Prozent der staatlichen FuE-Finanzierung.

⁷⁴ Zahl kann aus Geheimhaltungsgründen nicht veröffentlicht werden.

Abb. 3.5: Verteilung der staatlichen FuE-Finanzierung auf die Forschungsfelder⁷⁵

Nach Forschungsintensitäten gegliedert ist der Staat vor allem in den forschungsintensiven Dienstleistungen engagiert. Der staatliche Anteil der Inlandsfinanzierung der internen FuE liegt hier bei über 10 Prozent, worin sich aber auch die hohe Bedeutung der FuE-Dienstleistungen in dieser Kategorie spiegelt. Überdurchschnittlich ist aber auch der Anteil des Staates bei den nicht-forschungsintensiven Branchen (6,1 Prozent der Inlandsfinanzierung) sowie bei der Spitzentechnologie (4,1 Prozent).

Gut 8,5 Prozent der Finanzierung der internen FuE im Wirtschaftssektor kommen aus dem Ausland,⁷⁶ wobei der Begriff sehr weit gefasst ist. Er umschließt einerseits den ausländischen Wirtschaftssektor als auch die Förderung durch die EU und andere internationale Organisationen.

Auslandsfinanzierung ist daher in den meisten Branchen gleichzusetzen mit internationaler Zusammenarbeit im gleichen Konzern. So ist in der Pharmaindustrie, bei der sich die Internationalisierung von FuE in einer hohen Auslandfinanzierung (16,6 Prozent der Gesamtfinanzierung) zeigt, über 93 Prozent der Auslandsfinanzierung aus dem eigenen Konzern. Beim sonstigen Fahrzeugbau bzw. schwerpunktmaßig beim Luft- und Raumfahrzeugbau ist der Auslandsanteil mit unter 10 Prozent zwar verhältnismäßig gering. Allerdings ist hier „Auslandsfinanzierung“ gleichzusetzen mit „EU-Förderung“. Über 80 Prozent der

⁷⁵ Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, eigene Berechnungen

⁷⁶ Vgl. Tab. A 3.9 im Anhang

Auslandsfinanzierung fallen auf EU-Förderprogramme, was einer Summe von 113 Mio. Euro entspricht. Dies entspricht im Übrigen gut einem Viertel der gesamten EU-Förderung für den deutschen Wirtschaftssektor. Anteilmäßig ebenfalls stark vertreten ist die EU-Förderung auch bei der Energieversorgung, der Nahrungsmittelindustrie und der Textilindustrie. Allerdings sind die absoluten Summen vernachlässigbar.

Im Zusammenspiel zwischen Durchführung und Finanzierung lässt sich abschätzen, wie viel Geld der deutsche Wirtschaftssektor insgesamt für FuE aufbringt. Zu den durch den inländischen Wirtschaftssektor finanzierten internen FuE-Aufwendungen sind die durch den inländischen Wirtschaftssektor finanzierten externen FuE-Aufwendungen (vgl. Kapitel 3.2.4) zu addieren. Davon sind wiederum die externen FuE-Aufwendungen abzuziehen, die im Wirtschaftssektor verbleiben, da es sonst zu Doppelzählungen kommen würde. Externe FuE, die durch andere inländische Unternehmen (gleichgültig ob verbundene oder fremde) durchgeführt wird, wird dort als interne FuE des inländischen Wirtschaftssektors erfasst, so dass diese zweimal (einmal als externe und einmal als interne FuE) gezählt würde.

Wie bereits erwähnt betrug die vom inländischen Wirtschaftssektor selber finanzierte interne FuE 66,86 Mrd. Euro. Hinzu kamen 22,69 Mrd. Euro externe FuE, wovon allerdings 14,26 Mrd. im inländischen Wirtschaftssektor verblieben sind. Also sind 8,43 Mrd. Euro in andere Sektoren geflossen. Nimmt man für die externe FuE die gleiche Finanzierungsstruktur an wie für die interne FuE, wurden davon 7,43 Mrd. Euro durch den inländischen Wirtschaftssektor finanziert. Das ergibt zusammen 74,29 Mrd. Euro durch den Wirtschaftssektor finanzierte FuE.

3.2.4 Externe FuE-Aufwendungen

Der Begriff der „externen Forschung und Entwicklung“ wird im Frascati-Handbuch nicht explizit definiert. Dementsprechend werden auch die externen FuE-Aufwendungen definitorisch nicht scharf abgegrenzt. Was einer Definition wohl am nächsten kommt, ist der Ausdruck „internal funds for extramural performance“.⁷⁷ Allerdings entspricht die Sichtweise, es handele sich um rein interne Mittel, nicht der Praxis. Natürlich ist es durchaus denkbar, dass ein durch ein Ministerium gefördertes FuE-Projekt externe Aufträge vergibt, was letztlich bedeutet, dass auch ein Teil der externen FuE durch externe Mittel finanziert wird. In der Praxis spielt daher die Finanzierung externer FuE keine Rolle. In Anlehnung an die Frascati-Definition für interne FuE (vgl. oben) könnte man also definieren: „Externe FuE ist die FuE, die von der betrachteten statistischen Einheit zwar direkt oder indirekt finanziert, aber nicht dort durchgeführt wird.“ Das Frascati-Handbuch unterscheidet dabei „Transfer Funds“, also Zuwendungen, die ohne Gegenleistung erfolgen, von „Exchange Funds“ (= Aufträge), bei denen die FuE-Leistung als Gegenleistung betrachtet wird. Anders ausgedrückt heißt das, dass bei einer

⁷⁷ OECD (2015), Figure 4.1

Zuwendung die Rechte an den Forschungsergebnissen beim Zuwendungsempfänger verbleiben, während bei einem Auftrag die Rechte auf den Zuwendungsgeber übertragen werden.

Das Frascati-Handbuch unterscheidet als mögliche Empfänger von externen FuE-Aufwendungen zunächst die gleichen Sektoren wie bei der FuE-Durchführung.⁷⁸ Des Weiteren wird noch unterschieden,

- ob der empfangende Sektor im In- oder Ausland liegt,
- ob es sich im Unternehmenssektor (sowohl im In- als auch im Ausland) um ein Unternehmen der gleichen Unternehmensgruppe oder ein nicht-verbundenes Unternehmen handelt,
- ob es sich bei Hochschulen im Ausland um einen ausländischen Standort einer inländischen Hochschule handelt oder um eine eigenständige ausländische Hochschule.⁷⁹

Der deutsche Unternehmenssektor hat im Jahr 2019 insgesamt knapp 22,7 Mrd. Euro für externe FuE ausgegeben.⁸⁰ Dies sind knapp 9,7 Prozent mehr als 2018. Die Steigerungsrate ist also deutlich höher als bei den internen FuE-Aufwendungen. Allerdings zeigt die Vergangenheit, dass die Entwicklung externer FuE-Aufwendungen anders zu bewerten ist als die interner Aufwendungen. Während schwache oder sogar negative Wachstumsraten bei den internen Aufwendungen in der Regel ein Indikator für wirtschaftliche Schwäche sind, zeigen sich die externen FuE-Aufwendungen deutlich volatiler. Immer wieder wurden in der Vergangenheit sehr hohe Wachstumsraten, aber auch Rückgänge beobachtet. Offensichtlich gibt es für die Erteilung externer Forschungsaufträge andere Gründe als für die interne Durchführung. Denkbar sind hier z.B. das Fehlen entsprechender interner Ressourcen oder auch fehlende interne Kompetenzen. Was aber an der Zahl des Jahres 2019 auffällt, ist, dass es die höchsten jemals gemessenen externen FuE-Aufwendungen sind. Damit wird bereits im dritten Jahr hintereinander ein neuer „Rekord“ aufgestellt. Auch langfristig zeigt sich eine deutliche Tendenz zu steigenden externen Aufwendungen. So haben diese sich seit 2004 gut verdreifacht und seit 2008 mehr als verdoppelt. Es wird interessant sein, die weitere Entwicklung zu beobachten. Welche Rolle spielt externe FuE in der Pandemie und welche danach? Gibt es vielleicht Anzeichen dafür, dass sich die Rolle der externen FuE im gesamten Forschungsgeschehen der Unternehmen verändert?

Bezüglich der Branchen gibt es zunächst einige Parallelen zu den internen FuE-Aufwendungen. Es ist wenig überraschend, dass der KfZ-Bau mit 13,6 Mrd. Euro auch bei den externen FuE-Aufwendungen den weitaus größten Betrag aufbringt. Der Anteil am Gesamtaufkommen ist mit 60 Prozent sogar weitaus höher als bei den internen FuE-Aufwendungen. Die zweithöchsten externen FuE-Aufwendungen weist mit 3 Mrd. Euro die Pharmaindustrie auf. Interessant dabei ist, dass das Verhältnis zwischen externen und internen FuE-Aufwendungen in beiden Branchen relativ ähnlich ist (1:1,8 bei Pharma und 1:2 bei KfZ-Bau), dem aber völlig unterschiedliche Strukturen zugrunde liegen, wie gleich

⁷⁸ OECD (2015), Ziffer 4.133

⁷⁹ Dieser Aspekt wird in der deutschen FuE-Erhebung nicht abgefragt.

⁸⁰ Vgl. Tab. A 3.11 im Anhang

noch zu sehen sein wird. Auf Rang drei der externen FuE-Aufwendungen – wenn auch wieder mit relativ großem Abstand – ist die Elektroindustrie mit gut 1,4 Mrd. Euro. Außerhalb des Verarbeitenden Gewerbes sind vor allem die wissenschaftlichen und technischen Dienstleister mit 909 Mio. Euro zu nennen. Auffällig ist, dass die anderen der oben beschriebenen „großen fünf“ Branchen mit 511 Mio. Euro (Chemie) und knapp 800 Mio. Euro (Maschinenbau) eher eine untergeordnete Rolle spielen. Auch „Information und Kommunikation“ ist mit 437 Mio. Euro deutlich unterrepräsentiert, wenn man die Bedeutung der Branche bei der internen FuE als Maßstab nimmt. Das untere Ende der Rangfolge bilden der Bergbau und Kokereien/Mineralölverarbeitung mit jeweils ca. 5 Mio. Euro sowie die Textilindustrie (einschl. Lederwaren) und das Baugewerbe mit 9 – 10 Mio. Euro externer FuE. Man kann insgesamt also drei Gruppen von Branchen unterscheiden:

1. Branchen, die sowohl bei interner als auch bei externer FuE forschungsstark sind
2. Branchen, die bei beiden Formen von FuE eher schwach sind
3. Branchen mit hoher interner aber wenig externer FuE

Eine Branche, die über viel externe FuE, aber nur wenig interne FuE verfügt, existiert nicht.⁸¹

Neben der Höhe der externen FuE-Aufwendungen ist natürlich die Verteilung auf die Empfänger von Interesse. Insgesamt bleiben ca. 75 Prozent der Aufwendungen im Inland. Hauptempfänger ist der inländische Wirtschaftssektor, an den knapp 63 Prozent aller externen FuE-Aufwendungen fließen. Innerhalb des Wirtschaftssektors gehen fast Zweidrittel der Aufwendungen an nicht verbundene Unternehmen, was einer Summe von über 9 Mrd. Euro entspricht. Das heißt, dass es eine intensive FuE-Zusammenarbeit auch mit Unternehmen außerhalb des eigenen Konzerns gibt. Ob es sich dabei vor allem um Lieferanden-Kunden-Beziehungen handelt oder inwieweit es sogar gemeinsame Forschungsprojekte von Unternehmen, die eigentlich Wettbewerber sind, gibt, ist aus den Zahlen leider nicht ersichtlich. Auch bei den externen FuE-Aufwendungen, die an das Ausland gehen, profitiert in erster Linie der Wirtschaftssektor. Von den 5,9 Mrd. Euro ans Ausland verbleiben knapp 5,2 Mrd. Euro im Wirtschaftssektor, wobei die Aufteilung zwischen verbundenen Unternehmen (2,7 Mrd. Euro) und nicht verbundenen Unternehmen (2,4 Mrd. Euro) fast hälftig ist. Hochschulen profitieren mit gut 1,9 Mrd. Euro von der Kooperation mit Unternehmen, wobei knapp zwei Drittel im Inland verbleiben.

Allerdings zeigen sich die Branchen bezüglich der externen FuE-Kooperationen sehr heterogen, wie am Beispiel KfZ-Bau und Pharmaindustrie kurz dargestellt werden soll. Beide Branchen legen – wie bereits erwähnt – großen Wert auf externe FuE, allerdings unterscheiden sich die Strukturen massiv. Der KfZ-Bau arbeitet vor allem mit dem inländischen Wirtschaftssektor zusammen. Über 75 Prozent der externen FuE-Aufwendungen verbleiben hier, wobei verbundene und nicht verbundene Unternehmen gleichermaßen involviert sind. Knapp 20 Prozent der externen FuE-Aufwendungen gehen ins Ausland,

⁸¹ Eine Branche, die sich zumindest im Selbstverständnis so sieht, ist der Finanzsektor (Schweizerische Bankiervereinigung (2010)). Diese Sichtweise lässt sich mit den FuE-Daten allerdings nicht bestätigen (vgl. Kladroba (2021b)).

wobei hier fast ausschließlich der Wirtschaftssektor betroffen ist. Anders die Pharmaindustrie. Im Vergleich zum KfZ-Bau sind vor allem zwei wichtige Unterschiede zu erkennen:

1. Pharma ist sehr international orientiert. Über 56 Prozent der externen FuE-Aufwendungen gehen an das Ausland, wobei auch hier vor allem der Wirtschaftssektor profitiert. Aber im Gegensatz zum KfZ-Bau gibt es eine starke Zusammenarbeit mit ausländischen Hochschulen. Pharma investiert über 300 Mio. Euro in ausländische Hochschulen, während es beim KfZ-Bau nur 90 Mio. Euro sind.
2. Die Pharmaindustrie arbeitet viel stärker mit Hochschulen und staatlichen Forschungseinrichtungen zusammen als der KfZ-Bau. Neben den bereits genannten 300 Mio. Euro vergibt Pharma knapp 340 Mio. Euro an inländische Hochschulen, über 380 Mio. Euro an staatliche Forschungseinrichtungen und weitere 120 Mio. an private Organisationen ohne Erwerbszweck, worunter in der Regel nicht-staatliche Forschungseinrichtungen zu verstehen sind. Insgesamt entfallen gut 38 Prozent der externen FuE-Aufwendungen der Pharmaindustrie auf Hochschulen und Forschungseinrichtungen im In- und Ausland. Beim KfZ-Bau sind das nur 4,2 Prozent (ca. 573 Mio. Euro).

Abschließend sei noch erwähnt, dass externe FuE noch in weitaus höherem Maß als interne FuE eine Domaine der Großunternehmen ist. Über 95 Prozent der externen FuE-Aufwendungen entfallen auf Unternehmen mit 250 oder mehr Mitarbeitern.

3.2.5 FuE-Personal

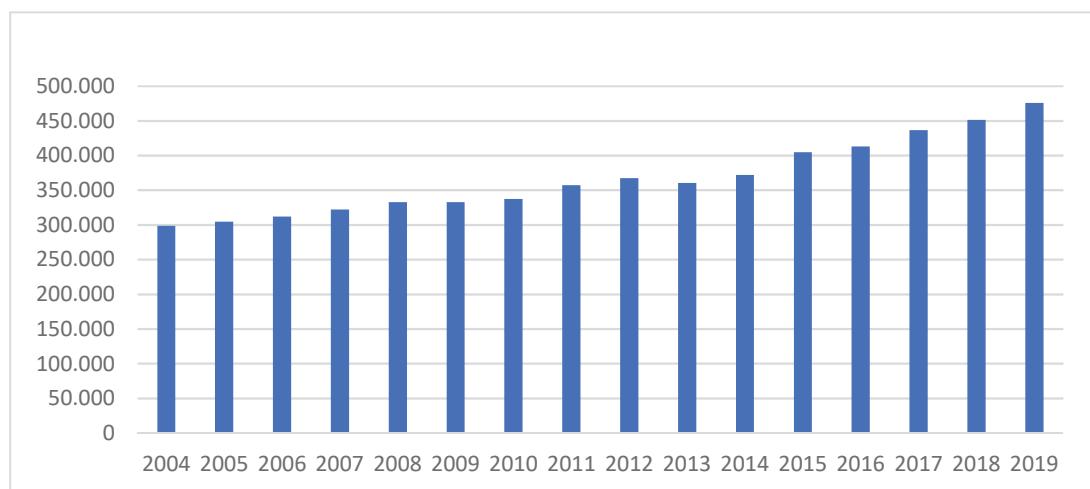
Der zweite Kernindikator der FuE-Erhebung ist das FuE-Personal. Wie bereits erwähnt handelt es sich dabei um alle Mitarbeiter, die im Bereich FuE arbeiten oder ihr direkt zuarbeiten. In der wissenschaftlichen und politischen Diskussion steht der Indikator immer ein wenig im Schatten der internen FuE-Aufwendungen. Daher soll diese Stelle einmal genutzt werden, um zu fragen, ob das FuE-Personal nicht vielleicht sogar der bessere Indikator für die Messung der Quantität von FuE ist.⁸² Wie in Kap. 1.2 erwähnt, verfügen beide Indikatoren über eine Reihe gemeinsamer positiver Eigenschaften (Anwendbarkeit auf alle Sektoren, regionale und sektorale Aggregierbarkeit, leichte Erfassbarkeit usw.). Allerdings weisen die internen FuE-Aufwendungen einige Nachteile auf, die beim FuE-Personal so nicht gegeben sind. So gibt es z.B. internationale, regionale oder auch sektorale Unterschiede vor allem bei den Lohnkosten, die sich unmittelbar auf die Gesamtsumme der internen FuE-Aufwendungen auswirken. Nur weil ein Forscher in der deutschen Pharmaindustrie mehr verdient als ein Geisteswissenschaftler an einer rumänischen Universität, heißt das nicht, dass er „mehr“ Forschung betreibt. Der Zusammenhang „mehr Aufwendungen gleich mehr Forschung“ ist aber die zentrale Aussage des Indikators „interne FuE-Aufwendungen“. Ähnlich ist es zu bewerten, dass Forschung

⁸² Zu den folgenden Ausführungen vgl. auch Kladroba (2020), Kap. 2.5 und 2.6

unterschiedlich kapitalintensiv ist. Natur- oder ingenieurwissenschaftliche Forschung benötigt in der Regel mehr Kapital als geistes- oder gesellschaftswissenschaftliche Forschung. Das heißt aber wiederum nicht, dass dort (pro Forscher) quantitativ mehr Forschung betrieben wird. Beide Nachteile können durch die Verwendung des FuE-Personals als Kernindikator umgangen werden.

Auf der anderen Seite ist Forschung natürlich auch unterschiedlich personalintensiv. So gibt es in vielen naturwissenschaftlichen Forschungsbereichen das Berufsbild des „Technikers“, das es in der geisteswissenschaftlichen Forschung in der Regel nicht gibt. Diese Unterschiede könnten dadurch umgangen werden, indem man als Kernindikator nicht das FuE-Personal als Ganzes, sondern nur das wissenschaftliche Personal (das in der internationalen FuE-Erhebung ja auch getrennt ausgewiesen wird) verwendet. Natürlich sind – aus den verschiedensten Gründen – Forscher nicht alle gleich produktiv. Das heißt, es gibt Forscher, die im gleichen Zeitraum „mehr schaffen“ als andere. Anders als die oben genannten unterschiedlichen Kapitalintensitäten sind Differenzen in der Arbeitsproduktivität aber nicht systematisch. Das heißt, in jedem Sektor und in jedem Forschungsbereich wird es mehr oder weniger produktive Forscher geben, so dass sich die Differenzen letztlich herausmitteln. Als Zielgröße stellt sich daher auch nicht der tatsächliche Forschungsoutput dar, sondern der eines „mittleren“ oder „normierten“ Forschers. Damit ist der Zusammenhang zwischen der Anzahl der Forscher und der Quantität des FuE-Outputs gewahrt. Letztlich muss natürlich noch konstatiert werden, dass Forscher in Unternehmen aber auch an Hochschulen oftmals noch andere Aufgaben haben als die reine Forschung. Dem wird man bereits aktuell durch die Gegenüberstellung des Personals in Vollzeitäquivalenten (FTE = Full Time Equivalent) und Personenzahl (HC = Head Count) gerecht.

Abb. 3.6: FuE-Personal im Wirtschaftssektor 2004 – 2019 (in FTE)⁸³



⁸³ Vgl. Tab. A 3.12

Im Jahr 2019 betrug das FuE-Personal 475.678 FTE. Das waren gut 5,5 Prozent mehr als 2018 und 43 Prozent mehr als 2009. Damit zeigt das FuE-Personal bereits zum siebenten Mal in Folge einen neuen Höchststand an. Die Wachstumsrate lag außerdem deutlich über dem langjährigen Durchschnitt, wie Abb. 3.7 zeigt.

Abb. 3.7: Wachstumsraten des FuE-Personals 2005 – 2019 in Prozent⁸⁴

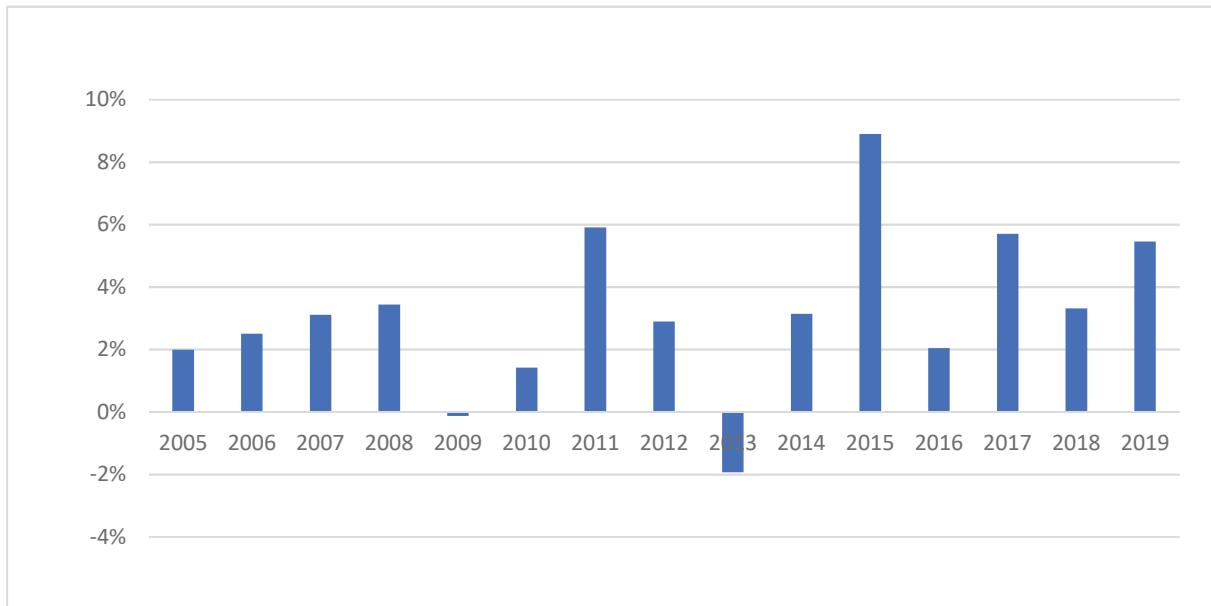
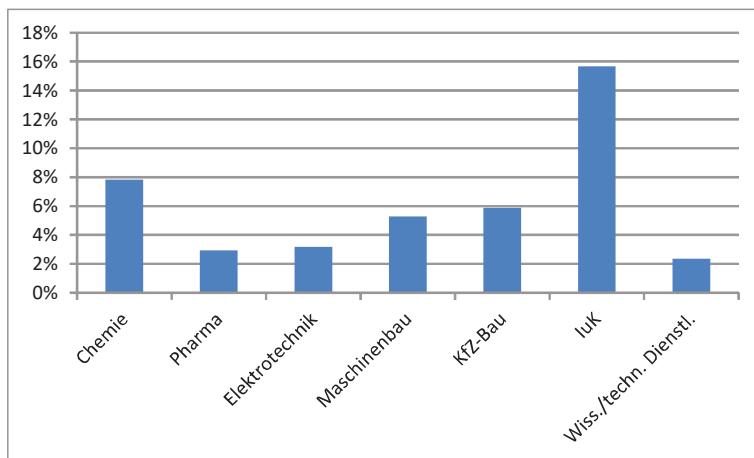


Abb. 3.8 zeigt die Veränderungen bei den fünf großen Industriebranchen (Chemie, Pharma, Elektrotechnik, Maschinenbau, KfZ-Bau) sowie Information und Kommunikation und den wissenschaftlichen und technischen Dienstleistern.

⁸⁴ Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, eigene Berechnungen

Abb. 3.8: Wachstumsraten 2018/19 des FuE-Personals in ausgesuchten Branchen⁸⁵

Wie bei den internen FuE-Aufwendungen auch, zeigt vor allem die Branche „Information und Kommunikation“ einen massiven Zuwachs (+15,7 Prozent). Auch die Chemie ist im Vergleich zum gesamten Wirtschaftssektor überdurchschnittlich gewachsen (7,8 Prozent). Durchschnittliche Wachstumsraten weisen dagegen Maschinenbau (5,3 Prozent) und KfZ-Bau (5,9 Prozent) auf. Unterdurchschnittlich blieben Pharma (3 Prozent), Elektrotechnik (3,2 Prozent) und die Wissenschaftlichen Dienstleister (2,4 Prozent).

Auch wenn der KfZ-Bau prozentual nur eine durchschnittliche Wachstumsrate aufweist, hat er absolut am meisten zum gesamtwirtschaftlichen Wachstum beigetragen. Mit einem Anstieg von 7.734 FTE war der absolute Zuwachs größer als bei den anderen vier großen Industriebranchen zusammen (+7.509 FTE).

In Bezug auf die Unternehmensgröße wird FuE natürlich geprägt durch die Großunternehmen. Gut 83 Prozent des FuE-Personals haben in Unternehmen mit 250 oder mehr Mitarbeitern gearbeitet. Allerdings haben sich die Kleinen und Mittleren Unternehmen im Zeitraum 2018/19 deutlich positiver entwickelt. Das FuE-Personal stieg hier um über 14 Prozent, während der Anstieg bei den Großunternehmen weniger als 4 Prozent betrug.

Eine wichtige politische Fragestellung in Bezug auf das Personal ist immer die nach der Verteilung der Geschlechter. Mit einem Frauenanteil von 18,5 Prozent hat die deutsche Wirtschaft mit den niedrigsten Frauenanteil aller EU- und OECD-Länder.⁸⁶ Dabei fällt folgendes auf

1. Der Frauenanteil ist seit vielen Jahr quasi unverändert. Im Jahr 2003 betrug er 18,5 Prozent, 2009 18,7 Prozent und 2017 18,6 Prozent.

⁸⁵ Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, eigene Berechnungen

⁸⁶ Stifterverband Wissenschaftsstatistik (2021), Kap. 3

2. Es gibt erhebliche Unterschiede zwischen den Branchen. Die Spannweite reicht von nahezu oder sogar über 50 Prozent (Nahrungsmittel, Textilien, Pharma) bis zu unter 15 Prozent (Elektrotechnik, Maschinenbau, KfZ-Bau).
3. Der Frauenanteil ist auch abhängig von der Personalgruppe. Am höchsten ist er beim „sonstigen FuE-Personal“ (also vor allem Verwaltungsangestellte) mit 28,7 Prozent. An zweiter Stelle stehen die technischen Angestellten (22,5 Prozent). Den geringsten Frauenanteil gibt es beim wissenschaftlichen FuE-Personal (also letztlich bei den Führungskräften) mit 14,5 Prozent, wobei auch hier die Spannweite zwischen den Branchen erheblich ist (Nahrungsmittel: 51,8 Prozent; Maschinenbau: 8,5 Prozent).
4. Der Frauenanteil beim wissenschaftlichen FuE-Personal hat sich langfristig etwas erhöht. Betrug er 2003 noch 11,1 Prozent,⁸⁷ liegt er heute bei 14,5 Prozent.

Als letztes soll noch einmal auf den angesprochenen Aspekt der Messung des FuE-Personals in FTE und HC eingehen. Wenn ein Mitarbeiter eine ganze Stelle⁸⁸ besetzt und diese ausschließlich mit FuE ausfüllt, entspricht ein HC einem FTE. In der Regel sind die FTE-Zahlen aber kleiner als die HC, was zum einen bedeuten kann, dass es Teilzeitstellen gibt und zum anderen darauf hinweist, dass auch bei einer ganzen Stelle nur ein Teil der Arbeitszeit mit FuE-Tätigkeiten verbracht wird und dem Stelleninhaber noch andere (nicht FuE) Aufgaben zugeordnet sind. Welcher der beiden Gründe in welchem Maße zutrifft, ist aus den FuE-Zahlen nicht zu erkennen.

Teilt man den FTE-Wert durch den Head Count, bekommt man den Anteil der Arbeitszeit, den die Beschäftigten mit FuE verbringen. Im gesamten Wirtschaftssektor sind das 89 Prozent, wobei sich die Personalgruppen kaum unterschieden. Bei den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern liegt der Anteil bei 90 Prozent, beim technischen Personal bei 87 Prozent. Auch zwischen Männern und Frauen liegen kaum Unterschiede. Frauen verbringen insgesamt 86 Prozent ihrer Arbeitszeit mit FuE. Überhaupt ist in den meisten Branchen das FTE-HC-Verhältnis bei den Frauen etwas kleiner als der Durchschnitt, was zumindest vermuten lässt, dass bei den Frauen der Anteil der Teilzeitbeschäftigte etwas größer ist als bei den Männern.

Auch beim Verhältnis zwischen FTE und HC unterscheiden sich die Branchen erheblich: Die untere Grenze bilden der Finanzsektor (61 Prozent) und das Baugewerbe (64 Prozent). Im Verarbeitenden Gewerbe liegt die untere Grenze bei 75 Prozent im Textilgewerbe und bei der Metallerzeugung. Die obere Grenze wird durch den Luft- und Raumfahrzeugbau mit 97 Prozent (kein Unterschied zwischen Männern und Frauen) und den Kraftfahrzeugbau mit 95 Prozent (Frauen: 93 Prozent) gebildet.

⁸⁷ Stifterverband Wissenschaftsstatistik (2006), Tabelle 17

⁸⁸ Wie viele Stunden Arbeitszeit einer ganzen Stelle entspricht, variiert zwischen den Unternehmen.

Eine entsprechende Klassifizierung der Branchen zeigt sich auch bei den Forschungsintensitäten. Bei den forschungsintensiven Industrien liegt der FuE-Anteil an der Arbeitszeit bei 91 Prozent, bei den nicht forschungsintensiven Branchen dagegen nur bei 80 Prozent.

Das Ergebnis spiegelt sich auch in den unterschiedlichen Größenklassen wider. Bei den größten Unternehmen (mehr als 10.000 Beschäftigte) liegt die FTE-HC-Relation bei 96 Prozent, bei den Kleinstunternehmen nur bei 70 Prozent.

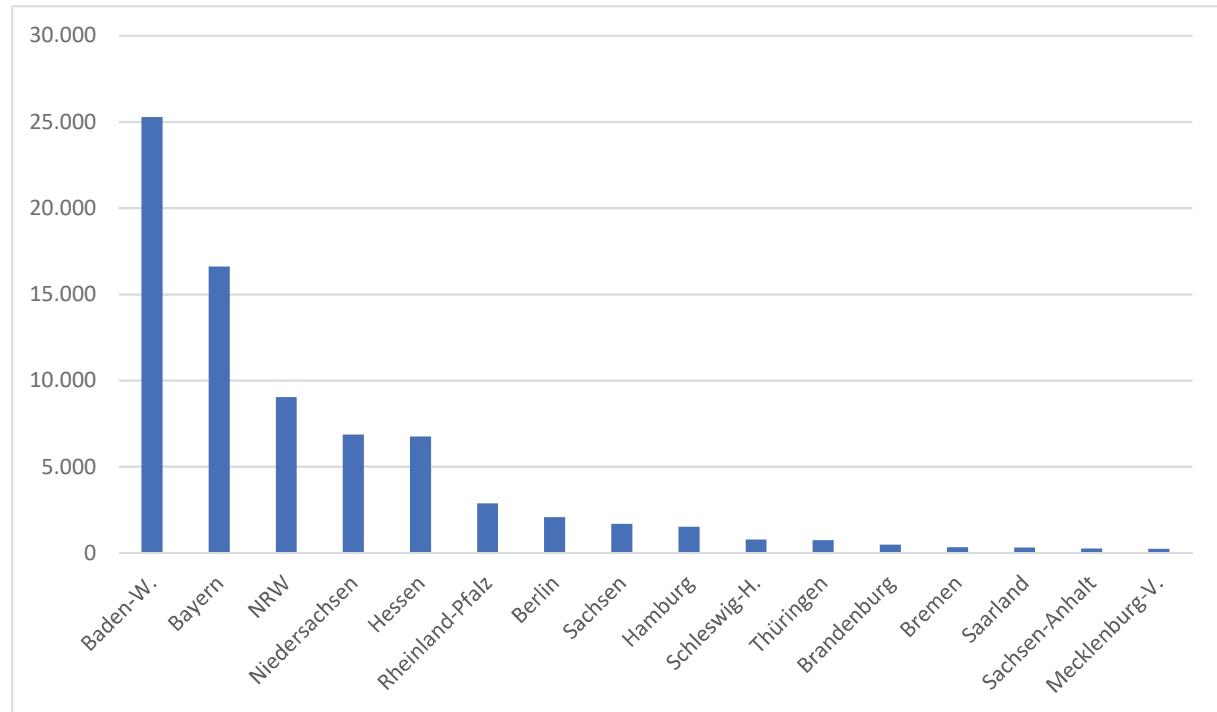
Zusammengefasst kann man also sagen, dass offensichtlich gerade bei den Großunternehmen der Spitzentechnologien (und hier vor allem beim wissenschaftlichen FuE-Personal) FuE bis auf wenige Ausnahmen in Vollzeit betrieben wird. Es gibt also offensichtlich weitestgehend ganze FuE-Stellen, die nur mit FuE-Aufgaben betraut sind.

3.2.6 Regionale Verteilung

Gerade in einem föderalen Land wie Deutschland ist die regionale Betrachtung von großem Interesse. Regionale Führungsstrukturen, die in einem gewissen Rahmen unabhängig von einer Zentralregierung agieren können, führen zu unterschiedlichen regionalen Entwicklungen. Darüber hinaus fördern sie auch einen gewissen Konkurrenzkampf zwischen den Regionen, der dazu führt, dass Entwicklungen immer im Vergleich zu den anderen Regionen bewertet werden.

In Deutschland stehen vor allem die Bundesländer im Fokus. Die jeweiligen Landesregierungen verfügen über weitreichende Kompetenzen im Bereich der Forschungs- und Forschungsförderpolitik. Erfolge und Misserfolge der Politik laden daher auch immer zu einem Konkurrenzkampf unterschiedlicher politischer Konstellationen in den Landesregierungen ein.

Nun sind die Bundesländer untereinander höchst heterogen. Sie unterscheiden sich in ihrer Größe, ihrer Einwohnerzahl, ihrer Wirtschaftskraft, ihrer Historie usw. Diese Heterogenität drückt sich letztlich auch in den internen FuE-Aufwendungen der Länder aus, wie Abb. 3.9 zeigt.

Abb. 3.9: Interne FuE-Aufwendungen nach Bundesländern 2019 in Mio. Euro⁸⁹

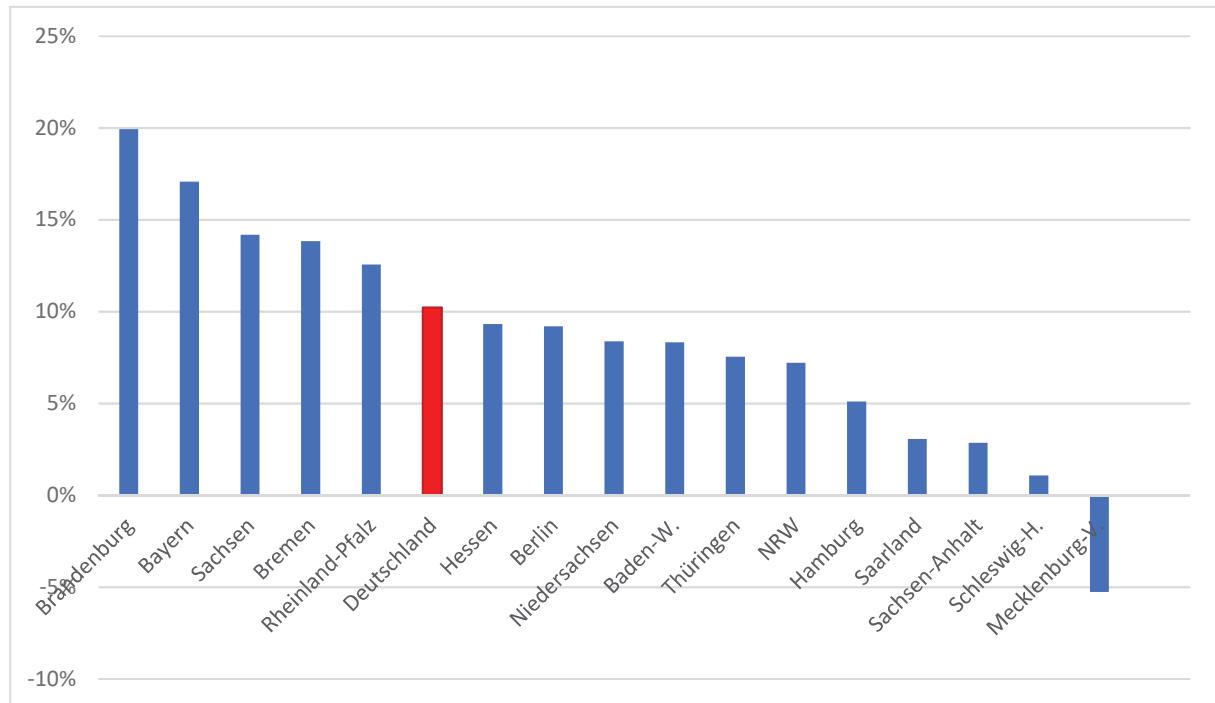
Neben den beiden Spitzenreitern Baden-Württemberg und Bayern zeigt sich eine erweiterte Spitzengruppe mit den großen Flächenländern Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Hessen. Dann folgt mit etwas Abstand ein breites Mittelfeld von Rheinland-Pfalz bis Thüringen und schließlich die Schlussgruppe aus Brandenburg, Bremen, dem Saarland, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern.

Die prozentuale Veränderung seit 2017⁹⁰ zeigt Abb. 3.10.

⁸⁹ Vgl. Tab. 3.17

⁹⁰ Daten für die regionale Verteilung liegen in Deutschland nur für die ungeraden Jahre vor.

Abb. 3.10: Veränderungsraten 2017/2019 der internen FuE-Aufwendungen nach Bundesländern⁹¹

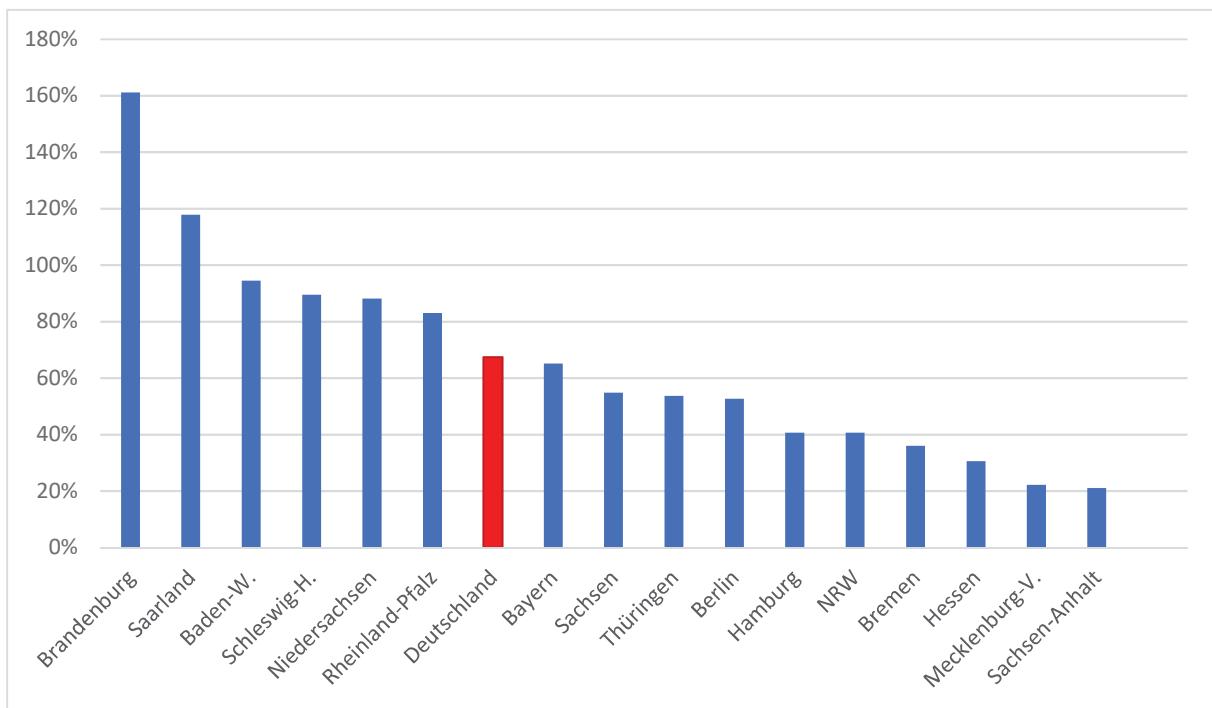


Die Wachstumsrate der internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors in Deutschland lag zwischen 2017 und 2019 bei 10,2 Prozent. Daher lassen sich mit Brandenburg, Bayern, Sachsen, Bremen und Rheinland-Pfalz fünf Bundesländer identifizieren, die auf ein überdurchschnittliches Wachstum blicken können, während die anderen unterdurchschnittlich gewachsen sind. Mecklenburg-Vorpommern ist das einzige Bundesland mit Negativwachstum.

Da strukturelle Entwicklungen in der Regel zeitintensiv sind, lohnt es sich neben der kurzfristigen Veränderung zum Vorzeitpunkt auch eine etwas längerfristige Entwicklung zu betrachten. Abb. 3.11 zeigt die Veränderungsraten zwischen den Jahren 2009 und 2019.

⁹¹ Ausgangsdaten nach Tab. 3.16. eigene Berechnungen

Abb. 3.11: Wachstumsraten der internen FuE-Aufwendungen nach Bundesländern zwischen 2009 und 2019⁹²



Der Bundesdurchschnitt lag in diesem Zeitraum bei 67,5 Prozent. So lassen sich auch hier Bundesländer mit einem überdurchschnittlichen und einem unterdurchschnittlichen Wachstum identifizieren. Dass Brandenburg und das Saarland in dieser Betrachtung an der Spitze stehen, mag einerseits einem statistischen Basiseffekt aufgrund des niedrigen Ausgangswertes geschuldet sein, kann aber auch Ausdruck einer vermehrten politischen Anstrengung sein, die eigenen FuE-Kapazitäten deutlich auszubauen. Dafür spricht der Vergleich mit Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern, zwei Bundesländern, die ebenfalls von einem niedrigen Niveau kommen, aber dennoch nur stark unterdurchschnittliche Wachstumsraten ausweisen.

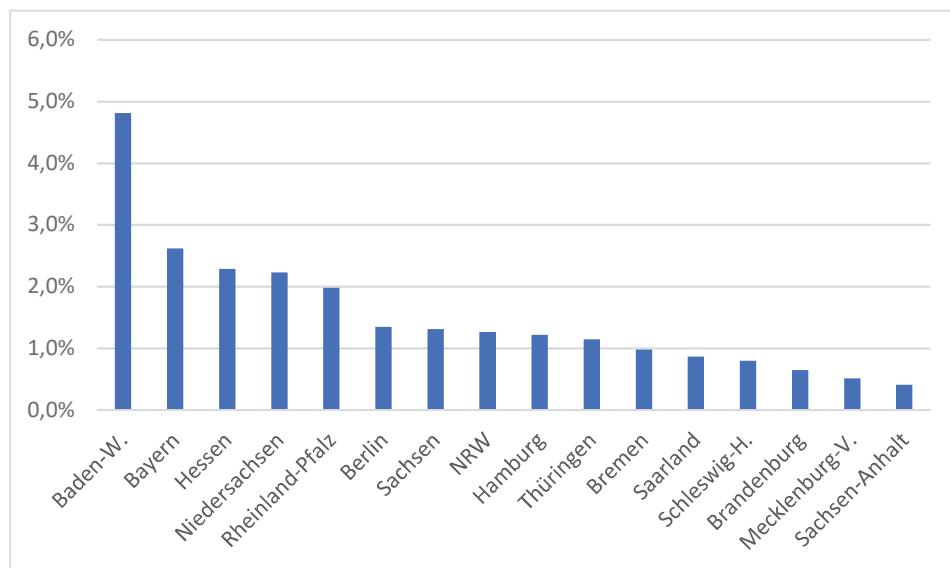
Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der Vergleich zwischen Baden-Württemberg und Bayern. Wie in Abb. 3.9 zu sehen ist, ist Baden-Württemberg im Jahr 2019 unangefochtener Spitzenreiter bei den internen FuE-Aufwendungen. Dies ist allerdings eine verhältnismäßig neue Entwicklung. Wie die Abb. 3.11 zeigt, haben sich die beiden Länder durchaus unterschiedlich entwickelt. Lagen sie 2009 nur knapp 3 Mrd. Euro auseinander, hat sich diese Differenz bis 2019 gut verdreifacht. Baden-Württemberg konnte im Zeitraum 2009 – 2019 seine FuE-Aufwendungen fast verdoppeln, während Bayern nur um 65 Prozent, also leicht unterhalb des bundesweiten Durchschnitts gewachsen ist. Deutlich ins Hintertreffen im Wettbewerb um die Spitze gerät auch das bevölkerungsstärkste Bundesland Nordrhein-

⁹² Ausgangsdaten nach Tab. A 3.16 im Anhang, eigene Berechnungen

Westfalen. Mit einem Wachstum von gerade einmal 40 Prozent im Zehnjahreszeitraum droht man hier den Anschluss an die Spitze endgültig zu verlieren.

Wie bereits erwähnt, unterscheiden sich die Bundesländer in vielfältiger Weise. Daher hat sich ähnlich wie im internationalen Vergleich die Betrachtung der BIP-Relation zum Ausgleich zwischen wirtschaftsstarken und -schwächeren Ländern durchgesetzt. Abb. 3.12 zeigt das Verhältnis der FuE-Aufwendungen jeweils zum regionalen BIP.

Abb. 3.12: Interne FuE-Aufwendungen im Verhältnis zum regionalen Bruttoinlandsprodukt 2019⁹³



Die größte Überraschung bei dieser Betrachtungsform mag sein, dass sich Abb. 3.9 und Abb. 3.12 in vielerlei Hinsicht ähneln. Die Spitze wird weiterhin von Baden-Württemberg und Bayern gebildet, wobei auch hier Baden-Württemberg einen komfortablen Vorsprung vor Bayern hat. Hessen und Niedersachsen bilden auch hier die erweiterte Spitzengruppe, allerdings begleitet von Rheinland-Pfalz. Nordrhein-Westfalen kann nur noch als Mittelfeld gewertet werden. Den Schluss bilden – wie in Abb. 3.9 – Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt, wenn auch in umgekehrter Reihenfolge.

In der gemeinsamen Betrachtung der Abbildungen 3.9 - 3.12 lassen sich folgende Aussagen treffen:

1. Unangefochtener Spitzensreiter ist Baden-Württemberg. Der Vorsprung konnte in den letzten 10 Jahren sogar noch ausgebaut werden.
2. Platz 2 belegt Bayern, droht aber den Anschluss an Baden-Württemberg zu verlieren.

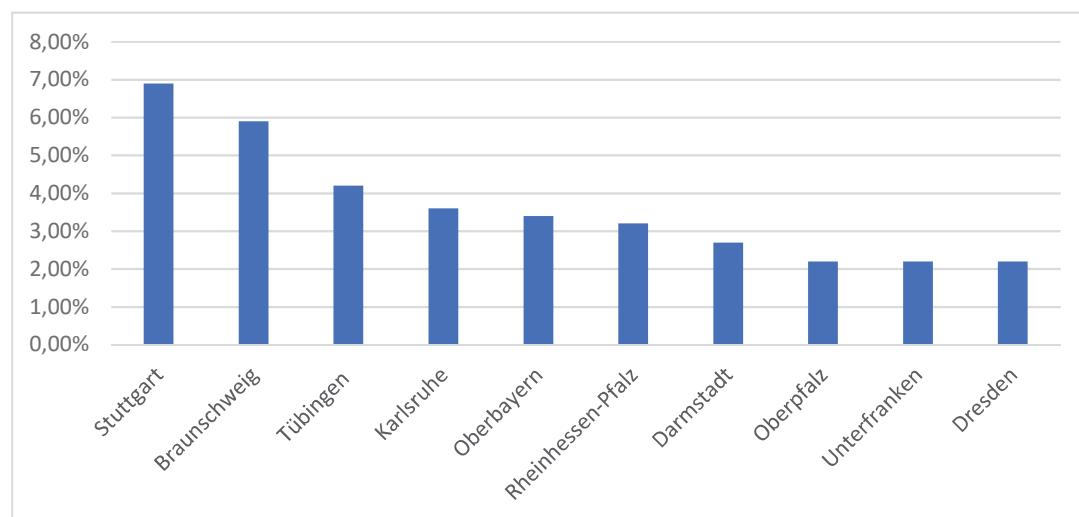
⁹³ Ausgangsdaten nach Tab. 3.17, BIP: AG VGR der Länder, eigene Berechnungen; Vgl. auch Tab. C2-4 im Anhang

3. Nordrhein-Westfalen profitiert in der Absolutbetrachtung vor allem von seiner Größe und Bevölkerungsstärke. In der relativen Betrachtung ist das Land nur Mittelmaß.
4. Schlusslicht sind in jeder Betrachtung Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt.⁹⁴

Zu beachten ist darüber hinaus, dass nicht nur Deutschland bezüglich unternehmerischer FuE sehr heterogen ist, sondern auch die Bundesländer in sich. Das zeigt sich z.B. daran, dass in Hessen über 70 Prozent der internen FuE-Aufwendungen auf den Regierungsbezirk Darmstadt (wzu auch Frankfurt/Main gehört) konzentriert sind. Aber auch Bayern (44,2 Prozent in Oberbayern) oder Baden-Württemberg (42,7 Prozent im Regierungsbezirk Stuttgart) weisen starke Konzentrationen aus. Dem stehen z.B. in Bayern die Regierungsbezirke Niederbayern, Oberpfalz, Oberfranken und Unterfranken gegenüber, auf die jeweils weniger als 10 Prozent der bayerischen FuE-Aufwendungen entfallen.

Abb. 3.13 zeigt die „Hotspots“ in Deutschland gemessen jeweils mit Hilfe der internen FuE-Aufwendungen im Verhältnis zum regionalen BIP.⁹⁵

Abb. 3.13: BIP-Relationen in ausgewählten NUTS 2-Regionen 2019⁹⁶



Auffällig (wenn auch erwartbar) ist, dass die TOP 10 weitgehend vom KfZ-Bau geprägt ist. Neben den Regierungsbezirken Stuttgart, Braunschweig (wzu auch Wolfsburg gehört) oder Oberbayern (München) profitiert z.B. auch der Regierungsbezirk Tübingen von zumindest einem großen KfZ-

⁹⁴ An dieser Stelle könnte man natürlich diskutieren, ob die Aussage „viel FuE ist immer gut“ z.B. für ein Land wie Mecklenburg-Vorpommern überhaupt gilt. Das Land ist stark vom Tourismus geprägt und verfügt weder über wichtige Großstädte noch über eine nennenswerte Industrie. Große chemische Forschungslabore, wie sie z.B. in Leverkusen oder Ludwigshafen vorzufinden sind, würden sicherlich eher stören.

⁹⁵ Die Auswertung erfolgt auf NUTS 2-Ebene, was in Deutschland den Regierungsbezirken oder (ehemaligen) Regierungsbezirken wie in Sachsen entspricht. Allerdings haben eine ganze Reihe von Bundesländern keine Regierungsbezirke (mehr). In dem Fall sind die NUTS 1- und die NUTS 2-Ebene identisch.

⁹⁶ Ausgangsdaten Tab. A 3.18, BIP: AG VGR der Länder, eigene Berechnungen

Zulieferer. Aber auch diverse Regionen, die sich nicht oder deutlich weniger auf den KfZ-Bau stützen wie Karlsruhe oder Darmstadt, gehören zu den „Top Ten“.

Eine letzte Perspektive der regionalen FuE-Verteilung ergibt sich aus dem Wechsel von der derzeit gültigen EU-Verordnung 995/2012 auf die EBS-Verordnung, der wahrscheinlich 2023 vollzogen wird. Ergibt sich die regionale Zugehörigkeit gegenwärtig aus dem Standort der Forschungsstätten, wird dann der Standort des Hauptsitzes maßgeblich sein. Bereits jetzt lässt sich ein Eindruck gewinnen, welche Folgen das für die FuE-Zahlen haben wird (Abb. 3.14).

Abb. 3.14: Abweichungen der internen FuE-Aufwendungen in ausgewählten Bundesländern: Forschungsstätten vs. Hauptsitz in Prozent⁹⁷

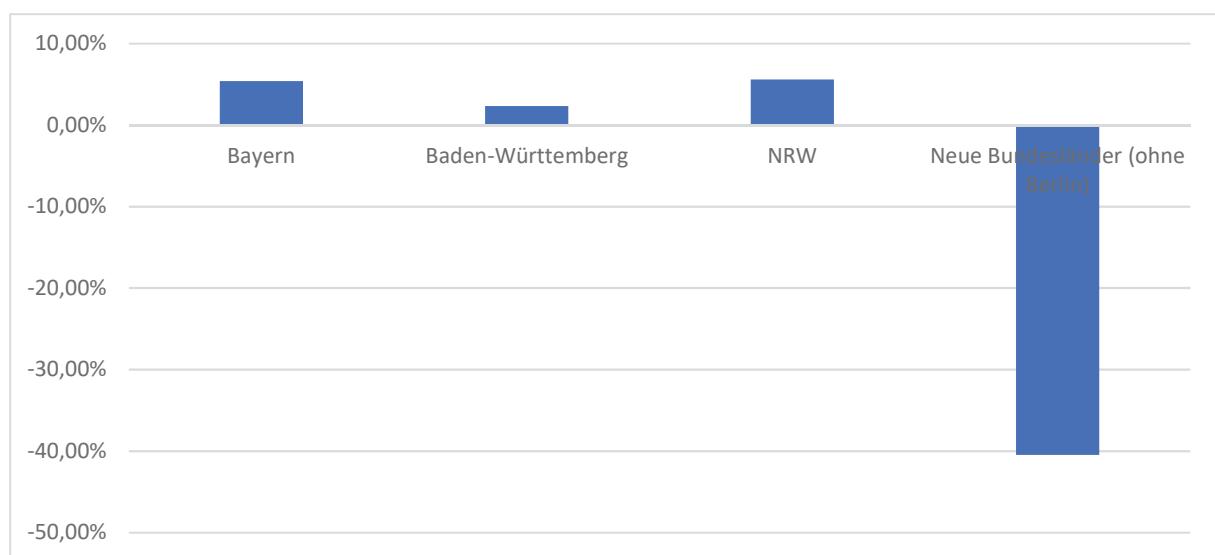


Abb. 3.14 zeigt die Abweichungen exemplarisch für die großen Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen sowie für die sogenannten „neuen“ Bundesländer als Ganzes. Die Veränderungsraten zeigen ein strukturelles Problem, das in Deutschland auch über 30 Jahre nach der Wiedervereinigung immer noch existiert. In den westlichen („alten“) Bundesländern findet ein Großteil der Forschung unmittelbar am Hauptsitz der Unternehmen oder zumindest in der Nähe (oftmals im gleichen Bundesland) statt. Daher zeigen sich kaum Unterschiede in den Betrachtungen der Forschungsstätten oder des Hauptsitzes. Wie in Abb. 3.14 zu sehen ist, betragen die Differenzen bei den drei exemplarisch ausgewählten Ländern fünf Prozent oder sogar weniger. In den „neuen“ Bundesländern wird Forschung in den meisten Fällen an ausgelagerten Forschungsstätten meist großer westlicher Konzerne betrieben. Hier führt der Perspektivwechsel zu einem Rückgang der Forschungsaufwendungen von gut 40 Prozent.

⁹⁷ Vgl. Tab. A 3.20

3.3 Multinationale Unternehmen

3.3.1 FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland

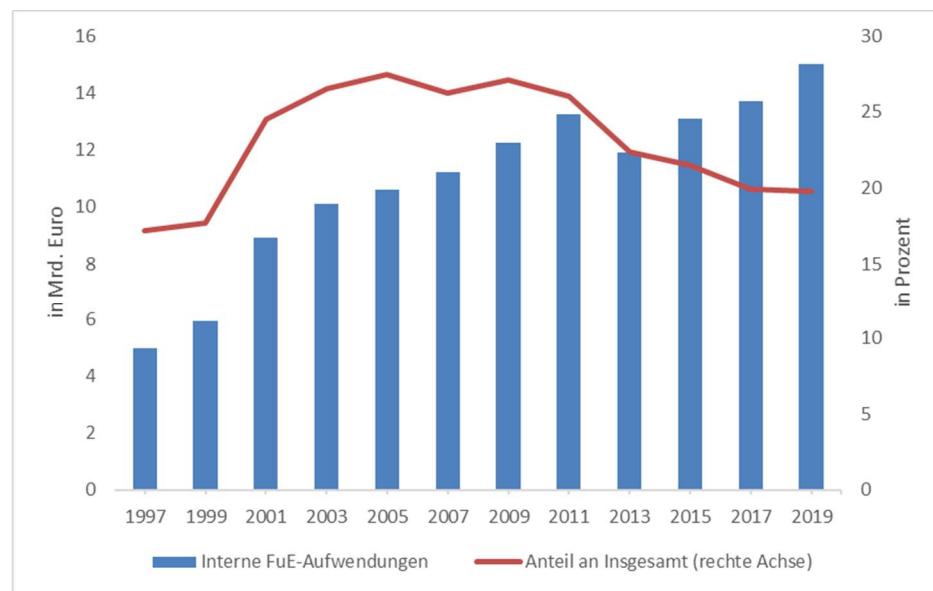
In Deutschland haben Tochterunternehmen ausländischer Unternehmen 2019 interne FuE-Aufwendungen von 15 Mrd. Euro (2017:13,7 Mrd. Euro) aufgebracht und 102.000 Personen (gemessen in Vollzeitäquivalenten) in FuE beschäftigt (Tab. 3.1). Ihr Anteil liegt bei einem Fünftel und damit deutlich niedriger als in den Jahren 2001 bis 2011, als bereits etwa jeder vierte Euro für FuE von ausländischen Unternehmen ausgegeben wurde (Tab. 3.1 und Abb. 3.15). Gegenüber dem Jahr 2017 blieb der Anteil im Jahr 2019 etwa gleich.

Tab. 3.1: FuE ausländischer Unternehmen in Deutschland 1993 bis 2019

	1993	...	2001	...	2011	...	2017	2019
FuE-Personal	Vollzeitäquivalente							
	34.600		73.200		90.900		94.000	102.000
	Mrd. Euro							
Interne FuE-Aufwendungen	-		8,9		13,2		13,7	15,0
	Anteile in Prozent							
FuE-Personal	15,1		24,2		25,7		21,6	21,4
Interne FuE-Aufwendungen	-		24,8		26,1		19,9	19,8

Quellen: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

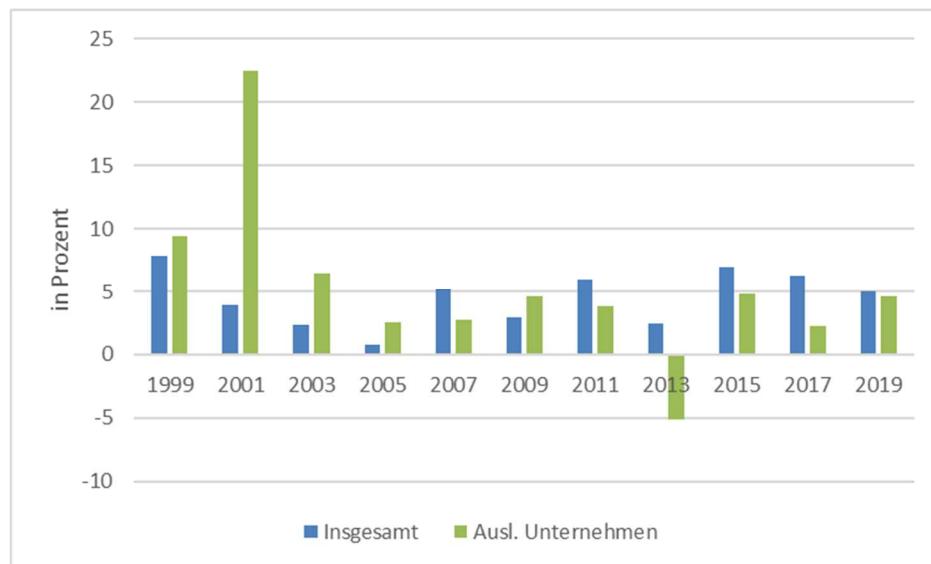
Abb. 3.15: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland 1997 bis 2019



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

Die internen FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen sind bis 2009 schneller gewachsen als die aller Unternehmen (mit Ausnahme des Zeitraums 2006 und 2007), danach war es umgekehrt (Abb. 3.16). Zuletzt hat das jährliche Wachstum der FuE in den ausländischen Unternehmen jedoch wieder fast das durchschnittliche Wachstum aller Unternehmen erreicht.

Abb. 3.16: Jährliches Wachstum der internen FuE-Aufwendungen aller und ausländischer Unternehmen in Deutschland 1997-2019¹⁾

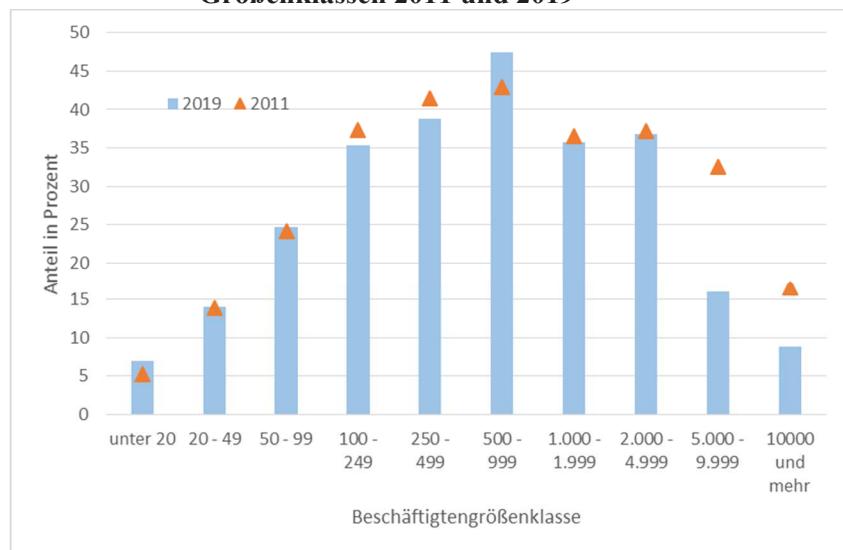


¹⁾ Geschätzt auf Basis der nominalen FuE-Aufwendungen im Zweijahresabstand.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. Berechnungen des DIW Berlin.

Der Anteil ausländischer Unternehmen an FuE unterscheidet sich stark in den Unternehmensgrößenklassen, wobei die höchsten Anteile in mittelgroßen Unternehmen erreicht werden (Abb. 3.17). Der Rückgang des Anteils ausländischer Unternehmen an FuE in Deutschland nach 2011 ist wesentlich vom Rückgang bei den sehr großen Unternehmen bestimmt. Da gleichzeitig Unternehmen in deutschem Eigentum in diesen großen Unternehmensgrößenklassen ihre FuE-Aufwendungen stark erhöht haben, dürften Eigentümerwechsel die wichtigste Ursache für den Anteilsrückgang ausländischer Unternehmen bei FuE sein.

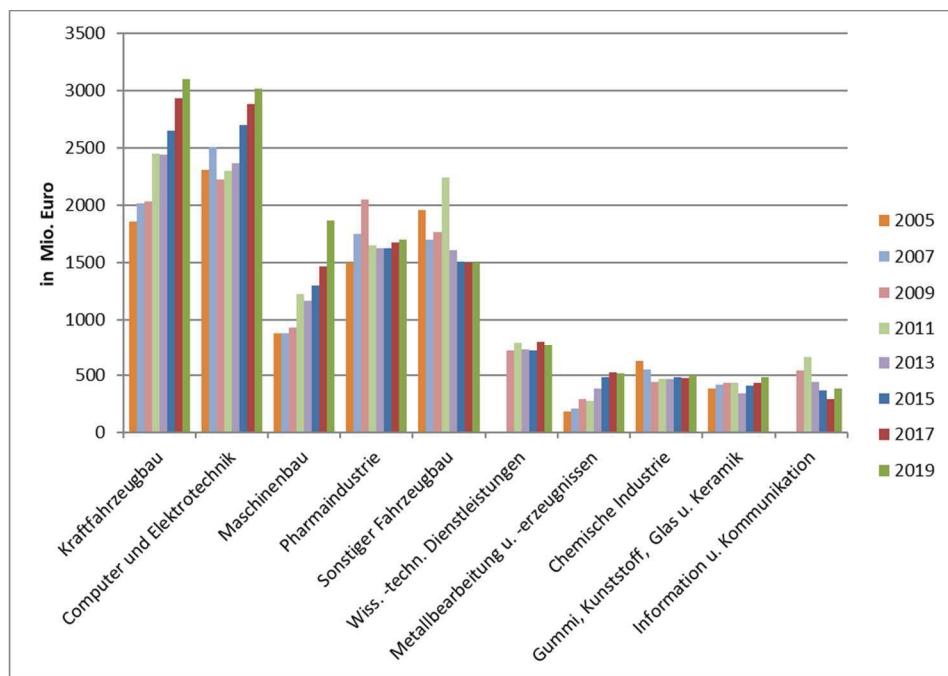
Abb. 3.17: Anteil ausländischer Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen nach Größenklassen 2011 und 2019



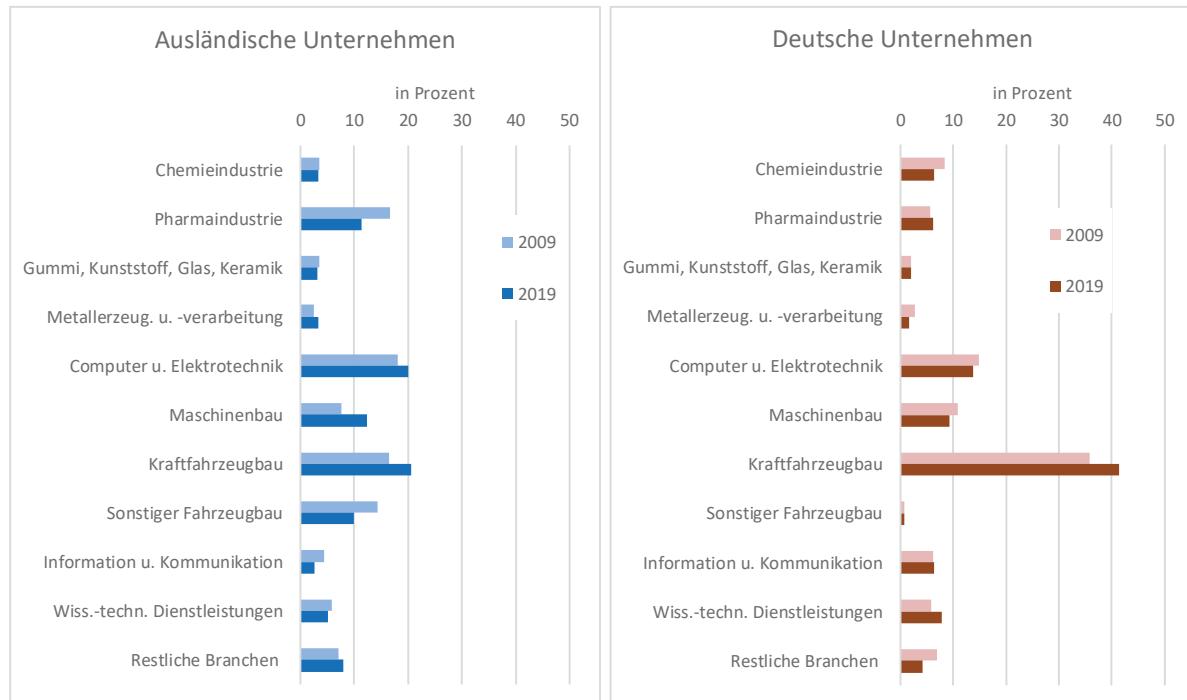
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. Berechnungen des DIW Berlin.

Ausländische Unternehmen konzentrieren ihre internen FuE-Aufwendungen in Deutschland im Kraftfahrzeugbau und in der Computer- und Elektrotechnik, gefolgt vom Maschinenbau. Gut die Hälfte der internen FuE-Aufwendungen der ausländischen Unternehmen entfällt auf diese drei Branchen. Im Maschinenbau investieren ausländische Unternehmen nach starkem Wachstum in den letzten Jahren inzwischen mehr als in der Pharmaindustrie und dem Sonstigen Fahrzeugbau, wo ihre FuE-Aufwendungen stagnieren oder sogar zurückgehen (Abb. 3.18).

Die technologischen Schwerpunkte der FuE sind in Unternehmen in ausländischem und deutschem Mehrheitseigentum recht ähnlich (Abb. 3.19). Lediglich im Kraftfahrzeugbau investieren deutsche Unternehmen anteilig deutlich mehr als ihre Wettbewerber in ausländischem Besitz. Umgekehrt ist es im sonstigen Fahrzeugbau, wo ausländische Unternehmen die Forschung in Deutschland dominieren. Drei Viertel der FuE-Aufwendungen werden von ihnen getragen (Tab. 3.2). In der Pharmaindustrie entfallen gut 30 Prozent der FuE-Aufwendungen auf ausländische Unternehmen. Damit ist ihr Anteil in dieser Branche allerdings gegenüber 2009, als er noch bei gut 50 Prozent lag, deutlich zurückgegangen. In den meisten Branchen sind die Anteile ausländischer Unternehmen geringer. Über die Jahre schwanken sie etwas, was hauptsächlich auf Veränderungen der Eigentumsverhältnisse von Unternehmen oder Unternehmensteilen zurückgehen dürfte.

Abb. 3.18: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen nach Branchen 2005 bis 2019

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

Abb. 3.19: Branchenanteile an den internen FuE-Aufwendungen ausländischer und deutscher Unternehmen 2009 und 2019

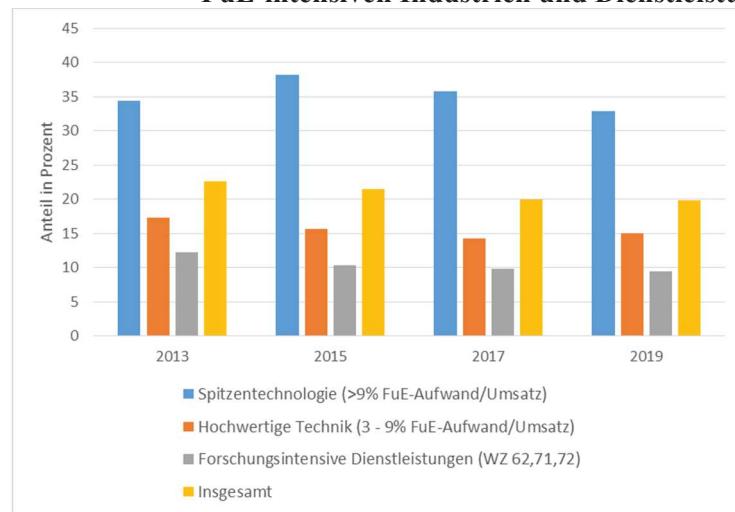
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

Tab. 3.2: Anteil ausländischer Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen in ausgewählten Branchen 2003 bis 2019

Wirtschaftszweig	2003	...	2009	...	2015	2017	2019
In Prozent							
Verarbeitendes Gewerbe	27,7		27,6		22,7	21,1	20,9
Chemische Industrie	15,9		13,8		12,7	11,5	11,2
Pharmaindustrie	52,4		52,5		41,0	36,2	31,2
Maschinenbau	21,5		20,7		23,8	20,6	25,0
Computer, Elektronik, Optik	-		31,7		29,2	30,8	28,2
Elektrische Ausrüstungen	-		28,7		21,9	18,5	20,5
Kraftfahrzeugbau	14,8		14,7		12,3	11,5	11,0
Sonstiger Fahrzeugbau	78,5		85,9		74,9	75,0	75,6
Information u. Kommunikation	-		20,8		11,4	8,6	8,9
Wiss. u. techn. Dienstleistungen	-		27,2		15,3	14,3	14,0
Insgesamt	26,5		27,1		21,5	19,9	19,8

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

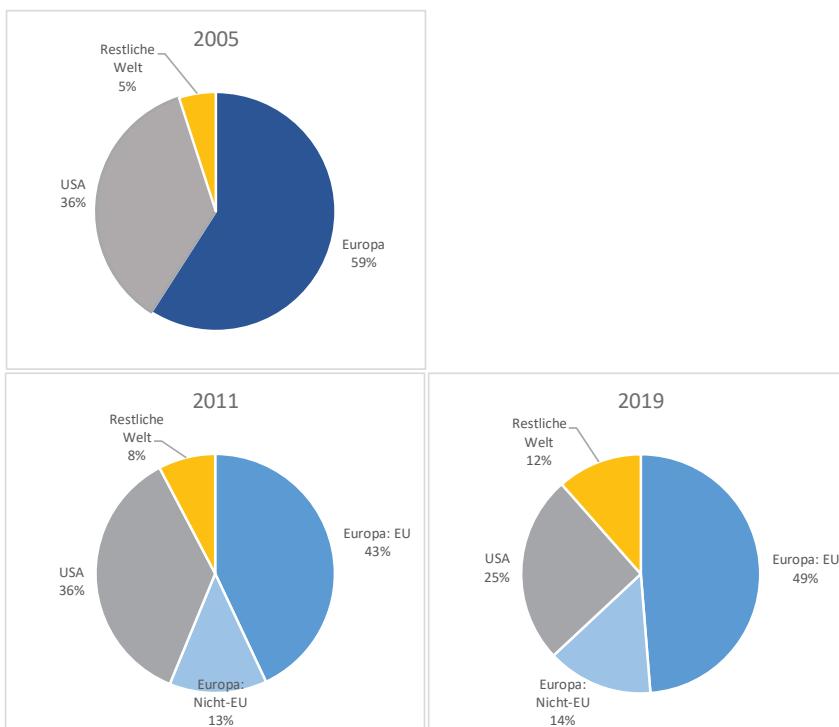
In den Spitzentechnologien engagieren sich ausländische Unternehmen deutlich stärker in FuE als im Durchschnitt. Ihr Anteil an den internen FuE-Aufwendungen sinkt aber seit 2015 auch in diesem Bereich. Weniger aktiv sind ausländische Unternehmen in der Hochwertigen Technik und den forschungsintensiven Diensten (Abb. 3.20).

Abb. 3.20: Anteile ausländischer Unternehmen an den internen FuE-Aufwendungen der FuE-intensiven Industrien und Dienstleistungen in Deutschland 2013 – 2019

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. Berechnungen des DIW Berlin.

2019 entfielen 63 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der ausländischen Tochterunternehmen auf europäische Unternehmen (2005: 59 Prozent), darunter 49 Prozent auf Unternehmen aus EU-Ländern (Abb. 3.21). US-Unternehmen hatten zuletzt mit 25 Prozent einen geringeren Anteil als 2005 mit 36 Prozent. Ihr Anteil ist zugunsten der Unternehmen aus Europa und der restlichen Welt gesunken. Letztere haben ihren Anteil im Zeitraum 2005 bis 2019 von 5 auf fast 12 Prozent mehr als verdoppelt.

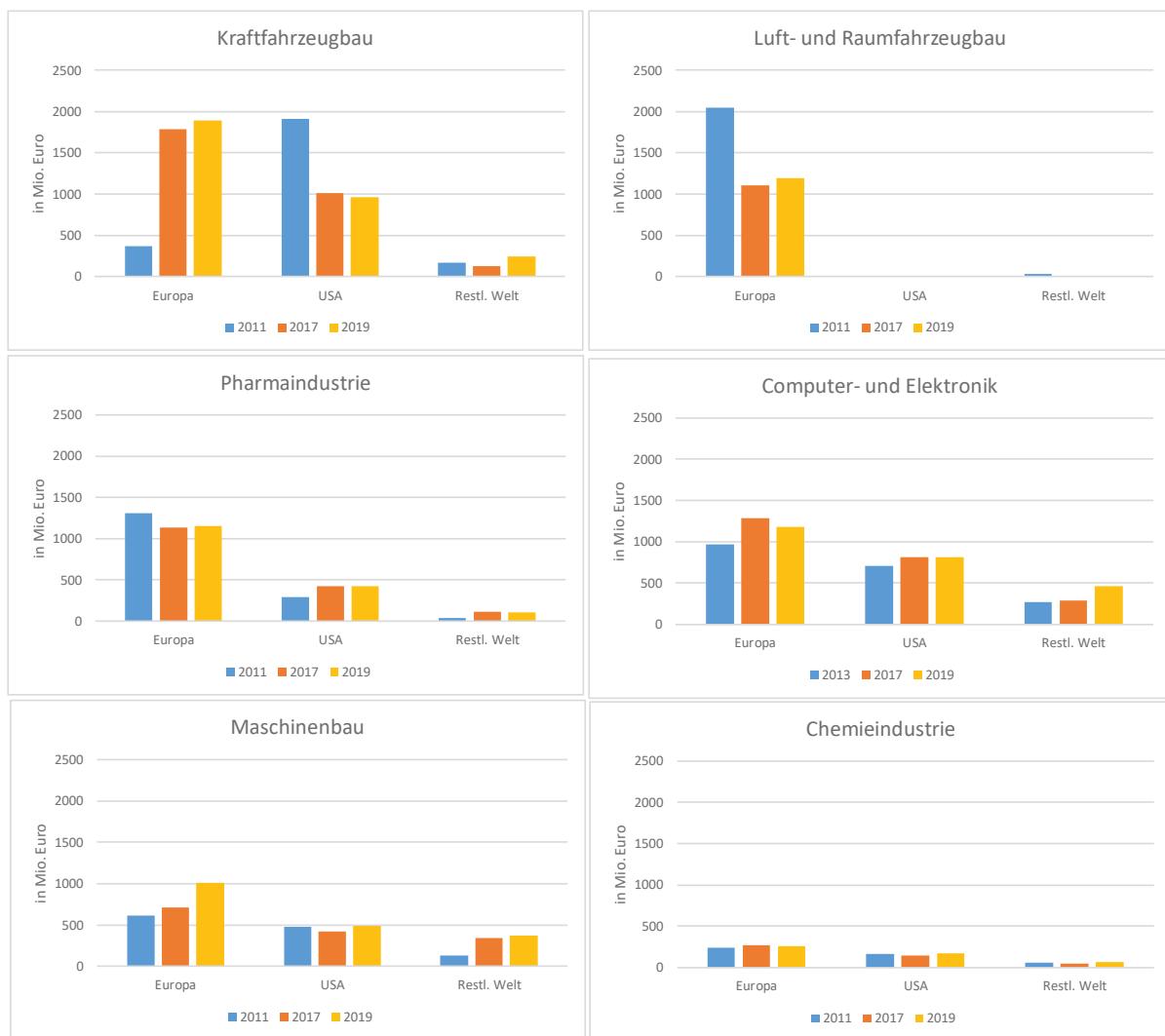
Abb. 3.21: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland nach Herkunftsregionen 2005 bis 2019



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik. Abbildung des DIW Berlin.

Europäische Unternehmen forschen in großem Umfang in mehreren FuE-intensiven Branchen. In den letzten Jahren haben sie ihre Forschung im Kraftfahrzeugbau ausgebaut (Abb. 3.22). Dabei sind durch Unternehmensübernahmen auch Forschungskapazitäten von US-Unternehmen zu europäischen Unternehmen gewechselt. Auch im Maschinenbau haben europäische Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten nach 2017 verstärkt. Im Luft- und Raumfahrzeugbau haben sie die FuE dagegen deutlich zurückgefahren. US-Unternehmen forschen besonders viel im Kraftfahrzeugbau und in der Computer- und Elektronikindustrie.

Abb. 3.22: Interne FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland nach Branchen und Herkunftsregionen 2011 -2019



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik; Berechnungen des DIW Berlin.

3.3.2 FuE deutscher Unternehmen im Ausland

Im Jahr 2019 haben die 100 forschungsstärksten deutschen Unternehmen weltweit 80 Mrd. Euro für Forschung und Entwicklung ausgegeben.⁹⁸ 72 Prozent davon entfielen allein auf die zehn forschungsstärksten deutschen Unternehmen (Tab. 3.3). 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.

⁹⁸ Die globalen FuE-Aufwendungen beruhen auf Angaben der Unternehmen in den Geschäftsberichten. Diesen Angaben liegen allerdings nicht immer die Kriterien des Frascati-Manuals OECD (2015) zur statistischen Erfassung von FuE-Ausgaben zugrunde. Quelle der Daten ist das EU R&D Scoreboard 2020 (Grassano, et al (2020)).

Tab. 3.3 Weltweite FuE-Aufwendungen der jeweils 10 und 100 forschungsstärksten deutschen Unternehmen 2005, 2017 und 2019

Unternehmen		FuE-Aufwand			
Jahr	Wirtschaftszweig	2005	2013	2017	2019
Top 10 Unternehmen		In Mio. Euro			
VOLKSWAGEN	Fahrzeugbau	4075	11743	13135	14306
DAIMLER	Fahrzeugbau	5649	5379	8663	9630
BMW	Fahrzeugbau	3115	4653	6108	6419
ROBERT BOSCH	Fahrzeugbau	2931	4792	5934	6229
SIEMENS	Elektr. Ausrüstungen/ Maschinenbau	5155	4556	5538	6086
BAYER	Pharmaindustrie	1886	3259	5162	5628
BOERINGER INGELHEIM	Pharmaindustrie	1360	2743	3332	4283
SAP	Information Kommunikation	1089	2282	3196	3597
CONTINENTAL	Gummi- Kunststoffwaren	u.	-	1919	3078
MERCK	Pharmaindustrie	-		2135	2268
BASF	Chemieindustrie	1086	1849	-	-
INFINEON	Computer u. Elektronik	1243	-	-	-
Top 10 Insgesamt		27589	43175	56281	61908
Top 100 Insgesamt		38011	58487	78822	85469
		In Prozent			
Anteil Top 10 an Top 100		73	74	71	72
Nachrichtlich:					
Relation Top 100 / Interne FuE-Aufwendungen aller deutschen Unternehmen in Deutschland		136	141	143	141
Anteil der FuE-Aufwendungen im Ausland ¹⁾		30	31	38	-

¹⁾ Basis: Daten der SV Wissenschaftsstatistik, siehe (Gehrke B. , Schasse, Belitz, Eckl, & Stenke, 2020)

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

Die weltweiten FuE-Aufwendungen der 100 forschungsstärksten deutschen Unternehmen haben sich nominal im Zeitraum von 2005 bis 2019 mehr als verdoppelt. Zuletzt nahm der Zuwachs der globalen Forschungsaufwendungen der Top 100 Unternehmen allerdings etwas ab. Lag der Zuwachs im

Zweijahreszeitraum 2017 und 2015 jeweils bei 10 Mrd. Euro, so betrug er 2019 gegenüber 2017 nur noch gut 6,7 Mrd. Euro.

In den vergangenen Jahren hat die SV Wissenschaftsstatistik auch FuE-Daten zu den FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten deutschen Unternehmen im Ausland nach Branchen im Heimatland auf Basis von Informationen aus den Geschäftsberichten zur Verfügung gestellt. Dies ist mit dem Inkrafttreten der Bilanzierungsrichtlinie IFRS 15 ab dem Bilanzjahr 2018 nicht mehr möglich.⁹⁹

Eine grobe Schätzung des Anteils der FuE im Ausland kann aber anhand der Gegenüberstellung der im EU R&D Scoreboard (Grassano, et al., 2020) veröffentlichten globalen FuE-Aufwendungen der 100 forschungsstärksten deutschen Unternehmen (Top 100) und der internen FuE-Aufwendungen aller deutschen Unternehmen in Deutschland erfolgen (SV Wissenschaftsstatistik GmbH, 2021).¹⁰⁰ Die globalen FuE-Aufwendungen der Top 100 Unternehmen liegen 2019 wie schon in den Vorjahren gut 40 Prozent über der internen FuE-Aufwendungen aller deutschen Unternehmen in Deutschland (Tab. 3.3). Demnach dürfte auch der Auslandsanteil der FuE-Aufwendungen der global tätigen deutschen Unternehmen wie in den Vorjahren bei über 30 Prozent liegen. Nach den Daten der SV Wissenschaftsstatistik betragen die FuE-Aufwendungen im Ausland 2017 30 Mrd. Euro (Gehrke B., Schasse, Belitz, Eckl, & Stenke, 2020). Sie dürften 2019 nur wenig größer sein.

Eine Zuordnung der 100 Unternehmen zu Wirtschaftszweigen zeigt, dass 2019 mit 37 Prozent der globalen FuE-Aufwendungen der größte Anteil auf den Kraftfahrzeugbau entfällt, gefolgt von knapp 17 Prozent im Maschinenbau und 14 Prozent in der Pharmaindustrie. Gegenüber den Daten des Stifterverbandes, die bis 2017 vorliegen, verschieben sich die Gewichte der Wirtschaftszweige etwas. Dies dürfte daran liegen, dass im EU R&D Scoreboard die sehr großen Unternehmen einem Sektor zugeordnet werden, während die SV Wissenschaftsstatistik die FuE-Aufwendungen von Geschäftsbereichen oder Tochterunternehmen verschiedenen Sektoren zuteilen kann. Im EU R&D Scoreboard sind die globalen FuE-Aufwendungen der TOP 100 von 2017 bis 2019 um 6,7 Mrd. Euro gestiegen, die Sektorstruktur hat sich jedoch nicht verändert.

⁹⁹ Die Gesamtsumme der internen FuE ist aus den Geschäftsberichten in vielen Fällen nicht mehr erkennbar, weil Auftragsforschung, die ein Unternehmen für andere Unternehmen durchführt, nicht mehr als FuE berichtet wird.

¹⁰⁰ Da nicht alle deutschen Unternehmen im Ausland FuE durchführen wird mit dieser Relation der Auslandsanteil der FuE-Aufwendungen der global tätigen Unternehmen unterschätzt.

Tab. 3.4: Globale FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen nach Wirtschaftszweigen 2017 und 2019

Quelle Jahr	Globale FuE-Aufwendungen			Sektorstruktur		
	SV 2017	EU Scoreboard		SV 2017	EU Scoreboard	
		2017	2019		2017	2019
Wirtschaftszweig	In Mrd. Euro			In Prozent		
Verarbeitendes Gewerbe	72,1	66,9	72,6	91,2	84,9	85,0
Chemische Industrie	4,4	4,0	4,3	5,6	5,1	5,1
Pharmaindustrie	10,0	11,2	12,1	12,6	14,2	14,2
Maschinenbau	8,3	13,2	14,4	10,5	16,8	16,8
Computer- u. Elektrotechnik	3,2	3,5	3,9	4,0	4,5	4,5
Kraftfahrzeugbau	43,3	29,2	31,7	54,7	37,1	37,1
Information u. Kommunikation	4,0	6,0	5,1	5,1	7,6	6,0
Finanz- und Vers.-dienstl.	2,1	0,2	1,5	2,7	0,3	1,7
Freiberufl., wiss. u. techn. Dienstl.	0,3	2,1	2,4	0,4	2,7	2,8
Insgesamt	79,1	78,8	85,5	100,0	100,0	100,0

Quellen: SV Wissenschaftsstatistik, EU R&D Scoreboard; Schätzungen des DIW Berlin.

Zu den FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im Ausland gibt es nur für einige Zielländer Informationen aus den jeweiligen nationalen Statistiken. Allerdings unterscheiden sich die Erhebungskonzepte zum Teil.¹⁰¹ Somit kann die regionale Verteilung der FuE-Aktivitäten der deutschen Unternehmen im Ausland nicht vollständig abgebildet werden. Im Zeitraum 2012-2014 entfielen allerdings etwa ein Drittel der Patentanmeldungen deutscher Unternehmen mit Erfindern im Ausland auf die USA, 45 Prozent auf die EU und 18 Prozent auf Asien (Belitz, Lejpras, & Priem, 2019).

Aus den nationalen Erhebungen der Zielländer ergibt sich, dass die USA mit FuE-Aufwendungen von gut 10 Mrd. Euro im Jahr 2019 weiterhin der wichtigste Forschungsstandort deutscher Unternehmen im Ausland sind, gefolgt von den europäischen Nachbarländern Österreich (2017: 1,5 Mrd. Euro), Frankreich (2017: 0,9 Mrd. Euro) und Großbritannien (2019: 1 Mrd. Euro).

¹⁰¹ 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.

4 Forschung und Entwicklung unter dem Einfluss der Covid 19-Pandemie

Das Leben der Menschen weltweit wurde und wird seit Beginn des Jahres 2020 durch die „Corona-Krise“ bestimmt. Fast 300 Mio. Infizierte bei über 5,4 Mio. Todesopfern¹⁰² sprechen eine deutliche Sprache. Allein in Deutschland gibt es bisher fast 7,4 Mio. Infektionen und über 110.000 Todesopfer.¹⁰³ Wirtschaftlich hat die Krise trotz aller Maßnahmen zu einem spürbaren Zusammenbruch geführt. Obwohl Deutschland im Vergleich zu vielen anderen Ländern zumindest im Jahr 2020 relativ glimpflich davongekommen ist, ist das nominale Bruttoinlandsprodukt 2020 um 3 Prozent gegenüber dem Vorjahr gesunken. Den stärksten Einbruch gab es im 2. Quartal 2020 mit einem nominalen Rückgang von über 9 Prozent. Real betrug der Rückgang sogar über 11 Prozent. Welchen Einfluss hat diese Entwicklung auf die unternehmerische Forschung und Entwicklung? Dabei sind zwei Sichtweisen sehr interessant: Einen ersten Eindruck konnte man bereits aus der Erhebung 2019 gewinnen. Hier wurden die Unternehmen nach ihren Planungen für das Jahr 2020 gefragt. Es wurde also die Stimmungslage, die im ersten Halbjahr 2020 herrschte, erfasst. Dem gegenüber können dann die (zunächst vorläufigen) Daten aus der Erhebung 2020, die die tatsächliche Entwicklung widerspiegeln, gestellt werden.

Zuvor mag aber ein kurzer Blick in die Vergangenheit hilfreich sein. Die letzte große, weltumspannende Krise war die Finanzkrise 2009/2010. Das deutsche BIP ist 2009 nominal um 4 Prozent gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen und ist sogar unter den Wert von 2007 gesunken. Allerdings ist es bereits 2010 wieder zu einem deutlichen Anstieg gekommen. Mit einem Wachstum von jeweils gut 5 Prozent in den Jahren 2010 und 2011 ist das BIP bereits 2010 wieder über den Vorkrisenwert von 2008 gestiegen und spätestens 2011 konnte die Krise endgültig als überwunden angesehen werden. Die unternehmerische FuE hat diese Entwicklung - wenn auch in einem geringeren Maße - nachgezeichnet. Die internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors sind 2009 gegenüber 2008 um 1,7 Prozent zurückgegangen, lagen aber immer noch um über 5 Prozent über denen von 2007. Ein Anstieg von 3,7 Prozent im Jahr 2010 sorgte dafür, dass die FuE-Aufwendungen bereits wieder über denen von 2008 lagen. Ein kräftiger Schub im Jahr 2011 (+8,8 Prozent) führte zurück auf den alten Wachstumspfad. Die Finanzkrise war vor allem durch ihre Kurzfristigkeit gekennzeichnet. Wichtige strukturelle Größen wie z.B. FuE waren daher kaum oder gar nicht betroffen.

Wie stellt sich die Situation im Vergleich dazu aktuell dar? Im Rahmen der FuE-Erhebung zum Erhebungsjahr 2019 wurden die Unternehmen auch nach ihren Planungen für 2020 befragt. Insgesamt gingen die Unternehmen von internen FuE-Aufwendungen 76,5 Mrd. Euro im Jahr 2020 aus,¹⁰⁴ also einem Plus von knapp einem Prozent im Vergleich zu 2019. Diese Zahl lässt sich in zwei Richtungen interpretieren. Zum einen gingen die Unternehmen weiterhin von zunehmenden FuE-Aktivitäten aus, waren also prinzipiell erst einmal optimistisch. Zum anderen ist ein erwarteter Anstieg von einem

¹⁰² Stand: 06.01.2022 (<https://covid19.who.int>)

¹⁰³ Quelle: RKI ([Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 \(COVID-19\)](#))

¹⁰⁴ Vgl. Tab. A 4.1 im Anhang

Prozent nicht besonders viel. Es herrschte also Optimismus, der aber mit einer spürbaren Vorsicht gepaart war. Für eine bessere Einschätzung dieser Angaben der Unternehmen lohnt es sich, den Verlauf der Pandemie einmal neben den Ablauf der FuE-Erhebung 2019 zu stellen.

Den ersten deutschen Corona-Fall gab es am 27.01.2020 im Bayern. Aufsehen haben in der Folgezeit eine ganze Reihe von Fällen deutscher Corona-Infizierter auf verschiedenen Kreuzfahrtschiffen sowie im Nachgang einer Karnevalsveranstaltung im Kreis Heinsberg erregt. Die im Vergleich zu den späteren Wellen noch recht kleine „erste Welle“ fand dann Anfang April ihren Höhepunkt mit ca. 5.000 Neuinfizierten pro Tag.

Die Parallele zur FuE-Erhebung ist darin zu sehen, dass die Befragung vor allem im März und April 2020 stattfand. Corona war also schon in Deutschland „angekommen“ und es hat auch schon die ersten Maßnahmen (z.B. Schulschließungen) dagegen gegeben, es herrschte aber vielerorts noch der Optimismus, dass mit Abklingen der ersten Welle die Pandemie vielleicht schon überwunden sei. In diesem Spannungsfeld zwischen Ungewissheit und Optimismus wurden die Unternehmen also zu ihren FuE-Planungen 2020 befragt. Das Ergebnis war – wie gesagt – ein „vorsichtiger Optimismus“.

Die vorläufigen Daten aus der Erhebung 2020, die der Stifterverband im November 2021 veröffentlicht hat, widersprechen diesem „vorsichtigen Optimismus“ allerdings in verschiedener Hinsicht, wobei die Ergebnisse aber detailliert bewertet werden müssen. Die internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors betrugen im Jahr 2020 71,03 Mrd. Euro.¹⁰⁵ Dies sind 6,3% weniger als 2019 und 7,1 Prozent weniger als die Planzahlen aus der Erhebung 2019 ergeben haben.¹⁰⁶ Aufgeschlüsselt nach Branchen zeigt sich allerdings ein differenziertes Bild. Die meisten Branchen haben einen Rückgang von 3 – 4 Prozent zu verzeichnen. Zusätzlich gibt es einige Branchen mit geringeren Rückgängen und sogar Branchen mit Zuwachsen. Allerdings gibt es auch wenige Branchen mit stärkeren Rückgängen, wobei vor allem der KfZ-Bau ins Auge fällt. Der KfZ-Bau ist oftmals ein Treiber des FuE-Zuwachses im deutschen Wirtschaftssektor. Im Jahr 2020 ist er dagegen maßgeblich für den starken Rückgang verantwortlich. Eine Abnahme von 13,6 Prozent gegenüber 2019 bedeutet ein Verlust von fast vier Milliarden Euro an internen FuE-Aufwendungen. Dies entspricht fast dem kompletten Rückgang der FuE-Aufwendungen des gesamten Wirtschaftssektors. Welchen Einfluss der KfZ-Bau auf das Gesamtergebnis hat, zeigt sich auch darin, dass der Rückgang im gesamten Wirtschaftssektor ohne KfZ-Bau nur 2,1 Prozent beträgt. Betrachtet man dagegen das FuE-Personal, liegt der Rückgang mit 3,7 Prozent im KfZ-Bau zwar immer noch deutlich über dem Durchschnitt des gesamten Wirtschaftssektors mit 1,5 Prozent, zeigt sich aber weitaus moderater als bei den internen FuE-Aufwendungen.¹⁰⁷ Nichtsdestoweniger gehen aber auf diese Weise fast 4.000 volle Stellen in dieser Branche verloren.

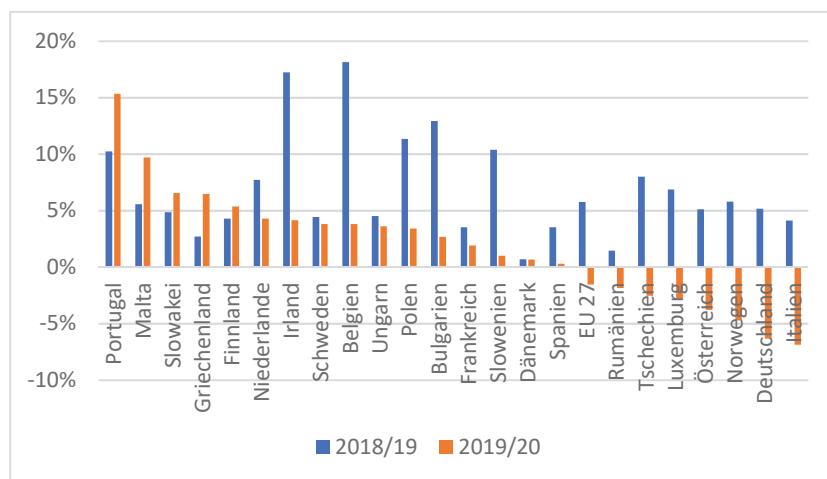
¹⁰⁵ Tab. A 4.3 im Anhang

¹⁰⁶ Tab. A 4.2 im Anhang

¹⁰⁷ Tab. A 4.5 im Anhang

Gestärkt geht dagegen die Informations- und Kommunikationstechnik aus der Krise hervor. War IKT bereits 2019 einer der Gewinner (vgl. Kap. 3.2.1.1), zeigt sich 2020 eine Entwicklung gegen den allgemeinen Trend. Sowohl die internen FuE-Aufwendungen (+ 5,2 Prozent) als auch das FuE-Personal (+ 5,0 Prozent) haben deutlich zugelegt. Offensichtlich kommt hier ein vermehrter Bedarf an IT-Lösungen, der sich aus Homeoffice, Online-Konferenzen und anderen durch die Pandemie ausgelösten Veränderungen in den Arbeitsabläufen der Unternehmen ergeben hat, zum Ausdruck. Scheinbar hat es nicht nur eine verstärkte Nachfrage nach IT-Produkten gegeben, sondern auch die Anforderung diese deutlich neu- oder weiterzuentwickeln. Wie eine Umfrage des Branchenverbandes Bitkom aus dem November 2021 zeigt, ist die Digitalisierung der Unternehmen im Umfeld der Pandemie deutlich vorangeschritten.¹⁰⁸ Diese Entwicklung zeigt sich auch in den FuE-Daten der Branche Informations- und Kommunikationstechnik.

Abb. 4.1 Wachstumsraten der internen FuE-Aufwendungen 2018/19 und 2019/20 in ausgewählten Ländern



Überraschend mag in diesem Zusammenhang der internationale Vergleich sein. Wie Abb. 4.1 zeigt,¹⁰⁹ lassen sich die hier dargestellten EU-Länder¹¹⁰ in drei Gruppen aufteilen:

1. Länder, deren Steigerungsrate 2019/20 höher war also die für 2018/19
2. Länder, deren Steigerungsrate 2019/20 niedriger lag als 2018/19, aber immer noch positiv war
3. Länder, die 2018/19 noch eine positive Steigerungsrate hatten, aber deren Steigerungsrate 2019/20 negativ war.

¹⁰⁸ https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-11/bitkom-charts-digitalisierung-der-wirtschaft-24-11-2021_final.pdf (Abruf: 25.11.2021)

¹⁰⁹ Vgl. Tab. A 4.6 im Anhang

¹¹⁰ Von weiteren Ländern (z.B. USA, Japan, China) lagen zum Zeitpunkt der Erstellung noch keine Daten für 2020 vor.

In der Gesamtsumme aller EU-Länder führt das dazu, dass FuE in der EU27 leicht zurückgegangen ist, was natürlich nicht zuletzt am hohen Gewicht Deutschlands in dieser Summe liegt.

Welche Einflussfaktoren zu dieser dreistufigen Entwicklung geführt haben, ist aus den aktuellen Daten noch nicht erkennbar. Es fällt aber auf, dass die forschungsstarken EU-Länder alle durch die Krise deutlich verloren haben.

Zusammenfassend lässt sich eine Parallele zwischen der Finanzkrise 2009 und der Pandemie 2020 zumindest in Deutschland feststellen: Auch wenn FuE zurückgegangen ist, versuchten die Unternehmen zunächst das FuE-Personal zu halten. Dabei haben sicherlich auch unterstützende Maßnahmen des Staates eine wichtige Rolle gespielt. Wie sich FuE im Wirtschaftssektor weiterentwickelt, hängt einerseits natürlich davon ab, wie lang die Pandemie noch andauert und auf der anderen Seite, welche Maßnahmen der Pandemiekämpfung durchgeführt oder wiederaufgegriffen werden (z.B. Lockdowns). Dies beeinflusst die Erwartungen nicht nur der Unternehmen sondern auch der Verbraucher und somit die Frage, ob und wann Konsumententscheidungen (z.B. für ein neues Auto) getroffen werden.

Literaturverzeichnis

- Adler, W., Gühler, N., Oltmanns, E., Schmidt, D., Schmidt, P., & Schulz, I. (2014). *Forschung und Entwicklung in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen*. Wirtschaft und Statistik. Statistisches Bundesamt.
- Belitz, H., & Gornig, M. (2019). *Internationaler Vergleich des sektoralen Wissenskapitals*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Belitz, H., Junker, S., Schiersch, A., & Podstawska, M. (2015). Wirkung von Forschung und Entwicklung auf das Wirtschaftswachstum, Gutachten im Auftrag der KfW Bankengruppe (KfW). *Politikberatung kompakt Nr. 102*.
- Belitz, H., Lejpras, A., & Priem, M. (2019). Forschung und Entwicklung im Ausland: Deutsche Unternehmen haben ähnliche Schwerpunkte wie in der Heimat. (D. Berlin, Hrsg.) *DIW Wochenbericht, 36*, S. 631-639.
- Belitz, H., Lejpras, A., Mattes, A., & Priem, M. (2019). Forschung deutscher Unternehmen im In- und Ausland: Technologische Schwerpunkte und Zielregionen. *Working Paper Forschungsförderung Nr.156*.
- Bloom, N., Jones, C. J., Van Reenen, J., & Webb, M. (2020). Are Ideas Getting Harder to Find? . *American Economic Review, 110*(4), S. 1104-1144,
- BMBF (2020), *Bundesbericht Forschung und Innovation 2020*, Berlin, https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BMBF_BuFI-2020_Hauptband.pdf
- Boeing, P., & Hünermund, P. (2020). A global decline in research productivity? Evidence from China and Germany. *Economics letters, vol. 197(C)*.
- Flöther, C./Kooji, R. (2012), Hochschulen als Faktoren im regionalen Standortwettbewerb, in: *Die Hochschule 2/2012*, S. 65 - 81
- 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. S. 119-132.
- Fritsch, M./Henning, T./Slavtchev, V./Steigenberger, N. (2008), *Hochschulen als regionaler Innovationsmotor?*, Hans-Böckler-Stiftung Arbeitspapier 158, Düsseldorf, https://www.boeckler.de/pdf/p_arbp_158.pdf
- Gehrke, B., & Schasse, U. (2017). *Folgen des wirtschaftlichen Strukturwandels für die langfristige Entwicklung der FuE-Intensität im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2017*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Gehrke, B., & Schiersch, A. (2015). *Globale Wertschöpfungsketten und ausgewählte Standardindikatoren zur Wissenswirtschaft*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).

- Gehrke, B., & Schiersch, A. (2019). *FuE-intensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem 6-2019*. CWS, DIW Berlin. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Gehrke, B., Frietsch, R., Neuhäusler, P., & Rammer, C. (2013). *Neuabgrenzung forschungsintensiver Industrien und Güter, NIW/ISI/ZEW-Listen 2012*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).
- Gehrke, B., Frietsch, R., Neuhäusler, P., & Rammer, C. (2013). *Neuabgrenzung forschungsintensiver Industrien und Güter. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2013*. NIW, Fraunhofer- ISI, ZEW. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Gehrke, B., Kerst, C., M., W., Trommer, M., & Weilage, I. (2019). *Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2019*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Gehrke, B., Schasse, U., Belitz, H., Eckl, V., & Stenke, G. (2020). *Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft - Deutschland im internationalen Vergleich*. Hannover, Berlin, Essen: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Gehrke, B., Schasse, U., Belitz, H., Eckl, V., & Stenke, G. (2020). *Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2020*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Government of India. (2020). *Research and Development Statistics 2019 - 20*. New Delhi.
- Grassano, N., & Hernandez Guevara, H. (2021). *The impact of Covid19 on top R&D investors: first insight into 2021 EU Industrial R&D Investment Scoreboard data*. European Commission.
- Grassano, N., Hernandez Guevara, H., Tuebke, A., Amoroso, S., Dosso, M., & Georgakaki, A. a. (2020). *The 2020 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Hall, B. H., Mairesse, J., & Mohnen, P. (2010). Measuring the Returns to R&D. In B. H. Hall, & N. Rosenberg, *Handbook of the Economics of Innovation* (S. 1033–1082). Elsevier B.V.
- Kienzle, S. (2018), Neue Methoden zur Berechnung von Forschung und Entwicklung an Hochschulen, WISTA 2, S. 66 – 76
- Kienzle, S./Horneffer, B. (2018), *Forschung und Entwicklung an Hochschulen: Überprüfung der FuE-Koeffizienten 2017*, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Forschung-Entwicklung/Publikationen/Downloads-Forschung-Entwicklung/forschung-entwicklung-hochschulen-5929101179004.pdf?blob=publicationFile>
- Kladroba, A. (2020), *Die Messung von Forschung, Entwicklung und Innovation: Eine Übersicht*, in: Krol, B./A. Kladroba (Hrsg.), *Netzwerk- und Outputmessung – Indikatorik für transformative*

Technologiefelder (NEO-Indikatorik), FOM ifes Schriftenreihe Band 22, Essen, https://www.fom.de/fileadmin/fom/forschung/ifes/pdf/FOM-ifes_Bd22_NEO-Indikatorik.pdf

Kladroba, A. (2021a), *Regionale Disparität von Forschung und Entwicklung: Was hat sich in den Jahren verändert?*, Streiflicht VWL Nr. 6, KompetenzCentrum für angewandte Volkswirtschaftslehre, FOM Hochschule für Oekonomie und Management, Essen, <https://www.fom.de/fileadmin/fom/forschung/KCV/FOM-Forschung-KCV-Streiflicht-VWL-06-2021.pdf>

Kladroba, A. (2021b), *Der Finanzsektor als innovative Branche: Eine Datenübersicht*, FOM KCT Schriftenreihe Band 8, Essen, <https://www.fom.de/fileadmin/fom/forschung/KCT/FOM-KCT-Schriftenreihe-Band-08-Kladroba-Finanzsektor-2021.pdf>

Kladroba, A./Buchmann, T./Friz, K./Lange, M./Wolf, P. (2021), *Indikatoren für die Messung von Forschung, Entwicklung und Innovation*, Wiesbaden: SpringerGabler, Open Access: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-658-32886-3>

Kladroba, A./M. Kudic/K. Friz/T. Buchmann/P.Wolf (2018), Technologien statt Branchen: Eine Neuauswertung der FuE-Erhebung 2015, in: *Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv* 12, S. 87 - 104

Massachusetts Institute of Technology. (2015). *The Future Postponed, Why Declining Investment in Basic Research Threatens a U.S. Innovation Deficit*. Cambridge, Mass..

Ministry of Science & Technology, Government of India. (2017). *Research & Development Statistics at a Glance*. New Delhi. Abgerufen am 21. 10. 2019 von <http://www.nstmis-dst.org/statistics-Glance-2017-18-2.pdf>

Moncada-Paterno-Castello, P., Amoroso, S., & Cincera, M. (2020). Corporate R&D intensity decomposition: different data, different results? *Science and Public Policy*, 47(4), S. 458-473.

OECD . (2021). *OECD Main Science and Technology Indicators. R&D Highlights in the March 2021 Publication*. OECD, Directorate for Science, Technology and Innovation. Paris: OECD . Von www.oecd.org/sti/msti2021.pdf abgerufen

OECD. (2015). *Frascati Manual 2015 – Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*. Paris. <https://www.oecd.org/publications/frascati-manual-2015-9789264239012-en.htm>

OECD (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, Paris, OECD Publishing, <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>

OECD. (2021). *Main Science and Technology Indicators 2021/3 – Statistical Content and National Specifications*. Paris.

Oltmanns, E., Bolleyer, R., & Schulz, I. (2009). Forschung und Entwicklung nach Konzepten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. *Wirtschaft und Statistik* , S. 125-136.

- Pellens, M., Peters, B., Hud, M., Rammer, C., & Licht, G. (2020). *Public R&D Investment in Economic Crises*. ZEW Discussion Papers No. 20 - 088 | 12 /2020, ZEW.
- Peters, B., Licht, G., Crass, D., Kladroba, A. (2009). *Soziale Erträge der FuE-Tätigkeit in Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem 15-2009*. Mannheim, Essen: ZEW, SV Wissenschaftsstatistik.
- Pop-Silaghi, M. I., Alexa, D., Jude, C., & Litan, C. (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.
- Rammer, C., Gottschalk, S., Peters, B., Bersch, J., & Erdsiek, D. (2016). *Die Rolle von KMU für Forschung und Innovation in Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem 10-2016*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Schasse, U., Belitz, H., Kladroba, A., & Stenke, G. (2016). *Forschung und Entwicklung in Wirtschaft und Staat. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 2-2016*. NIW, DIW und SV Wissenschaftsstatistik. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Schasse, U., Gehrke, B., & Stenke, G. (2018). *Forschung und Entwicklung in Wirtschaft und Staat: Deutschland im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem 2-2018*. CWS und SV Wissenschaftsstatistik. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Schasse, U., Schiller, D., Leidmann, M., Eckl, V., Grave, B., Kladroba, A., & Stenke, G. (2016). *Die Rolle von FuE-Dienstleistern im deutschen Innovationssystem. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2016*. NIW und SV Wissenschaftsstatistik. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Schweizerische Bankiervereinigung (2010): *Forschung und Entwicklung im Bankensektor*, Basel
- Statistisches Bundesamt. (2018). *Forschung und Entwicklung an Hochschulen: Überprüfung der FuE-Koeffizienten 2017*. Wiesbaden.
- Stifterverband Wissenschaftsstatistik (2006), FuE-Datenreport 2005/06, Essen
- Stifterverband Wissenschaftsstatistik (2021), ARENDI Analysen, Essen
- SV Wissenschaftsstatistik GmbH. (2021). *a:r ən 'di: Zahlenwerk 2021*. Essen.
- Ugur, M., Trushin, E., Solomon, E., & Guidi, F. (2016). R&D and productivity in OECD firms and industries: A hierarchical meta-regression analysis. *Research Policy*, 45, 2069-2086.

Anhang

**Tab. A 2.1: FuE-Intensität in OECD-Ländern und ausgewählten Schwellenländern
(BRICS) 1995 bis 2019**

- Bruttoinlandsausgaben für FuE in Prozent des Bruttoinlandsprodukts - 1995 bis 2019 –

Land	1995	...	2005	...	2015	2016	2017	2018	2019
Israel	2,4		4,0		4,3	4,5	4,7	4,8	4,9
Südkorea	2,2		2,5		4,0	4,0	4,3	4,5	4,6
Schweeden	3,1		3,4		3,2	3,2	3,4	3,3	3,4
Belgien	1,6		1,8		2,4	2,5	2,7	2,9	3,2
Japan	2,6		3,1		3,2	3,1	3,2	3,2	3,2
Deutschland	2,1		2,4		2,9	2,9	3,1	3,1	3,2
Österreich	1,5		2,4		3,0	3,1	3,1	3,1	3,1
USA	2,4		2,5		2,7	2,8	2,8	2,9	3,1
Dänemark	1,8		2,4		3,1	3,1	2,9	3,0	2,9
Finnland	2,2		3,3		2,9	2,7	2,7	2,8	2,8
OECD	1,9		2,1		2,3	2,3	2,4	2,4	2,5
Frankreich	2,2		2,1		2,3	2,2	2,2	2,2	2,2
Niederlande	1,8		1,8		2,1	2,2	2,2	2,1	2,2
China	0,6		1,3		2,1	2,1	2,1	2,1	2,2
EU27	1,6		1,7		2,0	2,0	2,0	2,1	2,1
Großbritannien	1,7		1,6		1,6	1,7	1,7	1,7	1,8
Kanada	1,7		2,0		1,7	1,7	1,7	1,7	1,6
Italien	0,9		1,0		1,3	1,4	1,4	1,4	1,5
Polen	0,6		0,6		1,0	1,0	1,0	1,2	1,3
Spanien	0,8		1,1		1,2	1,2	1,2	1,2	1,3
Russland	0,8		1,0		1,1	1,1	1,1	1,0	1,0
Schw eiz	2,4		2,6		3,3		3,2		
Indien	0,6		0,8		0,7	0,7	0,7	0,7	
Südafrika	0,6		0,9		0,8	0,8	0,8		
Brasilien			1,0		1,3	1,3	1,1	1,2	

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021), UNECSO (UIS)
– Zusammenstellung des DIW Berlin.

Tab. A 2.2: Anteil der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchführenden Sektoren im internationalen Vergleich 1995 bis 2019

	1995	...	2005	...	2015	2016	2017	2018	2019
Deutschland									
Wirtschaft	66,3		69,2		68,7	68,2	69,1	68,9	68,9
Hochschulen	18,2		16,8		17,3	18,0	17,4	17,6	17,4
Staat	15,5		14,1		14,1	13,8	13,5	13,5	13,7
Org. o. Erwerbszweck									
Großbritannien									
Wirtschaft	65,0		61,4		66,0	67,1	68,0	67,6	66,6
Hochschulen	19,2		25,7		25,3	24,3	23,5	23,6	23,1
Staat	14,6		10,6		6,6	6,6	6,3	6,6	6,6
Org. o. Erwerbszweck	1,3		2,3		2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
Frankreich									
Wirtschaft	61,0		62,1		63,7	65,1	65,3	65,5	65,8
Hochschulen	16,7		18,8		22,0	20,5	20,7	20,5	20,1
Staat	21,0		17,8		12,8	12,7	12,5	12,5	12,4
Org. o. Erwerbszweck	1,3		1,3		1,5	1,6	1,6	1,6	1,8
USA									
Wirtschaft	70,5		68,9		71,8	72,6	72,9	73,4	73,9
Hochschulen	12,3		14,3		13,0	13,0	12,8	12,3	12,0
Staat	14,0		12,3		11,0	10,0	9,7	9,9	9,9
Org. o. Erwerbszweck	3,2		4,4		4,2	4,4	4,6	4,4	4,3
Japan									
Wirtschaft	70,3		76,4		78,5	78,8	78,8	79,4	79,2
Hochschulen	14,5		13,4		12,3	12,3	12,0	11,6	11,7
Staat	10,4		8,3		7,9	7,5	7,8	7,8	7,8
Org. o. Erwerbszweck	4,8		1,9		1,3	1,4	1,4	1,3	1,3
Südkorea									
Wirtschaft	73,7		76,9		77,5	77,7	79,4	80,3	80,3
Hochschulen	8,2		9,9		9,1	9,1	8,5	8,2	8,3
Staat	17,0		11,9		11,7	11,5	10,7	10,1	10,0
Org. o. Erwerbszweck	1,1		1,4		1,6	1,6	1,4	1,4	1,4
China									
Wirtschaft	43,7		68,3		76,8	77,5	77,6	77,4	76,4
Hochschulen	12,1		9,9		7,0	6,8	7,2	7,4	8,1
Staat	42,1		21,8		16,2	15,7	15,2	15,2	15,5
Org. o. Erwerbszweck									
EU27									
Wirtschaft	61,1		62,3		63,7	65,2	66,0	66,2	66,2
Hochschulen	20,8		22,2		22,8	22,2	21,8	21,7	21,6
Staat	17,3		14,7		12,7	11,8	11,6	11,4	11,4
Org. o. Erwerbszweck	0,8		0,9		0,9	0,8	0,7	0,7	0,8
OECD insgesamt									
Wirtschaft	66,6		67,6		69,1	70,0	70,6	71,0	71,2
Hochschulen	16,4		17,8		17,7	17,6	17,2	16,8	16,5
Staat	14,4		12,0		10,7	10,0	9,8	9,7	9,7
Org. o. Erwerbszweck	2,6		2,7		2,4	2,5	2,5	2,5	2,5

Organisationen ohne Erwerbszweck für GER und CHN in „Staat“ enthalten.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Zusammenstellung des DIW Berlin.

Tab. A 2.3: Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) nach durchführenden Sektoren im internationalen Vergleich 2010 und 2019

Land	GERD in Mio. PPP US\$	2010				2019					
		davon durchgeführt von ... (in %)	Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat	Private Nonprofit*	GERD in Mio. PPP US\$	davon durchgeführt von ... (in %)	Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat
Israel	8.648	83,0	13,7	2,1	1,2		18.741	88,9	8,7	1,5	1,0
Südkorea	52.166	74,8	10,8	12,7	1,7		102.521	80,3	8,3	10,0	1,4
Japan	140.566	76,5	12,9	9,0	1,6		173.267	79,2	11,7	7,8	1,3
China	212.138	73,4	8,5	18,1	0,0		525.693	76,4	8,1	15,5	0,0
USA	410.093	68,0	14,7	12,7	4,5		657.459	73,9	12,0	9,9	4,3
Belgien	8.957	67,1	23,5	8,4	0,9		19.938	73,7	16,7	8,8	0,8
Schweden	12.554	68,7	26,3	4,9	0,0		19.269	71,7	23,7	4,5	0,1
OECD	1.001.491	66,4	18,7	12,2	2,7		1.564.092	71,2	16,5	9,7	2,5
Schweiz	10.917	73,5	24,2	0,7	1,6		18.566	71,0	28,2	0,8	2,3
Österreich	9.585	68,4	25,8	5,2	0,5		16.297	70,3	21,8	7,3	0,5
Deutschland	87.036	67,0	18,2	14,8	0,0		148.150	68,9	17,4	13,7	0,0
Niederlande	12.763	47,9	40,4	11,7	0,0		22.609	66,7	27,6	5,7	0,0
Großbritannien	37.568	60,9	27,0	9,5	2,5		56.936	66,6	23,1	6,6	2,3
EU27	270.393	61,1	24,0	13,8	1,0		440.337	66,2	21,6	11,4	0,8
Frankreich	50.901	63,2	21,6	14,0	1,2		73.287	65,8	20,1	12,4	1,8
Finnland	7.748	69,6	20,4	9,2	0,7		7.956	65,6	25,4	8,1	0,9
Italien	25.403	53,9	28,8	13,7	3,6		39.279	63,2	22,5	12,6	1,8
Polen	5.776	26,6	37,2	35,9	0,3		17.164	62,8	35,6	1,3	0,3
Dänemark	6.964	67,0	30,3	2,2	0,4		10.216	62,6	34,1	2,9	0,4
Russland	33.081	60,5	8,4	31,0	0,2		44.501	60,7	10,6	28,3	0,4
Spanien	20.084	51,5	28,3	20,1	0,2		24.874	56,1	26,6	17,0	0,3
Kanada	24.898	52,0	37,0	10,6	0,4		31.031	51,0	41,2	7,5	0,4
Südafrika	4.425	49,7	26,8	22,7	0,8		6.026	41,0	33,6	22,3	3,1
Indien	37.505	32,1	5,5	62,4	0,0		52.299	36,8	7,1	56,1	0,0

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

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Berechnungen des DIW Berlin.

Tab. A 2.4: Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE nach Beschäftigtengrößenklassen 2018 im internationalen Vergleich

Land	Anteil der Unternehmen, die ständig im eigenen Haus FuE betreiben an den Unternehmen der Beschäftigtengrößenklasse in %			
	Insgesamt	10-49	50-249	250 o. mehr
Belgien	21,6	15,8	36,0	62,0
Deutschland	17,6	11,6	29,6	51,9
Spanien	8,1	5,1	19,7	36,5
Frankreich	20,3	14,9	33,2	49,1
Italien	14,7	11,4	32,4	44,5
Niederlande	19,5	15,0	32,3	45,1
Österreich	13,2	8,0	26,6	47,9
Polen	4,0	2,2	7,5	21,7
Finnland	24,1	18,4	36,7	63,7
Schweden	8,8	6,5	14,1	36,3
EU27	12,5	8,8	22,8	40,0
Dänemark	9,5	6,1	16,6	37,9

Quelle : Eurostat, Community Innovation Survey (CIS) 2018, Eurostat. – Berechnungen des DIW Berlin.

Tab. A 2.5: Beitrag des Staates zur Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft der OECD-Länder 1995 bis 2019 (Anteile in Prozent)

	1995	...	2005	...	2015	2016	2017	2018	2019
Russland	51,1		53,6		63,4	59,0	56,6	56,2	57,3
Spanien	9,2		13,6		9,4	8,9	8,7	9,0	9,6
Frankreich	12,7		10,1		8,8	7,7	8,0	7,5	7,4
Großbritannien	10,5		8,3		8,7	7,8	7,6	6,9	7,1
Niederlande	6,6		3,4		6,3	6,0	5,7	6,4	6,1
Kanada	6,2		2,6		4,6	5,4	6,8	6,0	6,0
USA	16,3		9,7		7,6	6,4	6,2	5,7	5,8
EU27	11,2		7,3		6,2	5,4	5,1	5,3	5,2
OECD	11,0		6,8		5,9	5,2	5,1	4,9	5,0
Südkorea	3,6		4,6		5,1	4,2	4,7	4,4	4,4
Italien	16,7		11,0		5,5	3,5	3,5	4,9	4,2
China			4,6		4,3	3,7	3,4	3,2	3,8
Belgien	4,3		6,2		5,5		3,4		3,7
Österreich	5,5		6,4		12,0		3,7		3,7
Deutschland	10,2		4,5		3,3	3,4	3,2	3,1	3,2
Finnland	5,6		3,8		3,6	3,6	3,1	2,8	2,5
Dänemark	6,1		2,4		2,7		2,1		2,4
Japan	1,6		1,2		1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
Schw eiz	2,4		1,5		1,4		1		
Schw eden	9,5		4,5				4,7		
Polen	33,8		13,7		10,0	16,3	13,9	13,5	
Israel	21,3		4,8		3,2	2,8	2,8	2,3	
Südafrika			16,2		3,8	3,1	2,3		

Z.T. Brüche in Zeitreihen aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen (OECD, 2021).

Quellen: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Zusammenstellung des DIW Berlin.

Tab. A 2.6: Finanzierungsanteil der Wirtschaft an FuE in öffentlichen Einrichtungen der OECD-Länder 1995 bis 2019 (in Prozent)

	1995	...	2005	...	2015	2016	2017	2018	2019
insgesamt									
Russland	11,4		14,6		15,3	13,3	13,9	13,9	15,6
China			14,9		11,9	12,1	12,2	11,7	12,1
Deutschland	6,5		12,4		12,7	12,7	11,9	11,9	11,9
Belgien	11,8		10,4		10,8	10,1	9,7	9,7	9,9
Niederlande	8,9		9,6		7,8	7,8	8,4	8,8	8,3
Südkorea	18,4		9,3		6,7	7,2	7,9	8,1	8,1
EU27	6,1		7,4		7,2	7,3	7,4	7,5	7,2
Kanada	5,9		7,4		6,8	6,9	6,8	6,9	6,9
Spanien	7,2		7,1		5,8	5,3	5,5	6,1	6,5
Österreich	2,0		4,8		5,4		6,0		6,0
Italien	3,4		1,8		2,3	2,1	5,4	5,2	5,3
OECD	4,9		5,1		4,9	5,0	5,1	5,2	5,1
Finnland	8,5		8,5		5,0	5,0	4,2	4,1	4,1
Frankreich	4,5		4,4		4,6	4,7	4,7	4,8	3,9
USA	3,2		2,7		3,0	3,1	3,2	3,2	3,2
Japan	2,4		2,0		2,5	2,7	2,9	3,0	3,1
Dänemark	2,5		2,3		2,4	2,6	2,7	2,7	2,0
Schweden	4,3		4,4		4,0		4,0		
Polen	17,8		10,1		3,5	3,2	3,6	3,9	
Schweiz	5,6		8,3		9,5		9,6		
Israel	1,6		7,3		7,8	8,6	6,5	6,2	
Großbritannien	6,6		6,1		3,9	3,8	3,8	4,1	
Südafrika			9,7		6,5	7,0	4,8		
FuE-Mittel der Wirtschaft für öffentliche Einrichtungen in % der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft									
Russland	5,2		6,9		10,5	9,3	9,1	11,0	10,0
Kanada	4,2		5,8		5,9	5,9	6,0	6,3	6,7
Deutschland	3,3		5,5		5,8	5,9	5,3	5,4	5,4
Spanien	7,6		6,1		5,2	4,5	4,5	4,6	5,0
Niederlande	8,0		8,5		4,4	4,1	4,3	4,4	4,2
China			6,9		3,6	3,5	3,5	3,4	3,7
EU27	3,8		4,4		4,0	3,8	3,8	3,7	3,6
Belgien	4,5		4,7		4,6	4,6	4,0	3,7	3,4
Italien	3,0		1,7		1,5	1,3	3,1	2,9	2,9
Österreich	1,1		2,3		2,1		2,5		2,5
Finnland	4,9		3,4		2,4	2,5	2,2	2,1	2,1
OECD	2,3		2,2		2,0	2,0	2,0	1,9	1,9
Frankreich	2,8		2,6		2,5	2,4	2,4	2,4	1,9
Südkorea	6,3		2,6		1,8	1,9	1,9	1,8	1,8
Dänemark	1,8		1,0		1,4	1,4	1,6	1,6	1,2
USA	1,2		1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
Japan	0,9		0,6		0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
Polen	28,2		21,7		4,0	1,7	2,0	2,0	
Großbritannien	3,4		3,6		1,9	1,8	1,7	1,8	
Südafrika			6,7		8,2	9,4	6,5		
Israel	1,0		1,6		1,3	1,2	0,8	0,8	
Schweden	1,5		1,6		1,7		1,6		
Schweiz	2,1		2,7		3,7		3,9		

Z.T. Brüche in Zeitreihen aufgrund von statistischen/methodischen Umstellungen (OECD, 2021).

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Zusammenstellung des DIW Berlin.

**Tab. A 2.7: FuE-Personal (Vollzeitäquivalente) je 1.000 Erwerbspersonen
1995 bis 2019**

Land	1995	...	2005	...	2015	2016	2017	2018	2019
Dänemark	10,7		14,9		20,4	20,9	19,9	19,6	20,1
Südkorea	7,3		9,1		16,4	16,4	17,1	18,1	18,8
Finnland	13,4		21,8		18,6	17,6	18,0	18,1	18,6
Belgien	9,2		11,6		15,6	15,8	16,4	17,5	18,4
Österreich	8,3		12,0		16,2	16,7	16,9	17,8	18,3
Niederlande	10,7		10,9		15,5	16,0	16,5	17,0	17,2
Deutschland	11,7		11,6		15,2	15,3	15,9	16,3	16,8
Schweden	14,3		16,8		16,0	17,2	16,5	16,9	16,6
Frankreich	12,4		12,4		14,5	14,6	14,9	15,2	15,6
Großbritannien	9,9		10,8		12,6	12,6	13,3	13,8	14,3
Italien	6,2		7,2		10,2	11,3	12,2	13,3	13,7
EU27	8,3		9,2		11,8	12,1	12,6	13,3	13,6
Japan	12,4		13,5		13,3	13,1	13,3	13,2	13,2
Spanien	4,9		8,3		8,8	9,0	9,5	9,9	10,0
Russland	17,1		12,5		10,9	10,5	10,2	10,0	10,0
Polen	4,9		4,5		6,3	6,5	8,3	9,4	9,6
China	1,1		1,8		4,7	4,8	5,0	5,4	5,9
Indien	1,0		0,9		1,1			1,1	
Kanada	9,8		12,6		12,7	11,7	11,8	11,9	
Südafrika	1,3		1,7		1,9	2,0	2,0		
Brasilien			1,8		3,2				
Schweiz	12,2		12,0		15,7		15,4		

Z.T. Änderung der Datenerfassung in den Zeitreihen (OECD, 2021).

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (9/2021). – Zusammenstellung des DIW Berlin.

Tab. A 3.1 Interne FuE-Aufwendungen im Hochschul- und Staatssektor 2009 – 2019 in Mio. Euro

	Hochschulsektor	Staatssektor
2009	11.871,391	9.931,73
2010	12.731,479	10.353,729
2011	13.517,573	10.974,3
2012	13.979,731	11.340,547
2013	14.301,708	11.861,635
2014	14.930,296	12.319,97
2015	15.344,212	12.485,607
2016	16.626,695	12.720,861
2017	17.282,307	13.484,009
2018	18.399,719	14.168,026
2019	19.172,8	15.022,2

Quelle: Destatis, Eurostat

Tab. A 3.2a: FuE-Personal im Hochschulsektor nach Personalgruppen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent)

	Insgesamt		Wissenschaftlerinnen/ Wissenschaftler			Technikerinnen/ Techniker			Sonstiges FuE-Personal			
	Frauen und Männer	darunter Frauen	Frauen und Männer	darunter Frauen	Frauen und Männer	darunter Frauen	Frauen und Männer	darunter Frauen	Frauen und Männer	darunter Frauen		
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil		
2009	115.851	48.341	41,7%	84.852	27.548	32,5%	11.384	5.436	47,8%	19.615	15.357	78,3%
2010	120.981	50.220	41,5%	90.398	29.871	33,0%	11.395	5.353	47,0%	19.188	14.996	78,2%
2011	124.308	52.040	41,9%	93.811	31.585	33,7%	11.386	5.479	48,1%	19.111	14.975	78,4%
2012	127.900	53.753	42,0%	97.199	33.181	34,1%	10.895	5.006	45,9%	19.807	15.565	78,6%
2013	130.079	56.012	43,1%	99.123	35.064	35,4%	11.036	5.218	47,3%	19.919	15.731	79,0%
2014	132.542	57.078	43,1%	100.992	35.759	35,4%	11.073	5.223	47,2%	20.476	16.096	78,6%
2015	134.032	58.195	43,4%	103.148	37.355	36,2%	10.752	4.974	46,3%	20.132	15.866	78,8%
2016	141.661	60.640	42,8%	109.877	39.380	35,8%	11.443	5.266	46,0%	20.342	15.994	78,6%
2017	143.753	61.572	42,8%	112.143	40.462	36,1%	11.171	5.116	45,8%	20.439	15.994	78,3%
2018	147.160	63.634	43,2%	114.868	42.040	36,6%	11.492	5.431	47,3%	20.801	16.162	77,7%
2019	147.315	64.054	43,5%	114.512	42.026	37,7%	10.990	5.072	46,2%	21.814	16.956	77,7%

Quelle: Destatis, Eurostat

Tab. A 3.2b FuE-Personal im Hochschulsektor nach Personalgruppen und Geschlecht 2009 – 2019 (Head Counts)

	Insgesamt			Wissenschaftlerinnen/ Wissenschaftler			Technikerinnen Techniker			Sonstiges FuE-Personal		
	Frauen und Männer	darunter Frauen		Frauen und Männer	darunter Frauen		Frauen und Männer	darunter Frauen		Frauen und Männer	darunter Frauen	
		Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil		Anzahl	Anteil
2009	290.793	124.294	42,7%	218.150	75.936	34,8%	30.248	13.943	46,1%	42.395	34.414	81,2%
2010	303.257	130.030	42,9%	231.861	82.610	35,6%	29.874	13.485	45,1%	41.522	33.934	81,7%
2011	312.537	135.163	43,2%	241.411	87.734	36,3%	29.746	13.549	45,5%	41.379	33.880	81,9%
2012	323.394	140.513	43,4%	251.940	92.958	36,9%	29.012	12.785	44,1%	42.441	34.770	81,9%
2013	335.928	148.984	44,3%	261.657	99.207	37,9%	30.337	13.651	45,0%	43.934	36.126	82,2%
2014	340.112	151.518	44,5%	265.911	101.520	38,2%	29.713	13.456	45,3%	44.488	36.542	82,1%
2015	343.660	154.040	44,8%	270.343	104.622	38,7%	28.932	12.939	44,7%	44.385	36.480	82,2%
2016	345.145	155.173	45,0%	271.953	105.854	38,9%	29.158	13.180	45,2%	44.033	36.139	82,1%
2017	352.264	158.616	45,0%	279.167	109.274	39,1%	28.503	12.840	45,0%	44.593	36.503	81,9%
2018	359.808	163.166	45,3%	285.378	112.908	39,6%	28.843	13.203	45,8%	45.587	37.054	81,3%
2019	364.216	166.593	45,6%	288.837	115.537	40,0%	28.095	12.659	45,1%	47.284	38.397	81,2%

Quellen: Destatis, Eurostat

Tab. A 3.3a: FuE-Personal im Staatssektor nach Personalgruppen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent)

	Insgesamt		Wissenschaftlerinnen/ Wissenschaftler				Technikerinnen Techniker				Sonstiges FuE-Personal			
	Frauen und Männer		Frauen und Männer		Frauen und Männer		Frauen und Männer		Frauen und Männer		Frauen und Männer		Frauen und Männer	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
2009	86.633	33.146	38,3%	49.241	14.749	30,0%	12.274	5.403	44,0%	25.118	12.994	51,7%		
2010	90.531	35.201	38,9%	51.783	15.779	30,5%	12.565	5.593	44,5%	26.182	13.830	52,8%		
2011	93.663	36.504	39,0%	54.185	16.696	30,8%	12.634	5.545	43,9%	26.844	14.263	53,1%		
2012	95.882	37.618	39,2%	55.597	17.571	31,6%	12.972	5.650	43,6%	27.313	14.398	52,7%		
2013	98.161	38.931	39,7%	56.755	18.153	32,0%	13.799	6.194	44,9%	27.607	14.584	52,8%		
2014	101.005	40.493	40,1%	52.854	16.881	31,9%	20.041	8.546	42,6%	28.110	15.066	53,6%		
2015	101.717	40.891	40,2%	54.011	17.475	32,4%	20.012	8.560	42,8%	27.694	14.856	53,6%		
2016	103.206	41.748	40,5%	53.971	17.576	32,6%	20.646	8.832	42,8%	28.589	15.340	53,7%		
2017	106.025	43.160	40,7%	54.715	18.253	33,4%	21.902	9.111	41,6%	29.408	15.796	53,7%		
2018	109.487	44.888	41,0%	57.183	19.426	34,0%	22.310	9.302	41,7%	29.994	16.160	53,9%		
2019	112.592	46.252	41,1%	59.221	20.325	34,3%	22.274	9.206	41,3%	31.097	16.720	53,8%		

Tab. A 3.3b FuE-Personal im Staatssektor nach Personalgruppen und Geschlecht 2009 – 2019 (Head Counts)

	Insgesamt		Wissenschaftlerinnen/ Wissenschaftler		Technikerinnen Techniker		Sonstiges FuE-Personal		
	Frauen und Männer	darunter Frauen	Frauen und Männer	darunter Frauen	Frauen und Männer	darunter Frauen	Frauen und Männer	darunter Frauen	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	
2009	102.976	42.537	41,3%	58.098	18.852	32,4%	14.109	6.752	47,9%
2010	107.997	45.287	41,9%	61.342	20.263	33,0%	14.502	7.044	48,6%
2011	111.908	47.051	42,0%	64.279	21.507	33,5%	14.574	6.992	48,0%
2012	114.389	48.465	42,4%	65.538	22.548	34,4%	14.901	7.100	47,6%
2013	116.403	49.964	42,9%	66.264	23.137	34,9%	15.903	7.809	49,1%
2014	120.001	51.918	43,3%	61.224	21.389	34,9%	22.730	10.591	46,6%
2015	121.157	52.705	43,5%	62.790	22.247	35,4%	22.778	10.690	46,9%
2016	123.391	54.068	43,8%	62.840	22.426	35,7%	23.623	11.120	47,1%
2017	127.273	56.072	44,1%	63.862	23.233	36,4%	25.115	11.514	45,8%
2018	132.070	58.544	44,3%	66.978	24.719	36,9%	25.759	11.865	46,1%
2019	136.357	60.481	44,4%	69.352	25.822	37,2%	25.852	11.783	45,6%

Tab. A 3.4: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen 2009 – 2019 in Mio. Euro

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	131,2	142,3	126,1	138,3	143,8	136,9	149,7	158,2	168,8	171,6	184,9
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	13,5	12,3	10	10,7	15,4	12,4	21,3	20,5	24,8	23,8	19,6
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	38.711,4	40.240,7	43.733,4	46.333,3	46.048,7	49.482,4	51.912,6	53.359,1	58.493,5	61.574,4	64.361,0
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	318	328,6	308	314,9	314,7	318,4	317,6	313,2	317,6	322,7	337,5
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	126,3	124	119,2	122,3	113	115	91,1	94,5	101,7	97,3	115,0
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	176,1	208	182,7	171,9	227	223,8	214,8	229,5	247,9	244,1	231,9
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	93	89,1	94,3	96	93,7	118,9	134,6	141,2	144,5	149,6	159,1
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	3.197,8	3.124	3.296,7	3.495,8	3.346,6	3.628,7	3.786,1	3.913,2	4.065,1	4.193,4	4.411,4
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	3.896	3.736,8	4.069,7	4.092	4.074,9	4.034,6	3.956,1	4.517,9	4.630,9	5.226,4	5.433,9
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	847,1	833,2	943,4	956	969,9	1.013,6	1.088,3	1.174	1.149,4	1.201,4	1.333,2
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	287,6	285,3	281,4	285,6	291,9	302,1	310,4	329,1	319	333,3	375,7
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	494,9	493	516,2	541,7	529,9	534,7	530,6	539,4	577,9	572,9	543,5
25	H.v. Metallerzeugnissen	711,6	712,5	725,9	752,9	743,4	749,9	824,4	843,2	921,3	932,8	1.024,2
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	5.815,4	5.994,8	6.563,4	7.391,8	7.341,9	7.506,7	7.541,4	7.637,1	7.739,4	8.280,6	8.721,3
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	1.333,4	1.344,7	1.601,7	1.732,3	2.130,1	2.171,7	2.249,1	2.297,9	2.692,1	2.762	2.695,2
28	Maschinenbau	4.498,5	4.597,1	4.902,5	5.182,6	5.388,2	5.650,6	5.459,5	5.652,5	7.116,7	7.111,1	7.450,3
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	13.820,7	14.811,7	16.312,4	17.360,8	17.187	19.667,8	21.466	21.889	25.655,8	27.075,6	28.253,4
30	Sonstiger Fahrzeugbau	2.056,4	2.514,2	2.601,9	2.682,9	2.017,9	2.068,5	2.007,5	2.025,6	1.775,7	2.028,1	1.976,8
30.3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	-	-	2.303,7	2.377,1	1.757,6	1.801,3	1.706,8	1.731,5	1.491,3	1.707,1	1.494,7
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	51,1	52,4	41,7	39,9	37,4	39	34,5	32,7	33,7	33,7	1.298,7
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	216,4	196,4	197,4	186,1	208,5	195,5	161,5	154,7	176,5	156,8	187,2
F 41-43	Baugewerbe/Bau	69	76,5	65,8	70,6	80	80	74,7	80,3	84,6	82,1	116,8
J 58-63	Information und Kommunikation	2.564,4	2.651,7	2.989,6	3.175,3	3.170,4	3.229,1	3.184,9	3.330,9	3.379,7	3.603,2	4.294,9
62,01	Programmierungstätigkeiten	-	-	1.957,9	2.075,0	2.320,3	2.365,0	2.496,3	2.488,2	2.637,4	2.819,1	3.443,5
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	334,6	232,5	260,9	265,2	290,3	317,6	284,4	291,6	248,4	235,9	336,5
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	2.920,7	3.034,9	3.262,2	3.139,7	3.200,8	3.133,7	4.685,3	5.014,7	5.593,7	5.575,4	5.547,5
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	-	-	1.296,3	1.208,0	1.237,2	1.135,9	2.268,6	2.488,2	2.397,5	2.256,6	2.168,5
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	1.595,9	1.667,2	1.710,6	1.693,1	1.684,9	1.743,5	2.170,4	2.259,8	2.919,9	3.057,4	3.099,6
G-L,N-U	Restliche Abschnitte	313,8	341,7	431,7	470,8	408,2	408,9	477,6	415,9	617,2	678,0	781,8
	Insgesamt	45.275	46.929	51.077,2	53.790,1	53.566,2	56.996,5	60.952	62.826	68.787,3	72.101,3	75.830,4

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.5: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen und Forschungsfeldern 2019 in Mio. Euro

		Gesundheit	Bio-ökonomie	Sicherheit	Ernährung	Energie	Klima, Umwelt	IT	Fahrzeug, Verkehr	Luft-, Raumfahrt	Dienstleistungen	Nano-, Werkstoff	Optik	Sonstige
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	0,0	17,7	0,0	164,5	0,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	0,9	0,0	0,3	1,7	1,4	4,1	0,2	0,7	0,3	0,1	2,1	0,3	7,4
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	7.923,4	689,5	320,1	2.368,7	3.501,3	3.168,0	6.468,5	24.409,2	2.094,0	1.745,5	1.944,8	1.250,0	8.478,0
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	13,1	23,3	0,0	257,2	1,7	24,0	0,8	0,0	0,0	0,6	1,9	0,0	14,8
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	5,5	0,4	6,2	1,4	3,7	12,4	0,9	16,4	1,2	1,7	4,0	2,0	59,1
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	28,5	0,5	0,3	1,4	0,3	23,5	3,0	19,7	0,7	10,0	35,3	2,0	106,7
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,0	7,9	0,0	0,0	7,9	7,9	0,0	110,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	11,7	25,5	1,8	1.682,6	125,2	117,4	109,0	17,6	2,0	6,8	290,5	3,5	2.017,7
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5.196,9	113,2	0,0	0,4	0,0	0,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,1	0,0	122,2
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	362,1	3,5	4,1	6,4	96,9	59,4	96,1	313,3	16,8	94,6	39,7	12,5	227,6
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	68,8	1,3	0,0	1,2	37,0	48,1	30,6	34,7	6,6	3,9	100,1	6,6	36,9
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	0,2	0,2	0,3	0,6	35,6	18,0	1,9	53,3	10,2	1,3	354,2	0,2	67,5
25	H.v. Metallerzeugnissen	8,3	4,1	17,6	3,5	73,3	42,3	42,3	276,4	36,3	46,3	74,5	17,2	382,1
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	1.297,0	415,1	115,8	6,8	546,4	244,6	2.904,2	430,1	35,3	536,5	71,7	174,0	1.943,7
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	33,0	0,2	0,8	1,0	315,1	138,4	312,6	194,4	98,2	36,4	39,8	75,5	1.449,8
28	Maschinenbau	42,1	82,9	10,4	400,9	1.822,2	1.512,1	323,1	1.044,6	32,9	184,1	89,4	290,5	1.615,1
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	2,3	0,0	15,2	1,6	418,6	910,3	2.572,4	21.656,1	176,3	787,2	768,6	655,3	289,4
30	Sonstiger Fahrzeugbau	0,0	0,0	1,3	0,0	14,2	4,5	1,6	238,5	1.664,5	0,8	37,7	0,1	13,4
30.3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	0,0	0,0	1,2	0,0	11,3	2,1	0,8	2,6	1.443,8	0,3	32,7	0,1	0,0
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	853,8	11,4	146,2	3,6	3,0	5,0	69,7	3,6	13,0	35,1	37,3	10,7	106,3
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	0,2	0,0	0,0	0,5	108,4	50,6	9,5	1,2	0,0	8,2	0,6	0,0	7,9
F 41-43	Baugewerbe/Bau	0,3	0,6	0,0	0,8	14,3	22,2	4,2	12,8	0,0	8,1	5,8	0,0	47,4
J 58-63	Information und Kommunikation	146,7	3,6	29,6	8,7	33,8	53,0	2.089,6	747,0	41,3	580,5	7,4	165,5	388,2
62.01	Programmierungstätigkeiten	107,5	0,6	17,7	4,1	20,5	31,7	1.543,3	694,7	30,7	472,9	2,8	155,4	361,5
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	45,6	0,0	0,0	289,8
M 69-75	Freiberuflche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	349,7	216,6	12,9	184,8	478,2	497,3	322,6	2.663,9	91,6	255,1	141,3	61,8	271,7
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	17,7	9,0	3,1	8,6	334,7	319,0	77,7	1.268,9	5,5	46,8	12,0	9,8	55,6
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	289,7	190,9	5,7	160,8	140,0	166,4	211,8	1.336,7	78,5	161,4	119,8	47,9	190,0
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	20,3	11,7	1,3	15,0	34,2	43,2	24,6	22,4	16,4	9,8	32,8	13,2	69,5
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	91,3	7,3	7,9	57,9	107,7	61,7	28,4	61,8	1,0	39,2	54,3	8,9	254,4
	Insgesamt	8.512,6	935,4	370,8	2.787,7	4.245,7	3.859,5	8.923,6	27.896,5	2.228,3	2.682,3	2.156,4	1.486,5	9.745,0

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.6: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Forschungsintensitäten 2019 in Mio. Euro

	Interne FuE-Aufwendungen	Externe FuE-Aufwendungen
Forschungsintensive Industrien (mind. 3% FuE-Aufwand/Umsatz)	58.272.323	20.302.207
Spitzentechnologie (>9% FuE-Aufwand/Umsatz)	16.239.674	5.266.010
Hochwertige Technik (3 - 9% FuE-Aufwand/Umsatz)	42.032.649	15.036.196
Forschungsintensive Dienstleistungen (WZ 62,71,72)	9.221.721	1.237.744
Restliche Abschnitte (nicht forschungsintensiv)	8.336.323	1.153.770
Insgesamt	75.830.367	22.693.721

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.7: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen und Größenklassen 2019 in Mio. Euro

		unter 100	100-249	250-499	500-999	1000 u. mehr	Insgesamt
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	16,5	43,7	20,5	0,6	103,6	184,9
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	2,8	1,3	7,2	0,0	8,2	19,6
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	1.840,4	1.833,3	2.681,6	3.616,5	54.389,2	64.361,0
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	10,8	26,4	18,0	65,4	216,7	337,5
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	33,6	28,8	11,6	12,6	28,5	115,0
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	13,1	13,3	56,4	17,8	131,4	231,9
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,6	1,2	3,3	28,6	125,3	159,1
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	126,1	124,4	143,9	271,3	3.745,8	4.411,4
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	49,1	38,4	92,5	188,9	5.064,9	5.433,9
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	63,6	43,7	67,0	113,9	1.044,9	1.333,2
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	48,8	30,1	47,9	74,2	174,7	375,7
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	11,8	19,2	16,6	39,3	456,6	543,5
25	H.v. Metallerzeugnissen	132,5	111,2	121,3	220,8	438,3	1.024,2
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	640,5	561,0	802,5	648,5	6.068,8	8.721,3
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	147,4	196,6	286,2	341,1	1.723,9	2.695,2
28	Maschinenbau	367,7	403,5	676,8	990,8	5.011,5	7.450,3
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	28,0	88,8	193,5	379,2	27.563,9	28.253,4
30	Sonstiger Fahrzeugbau	29,2	18,2	29,6	18,9	1.880,9	1.976,8
30.3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	15,5	2,5	24,6	0,0	1.452,1	1.494,7
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	137,4	128,3	114,6	205,3	713,0	1.298,7
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	35,9	11,1	4,7	9,9	125,7	187,2
F 41-43	Baugewerbe/Bau	51,2	6,5	9,7	7,8	41,5	116,8
J 58-63	Information und Kommunikation	608,6	325,7	216,2	157,7	2.986,7	4.294,9
62.01	Programmierungstätigkeiten	416,0	223,2	139,8	116,4	2.548,1	3.443,5
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	8,1	7,2	7,4	1,2	312,6	336,5
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	1.078,8	603,4	356,4	199,6	3.309,3	5.547,5
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	278,5	104,8	28,1	106,9	1.650,2	2.168,5
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	742,4	489,6	308,7	84,4	1.474,5	3.099,6
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	150,9	97,6	65,9	0,0	0,0	314,4
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	173,6	59,7	69,4	195,8	283,4	781,8
	Insgesamt	3.815,9	2.891,9	3.373,1	4.189,3	61.560,2	75.830,4

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.8: Finanzierung der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen 2019 in Mio. Euro

		Insgesamt	Vom Inland	Davon:			Vom Ausland
				Wirtschaftssektor	Staat	Sonstiges Inland	
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	184,9	174,9	171,2	3,4	0,2	10,1
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	19,6	a)	16,9	1,3	a)	a)
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	64.361,0	58.637,2	57.289,4	1.261,8	86,0	5.723,8
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	337,5	336,8	331,9	a)	a)	0,6
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	115,0	114,7	101,2	13,4	0,1	0,4
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	231,9	198,5	188,9	9,5	0,1	33,5
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	159,1	a)	a)	2,6	a)	a)
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	4.411,4	4.152,2	4.089,5	61,1	1,6	259,2
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5.433,9	4.530,2	4.479,7	50,5	0,0	903,7
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.333,2	1.231,6	1.204,8	25,8	1,0	101,5
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	375,7	364,9	342,8	21,6	0,5	10,8
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	543,5	427,6	408,6	15,7	3,3	115,8
25	H.v. Metallerzeugnissen	1.024,2	990,7	851,0	138,6	1,1	33,5
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	8.721,3	7.894,1	7.607,6	284,8	1,7	827,2
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.695,2	2.528,9	2.461,8	64,6	2,5	166,3
28	Maschinenbau	7.450,3	7.247,8	7.037,4	188,1	22,4	202,5
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	28.253,4	25.434,0	25.233,3	150,9	49,8	2.819,4
30	Sonstiger Fahrzeugbau	1.976,8	1.818,6	1.633,8	184,7	0,1	158,2
30,3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	1.494,7	1.354,5	1.185,2	a)	a)	140,2
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	1.298,7	a)	a)	a)	a)	a)
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	187,2	184,2	153,1	a)	a)	3,1
F 41-43	Baugewerbe/Bau	116,8	116,3	95,3	20,7	0,3	0,5
J 58-63	Information und Kommunikation	4.294,9	4.149,7	3.906,1	238,9	4,7	145,3
62,01	Programmierungstätigkeiten	3.443,5	3.332,9	3.160,9	168,3	3,6	110,6
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	336,5	336,5	334,5	2,0	0,0	0,0
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	5.547,5	5.048,3	4.273,8	755,8	18,7	499,2
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	2.168,5	2.140,4	2.040,4	96,6	3,5	28,1
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	3.099,6	2.635,2	2.006,1	615,3	13,8	464,4
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	314,4	292,8	99,8	191,6	1,3	21,7
G,I,L,N-U	Restliche Abschnitte	781,8	a)	615,3	a)	a)	a)
Insgesamt		75.830,4	69.389,1	66.855,7	2.420,7	112,8	6.441,2

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.9: Auslandsfinanzierung der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen 2019 in Tsd. Euro

		insgesamt	Finanziert vom Ausland	Davon					
				Verbundene Unternehmen	Andere Unternehmen	EU-Förderprogramme	Sonst. Intern. Organisationen	Sonst. Ausland	
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	184,9	10,1	9,6	0,4	0,1	0,0	0,0	
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	19,6	a)	a)	a)	a)	a)	a)	
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	64.361,0	5.723,8	4.815,0	249,2	356,3	30,9	272,4	
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	337,5	0,6	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	115,0	0,4	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	231,9	33,5	33,3	a)	a)	a)	0,0	
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	159,1	a)	a)	a)	a)	a)	a)	
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	4.411,4	259,2	233,8	3,5	18,7	0,9	2,2	
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5.433,9	903,7	841,6	11,3	44,6	0,8	5,4	
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	1.333,2	101,5	92,0	5,4	2,0	0,3	1,9	
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	375,7	10,8	5,7	1,5	1,4	0,3	1,9	
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	543,5	115,8	80,8	0,5	34,5	0,0	0,1	
25	H.v. Metallerzeugnissen	1.024,2	33,5	21,4	0,9	6,4	0,0	4,8	
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	8.721,3	827,2	717,9	12,0	60,9	3,4	33,0	
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.695,2	166,3	85,7	29,9	12,6	4,9	33,1	
28	Maschinenbau	7.450,3	202,5	184,3	3,9	11,1	0,4	2,8	
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	28.253,4	2.819,4	2.417,6	176,5	31,9	16,8	176,7	
30	Sonstiger Fahrzeugbau	1.976,8	158,2	14,8	2,4	128,2	2,9	9,9	
30.3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	1.494,7	140,2	a)	2,1	112,8	a)	9,1	
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	1.298,7	a)	a)	a)	a)	a)	a)	
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	187,2	3,1	0,3	0,3	2,4	0,0	0,0	
F 41-43	Baugewerbe/Bau	116,8	0,5	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	
J 58-63	Information und Kommunikation	4.294,9	145,3	114,3	3,1	26,4	0,3	1,0	
62.01	Programmierungstätigkeiten	3.443,5	110,6	89,5	2,0	18,1	0,3	0,7	
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	336,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	5.547,5	499,2	272,4	127,5	62,8	3,5	33,0	
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	2.168,5	28,1	15,1	1,6	10,1	0,3	1,0	
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	3.099,6	464,4	255,2	124,5	50,4	3,1	31,3	
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	314,4	21,7	4,5	5,6	10,4	0,1	1,0	
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	781,8	a)	a)	a)	a)	a)	a)	
Insgesamt		75.830,4	6.441,2	5.266,8	381,5	451,5	34,7	306,7	

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.10: Externe FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen 2009 – 2019 in Mio. Euro

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	47,7	41,3	50,5	56,9	68,0	69,6	88,1	92,5	97,4	101,4	107,2
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	5,9	5,6	4,1	4,5	1,8	3,8	6,3	6,7	6,4	5,9	5,3
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	9.618,8	9.495,3	10.898,9	11.281,8	13.687,9	14.813,6	15.791,6	15.092,9	18.154,1	19.325,1	20.938,6
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	26,2	26,4	26,5	25,6	26,1	26,7	12,6	19,0	15,3	15,6	16,3
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	14,5	18,1	11,4	11,4	10,2	8,3	8,0	7,8	9,4	8,9	9,4
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	15,0	17,4	25,3	17,9	27,3	34,8	30,2	32,6	36,3	36,6	27,2
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	a)										
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	395,6	354,5	448,2	480,4	568,9	632,7	396,2	331,3	564,9	582,5	511,0
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	1.199,7	1.074,7	1.219,7	1.674,9	1.970,5	1.778,4	2.193,8	1.703,3	2.287,4	2.589,0	3.031,9
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	39,9	41,1	47,2	48,5	41,5	44,8	56,4	59,2	50,0	52,1	59,8
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	22,3	22,8	21,4	23,1	20,6	22,1	22,1	23,6	29,5	30,8	28,8
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	74,2	69,3	69,7	73,1	62,3	71,7	75,3	91,5	108,4	107,2	95,7
25	H.v. Metallerzeugnissen	97,3	92,9	78,6	80,2	78,0	88,2	87,3	102,4	95,6	96,6	94,6
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	999,4	1.011,7	1.084,5	771,3	769,9	838,2	942,1	1.016,3	846,5	902,8	1.070,3
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	122,3	124,9	175,0	175,8	248,3	262,1	264,2	255,6	355,3	366,1	364,2
28	Maschinenbau	445,4	469,7	576,6	624,0	517,9	586,8	549,1	655,2	679,6	677,6	793,5
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	5.006,5	4.814,1	5.886,7	6.130,1	8.280,8	9.366,4	10.161,4	9.808,4	11.984,6	12.638,0	13.623,6
30	Sonstiger Fahrzeugbau	936,3	1.133,6	939,3	1012,7	916,8	865,3	801,9	783,3	868,6	997,2	907,4
30,3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	912,2	1.105,1	898,9	969,9	885,8	833,1	767,0	751,0	835,0	959,7	817,5
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	a)										
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	73,3	74,5	79,6	87,2	72,4	68,0	49,4	43,5	36,6	31,5	74,4
F 41-43	Baugewerbe/Bau	11,0	13,3	14,0	12,3	9,0	8,7	10,6	9,3	8,4	8,3	9,7
J 58-63	Information und Kommunikation	701,8	520,4	507,0	575,4	332,6	322,5	296,5	303,9	317,8	340,5	436,7
62,01	Programmierungstätigkeiten	14,4	14,0	179,5	208,3	229,1	224,0	241,3	247,1	259,2	278,5	359,1
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	34,8	31,4	43,0	40,4	40,8	27,0	23,6	24,6	22,7	21,9	47,3
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	568,6	480,4	587,8	584,3	611,2	592,8	639,1	665,5	734,2	718,4	908,7
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	113,3	127,6	124,2	126,2	127,8	84,9	167,8	146,0	145,7	136,9	186,2
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	375,9	269,3	384,3	377,8	397,1	452,9	405,3	462,5	524,4	521,3	646,7
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	174,8	115,2	183,5	183,5	210,2	210,2	162,5	162,5	201,3	203,3	205,3
	Insgesamt	11.204,2	10.803,5	12.340,0	12.812,5	14.955,1	16.050,1	17.020,6	16.319,3	19.503,9	20.694,8	22.693,7

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.11: Externe FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen und Auftragnehmern 2019 in Mio. Euro

		insgesamt	Wirtschafts-sektor	davon				Staatl. Forschungsinst.	Hoch-schulen	Priv. Org. o. Erwerbs-zweck	Ausland	davon:		
				Verb. Unter-nehmen	Nicht verb. Unt.	Inst. f. Gemeinschafts-forschung	Verb. Unt.					Hochschulen	sonstige	
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	107,2	8,1	6,5	a)	a)	0,4	0,6	0,0	98,1	95,3	0,7	2,1	
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	5,3	2,4	0,1	2,2	0,1	0,1	0,8	a)	a)	a)	0,2	a)	
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	20.938,6	13.368,5	4.868,5	8.428,6	71,4	738,4	922,2	398,1	5.511,4	2.517,0	628,0	2.366,4	
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	16,3	7,6	0,7	5,3	1,7	0,9	3,3	0,8	3,8	0,3	1,7	1,8	
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	9,4	5,0	0,3	4,2	0,5	0,7	0,9	2,2	0,7	0,3	0,1	0,3	
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	27,2	16,2	2,0	12,4	1,8	2,2	1,8	3,5	3,4	1,3	0,6	1,5	
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	a)	a)	a)	a)	a)	a)	0,1	a)	a)	a)	a)	a)	
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	511,0	58,9	14,0	43,2	1,8	87,3	70,5	7,3	287,0	52,8	177,6	56,6	
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	3.031,9	477,7	34,0	442,4	1,3	383,0	338,7	121,8	1.710,6	832,9	302,5	575,2	
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	59,8	44,3	4,7	38,8	0,8	2,4	6,0	0,6	6,5	4,0	0,2	2,3	
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	28,8	23,5	9,4	13,5	0,6	1,4	2,0	0,5	1,4	0,6	0,1	0,7	
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	95,7	46,4	10,0	34,0	2,4	3,3	10,1	19,3	16,6	6,6	1,1	9,0	
25	H.v. Metallerzeugnissen	94,6	52,5	11,8	38,6	2,1	3,5	11,1	12,5	14,9	7,2	1,2	6,5	
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	1.070,3	724,9	140,6	575,4	8,9	40,5	17,2	35,4	252,2	162,8	8,0	81,4	
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	364,2	244,2	36,3	197,1	10,9	15,1	23,3	1,3	80,2	73,4	0,9	5,9	
28	Maschinenbau	793,5	567,4	109,2	427,2	30,9	29,7	56,6	25,8	114,0	61,9	21,9	30,3	
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	13.623,6	10.529,9	4.451,4	6.071,5	7,0	109,5	242,7	130,2	2.611,3	1.082,6	90,5	1.438,2	
30	Sonstiger Fahrzeugbau	907,4	363,6	33,8	329,7	0,0	36,2	110,4	27,6	369,5	213,9	20,8	134,8	
30,3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	817,5	331,1	30,3	300,8	0,0	23,9	90,8	25,6	346,1	201,5	19,5	125,2	
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	a)	a)	a)	a)	a)	a)	27,6	9,2	a)	a)	0,7	a)	
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	74,4	48,2	23,7	20,4	4,1	6,6	16,5	2,9	0,3	0,0	0,0	0,2	
F 41-43	Baugewerbe/Bau	9,7	3,6	0,5	3,0	0,1	1,1	1,8	0,1	3,2	1,5	0,5	1,2	
J 58-63	Information und Kommunikation	436,7	274,0	41,1	230,6	2,3	17,5	44,1	3,5	97,7	50,3	15,7	31,7	
62,01	Programmierungstätigkeiten	359,1	224,8	32,1	190,7	1,9	14,1	34,5	3,0	82,7	43,9	10,6	28,2	
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	47,3	32,7	3,8	28,6	0,4	1,0	1,3	10,1	2,2	a)	0,3	a)	
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	908,7	397,9	70,0	278,8	49,1	76,5	231,6	16,0	186,6	57,5	33,3	95,8	
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	186,2	99,9	12,7	86,2	1,0	32,4	17,9	5,9	30,0	2,0	18,3	9,7	
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	646,7	252,4	42,4	162,3	47,7	33,5	206,7	8,2	145,8	54,8	8,3	82,7	
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	205,3	52,5	6,3	20,5	25,7	14,7	119,2	2,7	16,3	3,5	1,5	11,4	
G-I,L,N-U	Restliche Abschnitte	165,8	126,3	71,1	54,4	0,8	6,1	4,6	a)	a)	a)	0,7	8,9	
	Insgesamt	22.693,7	14.261,8	5.085,2	9.048,2	128,4	847,6	1.223,5	431,2	5.929,6	2.743,0	679,6	2.507,0	

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.12: FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Branchen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent)

		2009		2011		2013		2015		2017		2019	
		insgesamt	Frauen										
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	1.345	749	1.189	681	1.338	780	1.438	815	1.379	751	1.567	820
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	136	39	109	13	161	30	213	69	237	76	208	65
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	274.747	48.616	293.448	54.305	298.838	51.900	324.061	54.981	346.443	58.549	375.006	63.336
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	2.514	1.109	2.533	1.131	2.654	1.282	2.553	1.217	2.564	1.228	2.749	1.327
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	1.320	576	1.334	739	1.350	814	1.089	621	1.145	659	1.285	703
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	1.647	591	1.670	533	1.766	427	1.758	401	1.886	435	1.724	405
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	353	97	390	146	309	110	351	127	409	148	436	155
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	21.660	8.588	22.099	8.322	21.481	7.987	23.618	8.878	21.969	8.189	23.088	8.453
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	18.927	9.082	20.386	10.028	18.767	9.530	18.357	9.265	20.071	10.238	21.800	11.201
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	7.697	1.532	7.858	1.581	7.782	1.610	8.489	1.774	8.551	1.783	9.166	1.927
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	2.292	485	2.519	546	2.841	620	2.628	599	2.818	654	2.949	685
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	4.103	506	4.122	542	4.241	686	4.398	866	4.396	901	4.469	931
25	H.v. Metallerzeugnissen	6.809	884	7.281	924	7.217	1.277	7.391	1.257	7.734	1.344	8.478	1.439
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	49.963	6.224	54.647	6.553	56.346	6.426	60.351	6.852	54.573	6.077	59.840	6.773
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	13.095	1.734	15.203	1.830	19.859	2.332	20.623	2.519	23.998	3.176	22.985	3.044
28	Maschinenbau	37.874	5.073	40.463	5.218	41.941	5.425	43.292	5.514	49.323	6.231	52.856	6.534
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	87.966	9.718	90.829	10.084	92.815	10.217	108.134	11.765	126.413	14.043	139.331	15.582
30	Sonstiger Fahrzeugbau	11.124	1.429	13.832	1.701	11.607	1.502	11.865	1.549	12.413	1.614	13.645	1.831
30.3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	9.752	1.249	11.638	1.409	9.546	1.213	9.720	1.252	10.414	1.342	10.917	1.450
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	7.403	988	8.282	4.427	7.861	1.656	9.166	1.776	8.178	1.828	10.206	2.346
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	855	243	1.014	266	1.020	277	793	211	1.006	276	1.396	361
F 41-43	Baugewerbe/Bau	761	256	836	167	1.016	226	1.002	239	1.147	279	1.490	352
J 58-63	Information und Kommunikation	22.089	4.505	24.810	4.558	23.240	4.606	23.307	4.776	25.991	5.250	31.161	6.158
62.01	Programmierungstätigkeiten	1.939	376	14.629	2.627	15.770	3.045	16.727	3.187	18.763	3.511	23.126	4.286
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1.899	289	1.536	277	1.483	253	1.395	252	1.312	259	1.996	438
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	27.487	6.816	29.798	7.682	29.069	8.731	47.829	12.761	53.359	14.213	55.799	14.817
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	11.000	2.466	11.874	2.232	11.461	2.803	25.018	5.234	24.764	5.076	23.928	4.779
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	14.945	4.008	16.058	5.065	15.596	5.372	20.725	7.034	25.921	8.454	28.890	9.245
G G-I, L ,N-U	IfG Institutionen für Gemeinschaftsforschung	3.642	1.115	3.383	1.080	3.372	1.122	3.536	1.146	3.431	1.098	3.551	1.183
	Restliche Abschnitte	3.170	553	4.388	947	4.210	1.128	4.729	1.268	5.697	1.496	7.053	1.829
	Insgesamt	332.491	62.067	357.129	68.896	360.375	67.931	404.767	75.372	436.571	81.148	475.676	88.177

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.13: FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Branchen und Geschlecht 2009 – 2019 (Head Count)

		2009		2011		2013		2015		2017		2019	
		insgesamt	Frauen										
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	1.837	1.053	1.467	857	1.563	938	1.661	965	1.747	1.020	1.997	1.120
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	365	94	178	22	230	47	293	93	314	106	292	90
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	310.340	55.260	330.449	61.651	332.591	59.002	356.782	62.058	384.654	66.603	416.802	71.832
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	3.097	1.373	3.020	1.343	3.084	1.490	2.936	1.407	2.923	1.409	3.137	1.521
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	1.867	809	1.848	1.010	1.797	1.071	1.427	824	1.500	873	1.721	952
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	2.138	771	2.219	723	2.327	602	2.303	535	2.454	577	2.265	531
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	394	111	478	182	379	137	424	155	501	181	540	192
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	23.462	9.343	24.292	9.201	23.822	8.965	26.047	9.908	24.481	9.213	25.526	9.368
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	20.580	10.011	21.721	10.922	20.177	10.443	19.878	10.228	22.061	11.463	24.222	12.583
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	9.002	1.817	9.627	1.947	9.494	1.986	10.455	2.200	10.549	2.219	11.191	2.361
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	3.318	696	3.410	734	3.506	775	3.227	733	3.408	802	3.761	880
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	5.102	639	5.486	697	5.568	910	5.262	1.028	5.615	1.143	5.990	1.233
25	H.v. Metallerzeugnissen	9.447	1.213	9.844	1.254	9.661	1.717	9.580	1.661	10.259	1.811	11.340	1.947
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	56.977	7.160	60.889	7.394	61.479	7.156	65.433	7.651	60.165	6.835	66.202	7.582
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	14.664	1.969	17.070	2.078	22.154	2.643	22.650	2.817	26.322	3.603	26.542	3.636
28	Maschinenbau	45.211	6.062	47.663	6.147	48.666	6.308	49.411	6.323	55.853	7.161	60.585	7.563
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	91.286	10.108	93.825	10.446	96.539	10.866	112.206	12.538	133.830	15.178	147.168	16.738
30	Sonstiger Fahrzeugbau	15.065	1.982	19.555	2.547	14.819	1.991	15.106	2.021	15.147	1.997	14.534	1.933
30.3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	12.747	1.686	14.288	1.808	9.854	1.273	9.979	1.298	10.782	1.392	11.307	1.499
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	8.729	1.194	9.501	5.026	9.118	1.941	10.436	2.030	9.586	2.140	12.076	2.812
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	1.257	329	1.501	385	1.403	375	1.137	302	1.460	392	2.026	516
F 41-43	Baugewerbe/Bau	1.445	467	1.932	390	1.715	382	1.579	377	1.803	443	2.316	554
J 58-63	Information und Kommunikation	27.650	5.621	30.491	5.598	27.710	5.522	27.154	5.587	30.982	6.350	37.398	7.503
62.01	Programmierungstätigkeiten	2.844	565	17.203	3.105	18.351	3.580	18.875	3.636	21.323	4.057	26.505	5.009
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	2.132	323	1.600	289	1.579	269	1.616	305	1.674	323	3.292	664
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	34.221	8.581	37.082	9.708	36.312	11.025	54.828	15.037	61.921	17.027	64.415	17.396
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	13.642	3.079	14.915	2.851	14.484	3.635	27.624	5.989	27.753	5.857	27.299	5.552
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	18.287	4.993	19.936	6.386	19.388	6.725	24.604	8.430	30.765	10.300	33.326	10.820
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	4.378	1.382	4.047	1.358	4.120	1.402	4.257	1.422	4.181	1.385	4.361	1.473
G-I, L ,N-U	Restliche Abschnitte	4.312	755	5.981	1.283	5.409	1.463	5.989	1.633	7.064	1.894	8.842	2.344
	Insgesamt	383.559	72.483	410.682	80.183	408.512	79.023	451.040	86.358	491.620	94.159	537.379	102.018

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.14: Wissenschaftliches FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Branchen und Geschlecht 2009 – 2019 (Vollzeitäquivalent)

		2009		2011		2013		2015		2017		2019	
		insgesamt	Frauen										
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	266	102	218	95	233	106	270	111	223	97	293	126
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	58	7	58	7	41	4	81	19	94	22	82	18
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	146.423	17.101	155.911	20.156	166.738	20.456	185.226	23.436	201.211	25.604	219.150	28.385
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	942	343	1.100	445	1.427	757	1.378	709	1.361	697	1.487	771
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	505	168	365	158	569	332	427	229	458	247	519	268
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	600	156	625	132	832	105	839	105	893	115	832	123
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	149	21	176	45	150	46	170	53	191	64	197	62
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	6.432	1.628	7.196	1.667	7.251	1.671	9.292	2.439	8.869	2.414	9.348	2.633
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	6.632	2.605	7.475	3.018	7.128	2.957	8.419	3.707	9.154	4.154	10.169	4.668
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	3.236	422	3.341	491	3.254	581	3.582	659	3.735	655	3.759	657
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	932	133	1.005	170	1.415	280	1.288	252	1.363	278	1.424	295
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	1.510	155	1.441	160	1.573	210	1.724	275	1.784	285	1.852	296
25	H.v. Metallerzeugnissen	2.924	207	2.531	246	2.726	408	2.876	376	2.929	397	3.244	438
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	31.824	2.841	36.722	3.336	38.298	3.638	40.966	3.841	36.442	3.432	39.478	3.887
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	7.651	621	7.961	478	11.082	736	11.726	818	14.268	1.231	13.755	1.232
28	Maschinenbau	19.256	1.597	18.877	1.375	20.843	1.784	21.771	1.882	25.546	2.186	27.486	2.328
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	52.643	5.005	57.057	5.083	59.038	5.264	68.466	6.296	82.626	7.767	92.837	8.760
30	Sonstiger Fahrzeugbau	6.607	736	4.889	450	6.643	812	6.849	841	7.289	897	7.718	986
30.3	Luft- und Raumfahrtzeugbau	5.932	671	4.388	407	5.966	733	6.107	760	6.508	811	6.880	890
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	4.582	465	5.150	2.902	4.509	875	5.455	954	4.304	785	5.043	982
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	540	142	664	168	639	169	474	124	607	162	862	218
F 41-43	Baugewerbe/Bau	479	155	505	93	592	123	591	117	669	135	843	169
J 58-63	Information und Kommunikation	14.338	1.959	16.245	2.388	10.419	1.289	11.649	1.522	13.665	1.795	16.348	2.228
62.01	Programmierungstätigkeiten	1.214	158	9.594	1.426	7.943	1.058	8.577	1.141	10.159	1.361	12.204	1.687
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1.116	145	745	97	791	102	757	107	697	107	1.071	184
M 69-75	Freiberufl. wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	17.996	3.097	13.991	3.252	16.436	4.398	28.806	6.943	32.235	7.496	34.200	8.011
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	7.228	1.043	2.804	584	4.788	1.165	13.716	2.795	12.727	2.259	12.742	2.203
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	9.732	1.906	10.610	2.549	10.572	2.970	14.194	3.946	18.318	4.926	20.024	5.419
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	2.197	509	2.077	485	2.079	530	2.188	565	2.282	594	2.435	688
G-I, L, N-U	Restliche Abschnitte	1.996	252	2.358	229	2.698	489	2.970	550	3.357	617	4.115	760
	Insgesamt	183.214	22.961	190.696	26.485	198.585	27.136	230.823	32.926	252.759	36.035	276.964	40.101

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.15: Wissenschaftliches FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Branchen und Geschlecht 2009 – 2019 (Head Count)

		2009		2011		2013		2015		2017		2019	
		insgesamt	Frauen										
A 01-03	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	362	141	278	128	257	120	295	132	258	116	340	149
B 05-09	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	171	19	108	14	59	5	105	23	115	29	103	23
C 10-33	Verarbeitendes Gewerbe	164.673	19.383	172.415	22.564	181.983	22.812	200.378	26.033	219.666	28.563	240.820	31.807
10-12	H.v. Nahrungs- u. Futtermitteln, Getränken u. Tabakerzeugn.	1.164	424	1.308	526	1.662	882	1.578	815	1.546	794	1.690	879
13-15	H.v. Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	715	241	508	215	756	433	555	304	597	327	680	356
16-18	H.v. Holzwaren, Papier, Pappe und Druckerzeugnissen	774	204	823	180	1.061	148	1.083	138	1.153	150	1.068	156
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	165	24	217	57	183	59	207	66	233	77	246	78
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	6.982	1.799	7.902	1.835	7.982	1.851	10.170	2.717	9.807	2.701	10.400	2.948
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	7.168	2.861	7.901	3.244	7.604	3.197	9.003	4.075	9.868	4.553	11.153	5.151
22	H.v. Gummi- und Kunststoffwaren	3.789	501	4.058	600	3.966	711	4.393	817	4.575	813	4.587	814
23	H.v. Glas u. Glaswaren, Keramik, Verarb. v. Steinen u. Erden	1.343	199	1.360	230	1.701	343	1.550	307	1.614	337	1.793	365
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	1.927	196	1.927	217	2.095	288	2.057	329	2.260	370	2.452	400
25	H.v. Metallerzeugnissen	4.039	278	3.409	337	3.613	559	3.700	505	3.896	550	4.315	607
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	36.201	3.272	40.668	3.741	41.635	4.006	44.212	4.260	40.046	3.824	43.708	4.341
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	8.557	700	8.912	543	12.334	831	12.793	902	15.527	1.387	15.736	1.454
28	Maschinenbau	22.643	1.859	21.843	1.581	24.061	2.068	24.801	2.157	28.766	2.528	31.238	2.694
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	54.516	5.182	58.763	5.244	61.097	5.555	70.939	6.679	86.958	8.281	97.527	9.330
30	Sonstiger Fahrzeugbau	9.382	1.102	6.978	742	7.083	865	7.279	886	7.802	947	8.222	1.036
30.3	Luft- und Raumfahrzeugbau	8.182	990	6.212	681	6.162	761	6.259	785	6.732	839	7.107	917
31-33	Sonst. H. v. Waren, Rep.u.Inst.von Maschinen u. Ausrüstungen	5.310	542	5.838	3.272	5.151	1.015	6.059	1.077	5.017	925	6.006	1.199
D,E 35-39	Energie- und Wasservers., Abwasser- und Abfallentsorgung	761	189	967	240	835	224	659	174	877	225	1.212	298
F 41-43	Baugewerbe/Bau	933	296	1.195	228	1.032	218	947	193	1.068	220	1.300	266
J 58-63	Information und Kommunikation	17.894	2.444	19.892	2.938	12.078	1.469	13.203	1.726	15.813	2.104	19.169	2.651
62.01	Programmierungstätigkeiten	1.772	234	11.193	1.669	8.846	1.158	9.423	1.247	11.225	1.516	13.744	1.930
K 64-66	Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	1.252	161	774	101	840	108	868	124	898	135	1.772	279
M 69-75	Freiberufliche, wissenschaftl. u. techn. Dienstleistungen	22.264	3.864	17.479	4.109	20.830	5.578	32.693	8.113	37.233	9.020	39.382	9.425
71	Architektur-, Ing.büros; techn., phys.,chem. Untersuchung	8.994	1.324	3.787	811	6.413	1.578	14.868	3.189	14.098	2.648	14.496	2.594
72	Wissenschaftliche Forschung und Entwicklung	11.733	2.322	12.985	3.151	13.096	3.688	16.705	4.670	21.604	5.975	23.036	6.326
IFG	Institutionen für Gemeinschaftsforschung	2.606	629	2.412	593	2.549	671	2.577	687	2.814	759	3.014	859
G-I, L ,N-U	Restliche Abschnitte	2.685	345	3.212	315	3.448	637	3.748	708	4.166	780	5.106	974
	Insgesamt	210.995	26.843	216.320	30.638	221.362	31.172	252.897	37.225	280.095	41.193	309.204	45.872

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.16: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Bundesländern 2009 – 2019 in Mio. Euro

	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Baden-Württemberg	12.995,1	15.698,3	16.268,3	18.511,2	23.330,2	25.272,1
Bayern	10.056,1	11.008,6	12.141,7	13.359,5	14.178,3	16.600,8
Berlin	1.365,3	1.401,7	1.681,7	1.818,6	1.908	2.083,6
Brandenburg	186	307,8	269,8	397,5	405	485,8
Bremen	243,4	268,8	295,7	317,8	290,7	330,9
Hamburg	1.074,6	1.180,8	1.323,8	1.364,7	1.438,4	1.511,9
Hessen	5.172,7	5.318,7	5.287,7	5.642,5	6.176,2	6.751,8
Mecklenburg-Vorpommern	196	242,2	177,6	240,1	252,7	239,4
Niedersachsen	3.646	4.420,4	4.744,8	6.503,6	6.329	6.859,9
Nordrhein-Westfalen	6.429	6.949,6	6.732,3	7.352,5	8.433,1	9.041,2
Rheinland-Pfalz	1.572,3	1.673,1	1.918,2	2.423	2.555,8	2.877,0
Saarland	144	169	179,4	222,5	304,4	313,8
Sachsen	1.089,8	1.198,2	1.161,6	1.346,3	1.477,3	1.686,9
Sachsen-Anhalt	214,5	219,8	228,2	211,7	252,5	259,7
Schleswig-Holstein	412,9	521	606,8	671,3	774,2	782,6
Thüringen	476,9	499,6	549,6	569,1	681,7	733,2
Deutschland	45.275	51.077,2	53.566,2	60.952	68.787,3	75.830,4

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.17: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Branchen und Bundesländern 2019 in Mio. Euro

	Baden-Württ.	Bayern	Berlin	Brandenb.	Bremen	Hamburg	Hessen	Meck.-Vorp.	Nieders.	NRW	Rheinl.-Pfalz	Saarland	Sachsen	Sachsen-Anhalt	Schlesw.-Holst.	Thüringen
C 10-33	21.794	14.458	1.482	383	237	1.305	5.763	143	6.138	7.774	2.399	220	796	187	705	579
20	273	459	55	6	3	206	496	a)	165	1.496	1.112	.a)	37	36	39	20
21	1.304	481	740	.a)	.a)	.a)	1.348	.a)	7	876	511	.a)	4	.a)	79	.a)
22 - 23	426	327	4	6	a)	.a)	216	a)	330	236	66	a)	23	15	7	21
24 - 25	351	247	6	6	15	14	264	8	76	444	33	29	36	13	3	20
26	2.114	3.278	229	22	39	230	603	24	451	861	80	8	319	65	112	286
27	824	497	81	7	a)	2	133	.a)	124	883	45	.a)	47	7	12	16
28	2.526	1.734	218	10	a)	188	426	58	304	1.214	250	31	202	17	219	48
29	13.316	6.442	88	.a)	20	a)	1.971	a)	4.349	1.503	252	94	23	11	18	119
30	243	485	.a)	242	125	.a)	.a)	5	245	48	15	0	67	2	47	.a)
30.3	216	476	0	.a)	.a)	.a)	.a)	0	.a)	2	.a)	0	.a)	.a)	.a)	.a)
Rest C	417	506	a)	24	23	218	a)	26	88	211	34	.a)	38	a)	169	49
J 58-63	2.171	583	204	46	19	60	163	11	80	314	80	42	466	9	21	25
62.01	2.101	245	137	40	9	17	137	4	55	131	43	32	452	3	17	20
M 69-75	1.132	1.341	312	37	67	116	538	67	457	580	315	46	359	47	17	117
71	492	637	41	11	20	59	208	8	228	248	34	1	147	13	4	15
72	625	675	261	25	43	54	192	57	195	301	277	38	209	33	12	102
IfG	62	6	14	6	.a)	.a)	.a)	0	12	81	4	.a)	72	13	0	24
Rest	175	220	86	19	8	32	287	18	185	373	83	6	66	17	41	12
Insgesamt	25.272	16.601	2.084	486	331	1.512	6.752	239	6.860	9.041	2.877	314	1.687	260	783	733

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 3.18: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor in ausgewählten NUTS 2 Regionen 2009 – 2019 in Mio. Euro

	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Stuttgart	7.864,5	9.548,6	9.763,9	11.287,1	14.938,6	15.459,5
Karlsruhe	2.223	2.577,9	2.795,2	3.306,8	3.945,8	4.656,4
Freiburg	1.045,6	1.245,1	1.222,2	1.321,8	1.466	1.637,3
Tübingen	1.862,1	2.326,7	2.486,9	2.595,4	2.979,9	3.518,9
Oberbayern	6.238,3	6.604,8	7.429,7	8.080,5	7.925,6	9.416,1
Niederbayern	343,4	333,3	428,2	498,4	562,2	713,5
Oberpfalz	653,3	738,7	569,3	653,5	898,4	1.051,3
Oberfranken	350	408,5	437,8	499,2	605	815,5
Mittelfranken	1.417,8	1.567,3	1.810,9	1.959,6	2.016,7	2.303,9
Unterfranken	544,6	705,4	772,6	714,2	1.145,2	1.204,6
Schwaben	508,7	649,9	693,2	954,1	1.025,1	1.096,6
Darmstadt	4.426,4	4.469,3	4.296,4	4.698,5	5.128,5	5.679,6
Gießen	338,4	352,3	429,9	451,3	504,6	526,5
Kassel	407,9	497,2	561,4	492,8	543,1	545,7
Braunschweig	2.362,2	2.874,2	3.085	4.593,3	4.428,7	4.712,8
Hannover	778,8	900,6	947,6	1.078,5	1.057,6	1.198,3
Lüneburg	286,8	318,7	353	345,7	344	349,4
Weser-Ems	218,2	326,9	359,2	486,1	498,7	599,4
Düsseldorf	2.656,7	2.626,4	2.367,1	2.646,6	3.131,1	3.333,6
Köln	1.722,9	2.077,4	1.796	2.005,5	2.402,2	2.457,8
Münster	323,7	375,2	427,4	486,8	536,6	661,4
Detmold	828,6	916,8	1.031,3	1.048,9	1.120,7	1.193,1
Arnsberg	897,1	953,8	1.110,3	1.164,6	1.242,4	1.395,4
Koblenz	231,5	211,6	227,4	241,2	265,9	346,5
Trier	78,8	87,8	89,9	83,6	77,6	79,0
Rheinhessen-Pfalz	1.262	1.373,7	1.600,9	2.098,3	2.212,2	2.451,4
Dresden	639,5	724,8	717,8	868,8	946	1.137,6
Chemnitz	349,208	360,2	350	368,5	407,1	427,4
Leipzig	101.076	113,2	93,9	109	124,3	121,9

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

**Tab. A 3.19: FuE-Personal im Wirtschaftssektor nach Bundesländern 2009 – 2019
(Vollzeitäquivalent)**

	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Baden-Württemberg	88.581	97.548	101.811	114.018	131.871	141.679
Bayern	75.514	79.043	79.531	90.752	93.961	108.051
Berlin	10.760	11.340	11.408	13.332	13.252	14.258
Brandenburg	2.106	3.229	3.091	3.667	4.379	4.685
Bremen	1.838	2.082	2.208	2.520	2.539	2.970
Hamburg	7.113	7.130	7.409	8.312	9.895	10.075
Hessen	35.366	35.774	33.954	38.890	40.201	41.815
Mecklenburg-Vorpommern	1.822	2.189	1.495	1.677	1.809	2.006
Niedersachsen	23.801	27.269	28.769	32.254	33.222	36.382
Nordrhein-Westfalen	49.381	53.453	51.952	56.694	59.719	63.571
Rheinland-Pfalz	12.447	12.346	13.171	15.298	14.980	17.084
Saarland	1.364	1.625	1.783	1.950	2.597	2.744
Sachsen	10.770	11.378	10.701	12.294	13.421	14.612
Sachsen-Anhalt	2.474	2.656	2.671	2.378	2.549	2.748
Schleswig-Holstein	3.897	4.733	5.205	5.373	5.905	6.251
Thüringen	5.258	5.334	5.215	5.360	6.269	6.745
Deutschland	332.491	357.129	360.375	404.767	436.571	475.67

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

**Tab. A 3.20: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor nach Bundesländern 2019:
Forschungsstätten vs. Hauptsitz (in Mio. Euro)**

	Forschungsstätten	Hauptsitz
Baden-Württemberg	25.272,1	25.860,6
Bayern	16.600,8	17.489,9
Berlin	2.083,6	1.779,9
Brandenburg	485,8	303,0
Bremen	330,9	233,8
Hamburg	1.511,9	1.789,8
Hessen	6.751,8	6.197,6
Mecklenburg-Vorpommern	239,4	94,6
Niedersachsen	6.859,9	6.162,6
Nordrhein-Westfalen	9.041,2	9.543,8
Rheinland-Pfalz	2.877,0	3.878,7
Saarland	313,8	157,7
Sachsen	1.686,9	809,9
Sachsen-Anhalt	259,7	197,4
Schleswig-Holstein	782,6	708,8
Thüringen	733,2	622,5

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 4.1: Planzahlen der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor 2020 aus der Erhebung 2019 für ausgewählte Wirtschaftszweige (in Mio. Euro)

		Interne FuE-Aufwendungen		
		2019	Plandaten 2020	Änderungsraten
C 10-33		64.361,0	64.661,1	0,47%
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	4.411,4	4.530,0	2,69%
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5.433,9	5.944,6	9,40%
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	1.708,9	1.623,5	-5,00%
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	1.567,7	1.489,3	-5,00%
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	8.721,3	8.836,4	1,32%
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.695,2	2.800,0	3,89%
28	Maschinenbau	7.450,3	7.256,6	-2,60%
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	28.253,4	28.267,5	0,05%
30	Sonstiger Fahrzeugbau	1.976,8	1.878,0	-5,00%
Rest C	Verarbeitendes Gewerbe restliche Abschnitte	2.142,2	2.035,1	-5,00%
J 58-63	Informations- und Kommunikationstechnik	4.294,9	4.460,4	3,85%
M 69-75	Wissenschaftliche und technische Dienstleistungen	5.547,5	5.739,4	3,46%
	Restliche Wirtschaftszweige	1.626,9	1.615,9	-0,68%
Insgesamt		75.830,4	76.476,7	0,85%

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Tab. A 4.2: Planzahlen der internen FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor 2020 aus der Erhebung 2019 und vorläufige Daten aus der Erhebung 2020 für ausgewählte Wirtschaftszweige (in Mio. Euro)

		Interne FuE-Aufwendungen		
		Plandaten aus Erhebung 2019	Vorläufige Daten aus Erhebung 2020	Abweichungen
C 10-33		64.661,1	59.314,1	-8,3%
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	4.530,0	4.266,1	-5,8%
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5.944,6	5.248,3	-11,7%
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	1.623,5	1.647,6	1,5%
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	1.489,3	1.513,7	1,6%
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	8.836,4	8.656,6	-2,0%
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.800,0	2.711,5	-3,2%
28	Maschinenbau	7.256,6	6.933,9	-4,4%
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	28.267,5	24.417,0	-13,6%
30	Sonstiger Fahrzeugbau	1.878,0	1.789,3	-4,7%
Rest C	Verarbeitendes Gewerbe restliche Abschnitte	2.035,1	1.460,3	-28,2%
J 58-63	Informations- und Kommunikationstechnik	4.460,4	4.519,0	1,3%
M 69-75	Wissenschaftliche und technische Dienstleistungen	5.739,4	5.489,1	-4,4%
	Restliche Wirtschaftszweige	1.615,9	1.709,7	5,8%
Insgesamt		76.476,7	71.031,9	-7,1%

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Stand: 17.11.2021

Tab. A 4.3: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor 2019 und vorläufige Daten 2020 für ausgewählte Wirtschaftszweige (in Mio. Euro)

		Interne FuE-Aufwendungen		
		2019	2020 (vorläufig)	Änderungsraten
C 10-33		64.361,0	59.314,1	-7,8%
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	4.411,4	4.266,1	-3,3%
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	5.433,9	5.248,3	-3,4%
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	1.708,9	1.647,6	-3,6%
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	1.567,7	1.513,7	-3,4%
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	8.721,3	8.656,6	-0,7%
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	2.695,2	2.711,5	0,6%
28	Maschinenbau	7.450,3	6.933,9	-6,9%
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	28.253,4	24.417,0	-13,6%
30	Sonstiger Fahrzeugbau	1.976,8	1.789,3	-9,5%
Rest C	Verarbeitendes Gewerbe restliche Abschnitte	2.142,2	1.460,3	-31,8%
J 58-63	Informations- und Kommunikationstechnik	4.294,9	4.519,0	5,2%
M 69-75	Wissenschaftliche und technische Dienstleistungen	5.547,5	5.489,1	-1,1%
	Restliche Wirtschaftszweige	1.626,9	1.709,7	5,1%
Insgesamt		75.830,4	71.031,9	-6,3%

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Stand: 17.11.2021

Tab. A 4.4: Interne FuE-Aufwendungen im Wirtschaftssektor 2019 und vorläufige Daten 2020 nach Größenklassen (in Mio. Euro)

	2019	2020	Veränderungsraten
Unter 250 Beschäftigte	6.707,8	6.626,7	-1,2%
250 – 499 Beschäftigte	3.373,1	3.145,0	-6,8%
500 und mehr Beschäftigte	65749,5	61.257,1	-6,8%
Insgesamt	75.830,4	71.031,9	-6,3

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Stand: 17.11.2021

Tab. A 4.5: FuE-Personal im Wirtschaftssektor 2019 und vorläufige Daten 2020 für ausgewählte Wirtschaftszweige (in Vollzeitäquivalent)

		FuE-Personal		
		2019	2020 (vorläufig)	Änderungsraten
C 10-33		375.006	365.777	-2,5%
20	H.v. chemischen Erzeugnissen	23.088	22.338	-3,2%
21	H.v. pharmazeutischen Erzeugnissen	21.800	21.157	-2,9%
22-23	H. v. Gummi u. Kunststoffwaren sowie Glaswaren u. Keramik	12.115	12.010	-0,9%
24-25	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	12.947	12.856	-0,7%
26	H.v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen	59.840	60.825	1,6%
27	H.v. elektrischen Ausrüstungen	22.985	22.776	-0,9%
28	Maschinenbau	52.856	51.438	-2,7%
29	H.v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	139.331	134.225	-3,7%
30	Sonstiger Fahrzeugbau	13.645	11.737	-14,0%
Rest C	Verarbeitendes Gewerbe restliche Abschnitte	16.399	16.415	0,1%
J 58-63	Informations- und Kommunikationstechnik	31.161	32.734	5,0%
M 69-75	Wissenschaftliche und technische Dienstleistungen	55.799	54.858	-1,7%
	Restliche Wirtschaftszweige	13.710	14.075	2,7%
Insgesamt		475.676	467.444	-1,7%

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik

Stand: 17.11.2021

Tab. A 4.6: Interne FuE-Aufwendungen 2018, 2019 und 2020 (vorläufig) in ausgewählten Ländern

	2018	2019	2020
Belgien	9.432,611	11.143,444	11.567,361
Bulgarien	304,777	344,167	353,348
Dänemark	5.660,253	5.698,424	5.736,095
Deutschland	72.101,3	75.830,4	71.032
EU 27	196.586,829	207.889,753	204.681,975
Finnland	4.226,9	4.407,9	4.644,2
Frankreich	34.023	35.220,38	35.888,379
Griechenland	1.049,5	1.077,9	1.147,52
Irland	2.777,748	3.256,295	3.391,165
Italien	15.934,029	16.589,218	15.445,885
Luxemburg	375,1	400,8	389,6
Malta	46.992	49,6	54.408
Niederlande	10.998	11.846	12.355
Norwegen	3.906,549	4.133,041	3.937,917
Österreich	8.323,1	8.749,143	8.418,44
Polen	3.977,67	4.428,261	4.579,158
Portugal	1.424,578	1.570,51	1.811,312
Rumänien	608,123	616,967	605,414
Schweden	11.090,629	11.582,76	12.024,264
Slowakei	406,077	425,823	453,666
Slowenien	662,442	731,256	738,583
Spanien	8.445	8.741	8.767
Tschechien	2.481,912	2.680,493	2.612,457
Ungarn	1.550,847	1.620,933	1.679,178

Quelle: Eurostat

Stand: 23.12.2021

„C-Tabellen/Abbildungen“

C 2 - 1 FuE-Intensität in ausgewählten Ländern 2009 - 2019 in Prozent

Jahr	Deutschland	Frankreich	Großbritannien	Japan	Sweden	Schweiz	Südkorea	USA	China
2009	2,74	2,21	1,67	3,20	3,40	2,74	3,15	2,81	1,66
2010	2,73	2,18	1,64	3,10	3,17	2,85	3,32	2,74	1,71
2011	2,81	2,19	1,65	3,21	3,19	2,96	3,59	2,77	1,78
2012	2,88	2,23	1,58	3,17	3,23	3,08	3,85	2,68	1,91
2013	2,84	2,24	1,62	3,28	3,26	3,14	3,95	2,71	2,00
2014	2,88	2,28	1,64	3,37	3,10	3,20	4,08	2,72	2,02
2015	2,93	2,27	1,65	3,24	3,22	3,26	3,98	2,72	2,06
2016	2,94	2,22	1,66	3,11	3,25	3,22	3,99	2,79	2,10
2017	3,05	2,20	1,68	3,17	3,36	3,18	4,29	2,85	2,12
2018	3,12	2,19	1,73	3,22	3,32		4,52	2,95	2,14
2019	3,19	2,20	1,76	3,20	3,39		4,64	3,07	2,23

Quelle: OECD, Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2021.

C 2 - 2 Haushaltsansätze des Staates für zivile FuE in ausgewählten Ländern 2010-2020 als Indexwerte

	Deutschland	Frankreich	Großbritannien	Japan	Schweden	Schweiz	Südkorea	USA
2010	100	100	100	100	100	100	100	100
2011	103	111	100	106	97	108	107	96
2012	103	99	96	107	103	117	112	98
2013	107	98	105	104	108	121	119	93
2014	105	96	103	103	111	124	124	97
2015	108	90	102	96	110	129	128	97
2016	115	90	102	99	112	137	126	103
2017	119	92	107	100	117	145	124	101
2018	124	98	114	108	116	153	124	105
2019	128	100	122	118	113	161	131	107
2020	137			120	116			114

FuE-Haushaltsansätze: Betrachtet werden die im Haushaltsplan festgesetzten Budgets, die für die Finanzierung von FuE zur Verfügung stehen.

Index: 2010 = 100, konstante Preise von 2015, Daten zum Teil geschätzt.

Quelle: OECD, Eurostat, Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin.

© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2022.

C 2 - 3 Verteilung der Bruttoinlandsausgaben für FuE nach durchführendem SEktor in ausgewählten Ländern 2010 und 2019

Land	GERD in Mio. KKP US \$	2010					2019 ¹⁾					
		davon durchgeführt von ... (in %)					GERD in Mio. KKP US \$	davon durchgeführt von ... (in %)				
		Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat	Private	Nonprofit*		Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat	Private	Nonprofit*
Südkorea	52166	74,8	10,8	12,7	1,7		102521	80,3	8,3	10,0	1,4	
Japan	140566	76,5	12,9	9,0	1,6		173267	79,2	11,7	7,8	1,3	
China	212138	73,4	8,5	18,1	0,0		525693	76,4	8,1	15,5	0,0	
USA	410093	68,0	14,7	12,7	4,5		657459	73,9	12,0	9,9	4,3	
Schweden	12554	68,7	26,3	4,9	0,0		19269	71,7	23,7	4,5	0,1	
Schweiz	10917	73,5	24,2	0,7	1,6		18566	71,0	28,2	0,8	2,3	
Deutschland	87036	67,0	18,2	14,8	0,0		148150	68,9	17,4	13,7	0,0	
Großbritannien	37568	60,9	27,0	9,5	2,5		56936	66,6	23,1	6,6	2,3	
Frankreich	50901	63,2	21,6	14,0	1,2		73287	65,8	20,1	12,4	1,8	

¹⁾ Oder letztes verfügbares Jahr

Organisationen ohne Erwerbszweck in einigen Ländern in "Staat" enthalten.

Quelle: OECD, Berechnungen des DIW Berlin

© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2021.

C 2 - 4 FuE-Intensität der Bundesländer und Deutschlands 2009 und 2019 in Prozent

Bundesländer	2009				2019			
	Gesamt	Wirtschaft	Staat	Hochschulen	Gesamt	Wirtschaft	Staat	Hochschulen
Baden-Württemberg	4,62	3,68	0,43	0,52	5,79	4,84	0,42	0,53
Bayern	3,04	2,35	0,28	0,41	3,41	2,61	0,33	0,47
Berlin	3,37	1,38	1,14	0,85	3,33	1,33	1,17	0,83
Brandenburg	1,40	0,35	0,72	0,32	1,81	0,65	0,78	0,39
Bremen	2,65	0,98	0,91	0,76	3,01	0,99	1,23	0,79
Hamburg	2,11	1,18	0,45	0,49	2,18	1,22	0,38	0,57
Hessen	2,97	2,36	0,22	0,39	3,10	2,30	0,34	0,47
Mecklenburg-Vorpommern	1,84	0,58	0,71	0,54	1,81	0,51	0,65	0,65
Niedersachsen	2,60	1,72	0,40	0,49	3,14	2,24	0,35	0,55
Nordrhein-Westfalen	1,97	1,19	0,31	0,47	2,16	1,26	0,33	0,57
Rheinland-Pfalz	2,03	1,48	0,16	0,38	2,62	1,97	0,21	0,45
Saarland	1,26	0,50	0,37	0,38	1,90	0,89	0,44	0,58
Sachsen	2,73	1,20	0,83	0,70	2,99	1,31	0,83	0,85
Sachsen-Anhalt	1,37	0,44	0,48	0,45	1,54	0,41	0,54	0,59
Schleswig-Holstein	1,29	0,58	0,35	0,36	1,68	0,79	0,35	0,53
Thüringen	2,18	1,06	0,53	0,59	2,35	1,16	0,53	0,66
Deutschland	2,74	1,85	0,41	0,49	3,19	2,20	0,44	0,56

FuE-Intensität: Anteil der Ausgaben der Bundesländer für Forschung und Entwicklung an ihrem Bruttoinlandsprodukt, aufgeschlüsselt nach durchführendem Sektor.

BIP zum Stand 22.10.2021

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, AG VGR der Länder, Berechnungen der SV Wissenschaftsstatistik

C 2 - 5 Interne FuE-Ausgaben der Unternehmen nach Herkunft der Mittel, Wirtschaftszweigen sowie Größen- und Technologieklassen
2019

	interne FuE-Ausgaben				
	insgesamt	davon finanziert von			
		Wirtschaft	Staat	sonstigen inländischen Institutionen (z.B. Hochschulen)	Ausland
	in 1.000 Euro			in Prozent	
alle forschenden Unternehmen	75.830.367	88,2	3,2	0,1	8,5
Verarbeitendes Gewerbe	64.361.021	89,0	2,0	0,1	8,9
chemische Industrie	4.411.372	92,7	1,4	0,0	5,9
pharmazeutische Industrie	5.433.856	82,4	0,9	0,0	16,6
Kunststoff-, Glas- u. Keramikindustrie	1.708.901	90,6	2,8	0,1	6,6
Metallerzeugung und -bearbeitung	1.567.668	80,3	9,8	0,3	9,5
Elektrotechnik/Elektronik	11.416.474	88,2	3,1	0,0	8,7
Maschinenbau	7.450.294	94,5	2,5	0,3	2,7
Fahrzeugbau	30.230.207	88,9	1,1	0,2	9,8
übriges Verarbeitendes Gewerbe	2.142.249	90,5	3,5	0,1	5,9
übrige Wirtschaftszweige	11.469.346	83,4	10,1	0,2	6,3
< 100 Beschäftigte	3.815.854	70,2	23,2	0,5	6,0
100-499 Beschäftigte	6.265.028	85,3	7,3	0,2	7,2
500-999 Beschäftigte	4.189.250	90,5	2,5	0,1	7,0
≥ 1.000 Beschäftigte	61.560.235	89,4	1,6	0,1	8,9

Technologieklassen in der Industrie					
Spitzentechnologie (> 9 Prozent FuE-Aufwand/Umsatz)	16.239.674	84,3	3,6	0,0	12,0
hochwertige Technologie (3-9 Prozent FuE-Aufwand/Umsatz)	42.032.649	90,8	1,0	0,2	8,0
Interne FuE: FuE, die innerhalb des Unternehmens durchgeführt wird, unabhängig davon, ob für eigene Zwecke oder im Auftrag anderer.					
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik					
© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2022.					

C 2 - 6 Interne FuE-Ausgaben in Prozent des Umsatzes 2017 – 2019

Systematik der Wirtschaftszweige	2017	2018	2019
Pharmaindustrie	10,3	8,4	9,2
DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse	9,2	9,3	9,7
Automobilbau	9,2	9,4	9,9
Luft-/Raumfahrzeugbau	4,4	5,1	4,2
Durchschnitt des Verarbeitenden Gewerbes	2,8	2,8	3,0
Chemieindustrie	2,3	2,5	2,7
Maschinenbau	2,6	2,5	2,6
elektrische Ausrüstungen	2,2	2,3	2,3
übriger Fahrzeugbau	1,6	2,0	2,7
Gummi-/ Kunststoffverarbeitung	1,3	1,3	1,5
Interne FuE: FuE, die innerhalb des Unternehmens durchgeführt wird, unabhängig davon, ob für eigene Zwecke oder im Auftrag anderer.			
Angaben ohne Vorsteuer.			
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Statistisches Bundesamt, Berechnungen der SV Wissenschaftsstatistik.			
© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2022.			

C 4 - 1 Durch den Staat finanzierte FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor als Anteil am nationalen Bruttoinlandsprodukt von ausgewählten Ländern 2018 in Prozent

Land	direkte Förderung	indirekte Förderung
Frankreich*	0,12	0,29
Großbritannien	0,08	0,25
Südkorea	0,16	0,13
USA**	0,13	0,08
Japan	0,02	0,11
China*	0,06	0,07
Schweden*	0,11	0,01
Deutschland	0,07	0,00
Schweiz*	0,02	0,00
Die öffentliche Finanzierung von FuE im Wirtschaftssektor wird in direkte FuE-Förderung und indirekte (steuerliche) FuE-Förderung unterteilt.		
*2017, ** 2016.		
Quelle: OECD R&D Tax Incentive Database, Recherche März 2021.		
© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2021.		