

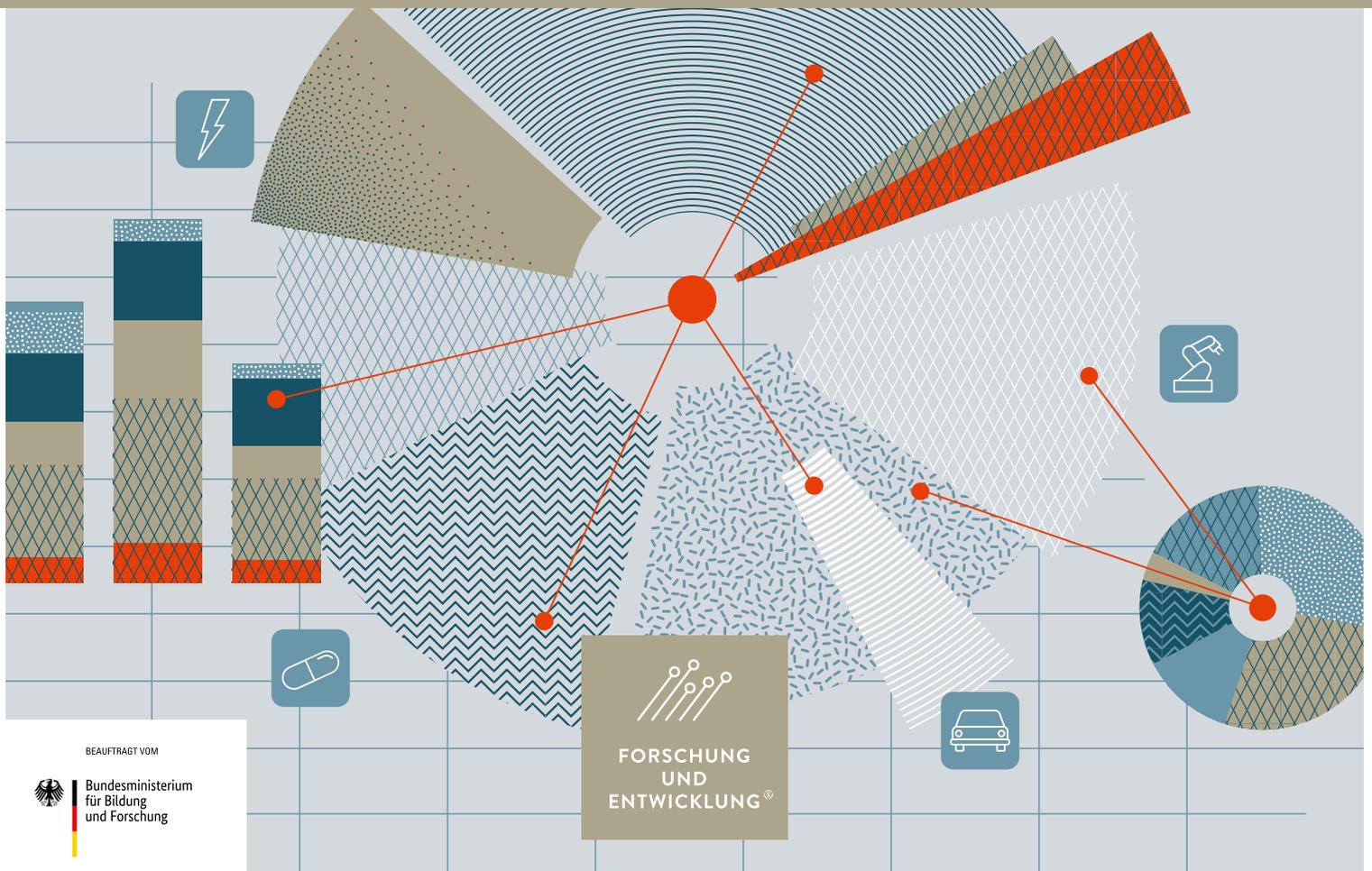


STIFTERVERBAND

Bildung. Wissenschaft. Innovation.

Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft

ANALYSEN 2019



Die Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft erhebt als einzige Institution in Deutschland regelmäßig Daten über FuE von Unternehmen und Institutionen wirtschaftsnaher Gemeinschaftsforschung nach einheitlichen internationalen OECD-Vorgaben. Damit stellt sie Daten bereit, die für Unternehmen, Verbände der Wirtschaft, für Politik und Wissenschaft wichtige Entscheidungs- und Planungsgrundlage sind. Die FuE-Statistik ist seit vielen Jahren Bestandteil der FuE-Berichterstattung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) für Deutschland. Sie ist zugleich Teil der offiziellen FuE-Meldungen Deutschlands an internationale Organisationen (OECD, EU) und damit auch Basis für den internationalen Vergleich der FuE-Tätigkeit der deutschen Wirtschaft. Die FuE-Statistik wird im Auftrag des BMBF durchgeführt.

INHALT

| | |
|---|----|
| VORWORT | 02 |
| 01 FuE-ÜBERBLICK: ZIEL ERREICHT – ZIEL ERREICHBAR | 04 |
| 02 FuE-PERSONAL: MENSCHEN IM MITTELPUNKT | 10 |
| 03 FuE-FINANZIERUNG UND -DURCHFÜHRUNG: ZWEI BLICKWINKEL | 18 |
| 04 FOKUS AUF VIER RÄDER | 25 |
| 05 TECHNOLOGIEN UND PRODUKTGRUPPEN: WORAN FORSCHEN UNTERNEHMEN? | 32 |
| 06 DIE FRAGE DES STANDORTS: INTERNATIONALISIERUNG VON FuE | 40 |
| ANHANG | 46 |
| Literatur | 46 |
| Autoren | 49 |
| IMPRESSUM | 50 |

VORWORT

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Deutschland hat 2017 das 3-Prozent-Ziel erreicht. 68,8 Milliarden Euro haben die Unternehmen in Deutschland im Jahr 2017 in Forschung und Entwicklung (FuE) investiert – 9,5 Prozent mehr als im Vorjahr. Zusammen mit den staatlichen Investitionen sind dies 3,07 Prozent des Bruttoinlandsproduktes. Studien zur Innovationsfähigkeit zeigen, dass das Land im Bereich Innovation gut aufgestellt ist. Das Weltwirtschaftsforum zum Beispiel kürte Deutschland in seiner Studie zur Wettbewerbsfähigkeit der Länder 2018 gar zum innovationsfähigsten Land der Welt. Der Innovationsindikator des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) und des Fraunhofer ISI für den Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) platziert Deutschland 2018 auf dem vierten Platz hinter Singapur, der Schweiz und Belgien. Kein Grund zur Sorge also?

Die Dynamik mag täuschen. Fast scheint es, als würden durch die massiven Investitionen in FuE bestehende Strukturen gestärkt und damit weiter verfestigt: Unsere ar en di-Analysen belegen, dass die Kfz-Industrie erneut den größten Anteil am Zuwachs der FuE-Aufwendungen trägt. Mehr als die Hälfte aller seitens der deutschen Wirtschaft in FuE investierten Mittel fließen inzwischen in Projekte, die der Entwicklung von Fahrzeug- und Verkehrstechnologien dienen. Erneut tragen die Neueinstellungen beim FuE-Personal nicht zu einer Diversitätssteigerung bei. FuE in spitzentechnologischen Branchen verliert ebenso an Bedeutung wie FuE-Kooperationen mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

Deutschlands Innovationssystem ist hoch entwickelt – ein Riese innerhalb Europas und weltweit. Doch dies geht zulasten von Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit. Der Fokus auf das bloße Volumen der FuE-Aufwendungen verstellt den Blick auf die so drängende Frage nach der Effizienz und Effektivität des Innovationssystems. Damit verbunden ist die Notwendigkeit, schnell zu agieren, Zukunftstechnologien aktiv voranzutreiben und in einzelnen Bereichen zu einem globalen Entwicklungs-

zentrum aufzusteigen. Zudem gilt es zu verstehen, dass nicht mehr technische Neuerungen allein zu Markterfolgen beitragen. Vielmehr sind es oftmals neue Geschäftsmodelle, die etablierte Branchen oder Unternehmen unter Druck setzen.

Mit unserem ar&ndi-Analysebericht möchten wir einen Beitrag zur Diskussion der Leistungs- und Veränderungsfähigkeit des deutschen Innovationssystems beitragen. Wir hoffen, dass wir damit bei Ihnen einige Wissenslücken schließen können. Denn Wissen ist die Basis für Verständnis und der Ausgangspunkt für neue Fragen. Ganz im Sinne von Marie von Ebner-Eschenbach: „Wer nichts weiß, muss alles glauben.“ Viel Freude bei der Lektüre!

**VERENA ECKL**

Geschäftsführerin
Wissenschaftsstatistik,
Leiterin FuE-Erhebung

**ANDREAS KLADROBA**

Professor an der FOM
Hochschule für Oekonomie
und Management und
Senior Research Advisor
der Wissenschaftsstatistik

**GERO STENKE**

Leiter
Wissenschaftsstatistik

01

FuE-ÜBERBLICK: ZIEL ERREICHT – ZIEL ERREICHBAR

Die Wirtschaft in Deutschland hat im Jahr 2017 68,8 Milliarden Euro für interne Forschung und Entwicklung ausgegeben. Die internen FuE-Aufwendungen sind damit gegenüber dem Vorjahr um 9,5 Prozent gestiegen, eine der höchsten Steigerungsraten seit der Wiedervereinigung (Abbildung 1). In nicht einmal 20 Jahren (seit 1999) haben sich damit die internen FuE-Aufwendungen der Unternehmen nominal mehr als verdoppelt (1999: 33,6 Milliarden Euro).

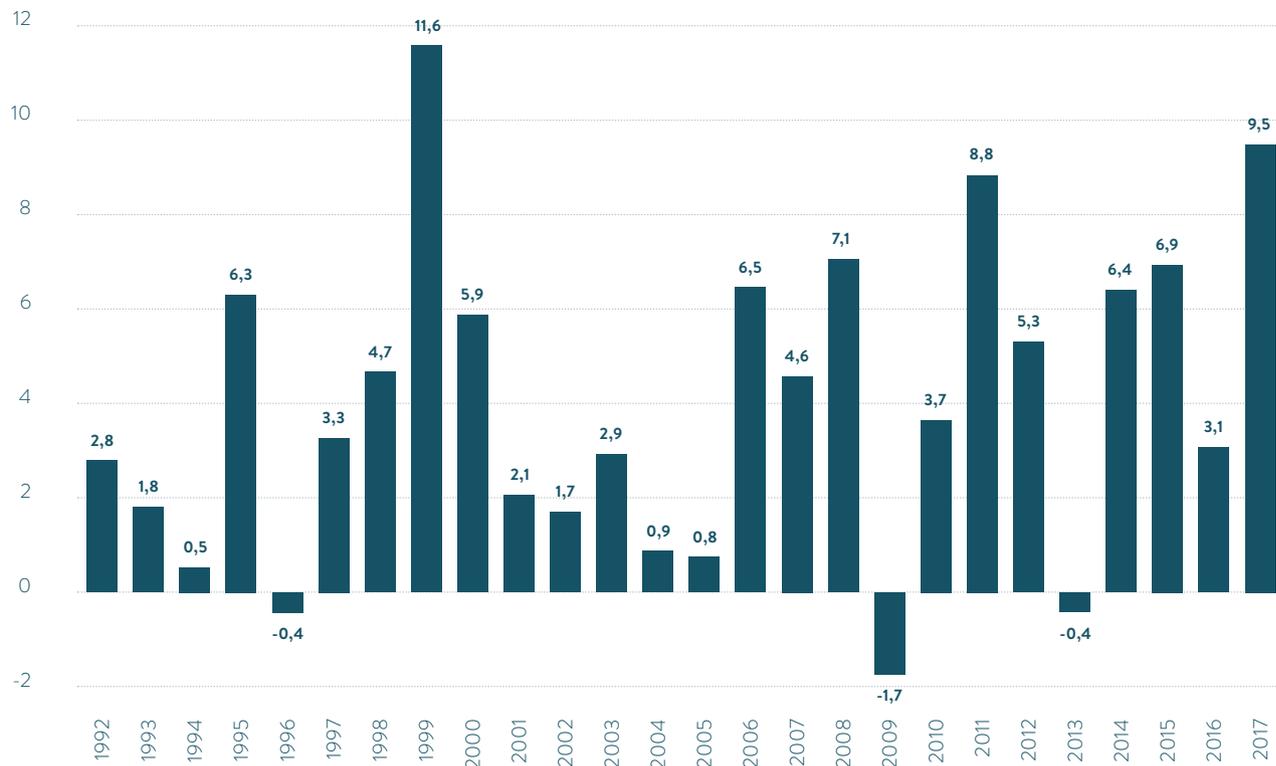
← ANDREAS KLADROBA

Prägend für die Entwicklung waren die großen, forschungsstarken Branchen: Kfz-Bau, Chemie, Pharmazie, Maschinenbau und Elektrotechnik im verarbeitenden Gewerbe. Aber auch die wissenschaftlich-technischen Dienstleister sowie die Informations- und Kommunikationstechnologie gehören seit vielen Jahren zu den FuE-Treibern in Deutschland. Die vordergründig enorme Steigerung der FuE-Ausgaben des Maschinenbaus um ein Viertel auf 7,1 Milliarden Euro ist überwiegend statistischer Natur. Große Konzernbereiche zweier namhafter Hersteller, die bisher zu einem anderen Wirtschaftszweig gehörten, wurden dem Maschinenbau zugeordnet, ohne die die sonstige Steigerung der Branche lediglich 3,1 Prozent betragen würde. Der inhaltliche Schwerpunkt – auch hier dominiert die Digitalisierung – liegt auf dem Zusammenspiel von Produktionstechnologien und IT. Der Kfz-Bau legte auf hohem Niveau, um mehr als 17 Prozent zu. In einer ähnlichen Größenordnung lagen auch die Hersteller von Geräten zur Datenverarbeitung (DV-Geräte) sowie elektronischen und optischen Erzeugnissen (Wirtschaftszweig [WZ] 27). Aber auch die Anbieter wissenschaftlicher und technischer Dienstleistungen konnten ein Plus von 11 Prozent verzeichnen.

Rückgänge gab es kaum. In den Branchen Gummi und Kunststoff sowie Glas, Keramik und Steine können sie als moderat bezeichnet werden. Einzig die Hersteller „sonstiger Fahrzeuge“ (dies umfasst auch Luft- und Raumfahrzeuge) blicken auf ein sattes Minus von 12 Prozent (vgl. SV Wissenschaftsstatistik 2019a).

ABBILDUNG 1: ÄNDERUNGSRATEN INTERNE FuE-AUFWENDUNGEN

in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

Das FuE-Personal hat zwischen 2016 und 2017 ebenfalls deutlich zugenommen und liegt aktuell bei 436.571 Vollzeitäquivalenten. Die Entwicklung des FuE-Personals wird ausführlich in Kapitel 2 dargestellt.

DAS 3-PROZENT-ZIEL: EINE RÜCKSCHAU

Endlich geschafft: Die 3 Prozent sind *erreicht* (Abbildung 2). Gemeint ist damit, dass sich die EU und damit auch Deutschland bereits im Jahr 2000 verpflichtet haben, die FuE-Quote, also die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung als Anteil des Bruttoinlandsproduktes (BIP), auf 3 Prozent anzuheben. Mit internen FuE-Aufwendungen aus Wirtschaft (68.767 Millionen Euro), Staat und Hochschulen (zusammen 30.766 Millionen Euro) und einem BIP von 3.245 Milliarden Euro errechnet sich eine BIP-Relation von 3,07 Prozent.¹ Die Schallmauer wurde damit endgültig durchbrochen. Zeit für einen Rückblick. Welche Aspekte sind hervorzuheben und was kann man für die Zukunft – wir haben ja schließlich noch ein 3,5-Prozent-Ziel bis 2025 – lernen?

1) Angaben der FuE-Aufwendungen von Staat und Hochschulen sowie Zahl des BIP nach www.destatis.de (Abrufdatum: 25.09.2019)

Die Politik hielt trotz einiger Rückschläge am 3-Prozent-Ziel fest. Es war letztlich auch diese Beharrlichkeit, die zur Zielerreichung beigetragen hat.

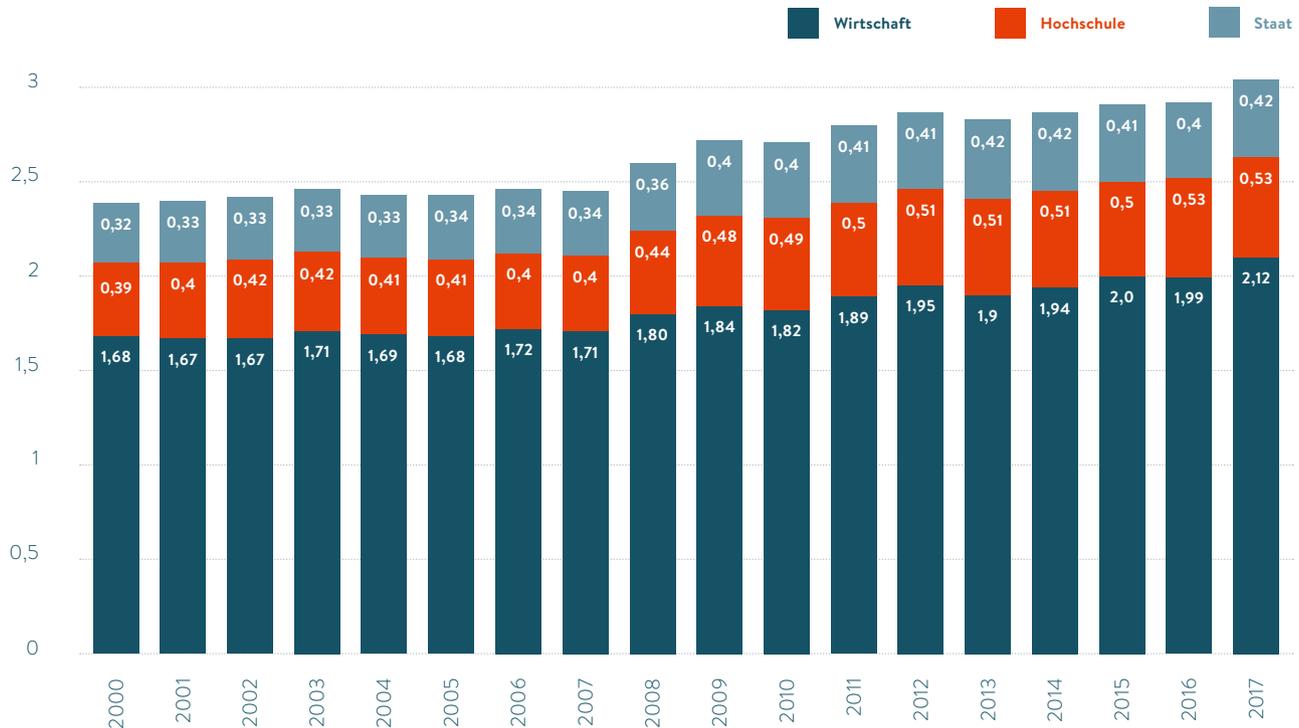
Das 3-Prozent-Ziel ist also erreicht und das 3,5-Prozent-Ziel ist bis zum vorgesehenen Termin 2025 erreichbar. Dazu müssten, je nach wirtschaftlicher Entwicklung, die internen FuE-Aufwendungen aller Sektoren bis 2025 auf circa 140 bis 150 Milliarden Euro steigen. Dabei haben es die Unternehmen leichter. Die durchschnittlichen Steigerungsraten der vergangenen Jahre reichen aus, um den Wirtschaftsanteil im Jahr 2025 zu erreichen. Für den Staat bedeutet das allerdings zusätzliche Anstrengungen.

INTERNATIONALER VERGLEICH: MEHR ALS NUR DIE BIP-RELATION

Neben der eigenen nationalen Entwicklung ist auch immer die Frage, wo ein Land im internationalen Vergleich steht, von großer Bedeutung. Kann also eine Art Ranking bezüglich der Forschungsanstrengungen der Länder erstellt werden? Hierzu muss sichergestellt werden, dass die gemessenen Daten auch wirklich vergleichbar sind. Dies kann weitgehend dadurch garantiert werden, dass alle Länder, die im Folgenden für Vergleiche herangezogen werden, Mitglied der EU und/oder der OECD und somit dem Frascati-Handbuch verpflichtet sind. Damit folgen alle Länder den gleichen Regeln, was eine Statistik – von wenigen nationalen Besonderheiten abgesehen – vergleichbar macht. Als Zweites muss ein Indikator gefunden werden, der zum Vergleich herangezogen wird. Wie wir im Folgenden an einigen von der EU und der OECD veröffentlichten Indikatoren beispielhaft sehen

ABBILDUNG 2: FuE-QUOTE

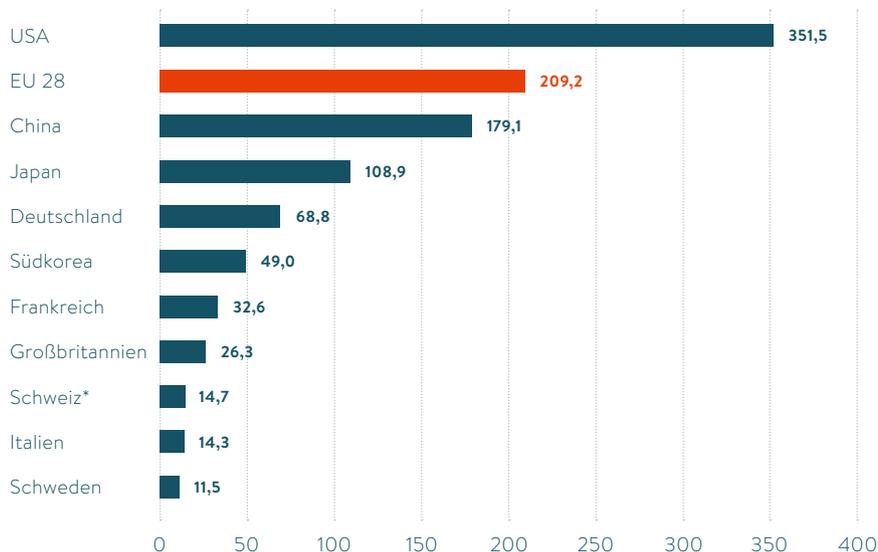
in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, Destatis, eigene Berechnungen

ABBILDUNG 3: DIE 10 LÄNDER MIT DEN HÖCHSTEN FORSCHUNGS-AUSGABEN DER WIRTSCHAFT

2017, in Millionen Euro



* 2015

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, OECD

werden, besteht immer die Gefahr, dass das Ranking massiv von der Wahl des Indikators abhängt. Praktisch hat das die Konsequenz, dass es gar nicht so leicht ist, gute Vorbilder und gute Praktiken zu identifizieren.

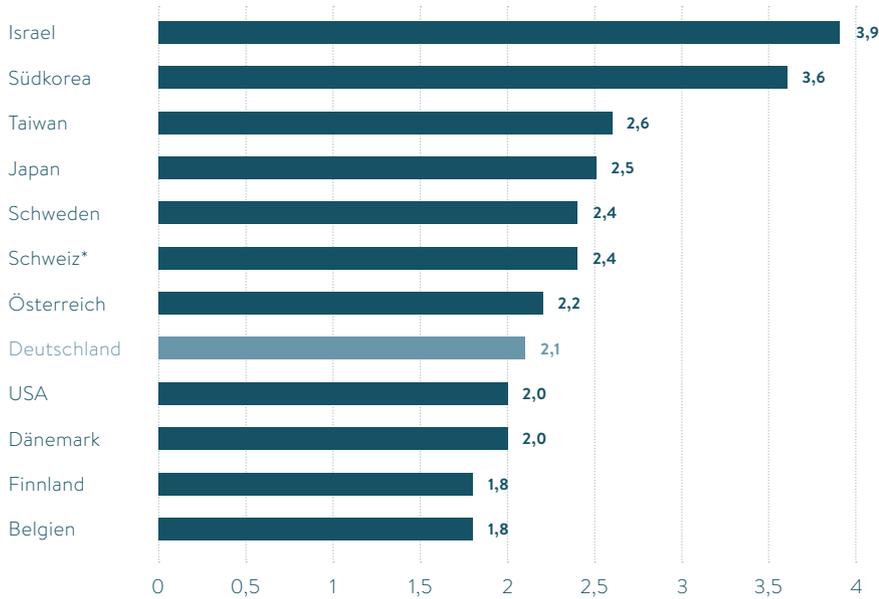
In einem internationalen Vergleich stellen sich für ein Land prinzipiell zwei Fragen:

1. Wo steht es in einer internationalen Rangliste mit seinen Absolutwerten?
2. Wie ist seine Entwicklung, also wo steht es hinsichtlich seiner Veränderungsraten?

Abbildung 3 zeigt die internen FuE-Aufwendungen des Wirtschaftssektors der zehn forschungstärksten Länder der Welt (sowie der EU 28 zum Vergleich). Dass die USA weitaus mehr Geld für FuE ausgeben als alle anderen Länder, überrascht nicht weiter. Selbst die EU 28 als Ganzes kann hier nicht mithalten. Auf Platz 2 folgt China (ohne Hongkong) bereits mit großem Abstand. Deutschland liegt in dieser Rangliste auf Platz 4 und damit als einziges europäisches Land unter den Top 5. Dass man aber von (um es einmal ganz extrem darzustellen) Malta kaum verlangen kann, dieselben FuE-Aufwendungen zu haben wie die USA, ist klar. Aus diesem Grunde hat man sich international darauf geeinigt, lieber die internen FuE-Aufwendungen im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt (BIP-Relation) als Maßstab zu nehmen. Das heißt, man berücksichtigt die Wirtschaftskraft des Landes. Von wirtschaftlich starken Ländern werden höhere Aufwendungen als von schwächeren erwartet. Dabei ist allerdings nicht von Bedeutung, woher die wirtschaftliche Stärke kommt. Ein hoher technischer Standard fließt hier genauso ein wie schlicht die Größe des Landes. Abbildung 4 zeigt die Top 12 unter Berücksichtigung dieses Kriteriums. Hier wurden auch Israel und Taiwan mit aufgenommen. Diese Länder fehlen in der sonstigen Betrachtung, weil keine vergleichbaren Zahlen

ABBILDUNG 4: DIE BIP-RELATION DER TOP 12 (NUR WIRTSCHAFTSSEKTOR)

2017, in Prozent

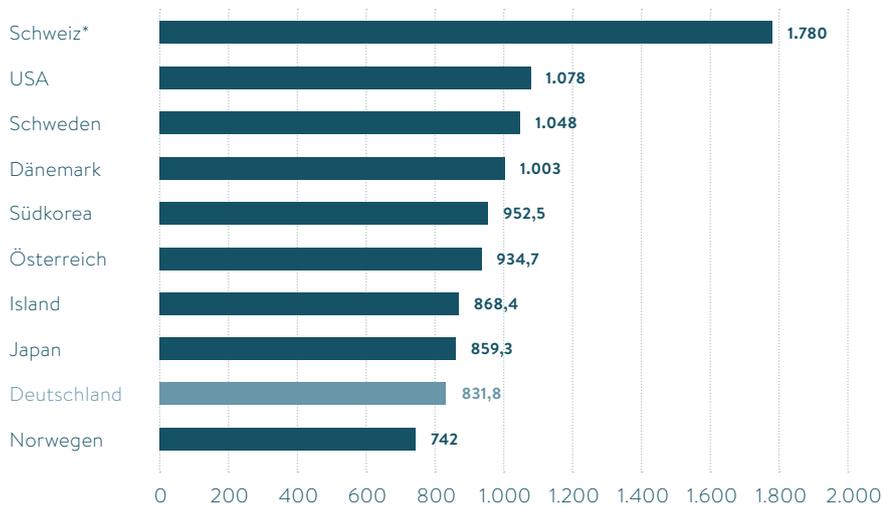


* 2015

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, OECD

ABBILDUNG 5: DIE HÖCHSTEN FuE-AUFWENDUNGEN DER WIRTSCHAFT PRO EINWOHNER

2017, in Euro

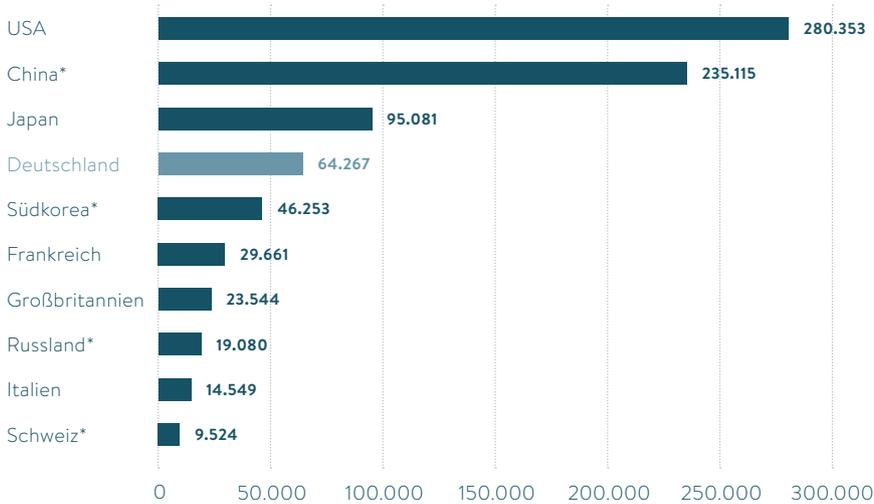


* 2015

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, OECD

ABBILDUNG 6: INTERNE FuE-AUFWENDUNGEN DER WIRTSCHAFT IN KAUFKRAFTPARITÄTEN

2017, in US-Dollar



* 2015

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, OECD

vorliegen. Mit großem Abstand führend sind Israel und Südkorea. Die USA belegen nur Rang 9 und liegen damit sogar noch hinter Deutschland. Man sieht, dass auch kleinere Länder wie die Schweiz, Österreich oder Belgien hier zu den weltweit Besten gehören. Nimmt man nur die Größe des Landes als Vergleichskriterium, bietet es sich an, die internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft pro Einwohner zu betrachten. Abbildung 5 zeigt die Top 10 unter diesem Gesichtspunkt. Und plötzlich ist die Schweiz das forschungstärkste Land der Welt. Mit 1.780 Euro pro Einwohner werden von der schweizerischen Wirtschaft mehr als 70 Prozent pro Einwohner mehr ausgegeben als bei den weiteren Platzierten USA, Schweden und Dänemark und mehr als das Doppelte dessen, was Deutschland ausgibt.

Zu berücksichtigen sind darüber hinaus auch die unterschiedlichen Preisniveaus in den einzelnen Ländern. Daher werden sowohl von der EU (in Euro) als auch von der OECD (in US-Dollar) die FuE-Aufwendungen in sogenannten Kaufkraftparitäten (KKP) angegeben. Das heißt, es wird so getan, als ob man in jedem Land für zum Beispiel einen Euro das Gleiche kaufen könnte. Abbildung 6 zeigt, dass sich die Reihenfolge auf den Top-Platzierungen zwar nicht ändert, aber die Länder deutlich näher zusammenrücken.

FAZIT

Wir haben an einigen Beispielen gesehen, dass es nicht einfach ist, das forschungstärkste Land zu identifizieren und damit den Entscheidungsträgern einen Hinweis auf Best-Practice-Fälle in der Forschungspolitik zu geben. Je nach Indikator ist ein anderes Land „das Beste“. An dieser Stelle wäre daher eine nähere Analyse zu den einzelnen Indikatoren notwendig. So stellt sich die Frage, was mit einem Indikator eigentlich genau gemessen wird und wie das mit den entsprechenden Politikzielen korreliert. Das ist sicherlich kein triviales Problem.

02

FuE-PERSONAL: MENSCHEN IM MITTELPUNKT

Ob Digitalisierung, künstliche Intelligenz, technologischer Wandel, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit oder Klimaschutz: Wer Forschung und Innovation in seinem Unternehmen vorantreiben möchte, der sollte seine Wissensgenerierung fördern. Zur Deckung seines Wissensbedarfs bedient sich das Unternehmen verschiedener Wissensquellen. Erstens nutzt und multipliziert es das Wissen seiner vorhandenen Mitarbeiter, die es bedarfsgerecht weiterqualifiziert. Zweitens rekrutiert es neue Mitarbeiter und damit deren für das Unternehmen neues Wissen. Drittens kauft es externes Wissen dazu oder nutzt es über Kooperationen mit anderen Unternehmen oder wissensgebenden Einrichtungen. Dazu wiederum sollten der Wissensstand beziehungsweise die Wissensträger im Unternehmen bereit sein. Die im Unternehmen vorhandenen Wissensressourcen bilden hierfür die Grundlage.

← VERENA ECKL

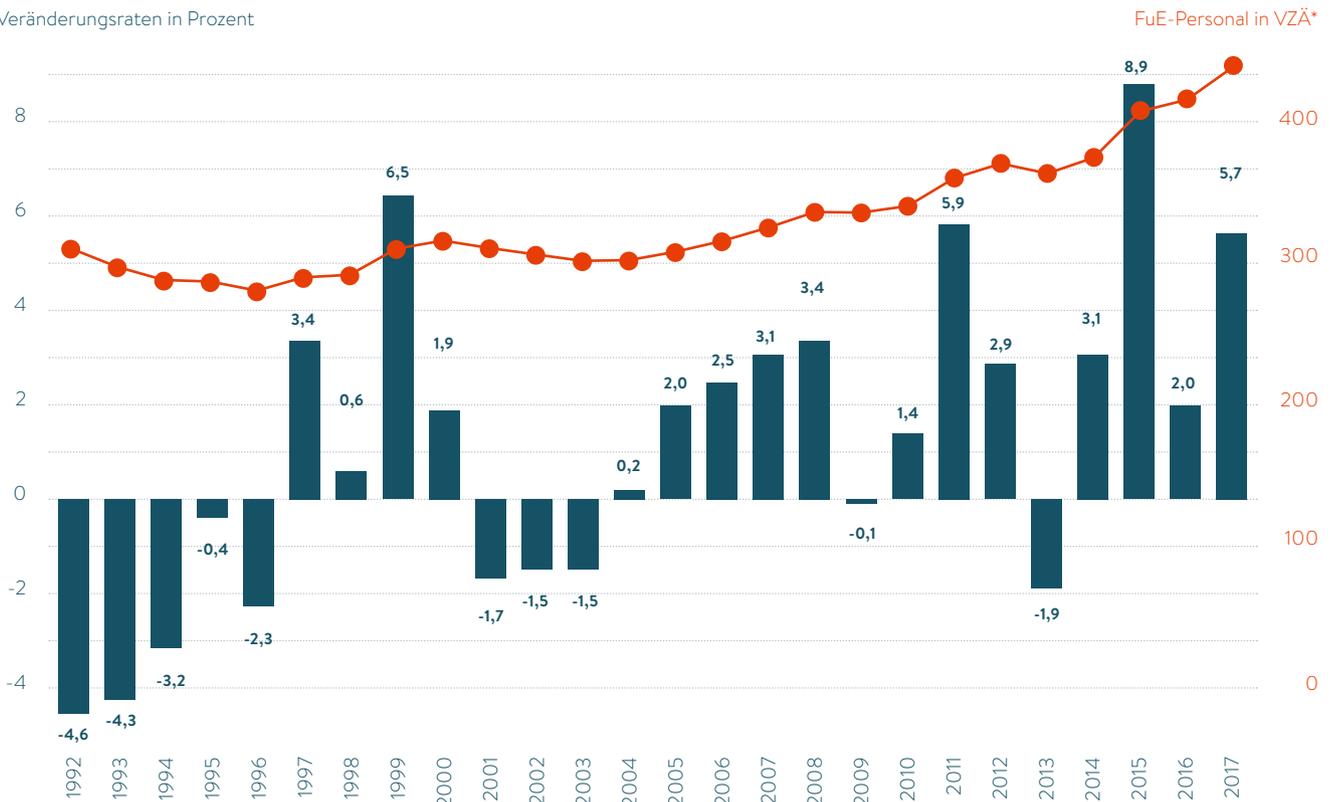
DIE ENTWICKLUNG DES FuE-PERSONALS IN KÖPFEN UND LÖHNEN

Neue Köpfe zu gewinnen, ist eine der maßgeblichen Strategien von Unternehmen, um Forschung und Entwicklung und damit ihre Innovationsleistung voranzutreiben. Das zeigt auch die Entwicklung der FuE-Daten: Das FuE-Personal nimmt über die Zeit nahezu kontinuierlich zu und ist im Jahr 2017 auf knapp 436.571 Vollzeit-äquivalente angewachsen, was eine Steigerungsrate von 5,7 Prozent im Vergleich zu 2016 bedeutet (Abbildung 7). Die Wachstumsrate liegt allerdings deutlich unter derjenigen der internen FuE-Aufwendungen (9,5 Prozent). Der Grund für diese Diskrepanz liegt in deutlich gestiegenen Personalaufwendungen pro FuE-Vollzeitäquivalent.

Explizit haben wir die Unternehmen gefragt, ob sie erwarten, den Personalbedarf in den nächsten drei Jahren decken zu können. Das Ergebnis: 2017 waren 84 Prozent der Unternehmen der Meinung, ihren Fachkräftebedarf in den nächsten Jahren decken zu können – diese Zahl liegt deutlich unter der aus den Befragungen in den Jahren 2015 und 2013, dort waren es jeweils 90 Prozent.

ABBILDUNG 7: FuE-PERSONAL IM WIRTSCHAFTSSEKTOR

Veränderungsraten in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung, * VZÄ = Vollzeitäquivalente

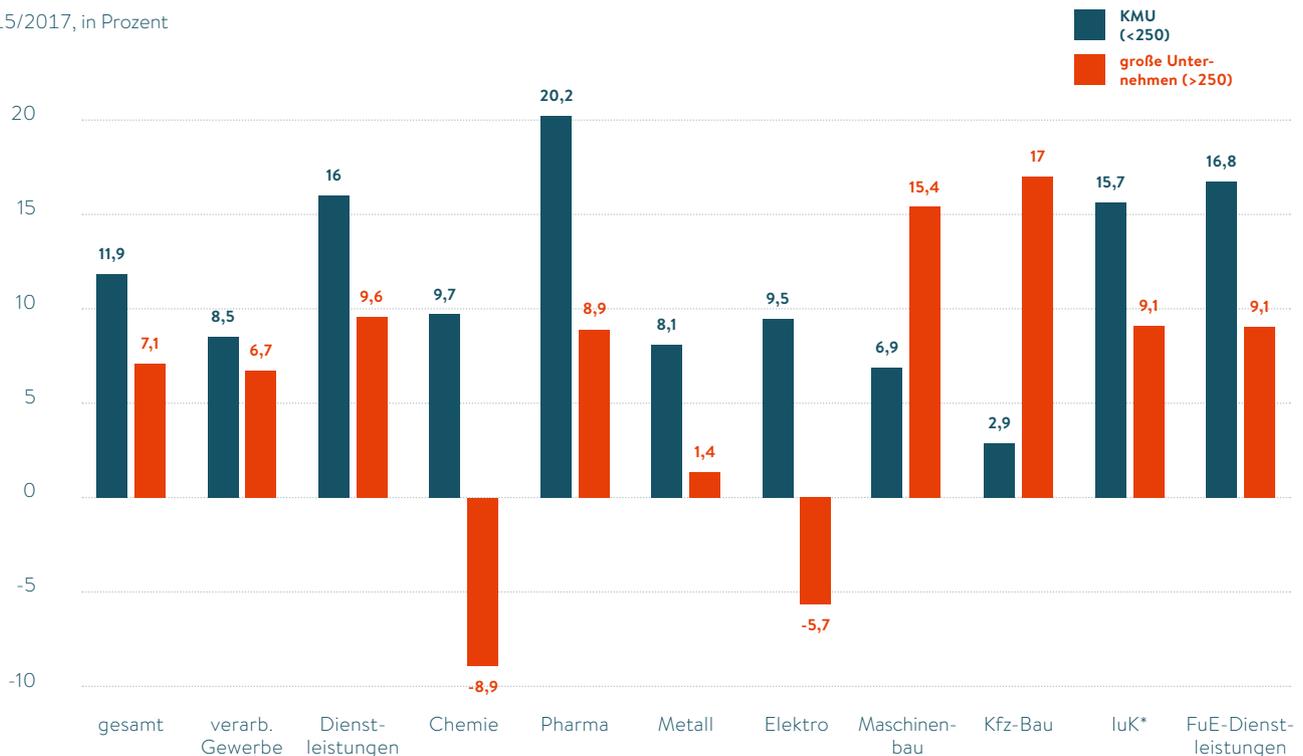
Die Frage nach dem Fachkräftebedarf wurde 2017 in der Befragung des Mannheimer Innovationspanels (MIP) detaillierter nach offenen Stellen und deren Besetzung gestellt. Hier gaben 32 Prozent aller Unternehmen an, dass sie im Jahr 2017 offene Stellen wie geplant besetzen konnten, bei 17 Prozent aller Unternehmen in Deutschland kam es zu verspäteten Besetzungen, 39 Prozent berichteten, dass Stellen nicht oder nicht adäquat besetzt werden konnten. Bemerkenswert sind die relativ geringen Größenklassenunterschiede bei dieser Frage. Der Anteil der Unternehmen, die Stellen nur verspätet oder gar nicht wie geplant besetzen konnten, ist in den oberen Größenklassen allerdings deutlich höher als bei Kleinunternehmen (vgl. Rammer 2019a).

GRÖSSENKLASSE UND FuE-PERSONAL: DER MITTELSTAND STELLT EIN

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

ABBILDUNG 8: VERÄNDERUNG DES FuE-PERSONALS

2015/2017, in Prozent



* IuK = Information und Kommunikation

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

Die Zahlen der FuE-Erhebung zeigen allerdings, dass die Wachstumsraten bei KMU insgesamt und gerade im Dienstleistungssektor deutlich über denen der Großunternehmen liegen (Abbildung 8). Einzig die traditionell durch Großunternehmen geprägten Branchen Kfz- und Maschinenbau weisen – allerdings deutlich – höhere Wachstumsraten bei den Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten auf.

DIVERSITÄT DES FuE-PERSONALS

Die Zusammensetzung und Zusammenarbeit von FuE-Teams führt sowohl zu Chancen als auch zu Herausforderungen für Teams und Unternehmen. Die Schlüsselfrage hierbei ist, wie Diversität den Gruppenprozess beziehungsweise die Leistung beeinflusst (Hermann/Mensi-Klarbach 2015).

Bisherige Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Diversität und Innovativität sind nicht eindeutig. Einerseits fördert das Zusammenspiel unterschiedlicher Kenntnisse, Qualifikationen und Erfahrungen die Kreativität der Teammitglieder. Die Heterogenität einer Gruppe und die damit verbundenen unterschiedlichen Lebenserfahrungen und Informationen der Einzelnen können dazu beitragen, unterschiedliche Perspektiven und Ideen einzubringen und so neue Problemlösungen zu finden (Parrotta et al. 2014; EFI 2014). Diversität kann jedoch auch Probleme, Missverständnisse und das Konfliktpotenzial in Teams erhöhen und die

Zusammenarbeit aufwendiger gestalten (Franken 2019). In gemischten Teams kann das Vertrauen aufgrund von realen und wahrgenommenen Unterschieden zwischen den Teammitgliedern geringer sein. Vielfalt kann damit zu Friktionskosten führen, die die positiven Effekte egalisieren oder sogar überlagern (Alesina/ Ferrara 2005; Bassett-Jones 2005). Die Forschungsfrage, ob diverse FuE-Teams wirklich effektiver innovieren, kann erst dann hinreichend beantwortet werden, wenn differenziertere Diversitätskriterien erhoben werden und die bestehenden (unternehmenskulturellen) Rahmenbedingungen erfasst und innovationsfördernd weiterentwickelt werden (Eckl et al. 2019, Kladroba/Eckl 2019, Kaiser et al. 2012). Monokulturen, kaum Perspektivenvielfalt und stark normative Umgebungen zwingen Menschen dazu, einen Großteil ihrer Energie dafür aufzuwenden, sich anzupassen. Um effektiv an den Systemen arbeiten zu können, sollte Diversität kein „Corporate Social Rummelplatz“ sein, sondern Teil der nachhaltigen strategischen Transformationsdebatte der Unternehmen (Franken 2019).

In der FuE-Erhebung 2017 wurde erneut nach Struktur und Entwicklung des FuE-Personals gefragt, um einen Eindruck zu bekommen, inwieweit Unternehmen zum einen dem Fachkräftethema, zum anderen aber auch ihrer Innovativität durch eine Veränderung der Struktur der FuE-Teams begegnen.

INTERNATIONALITÄT DES FuE-PERSONALS NIMMT ZU

Betrachtet man die Nationalität, so sind 89,5 Prozent des wissenschaftlichen Personals deutsch, 6,9 Prozent kommen aus anderen EU-Ländern und 3,4 Prozent kommen aus Nicht-EU-Ländern. Im Vergleich zu 2015 ist der Anteil anderer Staatsangehörigkeiten deutlich gestiegen. So kamen 2015 3,3 Prozent des FuE-Personals aus EU-Ländern (2013: 2,3 Prozent) und 2,5 Prozent aus Nicht-EU-Ländern (2013: 2,3 Prozent). Hier ist also erneut eine Entwicklung in Richtung stärkerer Internationalisierung erkennbar. Fragt man große Unternehmen, bestätigen diese, dass exzellente Wissenschaftler häufig international rekrutiert werden. Der Blick in die Branchen zeigt keine signifikanten Unterschiede, allein der Luft- und Raumfahrzeugbau sticht mit einem Anteil von knapp 16 Prozent ausländischer Wissenschaftler hervor.

STUDIENRICHTUNG DES FuE-PERSONALS: MINT GEWINNT

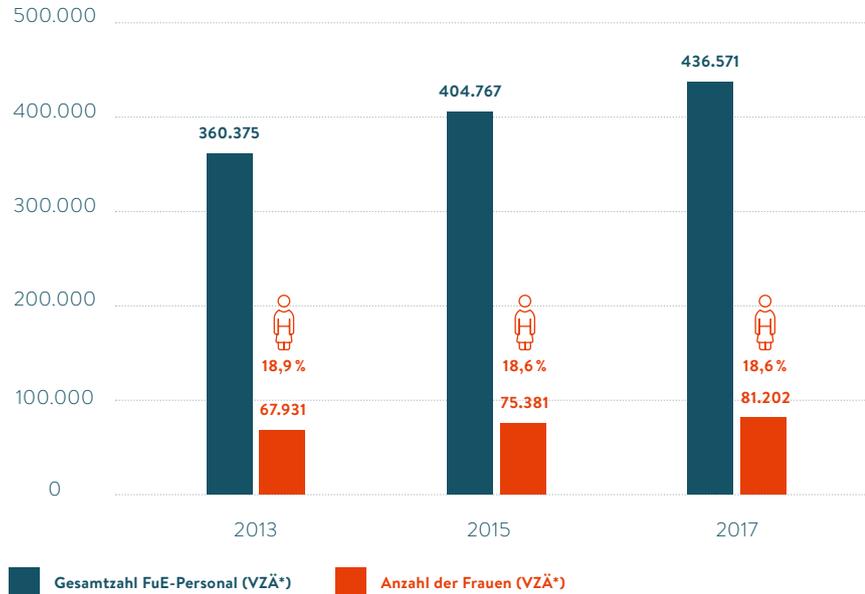
Die Diversität hinsichtlich der vertretenen Fachdisziplinen ist ebenfalls kaum ausgeprägt. Ein Großteil des wissenschaftlichen FuE-Personals stammt aus den MINT-Fächern: Den höchsten Anteil haben erneut die Ingenieurwissenschaften mit 61,2 Prozent (2015: 57,8 Prozent), auf Platz 2 liegen weiterhin Informatiker/ Mathematiker/ Naturwissenschaftler mit 20,6 Prozent (2015: 29,5 Prozent). Die restlichen Fachrichtungen halten lediglich einen Anteil von jeweils weniger als 5 Prozent.

WENIGE FRAUEN IN FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Der Frauenanteil am FuE-Personal bewegt sich weiterhin bei knapp unter 19 Prozent ohne erkennbare Tendenz zur Änderung, obwohl die Gesamtzahl des FuE-Personals im Vergleich zum Vorjahr deutlich gestiegen ist (Abbildung 9). Betrachtet man den Frauenanteil nach Art des FuE-Personals, zeigt sich, dass der Anteil beim wissenschaftlichen FuE-Personal mit 14 Prozent am niedrigsten ist und mit abnehmendem Qualifikationsniveau ansteigt.

ABBILDUNG 9: FRAUEN IN FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Anzahl



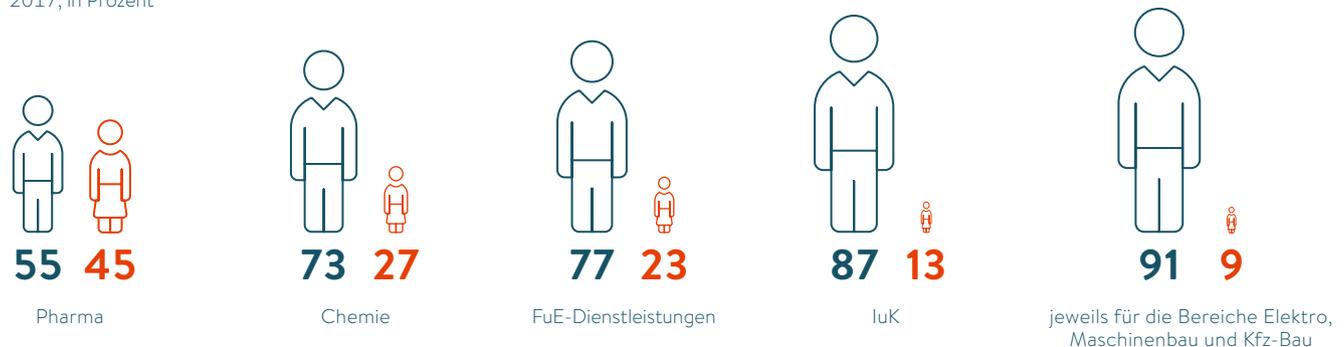
* VZÄ = Vollzeitäquivalente

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

Traditionell hoch ist der Frauenanteil beim wissenschaftlichen FuE-Personal insbesondere in der pharmazeutischen Industrie, die mit 45 Prozent Frauen ein fast ausgeglichenes Geschlechterverhältnis aufweist. Auch in der Chemie und den FuE-Dienstleistungen machen Wissenschaftlerinnen immerhin rund ein Viertel der Beschäftigten aus. In den großen Branchen Automobil, Maschinenbau und Elektro findet sich einen Frauenanteil von unter 10 Prozent (Abbildung 10).

ABBILDUNG 10: FRAUENANTEIL AM WISSENSCHAFTLICHEN FuE-PERSONAL IN DEN KERNBRANCHEN

2017, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

WAS IST DIVERSITÄT?

Obwohl der Begriff der Diversität in aller Munde ist, gibt es unterschiedliche Ansätze, Diversität zu definieren. Im Unternehmenskontext bezieht sich Diversität auf die Unterschiede und Gemeinsamkeiten einer Belegschaft, bezogen auf sogenannte Diversitätsdimensionen. Gemeint sind damit Merkmale, durch die sich Personen von anderen unterscheiden und die im Unternehmen zu Benachteiligungen, aber auch zu Wettbewerbsvorteilen führen können. Ein im organisationalen Kontext gängiges Diversitätsmodell, das beispielsweise auch von der deutschen Charta der Vielfalt aufgegriffen wird (www.charta-der-vielfalt.de), unterscheidet interne, externe und organisationa-

le Diversitätsdimensionen. Interne Dimensionen sind Merkmale, die eine Person nicht oder kaum willentlich selbst verändern kann, wie Geschlecht, Alter, Behinderung, Rasse, ethnischer Hintergrund und sexuelle Orientierung. Äußere Dimensionen sind Merkmale, die sich im Laufe eines Lebens durch die Entscheidungen einer Person verändern können, wie beispielsweise Religionszugehörigkeit, Familienstatus, Bildungshintergrund und Arbeitserfahrung. Organisationale Dimensionen beziehen sich auf die Merkmale der Person innerhalb der Organisation, wie beispielsweise die Abteilungszugehörigkeit, den Management-Status oder das Dienstalter (vgl. Eckl et al. 2019).

DIVERSE ALTERSSTRUKTUR DES FuE-PERSONALS

FuE-Teams sind zumindest altersdivers aufgestellt (Abbildung 11). Die Altersgruppen des FuE-Personals zwischen 25 und 54 Jahren sind gleich verteilt. In 2017 zeigen die Zahlen ein stärkeres Gewicht bei den 25- bis 34-Jährigen.

Gegenüber der Altersstruktur der Erwerbstätigen in Deutschland insgesamt lässt sich unter dem wissenschaftlichen FuE-Personal nach wie vor ein Überhang von jungen Arbeitskräften erkennen. Betrachtet man die Altersstruktur in den einzelnen Branchen, beobachtet man nur im Bereich der FuE-Dienstleistungen (WZ 71) eine signifikant jüngere Belegschaft, hier sind 61 Prozent des FuE-Personals zwischen 25 und 34 Jahren alt.

FAZIT

Das FuE-Personal verzeichnet auch im Jahr 2017 einen hohen Anstieg bei steigenden Personalausgaben pro Vollzeitäquivalent. Immerhin 84 Prozent der Unternehmen sind nach wie vor der Meinung, ihren Fachkräftebedarf in den nächsten drei Jahren decken zu können. Eine grundsätzliche Änderung in der Struktur des FuE-Personals (männlich – deutsch – MINT) ist nicht zu beobachten – allenfalls eine leichte Tendenz zu einem etwas höheren Internationalisierungsgrad der Mitarbeiterstruktur.

Bleibt nach wie vor die Frage, inwieweit die vorhandenen Strukturen zukunftsfähig sind und ob in den Unternehmen eine echte Bereitschaft besteht, ihre Unternehmenskultur und ihre Teamstrukturen nachhaltig zu verändern. Denn, und nun schließt sich der Kreis, ob Digitalisierung, künstliche Intelligenz, technologischer Wandel, internationale Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit oder Klimaschutz: Wer Forschung und Innovation in seinem Unternehmen vorantreiben möchte, der sollte seine Wissensgenerierung – und damit seine FuE-Teams – effektiv fördern.

ABBILDUNG 11: ALTERSSTRUKTUR DES FuE-PERSONALS

2015 und 2017, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

EXKURS

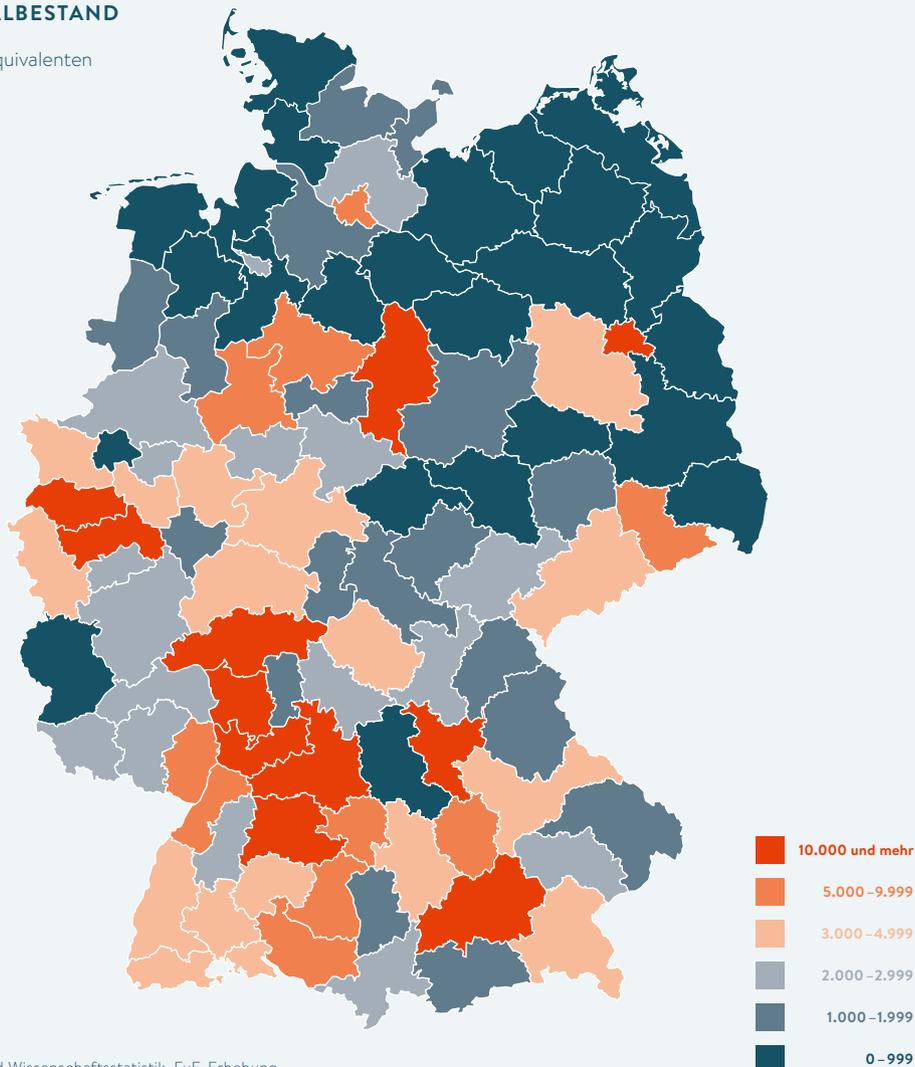
FuE-PERSONAL REGIONAL

Elf von insgesamt 96 Raumordnungsregionen (ROR) zählen jeweils mehr als 10.000 FuE-Beschäftigte. In Summe ist dies gut die Hälfte des gesamten FuE-Personalbestandes der deutschen Wirtschaft. Führend sind Stuttgart, München und Braunschweig. In 24 ROR sind dagegen weniger als 1.000 FuE-Beschäftigte zu finden. Fast durch-

gängig dünn besetzt sind der Osten und Norden Deutschlands. Vor allem im Nordosten kommt hinzu, dass keinerlei Wachstumsdynamik hinsichtlich des FuE-Personalbestandes auszumachen ist. Zu stark wiegt hier die Wirtschafts- und Struktur-schwäche. Gleichwohl gibt es erfreuliche Wachstumsschübe in ganz unterschiedlichen Regionen:

FuE-PERSONALBESTAND

2017, in Vollzeitäquivalenten



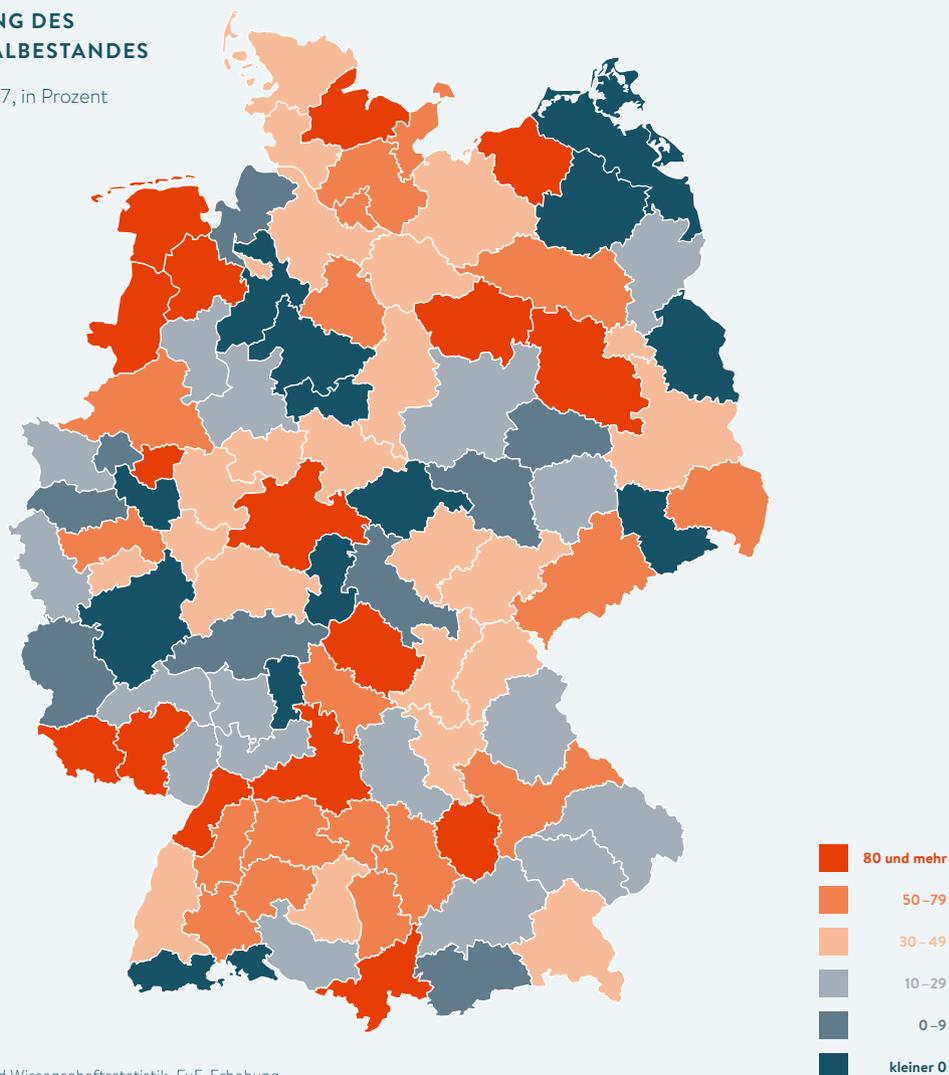
Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

So wuchsen Standorte des Automobil-, Flugzeug- und Schiffbaus sowie der Zulieferer stark. Das Berliner Umland, Ingolstadt, der mittlere Oberrhein oder auch das Emsland sind Beispiele hierfür. In Stuttgart, Braunschweig und Ingolstadt wuchs zwischen 2007 und 2017 auch absolut die FuE-Beschäftigung am stärksten. Erfreulich ist,

dass prozentual hohe Wachstumsraten auch in peripheren Regionen auftreten. Zwar ist die hohe prozentuale Steigerung auch auf ein geringes Ausgangsniveau zurückzuführen. Nichtsdestotrotz ist sie ein Indiz für positiven Strukturwandel und regionale Potenziale, die langfristig zu einer Veränderung des Raummusters der FuE-Aktivität führen kann.

VERÄNDERUNG DES FuE-PERSONALBESTANDES

von 2007 bis 2017, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

03

FuE-FINANZIERUNG UND -DURCHFÜHRUNG: ZWEI BLICKWINKEL

Obwohl grundsätzlich die Finanzierung von FuE-Projekten, die im Wirtschaftssektor durchgeführt werden, Aufgabe der Unternehmen ist, schafft der Staat dennoch durch gezielte Förderprogramme Anreize zur FuE-Durchführung im Wirtschaftssektor. Umgekehrt greift die Wirtschaft auf externes Wissen, zum Beispiel auf das universitäre Wissen, durch FuE-Aufträge zu und unterstützt auf diese Weise die Durchführung von FuE-Projekten in den Hochschulen.

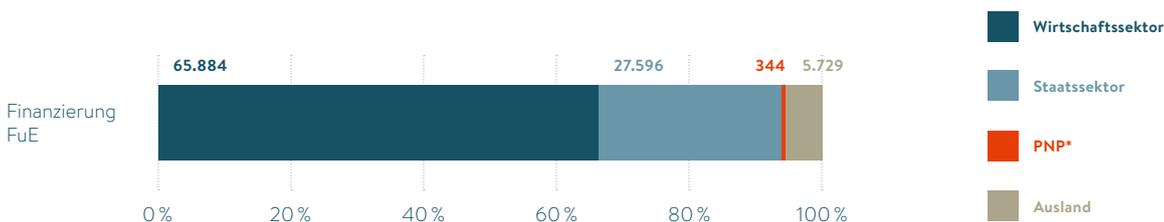
← VERENA ECKL

DO IT YOURSELF – FINANZIERUNG VON FuE IM WIRTSCHAFTSEKTOR

Sowohl bei der *Finanzierung* als auch *Durchführung* trägt die Wirtschaft den größten Anteil der FuE-Aufwendungen, allerdings ist der Durchführungsanteil der Wirtschaft im Jahr 2017 mit 69,1 Prozent etwas höher als der Finanzierungsanteil mit rund 66,2 Prozent (Abbildung 12). In den vergangenen Jahren hat es in den

ABBILDUNG 12: FINANZIERUNG INTERNE FuE NACH SEKTOREN

2017, in Millionen Euro



*PNP = private Non-Profit-Organisationen
Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

Verteilungen kaum Veränderung gegeben, allerdings zeigen sich gegenüber den 90er-Jahren deutliche Verschiebungen hin zum Wirtschaftssektor (vgl. Stifterverband 2019b, Tabelle 1.3).

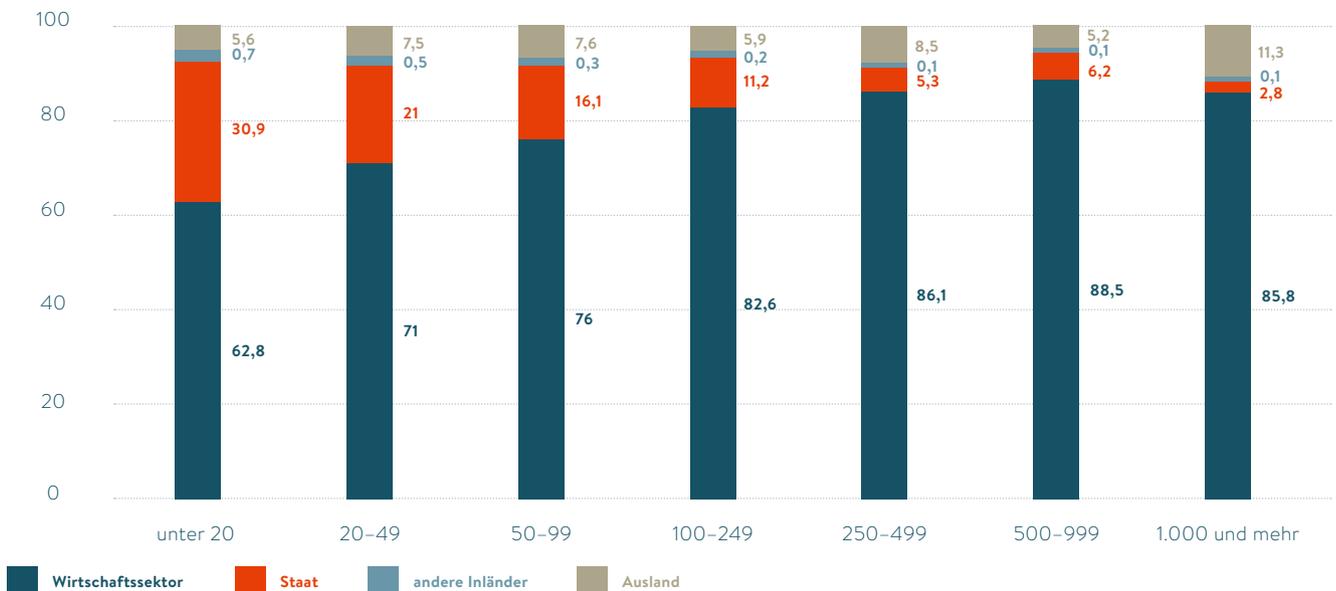
Betrachtet man rein die Finanzierung der privaten FuE, zeigt sich, dass 2017 93,7 Prozent der Gelder aus dem Inland kommen und davon knapp 96,5 Prozent aus dem Wirtschaftssektor. Nur 3,5 Prozent der Forschung im Inland wurden vom Staat oder sonstigen Inländern finanziert (vgl. Stifterverband 2019b, Tabelle 3.1.1). Die Finanzierung durch das Ausland (6,3 Prozent der gesamten internen FuE) wird vor allem getragen von den verbundenen (75,5 Prozent) beziehungsweise anderen Unternehmen (7,2 Prozent) und 10,4 Prozent stammen aus EU-Förderungen (vgl. Stifterverband 2019b, Tabelle 3.1.2). Auch hier zeigen sich keine nennenswerten Veränderungen im Vergleich zu 2015.

Unterschiede sieht man bei der Betrachtung der Finanzierungsanteile von FuE nach Größenklassen (Abbildung 13). Mit abnehmender Größe der Unternehmen nimmt der Anteil der staatlichen Finanzierung deutlich zu. Andere Inländer wie Hochschulen und private Non-Profit-Organisationen spielen bei der Finanzierung der FuE der Wirtschaft auch größenklassenübergreifend keine Rolle.

Betrachtet man die einzelnen Branchen, findet man ebenfalls einige interessante Unterschiede. So werden beispielsweise die Branchen Textil und Leder (WZ 13–15) oder Herstellung von Metallerzeugnissen (WZ 24) mit jeweils rund 12 Prozent der FuE-Aufwendungen und die Energiewirtschaft mit knapp 14 Prozent überdurchschnittlich stark vom Staat unterstützt. In anderen Branchen wird FuE vor allem

ABBILDUNG 13: FINANZIERUNGSANTEILE DER INTERNEN FuE NACH SEKTOREN UND BESCHÄFTIGUNGSGRÖßENKLASSEN

2017, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

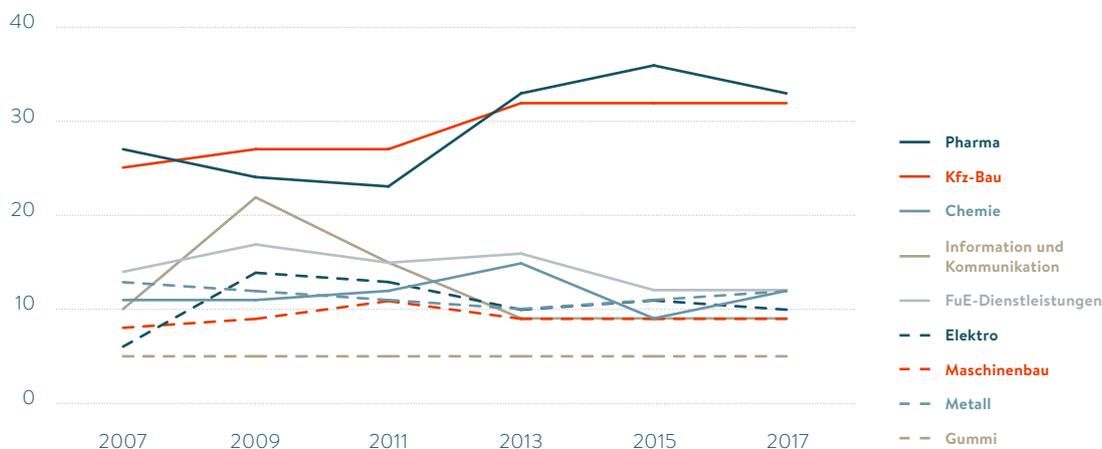
aus dem Ausland finanziert. Dies ist beispielsweise in der Branche Holz und Papier (WZ 16–18), Pharma (WZ 21) und Metallbearbeitung (WZ 25) mit jeweils rund 20 Prozent der Fall. Der Grund dafür ist, dass diese Branchen entweder stark international geprägt und mit ausländischen Unternehmen verbunden sind (zum Beispiel Pharma, Chemie, Elektro, Holz und Maschinenbau) oder überdurchschnittliche EU-Förderanteile im Verhältnis zu ihren eigenen FuE-Ausgaben bekommen (zum Beispiel Metallverarbeitung, Luft- und Raumfahrzeugbau). Die dazugehörige Übersicht findet sich in Tabelle 3.1.2 zur Auslandsfinanzierung von FuE des .ar.ən'di: Zahlenwerk). Insgesamt zeigt sich, dass die FuE-Aktivitäten des Wirtschaftssektors sehr stark finanziell in dessen eigenen Händen liegen. Der Staat hat verhältnismäßig wenig Einfluss.

LASSEN SIE FORSCHEN! AUFTRAGSFORSCHUNG DES WIRTSCHAFTSSEKTORS

Die Generierung, Diffusion und Absorption von Wissen sind entscheidende Faktoren der Wissensgesellschaft. Wie bereits im Kapitel über FuE-Personal beschrieben, ist eine Möglichkeit der Wissensgenerierung die Auslagerung von FuE zum Beispiel in Form von Auftragsforschung. Unternehmen über alle Branchen- und Industriesektoren hinweg beziehen einen beachtlichen Anteil neuer Technologien aus externen, nicht unternehmenseigenen Quellen. Diese Kombination zwischen dem, aus Perspektive des Unternehmens, neuen Wissen und dem im Unternehmen bereits vorhandenen alten Wissen ist von zentraler Bedeutung für den Aufbau von Wissen. In Abgrenzung zu den traditionellen internen beziehungsweise geschlossenen Innovationsstrategien wurde hierfür von Henry Chesbrough der Begriff der „offenen Innovation“ („open innovation“) geprägt.

ABBILDUNG 14: ANTEIL DER EXTERNEN FuE AN DEN FuE-AUFWENDUNGEN INSGESAMT*

in Prozent



* Doppelzählungen sind möglich, wenn die Forschungsaufträge in der eigenen Branche verbleiben
Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

SEKTORALE UNTERSCHIEDE BEI DER VERGABE VON FORSCHUNGSAUFTRÄGEN

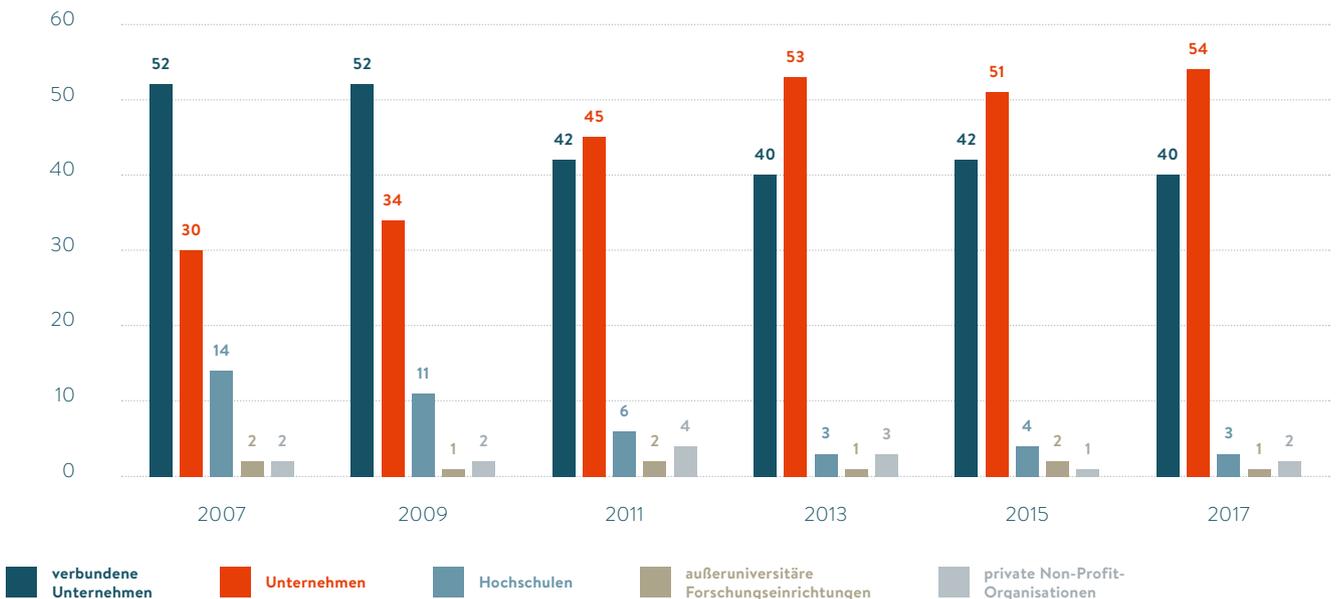
Die Zahlen der Statistik zu Forschung und Entwicklung im Wirtschaftssektor in Deutschland zeigen die Öffnung des Innovationsprozesses über die Vergabe von Forschungsaufträgen an externe Unternehmen sowie private und öffentliche Forschungseinrichtungen im In- und Ausland in den vergangenen zehn Jahren. Abbildung 14 zeigt den Anteil der externen FuE-Aufwendungen an den Gesamtaufwendungen der einzelnen Branchen. Man sieht hier zwei grobe Cluster – auf der einen Seite Pharma und Fahrzeugbau mit einem Anteil externer FuE von rund einem Drittel ab 2013 (davor rund ein Viertel) und auf der anderen Seite die restlichen Branchen mit einem Anteil von durchschnittlich 10 Prozent Auftragsforschung an den gesamten Forschungsausgaben.

WENIG AUFTRAGSFORSCHUNG FÜR ÖFFENTLICHE FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

Betrachtet man die Struktur der Vergabe von inländischen Forschungsaufträgen in den vergangenen Jahren, findet man hier deutliche Unterschiede bei den Auftragnehmern der Forschungsaufträge. Während der Kfz-Bau hauptsächlich und zunehmend mit Unternehmen – und insbesondere nicht verbundenen Unternehmen – zusammenarbeitet (Abbildung 15), haben die Forschungsaufträge der Pharmaindustrie an Hochschulen und vor allem im Jahr 2017 an außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (AUFs) deutlich zugenommen (Abbildung 16).

ABBILDUNG 15: ANTEIL EXTERNE FuE IM KFZ-BAU NACH AUFTRAGNEHMERN

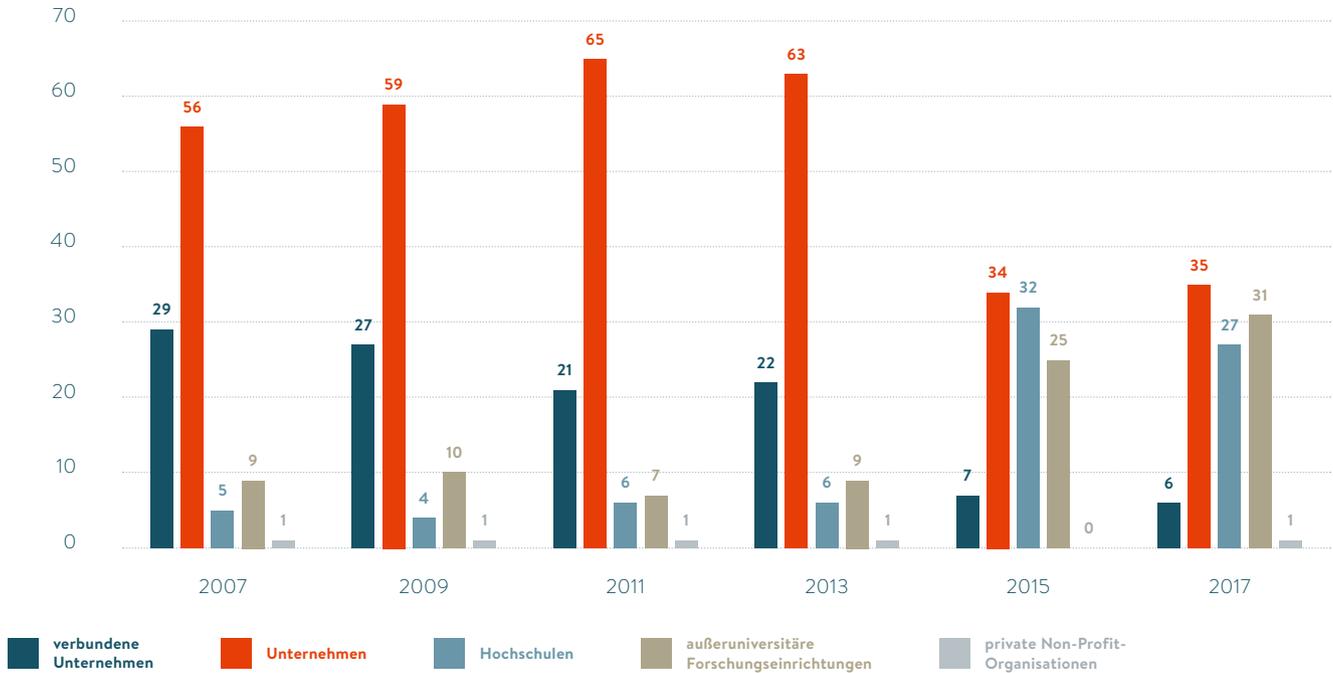
Inland, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

ABBILDUNG 16: ANTEIL EXTERNE FuE IN DER PHARMAINDUSTRIE NACH AUFTRAGNEHMERN

Inland, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

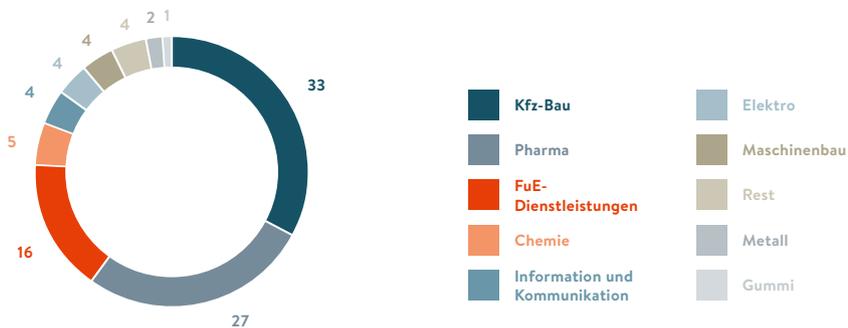
Die Zahlen legen die Vermutung nahe, dass die großen bedeutenden Kfz-Bauer in Deutschland, die insgesamt ein Drittel aller Forschungsausgaben in Deutschland tätigen, die Hochschulen allein für die Nachwuchsrekrutierung, aber nicht für die Wissensgenerierung durch die Nutzung des an den Lehrstühlen vorhandenen Expertenwissens der Wissenschaftler nutzen.

Betrachtet man allerdings die jeweiligen Anteile der Branchen an den Forschungsaufträgen an Hochschulen in Deutschland im Jahr 2017 insgesamt, so zeigt sich, dass der Fahrzeugbau trotz des geringen Anteils an seiner gesamten Auftragsforschung der größte Auftraggeber von Forschungsaufträgen an Hochschulen in Deutschland ist (Abbildung 17).

Die Höhe der Forschungsaufträge an Hochschulen und private Non-Profit-Organisationen liegt 2017 deutlich unter derjenigen von vor zehn Jahren (Abbildung 18). Zahlen zu Forschungsaufträgen an ausländische Hochschulen sind leider erst ab 2013 in der FuE-Statistik verfügbar. Eine mögliche Verschiebung der Zusammenarbeit von inländischen hin zu ausländischen Hochschulen kann daher erst ab 2015 beobachtet werden.

ABBILDUNG 17: BRANCHENANTEILE DER AUFTRAGSFORSCHUNG AN HOCHSCHULEN

2017, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

ABBILDUNG 18: HÖHE DER AUFTRAGSFORSCHUNG AN HOCHSCHULEN

in Millionen Euro



* Daten verfügbar ab 2013, ** Daten verfügbar ab 2015

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

AUFTRAGSFORSCHUNG ALS EFFEKTIVE KOOPERATIONSFORM, EIN EXKURS IN DIE INNOVATIONSERHEBUNG

Die Innovationserhebung des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) zeigt (vgl. Rammer 2019a, S. 18 ff.), dass rund 13 Prozent aller Unternehmen im Berichtskreis in Deutschland zwischen 2015 und 2017 aktiv mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen kooperierten. Die durchschnittliche Anzahl betrug hier rund drei Kooperationen je Unternehmen.

Von den Großunternehmen kooperierte fast jedes zweite Unternehmen im Zeitraum von 2015 bis 2017 mit der Wissenschaft, während der Anteil bei KMU bei 12 Prozent lag. In der Innovationserhebung weist die Chemie- und Pharmaindustrie unter den Branchengruppen den höchsten Anteil von Unternehmen mit Wissenschaftszusammenarbeit auf (46 Prozent), gefolgt von der Elektroindustrie (43 Prozent) und dem Fahrzeugbau (41 Prozent).

Dabei arbeiten Unternehmen, die selbst FuE betreiben, erheblich häufiger mit der Wissenschaft zusammen als Unternehmen ohne interne FuE-Aktivitäten. Von den Unternehmen mit kontinuierlicher FuE kooperierte gut die Hälfte mit Wissenschaftseinrichtungen.

Die am häufigsten genutzte Kooperationsform sind informelle Kontakte (68 Prozent), während nur 30 Prozent der kooperierenden Unternehmen Auftragsforschung als Form der Zusammenarbeit nutzen. Kommt es allerdings zur Frage nach der Effektivität der einzelnen Kooperationsformen hinsichtlich des Zugangs zum Know-how der Wissenschaftseinrichtungen, wird die Auftragsforschung in der Innovationserhebung von der Mehrheit der kooperierenden Unternehmen (58 Prozent) als hoch effektiv eingestuft (vgl. Rammer 2019a, S. 20 f.).

FAZIT

Auftragsforschung nimmt über die Zeit zu, allerdings hauptsächlich im Bereich Pharma und Fahrzeugbau und in Form von Forschungsaufträgen an externe Unternehmen. Die Höhe der Forschungsaufträge an Hochschulen und private Non-Profit-Organisationen verzeichnet hier keine signifikante Zunahme. Ein erstaunliches Ergebnis, bedenkt man die herausragende Exzellenz der (technischen) Hochschulen in Deutschland, die stetigen Bemühungen der Politik, den Wissenstransfer zwischen öffentlicher und privater Forschung zu fördern, und schließlich auch die eigene positive Einschätzung von Auftragsforschung der Unternehmen in der Innovationserhebung.

04

FOKUS AUF VIER RÄDER

Deutschland braucht technologischen Wandel. Das Muster der Branchen, in denen Forschung und Entwicklung betrieben wird, scheint in Deutschland noch weitgehend das technologische Regime des vergangenen Jahrhunderts zu repräsentieren. Generell spielt für das Wachstum und den Wohlstand einer Volkswirtschaft das Branchenmuster eine ganz wesentliche Rolle. Wissensintensive Wirtschaftszweige tragen durch ihre hohe Innovationsleistung stärker zu Wertschöpfung und Beschäftigungswachstum bei als nicht wissensintensive. Dies zeigt auch der Blick in die Vergangenheit: Längere Phasen eines wirtschaftlichen Aufschwungs wurden bereits seit dem 19. Jahrhundert von weitreichenden radikalen Innovationen sowie sich daraus entwickelnden Techniksyste men und Paradigmen ausgelöst. Bereits Nikolai Kondratjew und Joseph Schumpeter haben Phänomene solcher „langen Wellen“ beschrieben und zu erklären versucht: Radikale Innovationen schaffen als Produktinnovation neue Märkte und Wachstumsbranchen und verändern als Prozessinnovationen auch bereits bestehende Wirtschaftszweige tief greifend (vgl. Schumpeter 1961).

← GERO STENKE

Aus volkswirtschaftlicher Perspektive muss folglich das Ziel darin bestehen, möglichst radikale Innovationen hervorzubringen. Dann sind die Wachstumseffekte und Wettbewerbsvorteile am größten. Innerhalb eines bereits weit entwickelten, reifen Technologiefeldes beziehungsweise innerhalb einer etablierten Branche, die durch ein gefestigtes technologisches Paradigma gekennzeichnet ist, kann die Realisierung radikaler Innovationen kaum gelingen (vgl. Dosi 1982). Empirische Forschungen auf regionalökonomischer Ebene kommen zu dem Ergebnis, dass Wirtschaftsregionen ein besonders starkes ökonomisches Wachstum gelingt, wenn sie Innovationen generieren, die zwar einerseits aus unterschiedlichen, aber andererseits aus miteinander verwandten Technologiefeldern und Branchen stammen (vgl. Frenken, K., et al. 2007, Content/Frenken 2016). Wissenschaftliche Untersuchungen aus dem Umfeld von Jane Jacobs (1969) gehen noch weiter und stellen fest, dass auch eine stark diversifizierte regionale Wirtschaftsstruktur die Entstehung von Wissens-Spill-overs begünstigt und zudem die Verwundbarkeit im

Zuge externer Schocks vermindert. Diversifikation ermöglicht dabei den Zugang zu verschiedenen, über den eigenen Sektor hinausgehenden Wissensbasen und befördert so die Entstehung von radikalen Innovationen und Wachstum (vgl. Henderson et al. 1995). Zur Beurteilung innovationsbasierter Wachstumschancen ist daher die Untersuchung der Branchenstruktur und ihrer Veränderung im Zeitverlauf von besonderer Bedeutung.

NEUE MUSTER FuE-AKTIVER BRANCHEN: SPEZIALISIERUNG VERSUS DIVERSIFIZIERUNG

Ähnlich wie Veränderungen der Produktionsstruktur, der Handelsströme und Wertschöpfungsketten kann der Strukturwandel FuE-aktiver Branchen Ausdruck von technologischem Fortschritt, zunehmender räumlicher und funktionaler Arbeitsteilung oder auch einer speziellen Markt- und Wettbewerbsdynamik sein. Die Richtung des Wandels und das sich herausbildende Strukturmuster geben Aufschluss darüber, ob die sich vollziehenden Veränderungen eher mit positiven Effekten oder eher mit Risiken einhergehen. So führt eine Spezialisierung und damit Bündelung von Innovationsaktivitäten in einer Branche oder in einem Technologiefeld zwar in der Regel zu einem komparativen Vorteil gegenüber anderen Innovationsregionen. Zugleich wächst damit aber auch die Abhängigkeit eines Innovationssystems von dieser dominanten Branche. Häufig bilden sich dann zunehmend unflexible Governancestrukturen und Handlungslogiken heraus. Veränderungen fallen zunehmend schwer, das Innovationssystem verkrustet und verliert an Innovationskraft. Kommt es in solchen Fällen zu negativen Marktentwicklungen oder einem Verdrängungswettbewerb durch radikale Innovationen externer Akteure, gerät die Zukunft des gesamten Innovationssystems in Gefahr (vgl. Grabher 1993).

WENIGER SPITZENTECHNOLOGIE IN DEUTSCHLAND

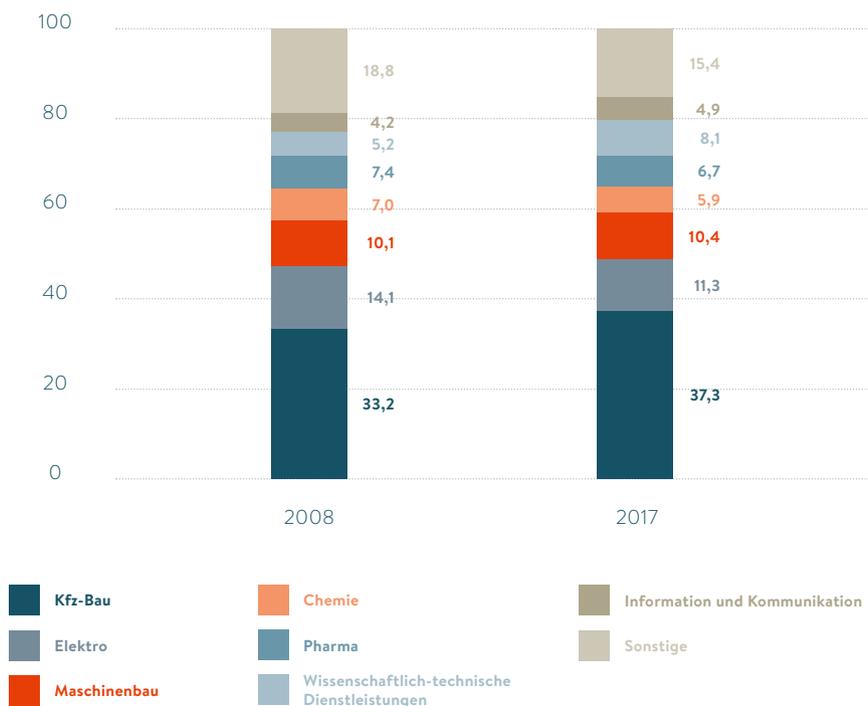
Das Branchenmuster der FuE-aktiven Wirtschaft wird in Deutschlands seit jeher von der Industrie und hier primär vom Segment der hochwertigen Technik dominiert. Es ist durch Güter geprägt, für deren Herstellung mehr als 3, aber nicht mehr als 9 Prozent des Umsatzes für Forschung und Entwicklung aufgewendet werden. In Branchen der Spitzentechnologie sind es dagegen mehr als 9 Prozent (vgl. EFI 2019). In Deutschland nimmt die Bedeutung spitzentechnologischer Branchen an den gesamten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Zeitverlauf deutlich ab. Wurde im Jahr 2013 noch gut ein Viertel der internen FuE-Aufwendungen von Unternehmen aus Branchen der spitzentechnologischen Industrie aufgewendet, war es im Jahr 2017 nur noch knapp ein Fünftel.

Dagegen ist gut die Hälfte der internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft Unternehmen der hochwertigen Technik zuzurechnen. In keinem anderen Land der OECD ist ein derart hohes Gewicht dieser Industriegruppe für Forschung und Entwicklung feststellbar (vgl. auch Schasse et al. 2018). Innerhalb der hochwertigen Technik ist der Kraftfahrzeugbau nicht nur die prägende Branche, vielmehr dominiert er das gesamte deutsche Innovationssystem: 37,3 Prozent der internen FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft entfallen auf diesen Wirtschaftszweig, 29 Prozent des FuE-Personals ist hier tätig. Absolut investierte der Kfz-Bau im Jahr 2017 25,7 Milliarden Euro in interne FuE. Das deutsche Innovationssystem ist somit weiterhin klar automobilbasiert.

Mit weitem Abstand in der Bedeutung folgen an zweiter Stelle die elektrotechnische Industrie mit gut 11 Prozent sowie der Maschinenbau mit einem Anteil von gut 10 Prozent an den internen FuE-Aufwendungen. Beide Branchen bringen gemeinsam 17,5 Milliarden Euro für interne FuE auf. Auch beim Blick auf die Struktur des FuE-Personals liegen die genannten Branchen, wenn auch mit anderen Gewichtsanteilen, auf den ersten drei Rangplätzen. In allen drei Wirtschaftszweigen zusammengenommen arbeitet mehr als die Hälfte aller FuE-Beschäftigten der Wirtschaft (53 Prozent) (Abbildung 19).

ABBILDUNG 19: ANTEILE EINZELNER WIRTSCHAFTSZWEIGE AN DEN INTERNEN FuE-AUFWENDUNGEN

in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

GEWICHT VON KFZ-BAU UND DIENSTLEISTUNGEN STEIGT

Dienstleistungsunternehmen spielen dagegen in Deutschland für Forschung und Entwicklung im Vergleich zu anderen OECD-Ländern eine geringe Rolle. Nur 13,4 Prozent der internen FuE-Aufwendungen sind Dienstleistungsunternehmen zuzurechnen. Ein solch niedriger Wert wird nur von Japan und Korea unterschritten. Doch im Zeitverlauf nimmt in Deutschland die Relevanz von Dienstleistungsunternehmen für das FuE-Geschehen zu. Zum Vergleich: Noch im Jahr 2008 lag der Anteil von Dienstleistungsunternehmen an den internen FuE-Aufwendungen nur bei knapp einem Zehntel und damit fast vier Prozentpunkte niedriger als heute.

Insgesamt haben sich die internen FuE-Aufwendungen zwischen 2008 und 2017 um 49,3 Prozent und der Bestand des FuE-Personals, gerechnet in Vollzeit-äquivalenten, um 31,1 Prozent erhöht. Auf Branchenebene haben insbesondere wissensintensive Dienstleistungsunternehmen sowohl ihre internen FuE-Aufwendungen als auch ihren entsprechenden Personalbestand weit überdurchschnittlich gesteigert. Dadurch verringerte sich die im internationalen Vergleich feststellbare Lücke FuE-aktiver Dienstleistungsunternehmen im deutschen Innovationssystem gegenüber anderen westlichen Industrienationen (vgl. hierzu auch EFI 2009). Die höchste Wachstumsrate der internen FuE-Aufwendungen überhaupt erreichte mit 163 Prozent der Wirtschaftszweig (WZ) 71 (Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische, chemische Untersuchung). Im WZ 72 (Forschung und Entwicklung) haben sich die internen FuE-Aufwendungen verdoppelt. Auch die Branche Information und Kommunikation (WZ 58–63), die FuE vor allem im Kontext mit Programmierungstätigkeiten durchführt, hat ihre FuE-Aktivitäten deutlich ausgeweitet.

SPITZENTECHNOLOGIE INNERHALB DES KRAFTFAHRZEUGBAUS WÄCHST

Das verarbeitende Gewerbe insgesamt ist zwischen 2008 und 2017 leicht unterdurchschnittlich gewachsen. Die einzelnen Branchen prägen jedoch sehr unterschiedliche Veränderungsdaten. Zwei Branchen fallen mit besonders hohen Wachstumsraten ins Auge: die Elektroindustrie und erneut die Kfz-Herstellung. Beide Wirtschaftszweige zählen im Schwerpunkt nicht zur Spitzentechnologie, sondern sind der FuE-schwächeren hochwertigen Technik zuzurechnen. Ausnahmen bilden Teile des Wirtschaftszweiges 26 der Elektroindustrie (WZ 26.60 und 26.70), in denen elektromedizinische, optische und fotografische Instrumente hergestellt werden. Sie sind, ebenso wie der WZ 29.31, in dem elektrische und elektronische Ausrüstungsgegenstände für den Kfz-Bau gefertigt werden, Teil der Spitzentechnologie. Die Entwicklung der FuE-Aufwendungen dieser Branchen unterscheidet sich jedoch grundlegend: Während sich die spitzentechnologischen Teile der Elektroindustrie zwischen 2009 und 2017 nur unterdurchschnittlich entwickelten, steigerte der entsprechende Wirtschaftszweig der Kfz-Industrie seine

TABELLE 1: INTERNE FuE-AUFWENDUNGEN IM KFZ-BAU

in Tausend Euro

| | 2009 | 2017 |
|--|-------------------|-------------------|
| KFZ-BAU | 13.820.733 | 25.655.845 |
| DARUNTER | | |
| Herstellung von Kfz und Kfz-Motoren | 9.008.085 | 15.646.064 |
| Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern | 19.177 | 79.104 |
| Herstellung von Teilen und Zubehör für Kfz | 4.793.471 | 9.930.677 |
| DARUNTER | | |
| Elektr. Ausrüstung für Kfz, Zubehör für Kfz | 569.944 | 6.353.249 |

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

internen FuE-Aufwendungen um gut das 11-Fache auf insgesamt 6,4 Milliarden Euro im Jahr 2017. Dies entspricht einem Viertel aller internen FuE-Aufwendungen des Kfz-Baus in Deutschland. Kein anderer Wirtschaftszweig der Kfz-Industrie hat seine FuE-Aufwendungen stärker ausgeweitet (Tabelle 1).

Davon abgesehen ist festzuhalten, dass die spitzentechnologischen Branchen weder ihre FuE-Aufwendungen noch ihr FuE-Personal überdurchschnittlich ausgeweitet haben. Im Gegenteil zählt etwa der Luft- und Raumfahrzeugbau bundesweit zu denjenigen Branchen, die ihre internen FuE-Aufwendungen am stärksten reduzierten – in diesem Fall um 27 Prozent. Das Gewicht dieser hochinnovativen Branchen und ihre Bedeutung für das deutsche Innovationssystem gehen somit im Zeitverlauf zurück: Nur noch jeder vierte FuE-Beschäftigte ist in einem Unternehmen der spitzentechnologischen Industrie tätig. Das technologische Muster der deutschen Wirtschaft verengt sich damit immer stärker auf das weniger FuE-intensive Segment der hochwertigen Technik.

Besorgniserregend ist zudem, dass innerhalb einzelner Branchen der spitzentechnologischen Industrie immer geringere Anteile des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen für Forschung und Entwicklung aufgewendet werden (vgl. Schasse et al. 2018). Dies betrifft insbesondere die elektrotechnische Industrie und in stärkerem Maße auch den Luft- und Raumfahrzeugbau. Dieser investiert inzwischen geringere Umsatzanteile in FuE als der Kraftfahrzeugbau – ein weiteres Indiz dafür, dass spitzentechnologische FuE-Aktivitäten innerhalb des Kfz-Baus wichtiger werden. Insgesamt dominiert diese Branche immer stärker das deutsche Innovationssystem. Binnen zehn Jahren ist ihr Anteil an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft um gut vier Prozentpunkte gewachsen – von 33,2 Prozent auf 37,3 Prozent. Ebenfalls einen Bedeutungsgewinn konnte der Maschinenbau verbuchen. Hier haben die internen FuE-Aufwendungen zwischen 2008 und 2017 um 52,4 Prozent zugenommen, das FuE-Personal wurde um 21,4 Prozent aufgestockt. Branchen der hochwertigen Technik insgesamt stemmen 56,4 Prozent der internen FuE-Aufwendungen. Jeder zweite FuE-Beschäftigte ist hier tätig. Auf forschungsintensive Dienstleistungen entfallen 12,3 Prozent der internen FuE-Aufwendungen und 17 Prozent des FuE-Personals (Abbildung 20).

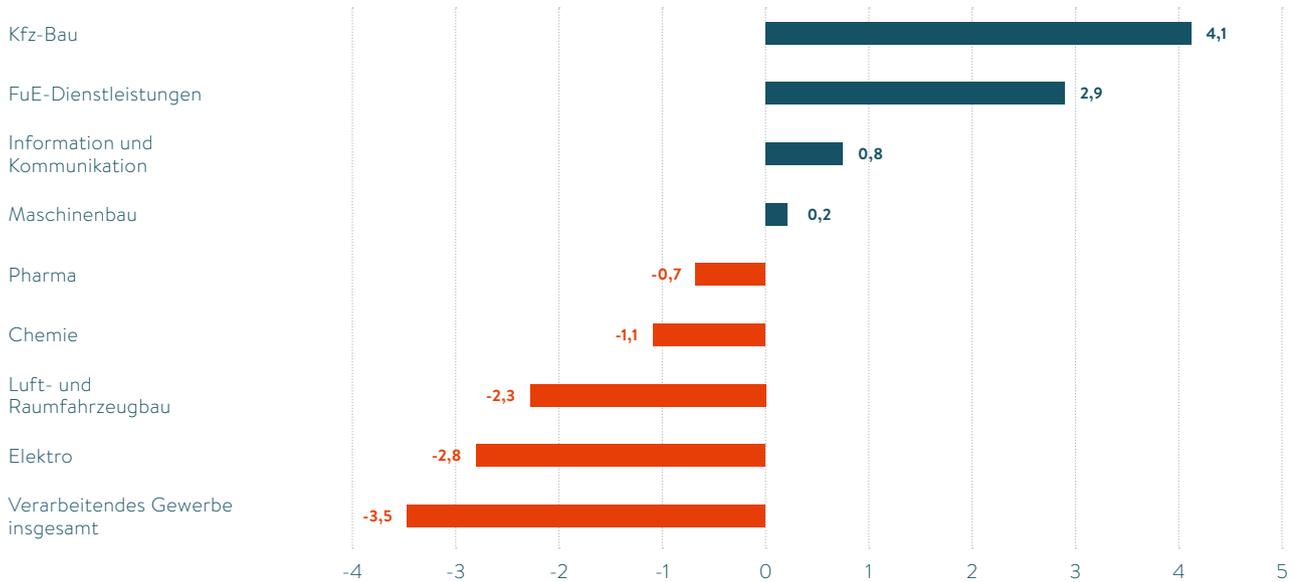
KFZ-DOMINANZ BEI EXTERNER FuE NOCH DEUTLICHER

Unternehmen führen nicht nur selbst Forschung und Entwicklung durch, sondern vergeben auch in erheblichen Umfang FuE-Aufträge an externe Partner. Auftragsforschung ist ein wichtiges Instrument für Unternehmen, Wissensquellen für Innovationen zu nutzen, die ihnen in ihrer eigenen Organisation nicht zur Verfügung stehen. Flexibel und bedarfsorientiert werden gezielt externe Partner gesucht, die FuE-Aufträge außerhalb der eigenen Kernkompetenzen abwickeln. Dies reduziert Risiken und Kosten. 93 Prozent der externen FuE-Aufwendungen stammen von Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten. Im Jahr 2017 summierten sich externe FuE-Aufwendungen auf einen Gesamtwert von 19,5 Milliarden Euro – eine Steigerung um 74 Prozent gegenüber 2008. Die Wachstumsrate lag noch deutlich über derjenigen der internen FuE-Aufwendungen, sodass Auftragsforschung in den vergangenen Jahren gegenüber der internen FuE an Bedeutung gewonnen hat.

Die Dominanz des Kfz-Baus ist bei der externen FuE noch deutlich stärker ausgeprägt als bei interner FuE: Im Jahr 2017 wurden 61,4 Prozent der externen FuE-Aufwendungen von Unternehmen der Kfz-Industrie finanziert – insgesamt 12 Milliarden Euro. Zugleich ist der Kfz-Bau diejenige Branche, die im Zeitraum

ABBILDUNG 20: VERÄNDERUNGEN DER ANTEILE EINZELNER BRANCHEN AN DEN INTERNEN FuE-AUFWENDUNGEN

von 2008 bis 2017, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

von 2008 bis 2017 ihre externe FuE am stärksten ausgeweitet hat – nämlich um 143 Prozent. Keine andere Branche erreicht auch nur annähernd hohe Steigerungsraten. Überdurchschnittliches Wachstum können nur die pharmazeutische Industrie, die Metallerzeugung und -bearbeitung sowie Teile der Elektroindustrie verbuchen. Dagegen haben die Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen ihre Aufwendungen für externe FuE im gleichen Zeitraum halbiert. Bei zugleich nur sehr verhaltenen Investitionen in interne FuE-Aktivitäten wird deutlich, dass sich diese IT-bezogenen FuE-Tätigkeiten immer stärker aus Deutschland zurückziehen beziehungsweise gegenüber ausländischen Unternehmen nicht mehr wettbewerbsfähig sind. Neben der Automobilindustrie ist hinsichtlich der Vergabe von FuE-Aufträgen nur noch die pharmazeutische Industrie von größerer Relevanz. Knapp 12 Prozent der externen FuE-Aufwendungen werden von dieser Branche aufgebracht, die ohnehin traditionell über stark internationalisierte FuE-Strukturen verfügt. Vor allem die USA sind aufgrund geringerer regulativer Hürden in Verbindung mit medizinischen Spitzenforschungseinrichtungen ein attraktiver FuE-Standort.

Noch ein Trend ist zu beobachten: Großunternehmen steigerten zwischen 2008 und 2017 ihre FuE-Aufwendungen deutlich stärker als kleinere Unternehmen. Dies gilt sowohl für interne FuE als auch für externe FuE-Aufwendungen. Der Anteil der FuE-Aufwendungen, die auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) entfallen, wird im Zeitverlauf folglich immer geringer – passend zur im Lauf der Zeit rückläufigen Innovatorenquote (vgl. ZEW 2019).

Gestützt wird das sich auf der Inputseite des Innovationsprozesses durch die FuE-Aufwendungen ergebende Bild durch eine entsprechende Spezialisierungsstruktur der Outputseite: Patentanmeldungen sind in Deutschland vor allem auf die Bereiche von Transporttechnologien, Maschinen und einige Segmente der Elektrotechnik ausgerichtet (vgl. Neuhäussler et al. 2019). Ebenso weist der Außenhandel vergleichbare Spezialisierungen auf.

FAZIT

Das deutsche Forschungs- und Innovationssystem ist durch ein starkes und sich im Zeitverlauf weiter verstärkendes Cluster Kfz-bezogener FuE-Aktivitäten und Wertschöpfungsketten geprägt. Die internen wie externen FuE-Aufwendungen der Automobilhersteller und ihre Steigerungsraten sind beeindruckend. Zugleich sind sie ein Zeichen dafür, dass die deutschen Endproduzenten erhebliche Anstrengungen unternehmen müssen, damit sie in den für die Kfz-Industrie relevanten Zukunftstechnologien in der ersten Liga mitspielen können. Die globalen Forschungszentren etwa für künstliche Intelligenz, Informations- und Kommunikationstechnologien oder Batterietechnologie liegen alle außerhalb Europas. Zusätzlich bedienen kleinere, agilere Unternehmen mit neuen Geschäftsmodellen aktuelle Marktentwicklungen, etwa in Richtung Sharing Economy, und fordern damit die traditionellen Großunternehmen heraus.

Vor diesem Hintergrund ist der klare Fokus des Kfz-Baus auf Forschung und Entwicklung der richtige Schritt, will man die Wettbewerbsfähigkeit halten oder herstellen. Doch das Rennen ist noch nicht entschieden. Bisher ist ein kontrolliert-strategischer Strukturwandel in Richtung neuer, aber mit dem Kerngeschäft verwandter Branchen und Technologiefelder zumindest anhand von Daten der FuE-Erhebung nur bedingt erkennbar. Für digitale Technologien und elektronische Komponenten haben die Kfz-Hersteller zwar ihre FuE-Budgets erheblich aufgestockt. Dies konnte jedoch keine Umkehr der insgesamt rückläufigen Bedeutung spitzentechnologischer FuE-Aktivitäten im deutschen Innovationssystem bewirken. Auch eine Diversifizierung in Richtung unverbundener Branchen ist nicht festzustellen. Zudem kommt nachteilig hinzu, dass die staatliche Forschung in den neuen Schlüsseltechnologien im Vergleich zu internationalen staatlichen wie privatwirtschaftlichen Top-Standorten kaum über Wissensvorsprünge verfügt. Möglich, dass aus diesem Grund die relative Bedeutung von Hochschulen und außeruniversitären Instituten als Auftragnehmer für externe FuE in den vergangenen Jahren stark rückläufig ist.

Positiv zu vermerken ist dagegen, dass in der deutschen FuE-Landschaft Dienstleistungsunternehmen zunehmendes Gewicht erhalten. Sie leisten durch wissenschaftliche Forschung und Entwicklung, Programmiertätigkeiten und Ingenieurdienstleistungen wichtige Beiträge im Rahmen arbeitsteiliger Innovationsprozesse. Ein Aufholen war hier dringend erforderlich. Zwischen FuE-aktiven Dienstleistungsunternehmen und den industriellen Kernbranchen des deutschen Innovationssystems sind insbesondere auch starke Verflechtungen gegeben. Darüber hinaus ist es für ein krisenfestes Innovationssystem bedeutsam, dass sich diese wissensintensiven Dienstleistungsunternehmen auch in einem internationalen Wettbewerb behaupten und mit diversen Branchen vernetzen. Nur auf diese Weise kann es gelingen, neben den traditionellen FuE-Clustern des Kfz- und Maschinenbaus weitere für sich tragfähige FuE-Standbeine zu entwickeln.

05

TECHNOLOGIEN UND PRODUKTGRUPPEN: WORAN FORSCHEN UNTERNEHMEN?

Die Erhebung zu Forschung und Entwicklung im Wirtschaftssektor ermittelt die Indikatoren zu FuE in Branchengliederung gemäß der Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ) 2008 (NACE 2.0) und folgt damit der EU-Verordnung 995/2012. Somit ist die Vorgehensweise angelehnt an andere Unternehmensstatistiken des Europäischen Statistischen Systems (ESS) und ermöglicht eine Vergleichbarkeit beziehungsweise Verknüpfbarkeit von aggregierten Branchendaten. Fragestellungen der täglichen Praxis gehen jedoch über diese Branchensicht oftmals hinaus.

← ANDREAS KLADROBA

Zum einen gibt es bereits seit vielen Jahren Diskussionen über den Stand, den Deutschland in einigen Technologien (Biotechnologie, Nanotechnologie, aber auch zum Beispiel alternative Energien) im internationalen Vergleich innehat, und ob die Politik bestimmte Technologien stärker fördern oder ihre bereits technologiegebundenen Förderprogramme anpassen sollte. Daher überrascht es, dass über die Forschungsaktivitäten der Wirtschaft in einzelnen Technologiefeldern so gut wie nichts bekannt ist. Selbst Zahlen, die zum Beispiel im Biotechnologiebericht der OECD verwendet werden, stammen nicht aus der offiziellen FuE-Statistik, sondern aus Sondererhebungen von Wirtschaftsverbänden, die nicht an die FuE-Statistik anschlussfähig sind (OECD 2005). Die Ursache liegt darin, dass die meisten Technologien branchenübergreifend beforscht und eingesetzt werden. Es gibt jedoch kein Technologieregister, das mit dem amtlichen Unternehmensregisters vergleichbar wäre, oder eine Technologieklassifikation vergleichbar der WZ-Klassifikation. Daher hat sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) erstmals mit Erhebung der FuE-Daten im Jahr 2015 entschlossen, die Forschungsfelder vom Stifterverband erfassen zu lassen.

Eine andere Frage ist, für welche Produkte eigentlich geforscht wird. Wenn ein Unternehmen wie Volkswagen, das ja zur Automobilbau-Branche gehört, zum Beispiel an neuen Antriebsmethoden forscht, dann arbeitet es ausschließlich für das eigene Produkt. Entwickelt und produziert ein Unternehmen der Elektroindus-

trie dagegen eine Batterie, dann ist diese Batterie zunächst ja kein Selbstzweck, sondern erfüllt ihre Bestimmung erst mit dem Einbau zum Beispiel in ein Elektrofahrzeug. Das heißt, dass in diesem Fall die Elektroindustrie für die Automobilindustrie forscht.

Daher erfragt die europäische FuE-Statistik nicht nur die Branche, in der die Forschung betrieben wird, sondern auch die Branche, der die Forschung zugutekommt. Allerdings erfolgt die Lieferung der Daten durch die EU-Mitgliedsländer an dieser Stelle auf freiwilliger Basis, sodass EU-weit größere Datenlücken entstehen. Für Deutschland liegen entsprechende Daten bereits seit vielen Jahren vor und können in den Publikationen des Stifterverbandes nachgelesen werden.

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit beiden Fragestellungen:

- » In welchen Technologien forschen die Unternehmen?
- » Für welche Produkte forschen die Unternehmen?

TECHNOLOGIEN

Das World Economic Forum hat sich im Jahr 2016 Gedanken über die wichtigsten Zukunftstechnologien gemacht. Zusammengefasst standen hier ganz oben: künstliche Intelligenz, Nanotechnologie, autonomes Fahren und alternative Energien (Cann 2016). Ähnliche Gedanken macht sich zum Beispiel auch regelmäßig die Firma IBM in ihrem „5 in 5“ (fünf technologische Innovationen in den nächsten fünf Jahren) genannten Format (IBM 2019). Hier spielten zum Beispiel im Jahr 2017 die Themen Gesundheit und Umwelt eine große Rolle, natürlich in erster Linie verbunden mit Konzepten zur künstlichen Intelligenz, was bei einem Unternehmen wie IBM nicht weiter überrascht.

Oftmals wird die Diskussion über Zukunftstechnologien in Deutschland begleitet von dem Hinweis, Deutschland sei bei der Umsetzung von Zukunftstechnologien viel zu zögerlich und andere Länder seien uns da deutlich überlegen. Dabei gibt es quasi keine belastbaren Zahlen, die einen internationalen Vergleich der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (FuE) im Bereich der Technologien (nicht nur „Zukunftstechnologien“, sondern auch andere, alteingesessene) überhaupt zulassen. Erste Versuche, entsprechende Zahlen zu liefern, hat der Stifterverband in einem gemeinsamen, vom BMBF geförderten Projekt mit dem Fraunhofer ISI in den Jahren von 2011 bis 2013 auf Basis der FuE-Erhebungen 2007 und 2009 durchgeführt (Neuhäusler et al. 2016). Allerdings fand zu dieser Zeit noch keine explizite Befragung der Unternehmen nach Technologien statt. Diese wurde erstmals in der FuE-Erhebung 2015 durchgeführt. Hier wurde allerdings nur die Anzahl der Technologiefelder abgefragt (vgl. SV Wissenschaftsstatistik 2017, Kapitel 4). Die Frage wurde in der Erhebung 2017 erneut gestellt, diesmal allerdings wurde nach dem Anteil der einzelnen Technologiefelder an der gesamten internen FuE der Unternehmen gefragt. Die folgenden Ausführungen beziehen sich daher ausschließlich auf die Ergebnisse der Erhebung 2017.

Wie erwähnt, gibt es bisher noch keine international abgestimmte Klassifikation der Technologien. Daher wurden sich in den FuE-Erhebungen 2015 und 2017 an der Leistungsplansystematik (LPS) des Bundes orientiert. Ein Vorteil dabei ist, dass der direkte Bezug zur Forschungsförderpolitik des Bundes hergestellt werden kann.

ABBILDUNG 21: ANTEILE DER TECHNOLOGIEFELDER AN DEN INTERNEN FuE-AUFWENDUNGEN DER WIRTSCHAFT

2017, in Prozent



59 Fahrzeug- und
Verkehrstechnologien
(einschließlich mariti-
mer Technologien)



13 Gesundheitsforschung
und Gesundheitswirt-
schaft



6 Informations- und
Kommunikations-
technologien



4 Energieforschung
und Energie-
technologien



4 Sonstige oder
keine eindeutige
Zuordnung möglich



3 Ernährung,
Landwirtschaft und
Verbraucherschutz



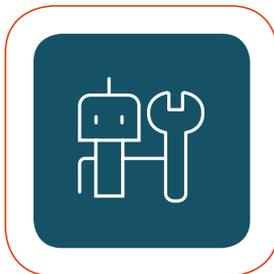
3 Nanotechnologien
und Werkstoff-
technologien



2 Bioökonomie
(einschließlich
Biotechnologie)



2 Luft- und
Raumfahrt



2 Innovative
Dienstleistungen



2 Optische
Technologien



1 Klima, Umwelt,
Nachhaltigkeit

Bezüglich der letzten Forderung wurde eine Kategorie „Sonstige“ (Technologiefelder) eingeführt. Diese wurde in der Befragung allerdings außergewöhnlich häufig ausgewählt, sodass man davon ausgehen kann, dass die Unternehmen in vielen Fällen ihre Forschung nicht eindeutig zuordnen konnten.

Abbildung 21 gibt einen Überblick über die in der FuE-Erhebung abgefragten Kategorien und den Anteil der Technologiefelder an den internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft im Jahr 2017.

Wem die Forschungslandschaft in Deutschland bekannt ist, den wird es wenig überraschen, dass die Fahrzeug- und Verkehrstechnologie mit 59 Prozent der internen FuE-Aufwendungen mit weitem Abstand vorne liegt. Dann folgen auf den Plätzen 2 und 3 (wenn man die Kategorie „Sonstige“ außer Acht lässt) Gesundheit mit 13 Prozent und IT mit 6 Prozent. Es schließt sich ein breites Mittelfeld mit Anteilen zwischen 2 und 4 Prozent an. Die Schlusslichter mit weniger als 2 Prozent bilden Bioökonomie, Klima und Umwelt sowie zivile Sicherheit.

Vergleicht man die absoluten Werte pro Technologie allerdings mit den Branchenzahlen, ergeben sich zum Teil massive Unterschiede. So fallen auf das Technologiefeld „Energieforschung und Energietechnologien“ gute 3,3 Milliarden Euro, während die Energie- und Wasserversorger nur auf FuE-Aufwendungen von rund 173 Millionen kommen. Ein großer Anteil der Energieforschung erfolgt also durch „branchenfremde“ Unternehmen (vgl. dazu auch Kladroba 2018).

Es lohnt sich also im Folgenden an ausgewählten Beispielen den Fragen nachzugehen:

- » In welchen Technologien forschen die einzelnen Branchen?
- » Aus welchen Branchen speisen sich die einzelnen Technologien?

Bezüglich der ersten Fragestellung zeigt Abbildung 22 die Forschungsfelder der Branchen Maschinenbau, Information und Kommunikation sowie der wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen.

Zunächst fällt auf, dass sich der Maschinenbau in den angegebenen Technologiefeldern offenbar nicht besonders zu Hause fühlt. Die Angaben, man sei „Sonstige“ und damit nicht eindeutig zuzuordnen, ist hier mit 30 Prozent überdurchschnittlich hoch. Ansonsten zeigt sich die Vielfalt der Branche Maschinenbau. Natürlich ist man im Bereich „Fahrzeug, Verkehr“ tätig, aber auch bei „Ernährung, Landwirtschaft“ (Landmaschinen und Ähnliches) und mit gut 10 Prozent in der Energieforschung. Die IT hat zunächst einmal ein eigenes Forschungsfeld, dem sie sich auch verbunden fühlt. Darüber hinaus sieht sie sich ganz stark als Dienstleister und erbringt ebenfalls Leistungen für „Fahrzeug und Verkehr“. Die wissenschaftlichen und technischen Dienstleister sind zu 46 Prozent in „Fahrzeug und Verkehr“ eingebunden. Darüber hinaus sind sie in ausnahmslos allen Technologien zu finden, besonders in „Gesundheit“, „Bioökonomie“, „Energie“ und „Luft- und Raumfahrt“.

Aber aus welchen Branchen speisen sich die Technologien Energie, Klima/Umwelt, IT und Gesundheit? Energieforschung findet in Deutschland vor allem in den Branchen Elektroindustrie und Maschinenbau statt (zusammen fast 70 Prozent). Die eigentlich zuständige Branche, nämlich die Energie- und Wasserversorgung, trägt gerade einmal 5 Prozent zu den internen FuE-Aufwendungen dieses Technologiefeldes bei. Das bestätigt noch einmal die These von Kladroba (2018), dass die Energiewende in Deutschland nicht von den Energieversorgern gestaltet wird. Klima und Umwelt, die ja eng mit dem Thema Energie zusammenhängen, sind

ABBILDUNG 22: FORSCHUNGSFELDER VON MASCHINENBAU, IT UND WISSENSCHAFTLICHEN DIENSTLEISTERN

2017, Top-3-Nennungen je Branche



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

gleichfalls weitgehend beim Maschinenbau und der Elektroindustrie angesiedelt. Positiv überraschend mag sein, dass auch die Chemie angibt, dass sie stark im Bereich Klima und Umwelt forscht. Außerdem handelt es sich offensichtlich auch um ein Thema für die FuE-Dienstleister, die hier als wichtige Player wahrzunehmen sind.

Das Forschungsfeld IT wird von der Hardwareseite in erster Linie von der Elektroindustrie bespielt. Softwareseitig sehen sich viele Unternehmen, die hier forschen, auch direkt der IT zugehörig. Chemie, Pharma, Maschinenbau, Kfz-Bau, aber auch Banken und Versicherungen tragen ihren Teil zur IT-Forschung bei.

„Gesundheit“ ist in Deutschland weitgehend verbunden mit der Pharmaindustrie, was zum großen Teil auch an der extrem kapitalintensiven Forschung im Pharmabereich liegen dürfte. Dadurch kommen für die einzelnen Forschungsprojekte extrem hohe Ausgaben zusammen. Dass die Restgruppe „Sonstige Waren“ einen hohen Anteil an der Gesundheitsforschung aufweist, liegt daran, dass auch die Medizintechnik zu den „Sonstigen“ (WZ 32.5) gehört. Vielleicht sollte man darüber bei der nächsten Revision der WZ-Klassifikation einmal nachdenken.

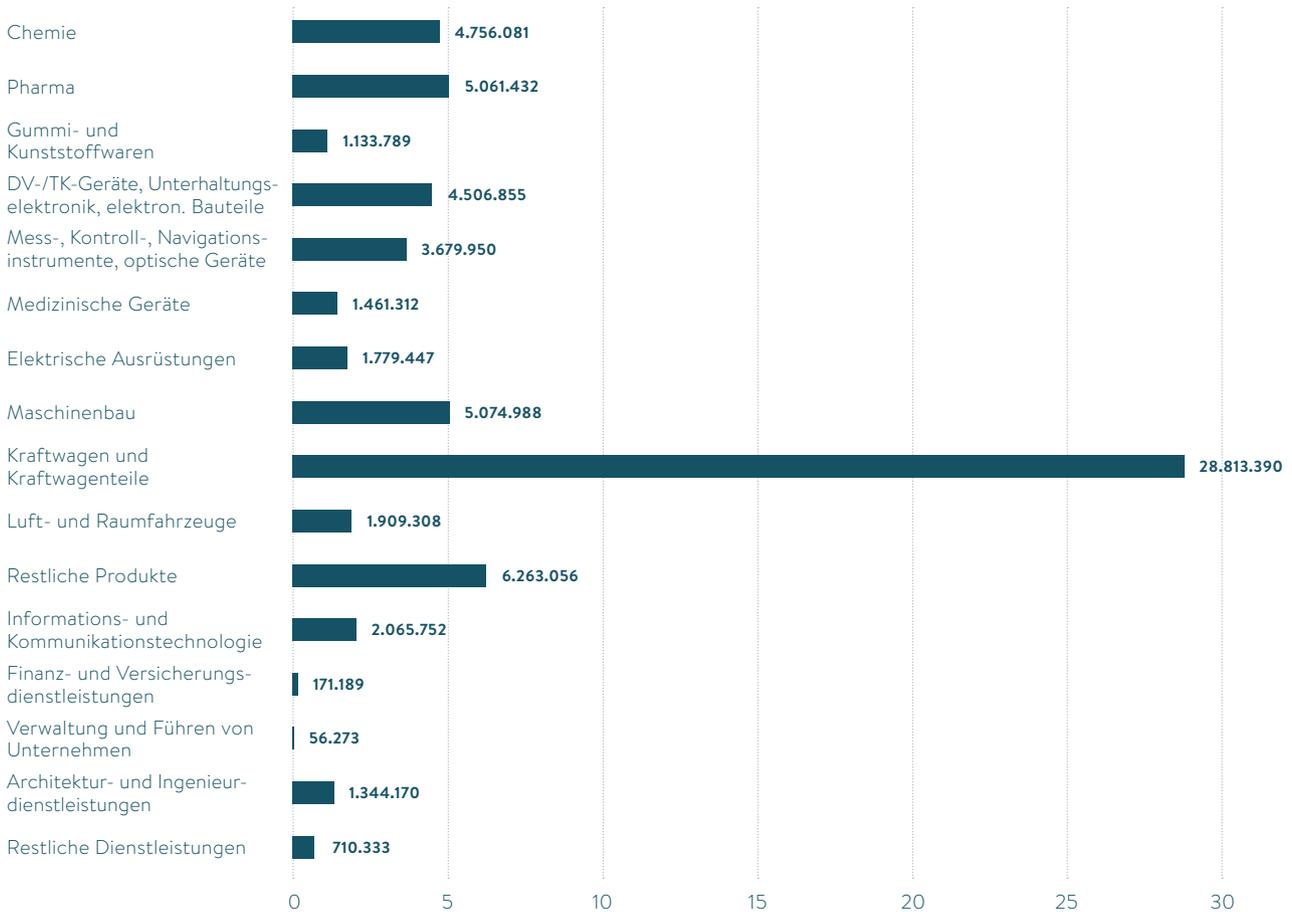
PRODUKTGRUPPEN

Eine weitere Frage ist – wie bereits erwähnt – für welche Produkte Unternehmen einer bestimmten Branche forschen oder auch andersherum gefragt: Aus welchen Branchen geht Forschung in ein bestimmtes Produkt ein. So zeigt sich, dass von den insgesamt 28,8 Milliarden Euro, die die Forschung und Entwicklung des Produktes „Automobil“ im Jahr 2017 gekostet hat, nur 24,7 Milliarden direkt vom Kfz-Bau aufgebracht worden sind. Dies sind zwar mehr als 85 Prozent, aber in der Summe waren noch mindestens 15 andere Branchen an der Automobilforschung beteiligt. Der Löwenanteil entfällt dabei auf die wissenschaftlichen und technischen Dienstleister, wobei man davon ausgehen kann, dass es sich dabei zu einem großen Teil um Auftragsforschung handelt. Das heißt, dass die Finanzierung dieser Forschungsarbeiten zum größten Teil durch die Automobilindustrie erfolgt ist. Mit jeweils mehr als 500 Millionen Euro haben sich die Elektroindustrie und der Maschinenbau an der Automobilforschung beteiligt. Wie viele Materialien in einem Auto verbaut werden, wird dadurch deutlich, dass man sieht, dass nicht nur die Metallerzeugung mit mehr als 33 Millionen Euro an der Automobilforschung beteiligt war, sondern auch Textil und Leder (8,2 Millionen Euro), Gummi und Kunststoff (4 Millionen Euro), Glas (16,6 Millionen Euro) und sogar Holz und Papier (2,5 Millionen Euro). Dass IT nur mit 29 Millionen Euro zu Buche schlägt, mag zunächst verwundern, weil moderne Autos ja längst rollende Computer sind. Das Rätsel löst sich aber schnell, wenn man beachtet, dass die Automobilindustrie ihrerseits mehr als 100 Millionen Euro in die IT-Forschung gesteckt hat. Das heißt, ein großer Teil der IT wird dort selbst entwickelt.

Bei der umgekehrten Betrachtung – nämlich für welche Produkte einzelne Branchen forschen (Abbildung 23) – sind auch diesmal wieder die FuE-Dienstleister von besonderem Interesse, weil sie ja kein „Produkt“ im eigentlichen Sinne verkaufen. Hier gibt es in Deutschland eine ganz klare Schwerpunktbildung. Wie bereits erwähnt, sind große Teile dieser Branche in der Automobilforschung tätig. Fast 50 Prozent der internen FuE-Aufwendungen des WZ 72 gehen in diese Richtung. Der zweite Schwerpunkt ist die Pharmazie. Rund 17 Prozent der FuE-Aufwendungen fließen in die Pharmaforschung. Der Rest ist mehr oder weniger gleichmäßig auf eine ganze Reihe von Produkten verteilt (Abbildung 24).

ABBILDUNG 23: INTERNE FuE-AUFWENDUNGEN DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT

2017, für ausgewählte Produktgruppen, in Tausend Euro

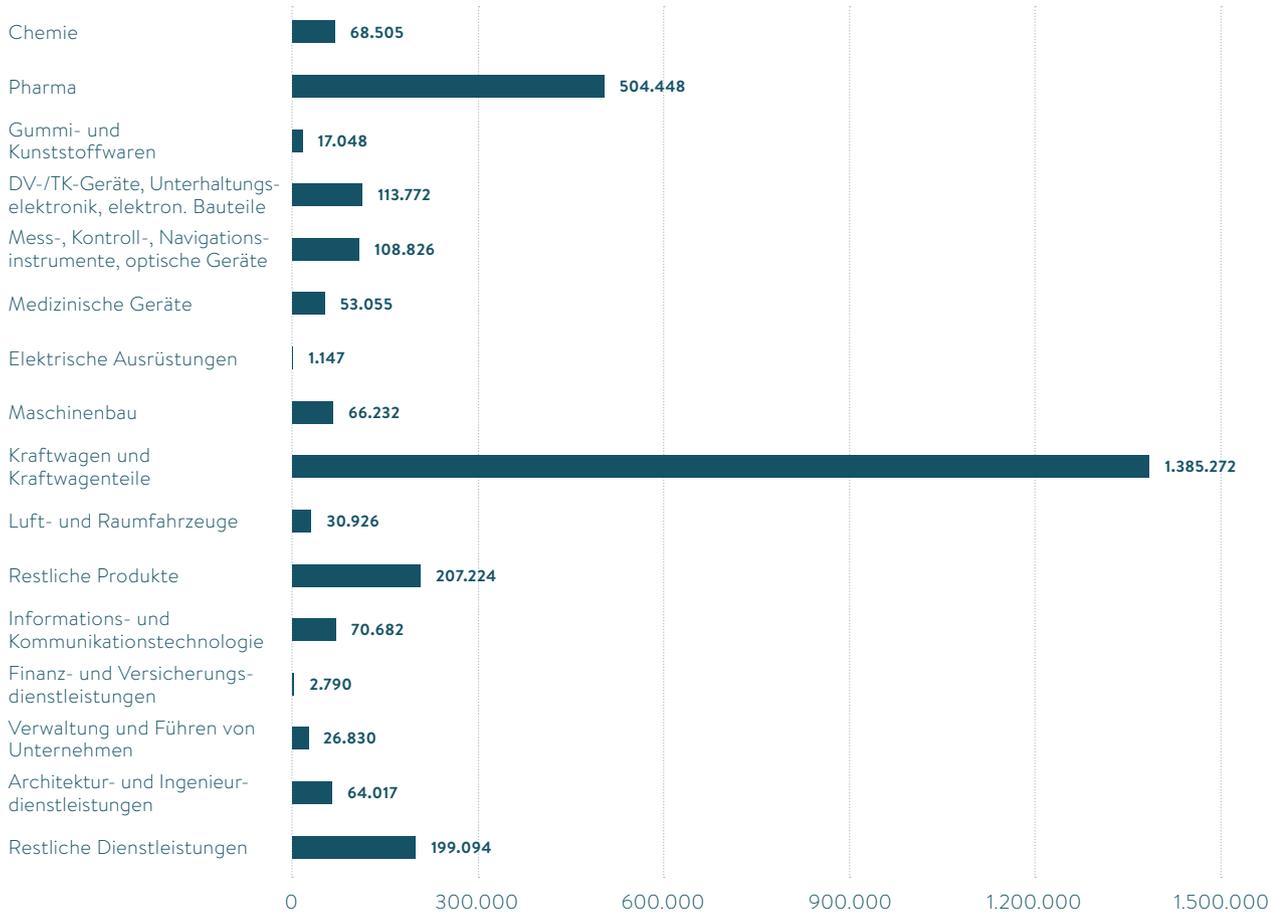


Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

Allerdings muss man bei der Interpretation der Daten etwas vorsichtig sein. Die Frage „Für wen forschen Sie?“ ist durchaus interpretationsfähig und scheint – so sieht es zumindest aus – auch vom Selbstvertrauen der entsprechenden Branchen abzuhängen. Dies sieht man, wenn man zum Beispiel die Branchen Mineralölverarbeitung und Chemie gegenüberstellt. Die Mineralölverarbeitung sieht sich offensichtlich als Zulieferer für die Chemie. Laut Selbstverständnis der befragten Unternehmen kommen 100 Prozent der FuE-Aufwendungen der Chemie zugute. Umgekehrt scheint die Chemieindustrie genug Selbstvertrauen zu besitzen, ihre eigenen Erzeugnisse als verkaufsfähige Produkte zu verstehen, obwohl die meisten Menschen mit Chemie eigentlich nur in Form von Kunststoffen, Medikamenten, Putzmitteln und Ähnlichem in Berührung kommen, also mit einer Weiterverarbeitung des chemischen Produktes. Dennoch gibt die Chemieindustrie an, sie forsche zu 95 Prozent für sich selber. Sicher auch eine Frage der Sichtweise.

ABBILDUNG 24: INTERNE FuE-AUFWENDUNGEN DER FuE-DIENSTLEISTER

2017, für ausgewählte Produktgruppen, in Tausend Euro



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

FAZIT

Die FuE-Erhebung 2017 erzielt mit ihren Fragen zu Technologien und Produktgruppen einige überraschende Ergebnisse, die auch für die Forschungs- und Forschungsförderpolitik interessant sein dürften. Genannt wurden bereits die Beispiele Energieforschung und IT. In beiden Fällen wird in Deutschland von Seiten der Unternehmen sehr viel mehr getan als aus der Branchenauswertung der FuE-Statistik ersichtlich ist. So betragen die Aufwendungen für Energieforschung im gesamten Wirtschaftssektor fast das Zwanzigfache dessen, was die Branche Energie- und Wasserversorgung selber leistet. IT ist in erster Linie eine Querschnittstechnologie, die – ähnlich wie die Energieforschung – zum Beispiel sehr stark in der Elektrotechnik angesiedelt ist. Dies sind Erkenntnisse, die bei der Förderung einzelner Technologien in Zukunft unbedingt einbezogen werden sollten. Dabei könnten sich neue Prioritäten bei der Forschungsförderung ergeben, die letztlich nicht nur Auswirkungen auf die entsprechende Technologie und Branche, sondern zum Beispiel auch Konsequenzen für die Mittelstandsförderung und regionale Förderung haben.

EXKURS

DIE BRANCHEN IM FORSCHUNGSFELD FAHRZEUGBAU

Fakt ist: Der Kfz-Bau bestimmt die Forschungslandschaft. Der Blick in die Wirtschaftszweige zeigt, dass mehr als ein Drittel der FuE-Investitionen 2017 im Fahrzeugbau getätigt wurden. Fragt man darüber hinaus nach den im Produkt enthaltenen Technologien, also den Forschungsfeldern der FuE-Tätigkeit, zeigt sich, dass sogar knapp zwei Drittel (59 Prozent) der Forschungsausgaben aller Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor für den Fahrzeugbau investiert werden.

Stellt sich die Frage: Wie groß ist denn eigentlich der Anteil der internen FuE-Aufwendungen der einzelnen Branchen an der Forschung für das Forschungsfeld „Fahrzeug und Verkehr“?

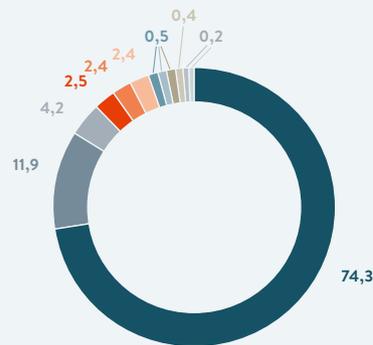
Der größte Anteil von fast 75 Prozent an der internen FuE im Forschungsfeld wird vom Kfz-Bau selbst erbracht. Gerade in der Branche Kfz-Bau ist die hohe Konzentration auf die Kerntechnologie verwunderlich, vermutet man doch eine breite Forschung in den Feldern Energie, Klima/Umwelt oder Information und Kommunikation.

Die FuE-Dienstleister sind ebenfalls stark mit dem Thema Fahrzeug und Verkehr befasst, rund 12 Prozent der FuE im Forschungsfeld wird hier generiert.

Deutschland ist traditionell auf den Automobilbau spezialisiert und pflegt sehr erfolgreich seine Monostruktur. Eine breitere technologische Diversifikation bietet neue Chancen für disruptive Innovationen und ein geringeres Risiko für die Volkswirtschaft im Falle einer negativen Entwicklung der Automobilbranche. Die Frage, inwieweit Technologien, die in einem Wirtschaftszweig entwickelt werden, auch in anderen Wirtschaftszweigen für neue Produkte genutzt werden, wird der Schwerpunkt der nächsten FuE-Erhebung.

ABBILDUNG 25: ANTEIL DER BRANCHEN AN DER INTERNEN FuE IM FORSCHUNGSFELD FAHRZEUG UND VERKEHR

2017, in Prozent



- Kfz-Bau
- FuE-Dienstleistungen
- Maschinenbau
- Elektro
- Information und Kommunikation
- Gummi
- elektronische Ausrüstung
- sonstiger Fahrzeugbau
- Metallerzeugnisse
- Metallerzeugung
- Chemie
- Sonstiges

Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung



06

DIE FRAGE DES STANDORTS: INTERNATIONALISIERUNG VON FuE

An einem Projekt 24 Stunden am Tag forschen? Für weltweit agierende Unternehmen absolut kein Problem. Forschungsstandorte werden international längst so verteilt, dass man nicht nur die besten Köpfe und die besten Bedingungen zur Verfügung hat, sondern immer einen Standort, an dem gerade Tag ist. Durch entsprechende digitale Vernetzung können räumliche Distanzen überwunden werden.

← **ANDREAS KLADROBA
UND VERENA ECKL**

Dabei kann die Entscheidung zur Durchführung von FuE im Ausland unterschiedlich motiviert sein. Grundsätzlich kann man zwischen Aktivitäten unterscheiden, die der Anwendung beziehungsweise Adaption existierender Technologie und der Erweiterung des technologischen Wissensbestandes dienen (Kuemmerle 1999, Dunning/Narula 1995, Patel/Vega 1999, Cantwell/Mudambi 2005). Dabei können Effizienzvorteile durch Skaleneffekte entstehen, die durch den Transfer von Wissen und Innovation im sich erweiternden internen Unternehmensnetzwerk erzielt werden, und Unternehmen profitieren von externen Effekten an ausländischen Standorten oder von der technologischen Kooperation mit lokalen Akteuren.

Die Globalisierung hat in die Forschung bereits seit vielen Jahren Einzug gehalten. Seit den 1970er-Jahren ist die Internationalisierung von Forschung und Entwicklung vor allem zwischen den USA, Europa und Japan zu beobachten, die durch technologische Diversifizierung multinationaler Unternehmen vorangetrieben wurde (Cantwell/Santangelo 2000). Inzwischen sind auch Schwellenländer in die Reihe der weltweiten Innovationsstandorte multinationaler Unternehmen aufgerückt (Contractor et al. 2010, D'Agostino et al. 2013, UNCTAD 2005, Moncada-Paternò-Castello et al. 2011, Giuliani et al. 2016).

Daher stellt der Stifterverband in seinen Publikationen auch immer wieder die Frage, inwieweit ausländische Unternehmen in Deutschland und deutsche Unternehmen im Ausland forschen.

IN- UND OUTWARD FuE

Es sei hier zunächst ein Blick in die Vergangenheit gestattet. In seinem FuE-Datenreport (dem Vorläufer der „ar:an“di: Analysen) 2008, in dem über die FuE-Erhebung 2005 berichtet wird, zieht der Stifterverband das Fazit, „dass sich die FuE-Ausgaben deutscher Unternehmen im Ausland und ausländischer Unternehmen in Deutschland in gleicher Größenordnung bewegen. Deutschland ist als Forschungsstandort ausländischer Unternehmen durchaus beliebt. Befürchtungen, die Verlagerung von Forschung und Entwicklung würde nur eine Richtung kennen, nämlich ‚raus aus Deutschland‘, lassen sich statistisch nicht bestätigen.“ (SV Wissenschaftsstatistik 2008, S. 43)

Dieses Zitat dient als Basis der folgenden Überlegungen. Wie sieht es in der längerfristigen Entwicklung aus? Gilt die Aussage auch heute, zwölf Jahre später, noch oder sind inzwischen ganz andere Tendenzen erkennbar?

Wir unterscheiden im Folgenden die Aktivitäten ausländischer Unternehmen in Deutschland (Inward R&D) von denen deutscher Unternehmen im Ausland (Outward R&D).

Die methodische Vorgehensweise bei der Erfassung der Daten soll dabei nur angedeutet werden. Für eine genauere Erläuterung sowie die Schwächen und Grenzen der Methoden sei auf die „ar:an“di: Analysen 2017 (SV Wissenschaftsstatistik 2017) verwiesen.

INWARD R&D – DEUTSCHLAND ALS INTERNATIONALER FORSCHUNGSSTANDORT

In Deutschland wurden im Jahr 2017 knapp 68,8 Milliarden Euro für interne Forschung und Entwicklung des Wirtschaftssektors ausgegeben. „In Deutschland“ heißt hier „innerhalb der Grenzen Deutschlands“ (Inlandsprinzip). Ohne Bedeutung ist, wer hier forscht, woher er kommt und wer beispielsweise weisungsbefugt ist. Es lässt sich aber unterscheiden, ob das forschende Unternehmen ein deutsches oder ein ausländisches Unternehmen ist. Wichtig für die Klassifizierung in In- und Ausländer ist der sogenannte Ultimate Owner, also der hierarchisch höchste Eigentümer. Es gelte zum Beispiel die Eigentümerkette A – B – C, wobei A der Ultimate Owner, B eine 100-prozentige Tochter von A und C noch einmal eine 100-prozentige Tochter von B ist. Ist A zum Beispiel ein französisches Unternehmen, während B und C ihren Hauptsitz in Deutschland haben, dann gilt C als ausländisches Unternehmen. Ist dagegen A ein deutsches und B ein ausländisches Unternehmen, dann gilt C als deutsches Unternehmen. Nach diesem Prinzip wurden von den genannten 68,8 Milliarden Euro interne FuE-Aufwendungen im Jahr 2017 gut 55 Milliarden Euro durch deutsche Unternehmen in dem genannten Sinne aufgebracht (entspricht 80 Prozent). Ausländisch geführte Unternehmen erbringen damit 20 Prozent der inländischen FuE-Aufwendungen.

DIGITALISIERUNG KENNT KEINE GRENZEN

Die Schwankungen dieses Anteils sind über die Branchen relativ hoch. Zunächst fällt die Land- und Forstwirtschaft auf, bei der der Anteil an ausländischer FuE nur 6,6 Prozent beträgt. Dies mag vor allem daran liegen, dass es kaum ausländische Unternehmen dieser Branche in Deutschland gibt. Interessant sind vielmehr die Unternehmen der Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK) und die Finanzdienstleister. Bei den IuK-Unternehmen beträgt der Anteil ausländischer Forschung nur 8,6 Prozent (bei den Programmierertätigkeiten sogar nur 5,9 Prozent), bei den

Finanzdienstleistern findet ausländische Forschung in Deutschland quasi nicht statt (Anteil: 0,6 Prozent). Da auch bei Banken und Versicherungen in erster Linie im IT-Bereich geforscht wird, besteht zwischen beiden Branchengruppen eine Parallele: Aufgrund der leichten digitalen Übertragbarkeit von Forschungsprojekten und -ergebnissen sehen ausländische Unternehmen wahrscheinlich keine Notwendigkeit, mit eigenen FuE-Einheiten in Deutschland auch physisch vor Ort zu sein. Forschung wird hier wohl hauptsächlich im Heimatland des Mutterkonzerns betrieben.

KEINE GRENZENLOSE MOBILITÄT

Auf der anderen Seite der Skala der ausländischen Forschungsausgaben fallen hier vor allem die Branchen „Kokereien und Mineralölverarbeitung“ (das heißt heute fast ausschließlich „Mineralölverarbeitung“) und „Luft- und Raumfahrzeugbau“ mit Anteilen ausländischer Forschung von mehr als 70 Prozent auf. Grund hierfür ist der Umstand, dass die in Deutschland agierenden Unternehmen sowohl bei den großen Mineralölkonzernen als auch bei den Flugzeugbauern weitgehend in ausländischer Hand sind. Bei den meisten Branchen liegt der Anteil ausländischer Forschung zwischen 25 und 50 Prozent. Dass der Durchschnitt nur bei 20 Prozent liegt, ergibt sich aus dem Kraftfahrzeugbau, bei dem nur etwas mehr als 11 Prozent der FuE-Aufwendungen aus dem Ausland stammen.

NICHT MEHR UND NICHT WENIGER

Bezüglich der oben genannten Fragestellung, wie attraktiv Deutschland für ausländische Unternehmen ist, lohnt sich ein Blick in die Historie. In den 1990er- und den 2000er-Jahren nahm das Engagement ausländischer Unternehmen in Deutschland sprunghaft zu. So verdreifachten sich die internen FuE-Aufwendungen ausländischer Unternehmen in Deutschland zwischen 1993 (3,4 Milliarden Euro, nachträglich von Deutscher Mark in Euro umgerechnet) und 2005 (10,6 Milliarden Euro) (siehe SV Wissenschaftsstatistik 2008, S. 39). Der Anteil an den gesamten internen FuE-Aufwendungen der Wirtschaft stieg damit von knapp 16 Prozent auf fast 28 Prozent. Deutschland war offensichtlich nach der Wiedervereinigung hochattraktiv für ausländische Investoren. In der Folgezeit (bis 2011) glichen sich die Wachstumsraten der FuE-Aufwendungen in- und ausländischer Unternehmen an, sodass der Anteil der ausländischen Unternehmen konstant bei rund 26 bis 28 Prozent blieb. Ab 2011 blieben die Aufwendungen ausländischer Unternehmen dann relativ konstant bei rund 13,3 bis 13,7 Milliarden Euro (mit einem leichten Einbruch 2013). Bei stark steigenden Aufwendungen deutscher Unternehmen nahm der Anteil der ausländischen Unternehmen so bis 2017 auf 20 Prozent ab. Offensichtlich gab es für die ausländischen Unternehmen keine Veranlassung, ihre FuE-Aufwendungen zu reduzieren, es gab aber auch keine Anreize, sie zu erhöhen.

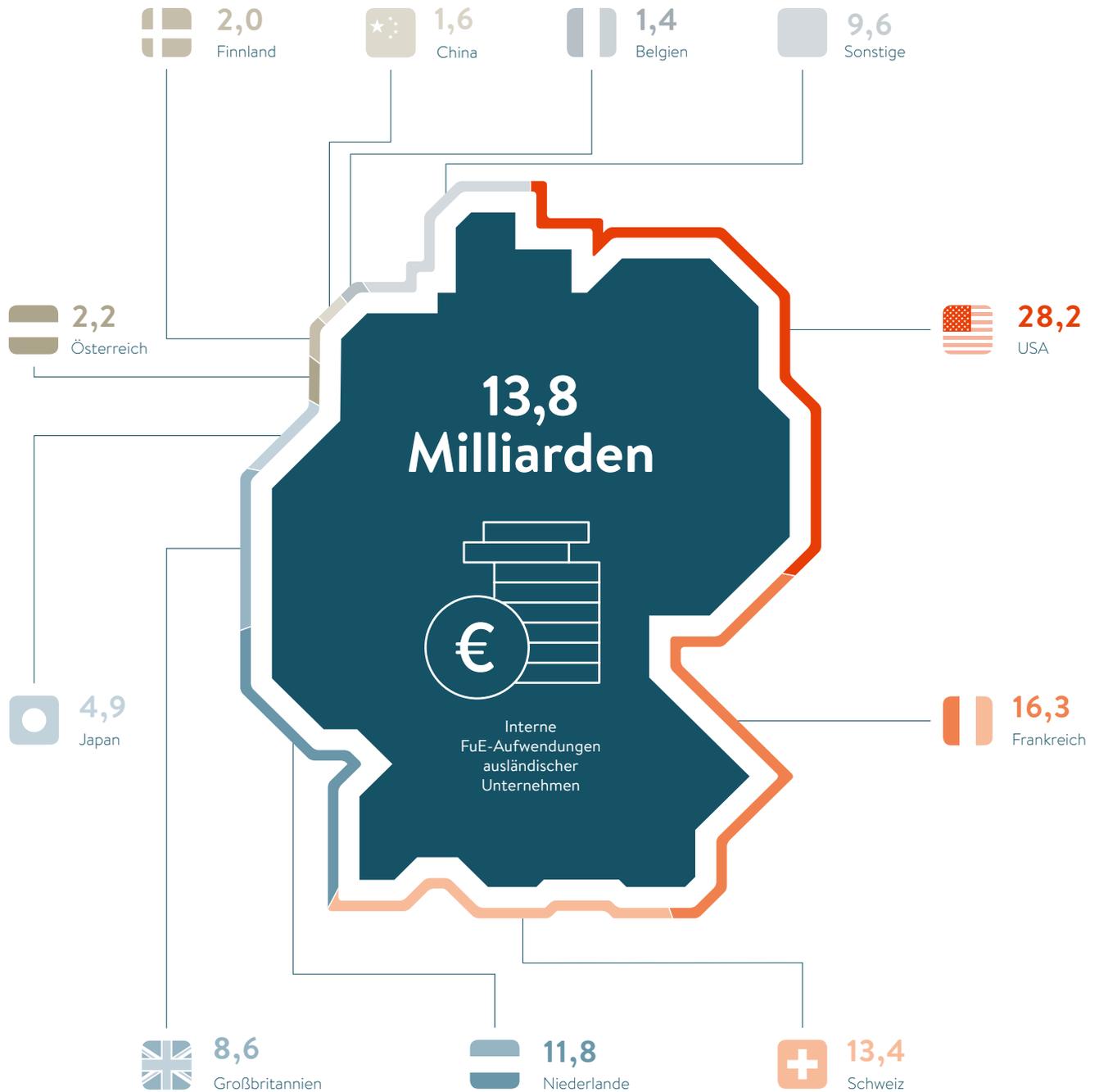
Betrachtet man die Herkunftsländer der FuE-aktiven ausländischen Unternehmen in Relation zur Höhe ihrer FuE-Investitionen, so stammt die meiste interne FuE von ausländischen Unternehmen aus den USA, Frankreich, der Schweiz und den Niederlanden (Abbildung 26).

OUTWARD R&D

Für die Messung der internationalen FuE-Aktivitäten (im Sinne des Ultimate Owners) deutscher Unternehmen gibt es nur wenige verlässliche Quellen (siehe den folgenden Abschnitt zu den Sonderbefragungen). Die Unternehmen selbst berichten in ihren Geschäftsberichten meist nur über die weltweite FuE. Der

ABBILDUNG 26: ANTEIL DER HERKUNFTSLÄNDER AN DEN INTERNEN FuE-AUFWENDUNGEN AUSLÄNDISCHER UNTERNEHMEN IN DEUTSCHLAND

Top 10, in Prozent



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, FuE-Erhebung

Stifterverband stellt daher die dort berichteten FuE-Aufwendungen den nationalen FuE-Aufwendungen aus der Befragung gegenüber.

Konkret werden von den globalen FuE-Aufwendungen der etwa 100 forschungsstärksten deutschen Unternehmen, die in den Geschäftsberichten und Jahresabschlüssen veröffentlicht sind, die FuE-Aufwendungen dieser Unternehmen in Deutschland, welche aus der nationalen Erhebung bekannt sind, abgezogen. Grundlage der Unternehmensauswahl ist das jeweils aktuelle EU Industrial R&D Investment Scoreboard und die Höhe der FuE-Aufwendungen des Vorjahres. Die Branchenzuordnung der FuE-Aufwendungen im Ausland erfolgt dabei nach der Hauptbranche der Mutterunternehmen.

Die Differenz aus beidem ergibt zwangsläufig die FuE im Ausland. Aus Ressourcen Gründen werden dabei nur die 100 forschungsstärksten Unternehmen analysiert. Vergleichsrechnungen in der Vergangenheit zeigten aber, dass die so erfolgte Untererfassung zu vernachlässigen ist.

Die Top 100 der international forschenden deutschen Unternehmen haben 2017 79 Milliarden Euro weltweit an Forschungsaufwendungen aufgebracht. Davon entfielen 30,1 Milliarden Euro auf das Ausland, also mehr als 38 Prozent. Auch hier ist die Spannweite relativ groß. Zeigt sich die Pharmazie mit 54 Prozent Auslands-FuE sehr international aufgestellt, ist der Kfz-Bau mit gerade einmal 30,5 Prozent eher heimatverbunden.

Auch hier lohnt sich der langfristige Vergleich. Die FuE-Aufwendungen der 100 größten Unternehmen sind in den Jahren von 2005 bis 2017 im Inland im Schnitt um 5,1 Prozent gestiegen. Die ausländische FuE ist im gleichen Zeitraum jedoch um 8,4 Prozent pro Jahr gestiegen. Hier ist also ein deutliches Auseinanderdriften der Inlands- und Auslandszahlen zu erkennen. Der politisch sehr relevanten Frage, ob durch die zunehmende Auslands-FuE Inlands-FuE verdrängt wird, kann man sich nur indirekt nähern. Zum Vergleich sollen die Unternehmen dienen, die nicht international forschen beziehungsweise die nicht zur Top-100-Gruppe gehören. Hier lag die Steigerungsrate der internen FuE-Aufwendungen bei durchschnittlich 4,4 Prozent pro Jahr, also niedriger als bei der Inlandsforschung der 100 multinationalen Unternehmen. Dies kann als Indikator verstanden werden, dass die multinationalen Unternehmen ihre Auslandsforschung nicht zulasten der Inlandsforschung erhöhen, zumindest nicht in signifikanter Weise.

FAZIT

Welches Fazit lässt sich aus diesen Überlegungen ziehen beziehungsweise wo gibt es interessante Ansatzpunkte für weitere Untersuchungen? Ausländische Unternehmen verstärken ihr FuE-Engagement in Deutschland seit mehreren Jahren nicht mehr. Sie gehen zwar auch nicht bewusst aus der Forschung in Deutschland heraus, erhöhen sie aber auch nicht. Hier wäre es interessant zu wissen, wie stabil das untersuchte Panel ist. Inwiefern handelt es sich in den Jahren um dieselben Unternehmen? Welche Unternehmen sind ausgeschieden, welche sind dazugekommen? Welche Veränderungen in den Eigentümerstrukturen hat es gegeben?

Deutsche Unternehmen verstärken ihr Auslandsengagement massiv. Gleichzeitig wird aber auch das Inlandsengagement überproportional gesteigert. Bei den deutschen Unternehmen findet keine Verdrängung von inländischer FuE durch ausländische FuE statt. Detaillierte Angaben, in welchen Branchen und Technologiefeldern die Unternehmen im Ausland tätig sind, liegen nicht vor. Auch eine Zuordnung der FuE-Aufwendungen auf die Zielländer oder Zielregionen ist bisher nicht erfolgt.

Der unten stehende Abschnitt beschreibt die leider vergeblichen Bemühungen, neue Erkenntnisse hinsichtlich des letzten Punktes zu gewinnen.

STETES BEMÜHEN: SONDERBEFRAGUNGEN ZUR INTERNATIONALISIERUNG

Eine Sonderbefragung des Stifterverbandes und der Expertenkommission für Forschung und Innovation (EFI) aller FuE-betreibenden Unternehmen aus dem Jahr 2012 erlaubte erste Einblicke in Zielländer, Motive und Schwierigkeiten für FuE im Ausland. Allerdings konnte hier aufgrund der niedrigen Rücklaufquote (Unit-Nonreponse) und einem zurückhaltenden Angabeverhalten (Item-Nonresponse) nur ein eingeschränktes Bild gewonnen werden (Czernich 2014). In die FuE-Befragung der Unternehmen im Jahr 2017 wurde ebenfalls ein Schwerpunkt zum Thema internationale FuE integriert. Der Fragebogen wurde entsprechend der Erfahrungen mit der

Vorgängerbefragung entwickelt. Der Rücklauf für diesen Teilabschnitt des Erhebungsbogens ist allerdings äußerst gering.

Von den befragten Unternehmen beantworteten rund 10 Prozent die Frage, davon gaben 7 Prozent der Unternehmen an, FuE im Ausland durchzuführen. Die Angaben können daher nicht für repräsentative Auswertungen herangezogen werden. Diese Ergebnisse zeigen die Grenzen der umfragebasierten Primärbefragung als adäquate Methode zur Erfassung von FuE im Ausland auf.



ANHANG



Literatur

Alesina, A. & Ferrara, E. L. (2005). Ethnic diversity and economic performance. *Journal of Economic Literature*, 43(3), 762–800.

Bassett-Jones, N. (2005). The paradox of diversity management, creativity and innovation. *Creativity and Innovation Management*, 14 (2), 169–175.

Cann, O. (2016). These are the top 10 emerging technologies of 2016. Abgerufen unter <https://www.weforum.org/agenda/2016/06/top-10-emerging-technologies-2016/> (Stand: 16.08.2019).

Cantwell, J. & Mudambi, R. (2005). MNE competence-creating subsidiary mandates. *Strategic Management Journal*, 26 (12), 1109–1128.

Cantwell, J. & Santangelo, G. D. (2000). Capitalism, profits and innovation in the new techno-economic paradigm. *Journal of Evolutionary Economics*, 10 (1), 131–157.

Chesbrough, H. W. (2003). Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. Harvard Business Press.

Content, J. & Frenken, K. (2016). Related variety and economic development: a literature review. *European Planning Studies*, 24 (12), 2097–2112.

Contractor, F. J., Kumar, V., Kundu, S. K. & Pedersen, T. (2010). Reconceptualizing the firm in a world of outsourcing and offshoring: The organizational and geographical relocation of high-value company functions. *Journal of Management Studies*, 47 (8), 1417–1433.

Czernich, N. (2014). Forschung und Entwicklung deutscher Unternehmen im Ausland – Zielländer, Motive und Schwierigkeiten. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

D'Agostino, L. M., Laursen, K. & Santangelo, G. D. (2013). The impact of R&D offshoring on the home knowledge production of OECD investing regions. *Journal of Economic Geography*, 13 (1), 145–175.

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11, 147–162.

Dunning, J. & Narula, R. (1995). The R&D activities of foreign firms in the United States. *International Studies of Management & Organization*, 5 (1–2), 39–74.

Eckl, V., Ettl, K., Hochfeld, K. & Nguyen, T.-V. (2019). Diversität in FuE-Teams: Alle(s) gleich anders? Zum Zusammenhang von Diversität und Innovationsfähigkeit – Implikationen der Erhebung zu Forschung und Entwicklung (FuE) der Wirtschaft. Stifterverband Policy Paper Nr. 3, Essen.

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (Hg.) (2019). Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2019. Berlin: EFI.

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (Hg.) (2014). Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2014. Berlin: EFI.

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (Hg.) (2009). Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2009. Berlin: EFI.

Franken, R. (2019). „Der Kater der Vielfalt“ – Warum sich der Diversity-Diskurs emanzipieren sollte. Abgerufen unter <https://digitaletanzformation.wordpress.com/2019/07/11/der-kater-der-vielfalt-unser-naiver-diversity-diskurs/> (Stand: 12.07.2019).

Frenken K., Van Oort, F. & Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41 (5), 685–697.

Giuliani, E., Martinelli, A. & Rabelotti, R. (2016). Is Co-invention expediting technological catch up? A study of collaboration between emerging country firms and EU investors. *World Development*, 77, 192–205.

Grabher, G. (1993). The weakness of strong ties; the lock-in of regional development in the Ruhr area, in: G. Grabher (Hg.), *The embedded firm: On the socio-economics of industrial networks*. London & New York: Routledge, 255–277

Henderson, J., Kuncoro, A. & Turner, M. (1995). Industrial development in cities. *Journal of Political Economy*, 103 (5), 1067–1090.

Hermann, A. & Mensi-Klarbach, H. (2015). Diversität in Teams und in Topmanagement Teams: Zur Relevanz dynamischer Gruppenkonzepte für Forschung und Praxis, in: Hanappi-Egger, E. & Bendl, R. (Hg.), *Diversität, Diversifizierung und (Ent)Solidarisierung*. Wiesbaden: Springer VS, 189–204.

IBM (2019). 5 in 5. Abgerufen unter <http://www.research.ibm.com/5-in-5/> (Stand: 16.08.2019).

Jacobs, J. (1969). *The economy of cities*. New York: Vintage.

Kaiser, S., Hochfeld, K., Gertje, E. & Schraudner, M. (2012). *Unternehmenskulturen verändern – Karrierebrüche vermeiden*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Kladroba, A. (2018). Energieversorgung als Innovationsbranche vor dem Hintergrund der Energiewende: Ein Fragezeichen. *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 42 (4).

Kladroba, A. & Eckl, V. (2019). Diversity in den FuE-Abteilungen der Unternehmen: Empirische Evidenz und Ausblick, in: Hermeier, B., Heupel, T. & Fichtner-Rosada, S. (Hg.), *Arbeitswelten der Zukunft*. Wiesbaden: Springer Gabler, 23–35.

Kuemmerle, W. (1999). Foreign direct investment in industrial research in the pharmaceutical and electronics industries – results from a survey of multinational firms. *Research Policy*, 28 (2–3), 179–193.

Moncada-Paternò-Castello, P., Vivarelli, M. & Voigt, P. (2011). Drivers and impacts in the globalization of corporate R&D: an introduction based on the European experience. *Industrial and Corporate Change*, 20 (2), 585–603.

Neuhäusler, P., Frietsch, R., Mund, C. & Eckl, V. (2016). Identifying the technology profiles of R&D performing firms – a matching of R&D and patent data. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 1740003.

OECD (2005). A framework for biotechnology statistics. Abgerufen unter <http://www.oecd.org/sti/inno/34935605.pdf> (Stand: 12.09.2019).

Parrotta, P., Pozzoli, D. & Pytlikova, M. (2014). The nexus between labor diversity and firm's innovation. *Journal of Population Economics*, 27 (2), 303–364.

Patel, P. & Vega, M. (1999). Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages. *Research Policy*, 28 (2–3), 145–155.

Rammer, C. (2019a). Dokumentation zur Innovationserhebung 2018: Zusammenarbeit mit der Wissenschaft und Fachkräftebedarf (No. 19–01). ZEW-Dokumentation.

Rammer, C. (2019b). *Innovationen in der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2018*. Mannheim: ZEW.

Schasse, U., Gehrke, B. & Stenke, G. (2018). *Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft – Deutschland im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem*. Berlin: EFI.

Schumpeter, J. A. (1961): Konjunkturzyklen. Eine theoretische, historische und statistische Analyse des kapitalistischen Prozesses. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

SV Wissenschaftsstatistik (2017). ar:ən'di: Analysen. Abgerufen unter https://www.stifterverband.org/arendi-analysen_2017 (Stand: 01.08.2019).

SV Wissenschaftsstatistik GmbH (Hrsg.) (2019a). facts – Zahlen und Fakten aus der Wissenschaftsstatistik. Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2017, Essen, Stifterverband.

SV Wissenschaftsstatistik GmbH (Hrsg.) (2019b). Zahlenwerk, Essen, Stifterverband.

SV Wissenschaftsstatistik GmbH (Hrsg.) (2008). Datenreport, Essen, Stifterverband.

UNCTAD (2005). World investment report. TNCs and the internationalization of R&D. Genf: Vereinte Nationen.

ZEW (2019): Kernindikatoren zur Innovationserhebung. Abgerufen unter <https://www.zew.de/de/publikationen/zew-gutachten-und-forschungsberichte/forschungsberichte/innovationen/innovationserhebung/kernindikatoren/> (Stand: 06.07.2019).

Autoren

Verena Eckl ist Geschäftsführerin der SV Wissenschaftsstatistik GmbH und leitet dort die Erhebung zu Forschung und Entwicklung (FuE) der Unternehmen in Deutschland. Ihre aktuelle Forschung konzentriert sich auf die Zusammensetzung von FuE-Teams und die Adaption innovativer Prozesse und Technologien in Unternehmen.

Prof. Dr. Andreas Kladroba ist Professor für Mathematik und Statistik an der FOM Hochschule für Oekonomie und Management. Darüber hinaus ist er nebenberuflich Senior Research Advisor und Prokurist der Wissenschaftsstatistik. Sein Hauptforschungsgebiet ist die angewandte Statistik vor allem mit Bezug auf Fragestellungen zu Forschung und Entwicklung sowie Innovation.

Dr. Gero Stenke ist Leiter und Geschäftsführer der Wissenschaftsstatistik GmbH im Stifterverband und Lehrbeauftragter für Innovationsökonomie an der Universität Bremen. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen im Bereich von Innovationsindikatorik, räumlichen und sektoralen Innovationssystemen sowie Förderinstrumenten zur Steigerung der Forschungs- und Innovationsleistung.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Wissenschaftsstatistik GmbH
im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
Essen, 2019

VERANTWORTLICH FÜR DEN HERAUSGEBER

Verena Eckl, Gero Stenke

REDAKTION

Christine Beyer, Ruth Hellmich, Simone Höfer

MITARBEITER

Bernd Kreuels, Thu-Van Nguyen

TITELILLUSTRATION

Axel Pfaender

GRAFIK UND LAYOUT

SeitenPlan Corporate Publishing, Dortmund

DRUCK

Druckerei Schmidt, Lünen

BEZUG DURCH

Wissenschaftsstatistik GmbH
im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft
Postfach 16 44 60
45224 Essen
ISSN 0720-2776

RÜCKFRAGEN

Wissenschaftsstatistik GmbH
T 0201 8401-400
F 0201 8401-431
wissenschaftsstatistik@stifterverband.d



Die Statistik zu Forschung und Entwicklung im Wirtschaftssektor erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft.

STIFTERVERBAND
für die Deutsche Wissenschaft e.V.

Baedekerstraße 1
45128 Essen
T 0201 8401-0
F 0201 8401-301

www.stifterverband.org

