BEAUFTRAGT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Fraunhofer ISI

prognos

ZEW
Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

Rainer Frietsch, Christian Rammer, Michael Astor,
Marius Berger, Stephanie Daimer, Martin Hud, Cordula Klaus,
Christian Lerch, Jan Limbers, Peter Neuhäusler

Studie "Schrittweise Erhöhung der FuE-Quote auf bis zu 3,5% des BIP – Instrumente und Auswirkungen auf volks-wirtschaftliche Kennzahlen"

Abschlussbericht

Juni 2017

Aktualisierung: Januar 2019

Ansprechpartner:
Dr. Rainer Frietsch
Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Str. 48
76139 Karlsruhe
Tel.: 0721 6809-197
E-mail: rainer.frietsch@isi.fraunhofer.de

Inhalt

1 Problemstellung 1

1.1 Aufgabenstellung 3

1.2 Szenarien zur Erreichung des 3,5%-Ziels bis 2025 3

2 Möglichkeiten der Steigerung der FuE-Ausgaben in KMU 11

2.1 Fragestellung und Analyseansatz 11

2.2 FuE-Aktivitäten von KMU in Deutschland 2006-2017 14

2.3 Potenzial für eine Erhöhung der Anzahl FuE-betreibender KMU 19

2.4 Potenzial für eine Erhöhung der FuE-Ausgaben von KMU 28

2.5 Fazit 32

3 Analyse der FuE-Aktivitäten und deren strukturelle Implikationen im Verarbeitenden Gewerbe 34

3.1 Fragestellung und Herangehensweise 34

3.2 Struktureller Überblick der FuE-Aktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe 34

3.3 FuE-Aktivitäten im Kontext betrieblicher Innovationsstrategien 37

3.4 FuE-Kooperationsverhalten im Verarbeitenden Gewerbe 40

3.5 FuE-Auslandsverlagerungen im Verarbeitenden Gewerbe 42

3.6 FuE-Ausgaben und Innovations- und Betriebsperformance 45

3.7 Zusammenfassung und Fazit 50

4 Inter- und Intra-sektorale Veränderungen 53

4.1 Einleitung 53

4.2 Herangehensweise und Methoden 55

4.2.1 Datenquellen 55

4.2.2 Methodische Herangehensweise 56

4.2.3 Vorausschätzung bis 2025 57

4.2.4 Szenario: Ausweitung von Digitalisierung, Elektromobilität und Nano- und Biotechnologie 58

4.3 Ergebnisse ... 59
4.3.1 Inter-sektoraler Wandel ... 59
4.3.2 Inter-sektoraler Wandel bis 2025 ... 63
4.3.3 Intra-sektoraler Wandel ... 67
4.3.3.1 Basis-Szenario ... 67
4.4 FuE-Strukturen – ein internationaler Vergleich ... 73
4.5 Fazit ... 76

5 Gewinnelastizität der FuE-Ausgaben und mögliche Effekte einer indirekten FuE-Förderung ... 77
5.1 Fragestellung und Untersuchungsansatz ... 77
5.2 Hauptergebnisse zur Gewinnelastizität von FuE ... 80
5.3 Ergebnisse zur Gewinnelastizität von FuE für Teilgruppen von Unternehmen ... 87
5.4 Fazit ... 95

6 Abschätzung der Additionalität direkter FuE-Projektförderung ... 97
6.1 Fragestellung und Untersuchungsansatz ... 97
6.2 Schätzergebnisse ... 100

7 Ökonomische Effekte höherer FuE-Ausgaben ... 105
7.1 Schätzung des Zusammenhangs zwischen FuE-Ausgaben und Totaler Faktorproduktivität ... 105
7.2 Umsetzung eines 3,5%-Szenarios und ökonomische Effekte ... 107
7.3 Zusammenfassung ... 111

8 Aktuelle und mögliche Instrumente der FuE-Förderung ... 113
8.1 Bestandsaufnahme der FuE-Förderung von Bund und Ländern ... 114
8.1.1 Finanzierungsanteile und Politik der Länder ... 114
8.1.2 Instrumentarium ... 115
8.1.3 Strategie und thematische Schwerpunkte ... 117

8.2 Bewertung genutzter und potenzieller Instrumente der staatlichen FuE-Förderung 119
8.2.1 Institutionelle Förderung 119
8.2.2 Projektförderung 122
8.2.3 Auftragsforschung 125
8.2.4 Entwicklung von organisationsübergreifenden Innovationsstrategien und innovativen Netzwerken 127
8.2.5 Förderung von Plattformen zur Koordination 130
8.2.6 Steuerliche FuE-Förderung 132
8.3 Zusammenfassung und Fazit 135

9 Schlussfolgerungen 138
9.1 Zusammenfassung 138
9.2 Empfehlungen 142

10 Anhang 144

11 Literatur 148

Abbildungen

Abbildung 1-1: Entwicklung der FuE-Quote in Deutschland 2000-2015 und weitere Entwicklung bis 2025 bei Erreichen des 3,5%-Ziels 9

Abbildung 1-2: Entwicklung der FuE-Ausgaben in Deutschland 2000-2015 und weitere Entwicklung bis 2025 bei Erreichen des 3,5%-Ziels in Abhängigkeit von der Höhe des realen BIP-Wachstums 9

Abbildung 1-3: Entwicklung der Anzahl des FuE-Personals in Deutschland 2000-2015 und weitere Entwicklung bis 2025 bei Erreichen des 3,5%-Ziels in Abhängigkeit von der Höhe der Reallohnsteigerung für FuE-Personal 10

Abbildung 2-1: Anzahl KMU mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit in Deutschland 2006-2017 nach Hauptsektoren 14

Abbildung 2-2: Anzahl KMU mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit in Deutschland 2006-2017 nach Hauptsektoren 15

Abbildung 2-3: Anteil KMU mit kontinuierlicher und gelegentlicher FuE-Tätigkeit nach europäischen Ländern *(Durchschnitt 2008, 2010, 2012, 2014)* 16

Abbildung 2-4: Interne FuE-Ausgaben von KMU mit interner FuE-Tätigkeit nach europäischen Ländern und Größenklassen *(Durchschnitt 2008, 2010, 2012, 2014)* 18

Abbildung 2-5: Gesamte FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland 2006-2017 nach Größenklassen 18

Abbildung 2-6: Gesamte FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland 2006-2015 nach Hauptsektoren 19

Abbildung 2-7: Bestand und Potenzial an KMU mit kontinuierlicher FuE in Deutschland nach Hauptsektoren und Größenklassen 27

Abbildung 2-8: Bestand und Potenzial an KMU mit gelegentlicher FuE in Deutschland nach Hauptsektoren und Größenklassen 28

Abbildung 2-9: Bestand an FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland und Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben bei dauerhafter Realisierung des in 2009-2014 erreichten maximalen jährlichen Ausgabenniveaus nach Hauptsektoren und Größenklassen 31

Abbildung 2-10: Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben in KMU in Deutschland bei Mobilisierung zusätzlicher FuE-betreibender KMU nach Hauptsektoren und Größenklassen 32

Abbildung 3-1: Anteil kontinuierlich FuE treibender Betriebe im Jahr 2014 und insgesamt, nach Betriebsgröße 35

Abbildung 3-2: Anteil kontinuierlich FuE treibender Betriebe nach Produktkomplexität und Seriengröße 36

Abbildung 3-3: FuE-Aktivitäten nach wichtigstem Innovationsfeld 38

Abbildung 3-4: Anteil an Produkt- und Dienstleistungsinnovatoren nach FuE-Aktivitäten 39

Abbildung 3-5: Anteile der Betriebe mit und ohne kontinuierliche FuE-Aktivitäten unter Produkt- bzw. Dienstleistungsinnovatoren 40

Abbildung 3-6: Anteile der Betriebe mit FuE-Kooperation nach Betriebsgröße und Kooperationspartner 41

Abbildung 3-7: Betriebe mit FuE-Kooperation nach Position in der Wertschöpfungskette 42

Abbildung 3-8: Anteil an Betrieben mit FuE-Auslandsverlagerungen nach Betriebsgröße 43

Abbildung 3-9: Anteil an Betrieben mit FuE-Auslandsverlagerungen nach Branche 44

Abbildung 3-10: Anteil an Produkt- und Dienstleistungsinnovatoren nach FuE-Ausgaben 46

Abbildung 3-11: Umsatzanteile mit neuen Produkten bzw. produktbegleitenden Dienstleistungen (Median) nach FuE-Ausgaben 47

Abbildung 3-12: Arbeitsproduktivität (Median) nach FuE-Ausgaben 49

Abbildung 3-13: Umsatzentwicklung von 2012-2014, nach FuE-Ausgaben (Median) 50

Abbildung 4-1: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen FuE-intensiven und weniger FuE-intensiven Sektoren, einzelne Jahresscheiben, nur Verarbeitendes Gewerbe 60

Abbildung 4-2: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen den Sektoren, zwischen 1993-1995 und 2013-2015 61

Abbildung 4-3: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen den Sektoren, einzelne Jahresscheiben 62

Abbildung 4-4: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen FuE-intensiven und weniger FuE-intensiven Sektoren bis 2025 64

Abbildung 4-5: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen den Sektoren, zwischen 2013-2015 und 2025 65

Abbildung 4-6: Darstellung der vorausberechneten IST-Situation in 2025 66

Abbildung 4-7: Anteil der Technologiefelder an den Patentanmeldungen des Jahres 2025 und deren Veränderung gegenüber dem Jahr 2015 . 68

Abbildung 4-8: Anteile der Technologien mit hohen oder sehr hohen FuE-Kosten je Technologie innerhalb der Wirtschaftszweige im Jahr 2025 und deren Veränderung gegenüber der Periode 2011-2013 71

Abbildung 4-9: Entwicklung der Patentanmeldungen in den vier Gruppen von FuE-Kosten zwischen 1993 und 2025 im Basisszenario..... 72

Abbildung 4-10: Entwicklung der Patentanmeldungen in den vier Gruppen von FuE-Kosten zwischen 1993 und 2025 im Technologieszenario. 73

Abbildung 7-1: FuE-Ausgaben nach Szenario, absolut und in Relation zum Bruttoinlandsprodukt, 2017-2025 108

Abbildung 8-1: FuE-Ausgaben der Bundesländer im Verhältnis zum BIP 115

Abbildung 8-2: Übersicht: Genutzte und potenzielle staatliche FuE-Förderinstrumente 117

Abbildung 10-1: Entwicklung der FuE-Quoten (Basis: Produktion) ausgewählter Länder unter der Annahme der deutschen Industriestruktur..... 147

Tabellen

Tabelle 1-1: FuE-Kennzahlen für Deutschland 2015 4

Tabelle 1-2: Höhe der FuE-Ausgaben in Deutschland 2025 (zu Preisen von 2015) bei einer FuE-Quote von 3,5% und unterschiedlichen BIP-Wachstumsraten 5

Tabelle 2-1: Jährliche gesamte FuE-Ausgaben je KMU mit kontinuierlicher oder gelegentlicher FuE-Tätigkeit in Deutschland nach Größenklassen *(Durchschnitt 2006-2017)* 16

Tabelle 2-2: Schätzergebnisse von Probitmodellen zu den Einflussfaktoren von kontinuierlicher und gelegentlicher FuE-Tätigkeit 20

Tabelle 2-3: Bestand und Potenzial an KMU mit kontinuierlicher FuE in Deutschland 26

Tabelle 2-4: Bestand und Potenzial an KMU mit gelegentlicher FuE in Deutschland 26

Tabelle 2-5: Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland 29

Tabelle 4-1: FuE-Strukturen auf Basis der Wertschöpfung 75

Tabelle 5-1: Deskriptive Statistik der Modellvariablen für die Schätzung der Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben 79

Tabelle 5-2: Basiseffekt der Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben (marginale Effekte) 81

Tabelle 5-3: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben differenziert nach Beschäftigten-Größenklassen (marginale Effekte) 82

Tabelle 5-4: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben getrennt nach KMU und Nicht-KMU (marginale Effekte) 84

Tabelle 5-5: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für verschiedene Umsatzrendite-Klassen (marginale Effekte) 86

Tabelle 5-6: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben getrennt nach west- und ostdeutschen Unternehmen (marginale Effekte) 88

Tabelle 5-7: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben getrennt nach gelegentlich forschenden und kontinuierlich forschenden Unternehmen (marginale Effekte) 88

Tabelle 5-8: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für Technologieklassen des Verarbeitenden Gewerbes (marginale Effekte von gepoolten Tobit-Modellen) 90

Tabelle 5-9: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für Technologieklassen des Verarbeitenden Gewerbes (marginale Effekte von RE-Panel-Tobit-Modellen) 91

Tabelle 5-10: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für Technologieklassen des Dienstleistungssektors (marginale Effekte) 92

Tabelle 5-11: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für Unternehmen verschiedener FuE-Intensitäten (marginale Effekte von RE-Panel-Tobit-Modellen) 93

Tabelle 5-12: Gewinnelastizität für Unternehmen verschiedener FuE-Intensitäten und Beschäftigten-Größenklassen (marginale Effekte von RE-Panel-Tobit-Modellen) 94

Tabelle 6-1: Definition der Technologiefelder für die Analyse der BMBF-Projektförderung 98

Tabelle 6-2: Geschätzte Effekte einer öffentlichen FuE-Förderung in Deutschland auf die Höhe der gesamten FuE-Ausgaben nach Fördermittelgeber: Ergebnis eines Selektionskorrekturmodells für den Zeitraum 2009-2014 (Unternehmen mit weniger als 1.000 Beschäftigten) 101

Tabelle 6-3: Geschätzte Effekte der direkten Projektförderung des BMBF auf die Höhe der privat finanzierten FuE-Ausgaben: Ergebnisse einer Matching-Analyse für den Zeitraum 2009-2014 103

Tabelle 10-1: Einteilung der Technologiefelder in vier Kategorien 144

Tabelle 10-2: Ergebnisse der Schätzungen auf Basis des volkswirtschaftlichen Modells für die Jahre 2017 und 2025 145

Tabelle 10-3: FuE-Strukturen auf Basis der Produktionswerte 146

1 Problemstellung

Forschung und Entwicklung (FuE) ist für den Wirtschaftsstandort Deutschland essenziell. In einem rohstoffarmen Flächenland wie Deutschland kann ein hohes Wohlstandsniveau nur durch Innovationen und Qualitätsvorsprünge gesichert werden. Diese beiden Säulen bieten die Basis für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und ermöglichen dadurch eine Wertschöpfung, die ein hohes Bruttoinlandsprodukt pro Kopf und darin enthalten einen hohen Außenbeitrag sichert.

Allerdings haben zahlreiche Länder, insbesondere in Asien, aber auch in Europa und den USA, die Chancen von Innovationen für den wirtschaftlichen Erfolg ebenfalls erkannt und erreichen Steigerungsraten bei den Ausgaben für Forschung und Entwicklung, die deutliche Aufholeffekte zur Folge haben. Daneben gibt es eine Reihe von Volkswirtschaften, wie beispielsweise die USA, Japan, die Schweiz, Schweden, Finnland, Dänemark, aber auch Österreich oder Belgien, die bereits seit sehr langer Zeit Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in Höhe von 2,5% und mehr ihres Bruttoinlandsprodukts aufweisen. Insgesamt wächst also die Zahl der Länder, die ähnlich hohe oder gar höhere Ausgaben als Deutschland für Forschung und Entwicklung aufwenden.

Hinzu kommt, dass FuE für sich alleine genommen bereits seit längerer Zeit nicht mehr ausreichend für den Innovationserfolg sind. Einerseits werden solche Technologien immer bedeutender, die höhere Ausgaben für FuE verlangen, um zum Innovationserfolg zu gelangen. Beispiele hierfür sind Biotechnologie, Pharmazie oder auch Informations- und Kommunikationstechnologien. Andererseits konnte die Innovationsforschung bereits vor längerer Zeit in vielen Ländern eine Veränderung der Bedeutung von FuE feststellen. Beispielsweise zeigt sich für Deutschland, dass die Innovatorenquote rückläufig ist, trotz steigender Ausgaben für FuE. Die Innovationsausgaben, dies sind neben FuE zusätzlich auch Aufwendungen für Marketing, aber insbesondere auch Investitionen in Sachanlagen und weitere immaterielle Wirtschaftsgüter (wie bspw. Lizenzen), sind in Relation zu den Aufwendungen für FuE in vielen Sektoren angestiegen. Die Innovationsforschung hat bereits vor längerer Zeit daraus geschlossen, dass ein Paradigmenwechsel weg vom (rein) ökonomischen Paradigma, hin zum so genannten strategischen Paradigma stattfindet (Sundbo 2001), in welchem zwar FuE nicht obsolet wird, in dem aber weitere Faktoren für den Innovationserfolg an Bedeutung gewinnen. Neben den bereits genannten Indizien zeigt sich auch eine hohe und steigende Zahl an Innovatoren, die gänzlich ohne formale FuE auskommt (Buschak et al. 2010; Frietsch et al. 2015).

Deutschland konnte mit der Hightech-Strategie aus dem Jahr 2006 seine FuE-Intensität von ca. 2,5 auf 3% (2015) steigern, wobei das Verhältnis von öffentlichen zu privaten Ausgaben von einem Drittel zu zwei Drittel mittlerweile seit Jahrzehnten im wesentlichen

Bestand hat. So wie die öffentliche Hand ihre Ausgaben in den letzten ca. zehn Jahren deutlich ausgeweitet hat, hat dies auch die private Wirtschaft getan.

Mit der Lissabon Agenda hatte sich die EU das ehrgeizige Ziel gesetzt, europaweit im Durchschnitt 3% für Forschung und Entwicklung ab 2010 aufzuwenden. Deutschland hatte für sich dieses Ziel übernommen und ebenfalls die 3% anvisiert. Mit dem (beinahe) Erreichen des Ziels wurden Stimmen laut, die eine weitere Erhöhung der Ausgaben für FuE forderten. Die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) hat sich bereits in ihrem Jahresgutachten aus dem Jahr 2013 für eine FuE-Intensität von 3,5% ausgesprochen (Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) 2013, S. 21). Auch im jüngsten Gutachten aus dem Jahr 2017 wurde diese Forderung nochmals bekräftigt (Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) 2017), begründet mit einem notwendigen Umbau der Personalstruktur an Universitäten, aber in früheren Gutachten auch mit einer veränderten sektoralen Struktur der deutschen Wirtschaft, hin zu mehr Spitzentechnologien, d.h. solchen Technologien, die besonders hohe Aufwendungen für Forschung und Entwicklung erfordern. Dies ergibt sich einerseits aus veränderten Wertschöpfungspotenzialen und andererseits aus einer gestiegenen Innovationsorientierung verschiedener Volkswirtschaften, der man nur durch einen stärkeren und gezielteren Wissensaufbau unter anderem mithilfe von FuE begegnen kann.

Es kann also ein weiterer Bedeutungszuwachs von FuE aufgrund einer Wissensintensivierung der Zukunftsmärkte, wie auch aufgrund von wissens- und technologie-intensiveren Produkten und Produktionsprozessen innerhalb bestehender sektoraler/technologischer Schwerpunkte ausgegangen werden. Allerdings stellen sich Fragen zu der Geschwindigkeit, der Richtung und insbesondere der Effizienz dieses zunächst politischen Ziels einer Ausweitung der FuE-Ausgaben auf 3,5% des BIP.

Ziel dieser Studie ist es, die Möglichkeiten und Implikationen einer Ausweitung der FuE-Quote in Deutschland zu untersuchen. Dabei soll auch bewertet werden, ob und wie dies realistischerweise bis zum Jahr 2025 realisierbar ist, an welchen Stellen die Forschungs- und Innovationsförderung ansetzen kann und welche Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur der Bundesrepublik Deutschland notwendig wären, um dieses Ziel zu erreichen. Hierzu wird ein Methodenmix aus vorranging quantitativen Ansätzen verwendet, die sowohl auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene wie auch auf der mikroökonomischen Ebene von Unternehmen ansetzen. Diese quantitativen Ansätze werden ergänzt durch qualitative Untersuchungen insbesondere zu den bestehenden und möglichen Förderansätzen zur Erhöhung der bundesweiten FuE-Quote.

1.1 Aufgabenstellung

Im Jahr 2002 hat die Europäische Union das Ziel formuliert, dass die Mitgliedstaaten der EU ihre Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) auf 3% des Bruttoinlandsprodukts (BIP) steigern sollen. Diese Zielsetzung wurde 2010 in die Agenda "Europa 2020" übernommen. Deutschland hat diese Zielsetzung im Rahmen des nationalen Ziels, die Ausgaben für Bildung und Forschung bis 2015 auf 10% des BIP zu erhöhen, übernommen und sich verpflichtet, dass die FuE-Ausgaben in Deutschland bis 2020 jährlich mindestens 3% des BIP betragen. Im Jahr 2015 hat Deutschland das 3%-Ziel der FuE-Ausgaben mit 2,99% annähernd erreicht. In der Öffentlichkeit wird schon länger über eine Aufwertung des nationalen 3%-Ziels diskutiert. So hat die Expertenkommission Forschung und Innovation bereits in ihrem Gutachten 2013 einen Zielwert von 3,5% für 2020 gefordert. Die damalige Bundesministerin für Bildung und Forschung, Johanna Wanka, hat anlässlich der Vorstellung des Berichts zur Umsetzung der Hightech-Strategie Ende März 2017 erklärt, dass die Bundesregierung anstrebt, bis zum Jahr 2025 einen Anteil der FuE-Ausgaben am BIP von 3,5% zu erreichen.

Zielsetzung dieser Studie ist, mögliche Wege zur schrittweisen Erhöhung der FuE-Quote auf 3,5% bis 2025 zu diskutieren und die Auswirkungen einer solchen Ausweitung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben auf Kennzahlen wie Wirtschaftswachstum und Beschäftigung abzuschätzen. Die Studie umfasst dabei folgende Untersuchungsgegenstände:

- Darstellung der Höhe der zusätzlichen privaten und staatlichen Mittel, die zur Erreichung des 3,5%-Ziels im Jahr 2025 erforderlich sind, sowie des Bedarfs an zusätzlichem FuE-Personal. Die Finanzierungsanteile von Wirtschaft und Staat sollen dabei wie bisher im Verhältnis 2:1 verbleiben.
- Analyse der Möglichkeiten inter- und intra-sektoraler FuE-Intensivierung in der Wirtschaft, der FuE-Intensivierung im Bereich der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sowie der FuE-Intensivierung, die sich aus einer Fortschreibung des technologischen Wandels im vergangenen Jahrzehnt ergibt.
- Diskussion von geeigneten Instrumenten der Forschungs- und Innovationspolitik zur Steigerung der privaten FuE-Ausgaben.
- Prognose der Veränderung von volkswirtschaftlichen Größen bei einer Erhöhung der FuE-Quote auf 3,5% bis 2025.

1.2 Szenarien zur Erreichung des 3,5%-Ziels bis 2025

Ausgangspunkt für die Untersuchungen bilden Szenarien zur Entwicklung der FuE-Ausgaben in Deutschland bis 2025 unter der Annahme, dass die FuE-Quote schrittweise auf 3,5% steigt und gleichzeitig der Finanzierungsanteil der Wirtschaft bei 2/3 unverändert

bleibt. Die Szenarien gehen von den Ist-Zahlen für das Jahr 2015 zum Datenstand April 2017 aus (vgl. Tabelle 1-1). Die gesamten FuE-Ausgaben in Deutschland beliefen sich 2015 auf 90,56 Mrd. €. Davon wurden 60,51 Mrd. € (67,0%) von der inländischen Wirtschaft, 25,11 Mrd. € (27,7%) vom deutschen Staat, 0,28 Mrd. € (0,3%) von gemeinnützigen inländischen Organisationen und 4,66 Mrd. € (5,0%) vom Ausland finanziert. Der mehrheitliche Teil der Auslandsfinanzierung, insbesondere die Finanzierung der FuE-Ausgaben der Wirtschaft aus dem Ausland, stammt von Unternehmen.

Tabelle 1-1: FuE-Kennzahlen für Deutschland 2015

	Durchführungssektoren			
	Wirtschaft	*Staat*	*Hochschulen*	***Gesamt***
FuE-Ausgaben insgesamt (Mrd. €)	**62,43**	**13,00**	**15,13**	**90,56**
- finanziert durch Wirtschaft (Inland)	57,06	1,34	2,11	**60,51**
- finanziert durch Staat (Inland)	2,10	10,81	12,20	**25,11**
- finanziert durch Gemeinnützige (Inland)	0,12	0,15	0,00	**0,28**
- finanziert durch Ausland	3,15	0,70	0,82	**4,66**
FuE-Personal (1.000 VZÄ)	**416,1**	**100,2**	**134,4**	**650,7**
FuE-Quote (in % des BIP)	*2,06*	*0,43*	*0,50*	***2,99***

Anmerkung: Finanzierungsbeiträge Wirtschaft (Inland), Staat (Inland) Gemeinnützige (Inland) und Ausland fortgeschrieben auf Basis der Finanzierungsanteile des Jahres 2014.

Quelle: FuE-Ausgaben insgesamt und FuE-Personal Wirtschaft: Stifterverband (2017); FuE-Ausgaben insgesamt und FuE-Personal Staat sowie Hochschulen: OECD, MSTI 2/2016; Finanzierungsanteile 2014: BMBF-Datenportal, Tabelle 1.1.1 (Revisionsstand Nov. 2016)

Für die Berechnung der Höhe der FuE-Ausgaben im Jahr 2025 bei Erreichung des 3,5%-Ziels sind Annahmen zur Entwicklung des BIP notwendig. Im Zeitraum 2000-2015 stieg das BIP in Deutschland real (d.h. preisbereinigt) um jährlich durchschnittlich 1,13%. Betrachtet man nur den Zeitraum 2007-2015, so fiel die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate mit 0,90% niedriger aus. In den Jahren 2014 und 2015 nahm das BIP dagegen rascher (1,60% bzw. 1,72% zu). Im Jahreswirtschaftsbericht 2017 des BMWi geht die Bundesregierung von einem Wirtschaftswachstum im Jahr 2016 von 1,9% und im Jahr 2017 von 1,4% aus. Angesichts der vergangenen und aktuellen wirtschaftlichen Entwicklung in Deutschland und unter Berücksichtigung, dass der demografische Wandel tendenziell dämpfend auf das reale Wirtschaftswachstum wirkt, erscheint ein Korridor des mittelfristigen BIP-Wachstums von 0,5 bis 2,0% pro Jahr realistisch.

Die FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft würden bei einem jahresdurchschnittlichen realen BIP-Wachstum von lediglich 0,5% zwischen 2015 und 2025 im Jahre 2025 bei 114,7 Mrd. € (zu Preisen von 2015) liegen, und damit um 26,6% (+24,1 Mrd. €) höher als in 2015. Bei einem starken realen BIP-Wachstum von 2,0% p.a. ergäben sich FuE-Ausgaben von 131,0 Mrd. €, d.h. um 44,7% (+40,5 Mrd. €) mehr als in 2015. Eine jahresdurchschnittliche BIP-Wachstumsrate von 1,0% resultiert in FuE-Ausgaben in 2025 von 119,9 Mrd. € (+32,4% bzw. +29,4 Mrd. €), eine Wachstumsrate von 1,5% führt zu FuE-Ausgaben in 2025 von 125,4 Mrd. € (+38,4% bzw. +34,8 Mrd. €). Tabelle 1-2 zeigt die Höhe der FuE-Ausgaben differenziert nach durchführenden Sektoren für unterschiedliche BIP-Wachstumsraten unter der Annahme, dass die Verteilung der FuE-Ausgaben nach Durchführungssektoren gegenüber 2015 unverändert bleibt.

Tabelle 1-2: Höhe der FuE-Ausgaben in Deutschland 2025 (zu Preisen von 2015) bei einer FuE-Quote von 3,5% und unterschiedlichen BIP-Wachstumsraten

	Durchführungssektoren			
FuE-Ausgaben in Mrd. €	*Wirtschaft*	*Staat*	*Hochschulen*	***Gesamt***
bei BIP-Wachstumsrate p.a. von ...				
0,5%	79,06	16,46	19,16	**114,68**
1,0%	82,67	17,22	20,03	**119,92**
1,5%	86,42	18,00	20,95	**125,37**
2,0%	90,33	18,81	21,89	**131,04**
Veränderung der FuE-Ausgaben gegenüber 2015 in Mrd. €				
bei 0,5% BIP-Wachstumsrate	16,63	3,46	4,03	**24,12**
bei 1,0% BIP-Wachstumsrate	20,24	4,22	4,90	**29,36**
bei 1,5% BIP-Wachstumsrate	23,99	5,00	5,82	**34,81**
bei 2,0% BIP-Wachstumsrate	27,90	5,81	6,76	**40,48**

Anmerkung: Aufteilung nach Durchführungssektoren auf Basis der Anteile der Sektoren im Jahr 2015.
Quelle: Berechnungen des ZEW auf Basis der in Tabelle 1-1 angegebenen Datenquellen

Um den Bedarf an FuE-Personal bei den unterschiedlichen FuE-Ausgabenvolumina in 2025 abzuschätzen, wird vom FuE-Personalstand in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) im Jahr 2015 ausgegangen. Das FuE-Personal umfasst dabei sowohl ForscherInnen (WissenschaftlerInnen) als auch technisches Personal. Der Bedarf an FuE-Personal (in VZÄ) bei einem gegebenen FuE-Ausgabenvolumen in 2025 wird durch die Entwicklung der Kosten je FuE-Personal (d.h. des Durchschnittslohns) und dem Personalkostenanteil an den gesamten internen FuE-Ausgaben bestimmt. Die Entwicklung des durchschnittlichen

Reallohns je FuE-Personaleinheit wird von verschiedenen Faktoren bestimmt, u.a. von der Produktivitätsentwicklung, von den Angebots- und Nachfrageverhältnissen am Arbeitsmarkt für FuE-Personal, von der Zusammensetzung des FuE-Personals nach Qualifikationsgruppen sowie von der demografischen Zusammensetzung des FuE-Personals (wobei unterstellt wird, dass älteres FuE-Personal bei gleicher Qualifikation höhere Löhne und Gehälter erhält als jüngeres FuE-Personal).

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass der Personalkostenanteil an den gesamten internen FuE-Ausgaben zwischen 2015 und 2025 unverändert bleibt. Für die reale Veränderung der Löhne und Gehälter des FuE-Personals werden vier Varianten betrachtet: Keine reale Veränderung, reales Wachstum von 1% pro Jahr, reales Wachstum von 2% pro Jahr und reales Wachstum von 3% pro Jahr.[1] Dass die erste Variante eintritt, ist sehr unwahrscheinlich, da bei einer starken Ausweitung der FuE-Ausgaben die Angebots- und Nachfrageverhältnisse am Arbeitsmarkt für FuE-Personal sich zugunsten der Anbieter verschieben werden, was zu überproportionalen (d.h. über der Inflationsrate liegenden) Lohn- und Gehaltssteigerungen führen wird. Außerdem wird das Durchschnittsalter des FuE-Personals aufgrund der demografischen Entwicklung vermutlich ansteigen, was ebenfalls zu überproportionalen Lohn- und Gehaltssteigerungen beiträgt.

Geht man vom FuE-Ausgabenvolumen in 2025 aus, das sich bei einem realen BIP-Wachstum von 1% p.a. ergibt, so ergibt sich ein Bedarf an FuE-Personal in Deutschland im Jahr 2025 für den Fall, dass es kein Reallohnwachstum für FuE-Personal und keine Steigerung der Arbeitsproduktivität bei FuE stattfindet, von 864 Tsd. VZÄ, d.h. um 32,7% mehr als in 2015 (dies entspricht dem Wachstum der realen FuE-Ausgaben). Würden die Löhne und Gehälter des FuE-Personals dagegen um 3% pro Jahr real ansteigen (etwa aufgrund von Produktivitätssteigerungen), sinkt der Bedarf an FuE-Personal im Jahr 2025 auf 733 Tsd. VZÄ (+12,7% gegenüber 2015). Tabelle 1-3 zeigt die Anzahl des benötigten FuE-Personals für die vier Varianten zur Reallohnentwicklung differenziert nach den drei Durchführungssektoren. Dabei wurde in jedem Durchführungssektor dieselbe Reallohnentwicklung unterstellt.

[1] Im Zeitraum 2005-2015 stiegen die realen internen FuE-Ausgaben je FuE-Personal in VZÄ um lediglich 0,3% pro Jahr an, während sie in der Dekade davor (1995-2005) noch um 2,2% pro Jahr angestiegen waren. Der geringe reale Zuwachs an FuE-Ausgaben je FuE-Personal in den vergangenen zehn Jahren dürfte an der starken Zunahme des FuE-Personals durch Einstellung junger WissenschaftlerInnen und ForscherInnen liegen. Da die Personalkosten von jungen Personen deutlich unter denen von älteren Beschäftigten liegen, hat diese Entwicklung den Anstieg der FuE-Ausgaben je FuE-Personal gedämpft.

Tabelle 1-3: Anzahl des FuE-Personals in Deutschland 2025 bei einer FuE-Quote von 3,5% und einer BIP-Wachstumsrate bis 2025 von 1% bzw. 1,5%, differenziert nach Szenarien der realen Entwicklung der Personalkosten

	Durchführungssektoren			
FuE-Personal in 1.000 VZÄ	*Wirtschaft*	*Staat*	*Hochschulen*	***Gesamt***
1. BIP-Wachstumsrate von 1% p.a.				
Reallohnsteigerung für FuE-Personal				
0% p.a.	547,9	137,1	178,6	**863,6**
1% p.a.	519,1	129,8	169,2	**818,2**
2% p.a.	491,5	122,9	160,3	**774,7**
3% p.a.	465,2	116,4	151,7	**733,3**
Veränderung gegenüber 2015 absolut (in 1.000 VZÄ)				
bei 0% Reallohnsteigerung p.a.	131,8	36,9	44,2	**212,9**
bei 1% Reallohnsteigerung p.a.	103,0	29,6	34,8	**167,5**
bei 2% Reallohnsteigerung p.a.	75,4	22,7	25,9	**124,0**
bei 3% Reallohnsteigerung p.a.	49,1	16,2	17,3	**82,6**
2. BIP-Wachstumsrate von 1,5% p.a.				
Reallohnsteigerung für FuE-Personal				
0% p.a.	572,8	143,3	186,8	**902,9**
1% p.a.	542,6	135,7	176,9	**855,3**
2% p.a.	513,8	128,5	167,5	**809,8**
3% p.a.	486,3	121,6	158,6	**766,5**
Veränderung gegenüber 2015 absolut (in 1.000 VZÄ)				
bei 0% Reallohnsteigerung p.a.	156,7	43,1	52,4	**252,2**
bei 1% Reallohnsteigerung p.a.	126,5	35,5	42,5	**204,6**
bei 2% Reallohnsteigerung p.a.	97,7	28,3	33,1	**159,1**
bei 3% Reallohnsteigerung p.a.	70,2	21,4	24,2	**115,8**

Annahme: Personalkostenanteil an den gesamten internen FuE-Ausgaben verändert sich gegenüber 2015 nicht.
Quelle: Berechnungen des ZEW auf Basis der in Tabelle 1-1 angegebenen Datenquellen

Bei einem BIP-Wachstum von jahresdurchschnittlich 1,5% p.a. beläuft sich der Bedarf an FuE-Personal im Jahr 2025 bei einer einprozentigen Reallohnsteigerung pro Jahr auf 855 Tsd. Vollzeitstellen, d.h. um rund 205 Tsd. VZÄ mehr als im Jahr 2015. Allerdings

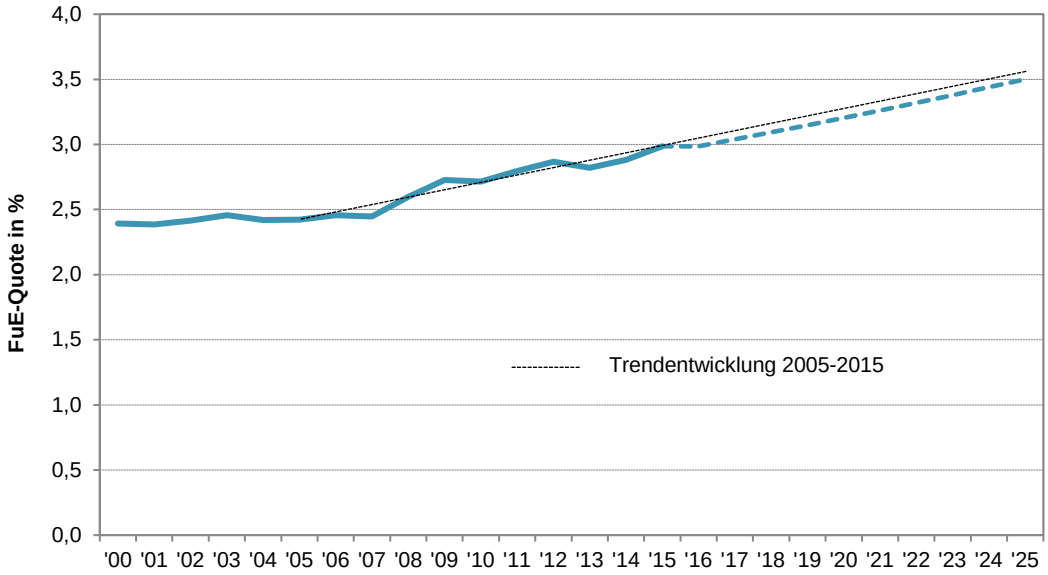
ist bei einem stärkeren realen Wirtschaftswachstum und einer höheren Nachfrage nach FuE-Personal auch eine höhere Reallohnsteigerung für FuE-Personal wahrscheinlich. Sollte diese bei 2% p.a. liegen, ergäbe sich ein Zusatzbedarf im Jahr 2025 von 159 Tsd. VZÄ.

Der zusätzliche Bedarf an FuE-Personal in VZÄ muss allerdings nicht einem gleich großen Bedarf an Personen entsprechen, da sich bei einer verstärkten Nachfrage nach FuE-Personal der Anteil des nicht vollzeitbeschäftigten FuE-Personals verringern könnte. Im Bereich der Wirtschaft lag die durchschnittliche VZÄ-Quote von Forschenden bei 90% (2013), im Sektor Staat bei 86% (2014) und in den Hochschulen bei 38% (2014). Der niedrige Wert in den Hochschulen reflektiert auch den Umstand, dass viele ForscherInnen auch anderen als FuE-Tätigkeiten (Lehre, Verwaltung) nachgehen. Gleichwohl besteht insbesondere in den Hochschulen ein größeres Potenzial, der zusätzlichen Nachfrage nach FuE-Personal im Zuge einer Erhöhung der FuE-Quote durch die Umwandlung von Teilzeit- in Vollzeitstellen bzw. durch die Verlängerung der durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von Teilzeitbeschäftigten zu begegnen.

Eine grafische Darstellung der bisherigen Entwicklung der FuE-Quote und der weiteren Entwicklung bis 2025 bei Erreichen des 3,5%-Ziels zeigt, dass eine Fortsetzung des Trends der FuE-Quote im Zeitraum 2005-2015 im Wesentlichen ausreichen würde, um den Zielwert 2025 zu erreichen (Abbildung 1-1).

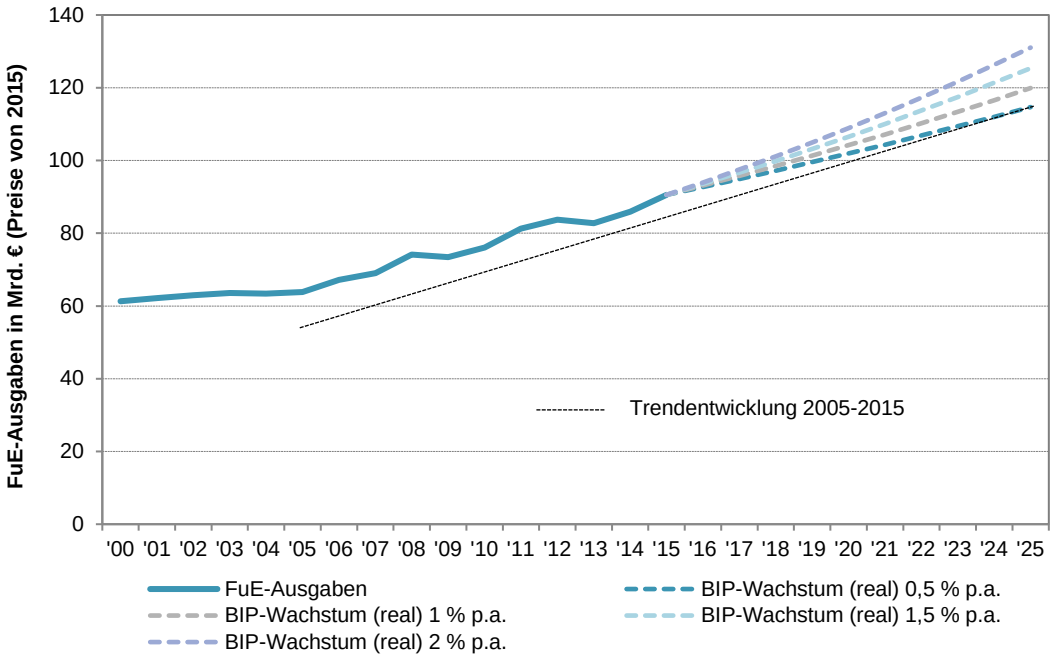
Betrachtet man die Höhe der FuE-Ausgaben (zu Preisen von 2015), so wird deutlich, dass die mit dem Jahr 2006 einsetzende kräftige Ausweitung der FuE-Ausgaben in Wirtschaft, Staat und Hochschulen fortgesetzt werden müsste, um selbst bei einem schwächeren BIP-Wachstum von nur 1% p.a. die Zielmarke 2025 zu erreichen (Abbildung 1-2). Denn im Zeitraum 2005-2015 lag das durchschnittliche jährliche reale BIP-Wachstum in Deutschland bei 1,41%. Um eine FuE-Quote von 3,5% im Jahr 2025 bei diesem Wirtschaftswachstum zu erreichen, ist eine größere Steigerung der FuE-Ausgaben notwendig.

Abbildung 1-1: Entwicklung der FuE-Quote in Deutschland 2000-2015 und weitere Entwicklung bis 2025 bei Erreichen des 3,5%-Ziels



Quelle: Berechnungen des ZEW auf Basis der in Tabelle 1-1 angegebenen Datenquellen

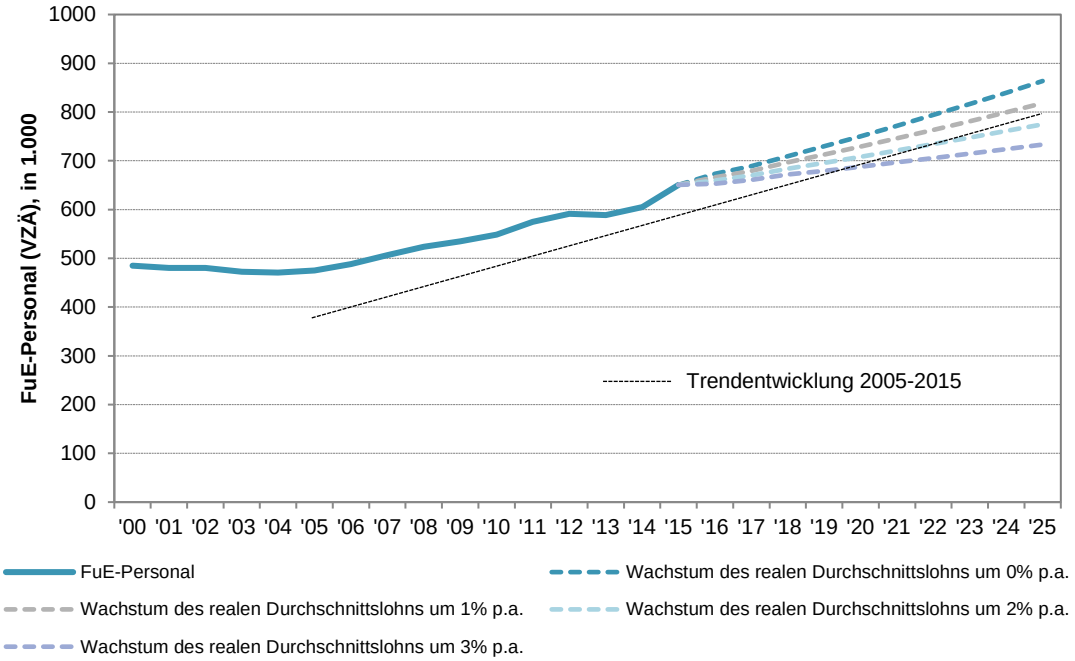
Abbildung 1-2: Entwicklung der FuE-Ausgaben in Deutschland 2000-2015 und weitere Entwicklung bis 2025 bei Erreichen des 3,5%-Ziels in Abhängigkeit von der Höhe des realen BIP-Wachstums



Quelle: Berechnungen des ZEW auf Basis der in Tabelle 1-1 angegebenen Datenquellen

Geht man von einem BIP-Wachstum von 1% p.a. aus, so würde die Fortsetzung des Trends beim FuE-Personal im Zeitraum 2005-2015 ausreichen, um den Bedarf an zusätzlichem FuE-Personal bei Erreichen des 3,5%-Ziels zu befriedigen, und zwar selbst dann, wenn es zu keiner starken Erhöhung der Durchschnittslöhne bzw. der Produktivität des FuE-Personals kommt (Abbildung 1-3). Allerdings ist die Fortsetzung dieses Trends keineswegs ein Selbstläufer. Denn der starke Anstieg des FuE-Personals in Deutschland in den vergangenen Jahren konnte nur realisiert werden, weil Staat und Wirtschaft kräftig in zusätzliche FuE-Aktivitäten investiert hatten.

Abbildung 1-3: Entwicklung der Anzahl des FuE-Personals in Deutschland 2000-2015 und weitere Entwicklung bis 2025 bei Erreichen des 3,5%-Ziels in Abhängigkeit von der Höhe der Reallohnsteigerung für FuE-Personal



Annahmen für Entwicklung 2015-2025: unveränderter Personalkostenanteil an den internen FuE-Ausgaben, reale BIP-Wachstumsrate 1%.

Quelle: Berechnungen des ZEW auf Basis der in Tabelle 1-1 angegebenen Datenquellen

2 Möglichkeiten der Steigerung der FuE-Ausgaben in KMU

2.1 Fragestellung und Analyseansatz

Um den Zielwert der FuE-Quote im Unternehmenssektor von 2,33% (2/3 von 3,5%) im Jahr 2025 zu erreichen, ist eine Steigerung der aktuellen FuE-Quote (2015: 2,06%) um fast 13% notwendig, d.h. die FuE-Ausgaben müssen um 13% rascher ausgeweitet werden als das BIP zunimmt. Unterstellt man ein reales BIP-Wachstum von durchschnittlich 1,5% für den Zeitraum 2015-2025, so müssten (zu Preisen von 2015) die internen FuE-Ausgaben der Unternehmen in Deutschland in 2025 um 24 Mrd. € höher liegen als aktuell (d.h. bei 86,4 Mrd. €, im Vergleich zu 62,4 Mrd. € in 2015). Geht man davon aus, dass der Anteil der internen FuE-Ausgaben an den gesamten FuE-Ausgaben der Unternehmen bei etwa 80% liegt, so ergibt dies gesamte FuE-Ausgaben der Unternehmen in 2025 von rund 108 Mrd. € und einen Bedarf an zusätzlichen gesamten FuE-Ausgaben von rund 30 Mrd. € im Vergleich zu 2015.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen möglichst alle Potenziale für höhere FuE-Ausgaben im Unternehmenssektor genutzt werden. Eine wichtige Adressatengruppe sind dabei KMU (hier abgegrenzt als Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten). Bei ihnen kann aus mehreren Gründen ein Potenzial für deutlich höhere FuE-Ausgaben vermutet werden:

- Die FuE-Ausgabenentwicklung der KMU war in den vergangenen 10-15 Jahren weniger dynamisch als die der Großunternehmen. Laut FuE-Erhebung lag der Anteil der KMU an den gesamten FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft 1997 bei 14,2%, 2013 betrug er 13,2%. Dabei ist die Entwicklung vermutlich zu günstig gezeichnet, da durch die Neuaufnahme von KMU in den Berichtskreis die FuE-Ausgaben der KMU in der Statistik tendenziell ansteigen. Laut Innovationserhebung, die hochgerechnete Werte der FuE-Ausgaben auf Basis der Angaben einer Zufallsstichprobe von KMU ermittelt, fiel der Anteil der KMU an den gesamten FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft von 21,7% im Jahr 2000 auf 18,6% im Jahr 2017.
- Im internationalen Vergleich ist der Beitrag der KMU zu den FuE-Ausgaben der Wirtschaft in Deutschland als niedrig einzustufen, wofür auch geringe durchschnittliche FuE-Ausgaben je forschendes KMU verantwortlich sind. So gaben im Jahr 2012 FuE-aktive Unternehmen in Deutschland mit 10 bis 49 Beschäftigten durchschnittlich 126 Tsd. € für interne FuE aus, bei FuE-aktiven Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten lagen die durchschnittlichen internen FuE-Ausgaben bei 594 Tsd. €. Diese Werte entsprechen in etwa dem EU-Durchschnitt und liegen deutlich unter dem Mittelwert für europäische Vergleichsländer (u.a. skandinavische Länder, Frankreich, Italien, Spanien, Niederlande, Belgien, Irland, Österreich).

- Innerhalb der KMU gibt es eine Gruppe von nur gelegentlich forschenden KMU, deren Ausgabenniveau in den vergangenen zehn Jahren deutlich zurückgegangen ist und deren Anzahl abnimmt. So gab es 2008 etwa 29.500 gelegentlich forschende KMU, 2017 lag ihre Anzahl bei etwas mehr als 21.000.
- Die FuE-Ausgaben der kontinuierlich forschenden KMU schwanken zum Teil deutlich – eine Verstetigung ihrer FuE-Ausgaben auf hohem Niveau könnte deutlich höhere FuE-Ausgaben zur Folge haben.

Ziel dieses Kapitels ist es, einen Korridor für die Erhöhung der FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland angesichts des bereits vorhandenen Potenzials an forschenden KMU zu ermitteln. Dabei werden vier Stellschrauben betrachtet:

- Erhöhung der Anzahl der kontinuierlich forschenden KMU,
- Erhöhung der Anzahl der gelegentlich forschenden KMU,
- Erhöhung der FuE-Ausgaben je kontinuierlich forschendem KMU,
- Erhöhung der FuE-Ausgaben je gelegentlich forschenden KMU.

Die ersten beiden Stellschrauben sind vor dem Hintergrund von Bedeutung, dass eine nicht unbeträchtliche Zahl von KMU ihren "FuE-Status" (d.h. ob sie kontinuierlich, gelegentlich oder gar nicht forschen) immer wieder wechseln.[2] Eine Verstetigung der FuE-Tätigkeit könnte ein erhebliches Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft darstellen. Die letzten beiden Stellschrauben sind angesichts des Umstands relevant, dass die durchschnittlichen FuE-Ausgaben je forschendem KMU im internationalen Vergleich niedrig sind und gleichzeitig die FuE-Ausgaben der forschenden KMU von Jahr zu Jahr oft stark schwanken. Eine Erhöhung in Richtung des durchschnittlichen Niveaus europäischer Vergleichsländer bei einer gleichzeitigen Verstetigung der FuE-Ausgaben auf einem höheren Ausgabenniveau verspricht ein weiteres Potenzial für eine deutliche Steigerung der FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft.

Um Szenarien zu diesen Kennzahlen aufzustellen, werden auf Basis der Daten der Deutschen Innovationserhebung (Mannheimer Innovationspanel - MIP) drei Analysen vorgenommen:

a) **Anzahl der kontinuierlich forschenden KMU**: Um das Potenzial an kontinuierlich forschenden KMU in Deutschland zu approximieren, wird zunächst die Gesamtheit der KMU in der MIP-Panelstichprobe ermittelt, die innerhalb des Zeitraums 2009-2014 zumindest in einem Jahr angegeben haben, kontinuierliche FuE-Aktivitäten unternommen zu haben. In einem zweiten Schritt wird für jene KMU, die nur in einzelnen Jahren konti-

2 Siehe hierzu Rammer und Schubert (2016).

nuierliche FuE-Aktivitäten gemeldet haben, untersucht, wie plausibel eine auf Dauer angelegte FuE-Tätigkeit in diesen Unternehmen ist. Hierfür wird die Höhe der FuE-Ausgaben, die Anzahl der FuE-Beschäftigten, die verfolgte Innovationsstrategie (u.a. Neuheitsgrad der Produkte) und das Marktumfeld betrachtet. Auf dieser Basis wird für alle KMU mit zumindest einmaliger "kontinuierlicher" FuE-Tätigkeit 2009-2014 eine Wahrscheinlichkeit bestimmt, dass sie in eine dauerhafte kontinuierliche FuE-Tätigkeit wechseln (und zwar auf Basis eines *propensity scores*, der aus einem Erklärungsmodell für das Vorliegen kontinuierlicher FuE-Tätigkeit ermittelt wird). In einem letzten Schritt wird auf Basis der MIP-Panelstichprobe die Anzahl der KMU hochgerechnet, die potenziell kontinuierlich forschen könnten. Diese Zahl schließt neben den tatsächlich kontinuierlich forschenden KMU auch ein darüberhinausgehendes Potenzial mit ein.

b) **Anzahl der gelegentlich forschenden KMU**: Hier wird analog wie in a) vorgegangen. Allerdings werden nur solche gelegentlich forschenden KMU berücksichtigt, die gleichzeitig innerhalb des Zeitraums 2009-2014 in keinem Jahr angegeben haben, kontinuierliche FuE-Aktivitäten gehabt zu haben. Dadurch wird eine Doppelzählung vermieden. Für die nur in einzelnen Jahren gelegentlich forschenden KMU wird ebenfalls eine Wahrscheinlichkeit berechnet, dass sie dauerhaft gelegentlich forschen. Auf dieser Basis wird die Anzahl der KMU hochgerechnet, die potenziell gelegentlich (jedoch nicht kontinuierlich) forschen könnten.

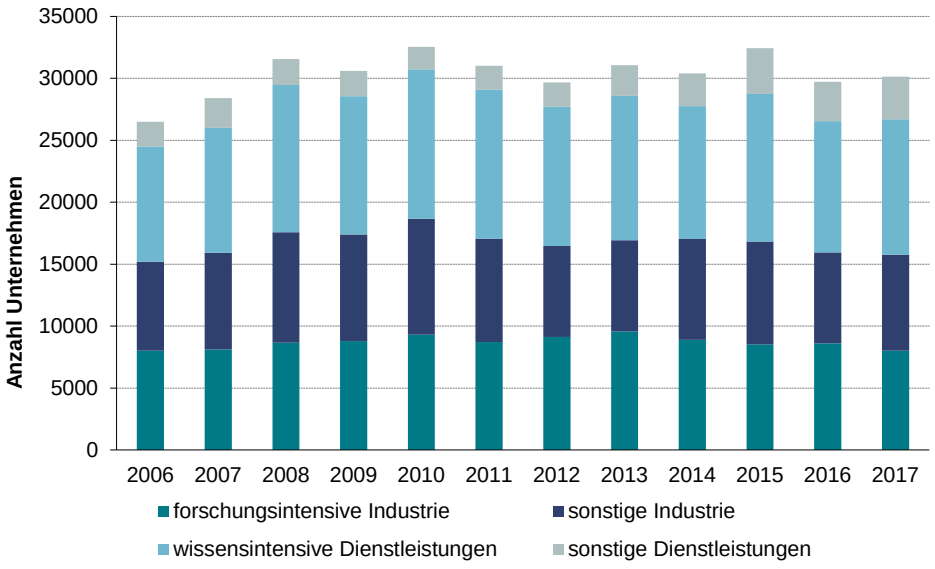
c) **Höhe der FuE-Ausgaben von forschenden KMU**: Für den Bestand an kontinuierlich oder gelegentlich FuE-betreibenden KMU wird das FuE-Ausgabenpotenzial anhand der in der Vergangenheit realisierten maximalen jährlichen FuE-Ausgaben approximiert. Diese Rechnung geht davon aus, dass es den Unternehmen in zumindest einem Jahr gelungen ist, entsprechend hohe Ausgaben zu realisieren, d.h. sie verfügen grundsätzlich über entsprechende finanzielle, personelle und organisatorische Voraussetzungen. Die Potenzialrechnung geht davon aus, dass die Unternehmen in die Lage versetzt werden, dieses hohe Niveau auf Dauer zu halten.

Für das Potenzial an KMU, die in eine kontinuierliche oder gelegentliche FuE-Tätigkeit wechseln könnten, werden die FuE-Ausgaben zum einen über die FuE-Ausgaben pro Jahr, die für KMU der entsprechenden Größe und Branche typisch sind, approximiert. Zum anderen wird über ein Regressionsmodell eine wahrscheinliche Ausgabenhöhe geschätzt, die auch die spezifischen Merkmale des einzelnen Unternehmens (interne Ressourcen, Marktumfeld) berücksichtigt.

2.2 FuE-Aktivitäten von KMU in Deutschland 2006-2017

Im Jahr 2017 betrieben etwas mehr als 30.000 KMU in Deutschland im Berichtskreis der Innovationserhebung (d.h. Unternehmen mit 5-499 Beschäftigten in der produzierenden Industrie und überwiegend unternehmensorientierten Dienstleistungen) kontinuierlich FuE. Dies entspricht etwa dem Mittelwert im Zeitraum 2006-2017. Die höchsten Werte wurden in den Jahren 2010 und 2015 mit rund 32.500 kontinuierlich forschenden KMU erreicht. Im Mittel der Jahre 2006-2017 waren 29% der KMU mit kontinuierlicher FuE in der forschungsintensiven Industrie tätig, 37% in den wissensintensiven Dienstleistungen, 26% in der sonstigen Industrie und 8% in den sonstigen Dienstleistungen. FuE-betreibende KMU sind in allen Wirtschaftszweigen aktiv, wobei den Dienstleistungen ein ähnliches Gewicht wie der Industrie zukommt.

Abbildung 2-1: Anzahl KMU mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit in Deutschland 2006-2017 nach Hauptsektoren

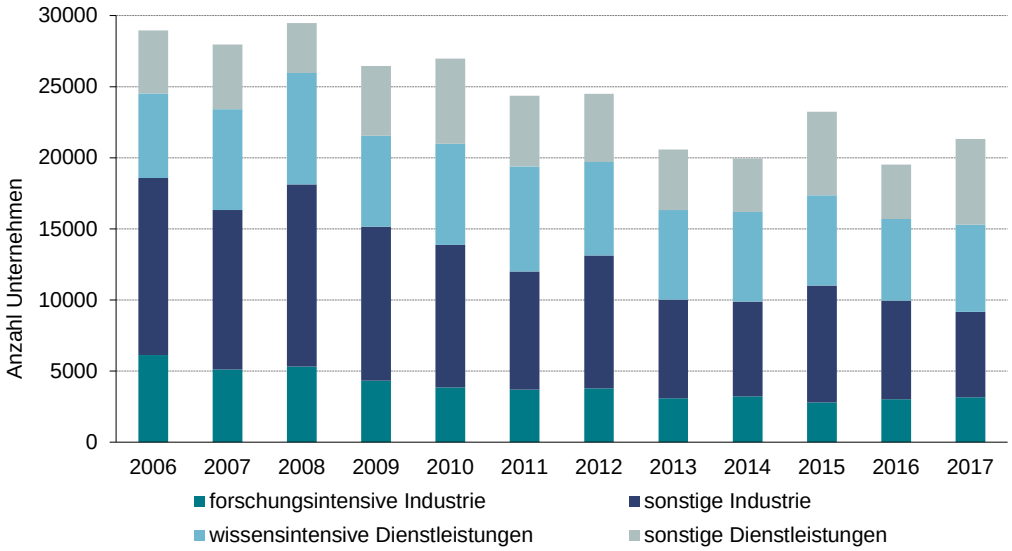


Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Zusätzlich zu den kontinuierlich forschenden KMU betreiben viele KMU anlassbezogen FuE ("gelegentliche FuE"). Ihre Anzahl lag 2017 bei knapp 21.500. Im Mittel der Jahre 2006-2017 waren es etwa 24.500. In den Jahren 2006-2008 wiesen noch zwischen 28.000 und 29.500 KMU gelegentliche FuE-Aktivitäten auf. Insbesondere in der sonstigen Industrie nahm die Anzahl gelegentlich forschender KMU stark ab (um ca. 6.000 Unternehmen zwischen 2006 und 2017). Dieser Sektor stellt den größten Anteil dieser KMU (37% im Durchschnitt der Jahre 2006-2017). In der forschungsintensiven Industrie ist die Anzahl von KMU mit gelegentlicher FuE relativ gering (16% aller KMU mit gelegentlicher FuE), zwischen 2006 und 2017 nahm ihre Anzahl um fast die Hälfte ab. 27%

der gelegentlich FuE-betreibenden KMU sind in den wissensintensiven Dienstleistungen tätig, ihre Anzahl blieb relativ konstant. Auf die sonstigen Dienstleistungen entfielen 19% der gelegentlich forschenden KMU, ihre Anzahl lag 2017 um mehr als 1.500 Unternehmen über dem Niveau von 2006.

Abbildung 2-2: Anzahl KMU mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit in Deutschland 2006-2017 nach Hauptsektoren

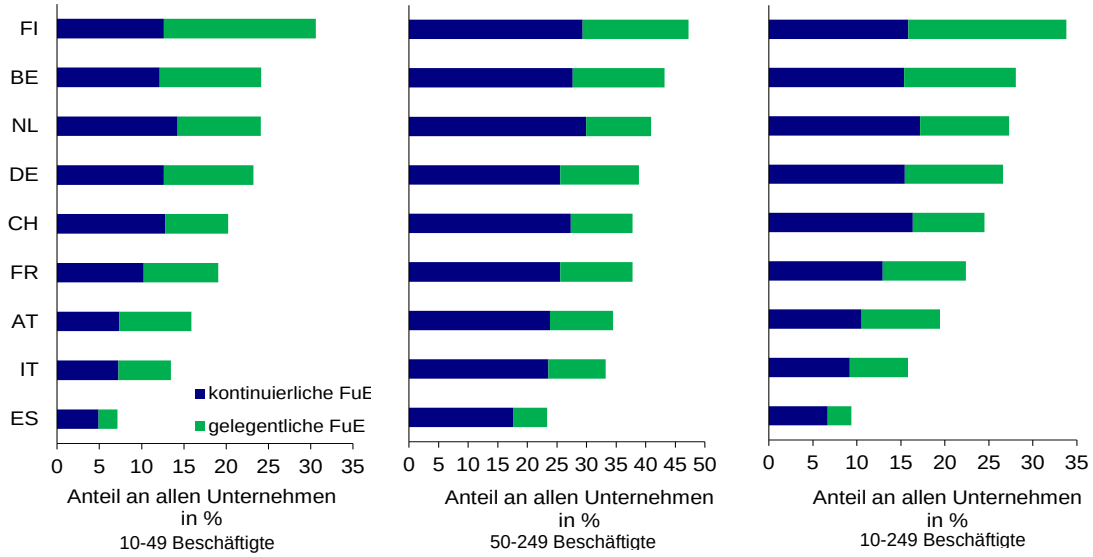


Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Im europäischen Vergleich liegt die FuE-Beteiligung der KMU in Deutschland auf einem ähnlichen Niveau wie in anderen technologisch hoch entwickelten Ländern. Im Durchschnitt der Jahre 2008-2014[3] hatten in Deutschland im Bereich der von der europaweiten Innovationserhebung erfassten Größenklassen (10-249 Beschäftigte) und Branchen (produzierende Industrie und ausgewählte Dienstleistungen) 26,6% der KMU interne FuE-Aktivitäten, wobei 15,4% der Unternehmen kontinuierlich und 11,2% gelegentliche FuE betrieben (Abbildung 2-3). Höhere Anteile von kontinuierlich FuE betreibenden KMU finden sich in den Niederlanden, der Schweiz und Finnland (zwischen 16 und 17%), höhere Anteile von gelegentlich FuE-betreibenden KMU in Belgien und Finnland.

3 Zum Zeitpunkt der Aktualisierung (Dezember 2018) waren die Ergebnisse der europäischen Innovationserhebung zum Referenzjahr 2016 noch nicht veröffentlicht.

Abbildung 2-3: Anteil KMU mit kontinuierlicher und gelegentlicher FuE-Tätigkeit nach europäischen Ländern *(Durchschnitt 2008, 2010, 2012, 2014)*



Angaben beziehen sich auf die produzierende Industrie (WZ 5-39) und ausgewählte Dienstleistungen (WZ 46, 49-53, 58-66, 71-73).

Quelle: Eurostat, Community Innovation Survey

Die FuE-Ausgaben der KMU mit kontinuierlicher FuE liegen deutlich höher als die von KMU mit gelegentlicher FuE. Dies gilt für alle Größenklassen. Sehr kleine KMU (5-9 Beschäftigte) mit kontinuierlicher FuE gaben im Mittel der Jahre 2006-2017 64 Tsd. € pro Jahr für FuE (interne und externe) aus, bei gelegentlich forschenden betrug dieser Wert nur 19 Tsd. €. Die durchschnittlichen jährlichen FuE-Ausgaben je KMU steigen mit der Unternehmensgröße an, wobei kontinuierlich forschende KMU in allen Größenklassen rund viermal so hohe FuE-Ausgaben pro Jahr aufweisen wie KMU mit gelegentlicher FuE.

Tabelle 2-1: Jährliche gesamte FuE-Ausgaben je KMU mit kontinuierlicher oder gelegentlicher FuE-Tätigkeit in Deutschland nach Größenklassen *(Durchschnitt 2006-2017)*

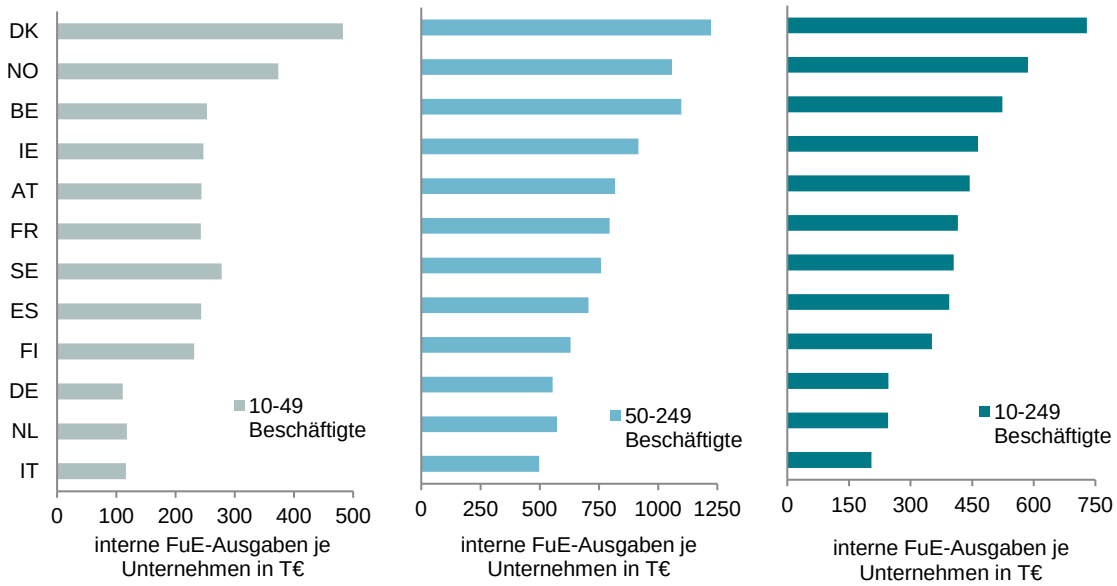
gesamte FuE-Ausgaben je KMU pro Jahr in Tsd. €	**kontinuierliche FuE**	**gelegentliche FuE**
5-9 Beschäftigte	64	19
10-19 Beschäftigte	156	36
20-49 Beschäftigte	242	55
50-99 Beschäftigte	436	100
100-249 Beschäftigte	938	223
250-499 Beschäftigte	2.321	548

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Im internationalen Vergleich sind die FuE-Ausgaben von forschenden KMU in Deutschland als niedrig einzustufen. Bezogen auf die internen FuE-Ausgaben von KMU mit interner FuE (d.h. Summe der KMU mit kontinuierlicher und gelegentlicher FuE) lagen nach den Ergebnissen der europaweiten Innovationserhebungen der Referenzjahre 2008, 2010, 2012 und 2014 (Community Innovation Surveys) in Deutschland bei 246 Tsd. € (die Werte beziehen sich in der europäischen Innovationsstatistik auf Unternehmen mit 10 bis 249 Beschäftigten). Für eine Gruppe von Vergleichsländern (siehe Abbildung 2-4) liegt dieser Wert bei 354 Tsd. €, d.h. um 44% höher. Besonders hoch sind die internen FuE-Ausgaben je KMU mit interner FuE in Dänemark (729 Tsd. €), Norwegen (586 Tsd. €) und Belgien (524 Tsd. €). Zumindest für Dänemark und Norwegen spiegeln die höheren Ausgaben je KMU auch das höhere Lohn- und Preisniveau wider. Differenziert nach Größenklassen weist Deutschland bei kleinen Unternehmen (10-49 Beschäftigte) einen besonders niedrigen Wert auf (111 Tsd. €), der unter den Werten aller Vergleichsländer liegt. Die Länderunterschiede in den FuE-Ausgaben je KMU unterscheiden sich zwischen kleinen Unternehmen und mittleren Unternehmen (50-249 Beschäftigte) kaum.

Die gesamten FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland (5-499 Beschäftigte in den von der Innovationserhebung erfassten Branchen) lagen 2015 bei 17,0 Mrd. €. Von 2006 bis 2017 stiegen sie deutlich um 42% (d.h. 5,0 Mrd. €) an. 58% der FuE-Ausgaben der KMU entfallen auf die beiden höchsten Größenklassen (100-249 Beschäftigte und 250-499 Beschäftigte). Diese Größenklassen sind auch maßgeblich für den Zuwachs der FuE-Ausgaben verantwortlich. In der Gruppe der KMU mit 5 bis unter 100 Beschäftigten blieben die FuE-Ausgaben zwischen 2006 und 2017 nahezu unverändert (+9%), wenngleich sie von Jahr zu Jahr schwanken. Auf kleine Unternehmen mit 5 bis unter 20 Beschäftigte entfielen im Durchschnitt der Jahre 2006-2017 nur 14% der gesamten FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland.

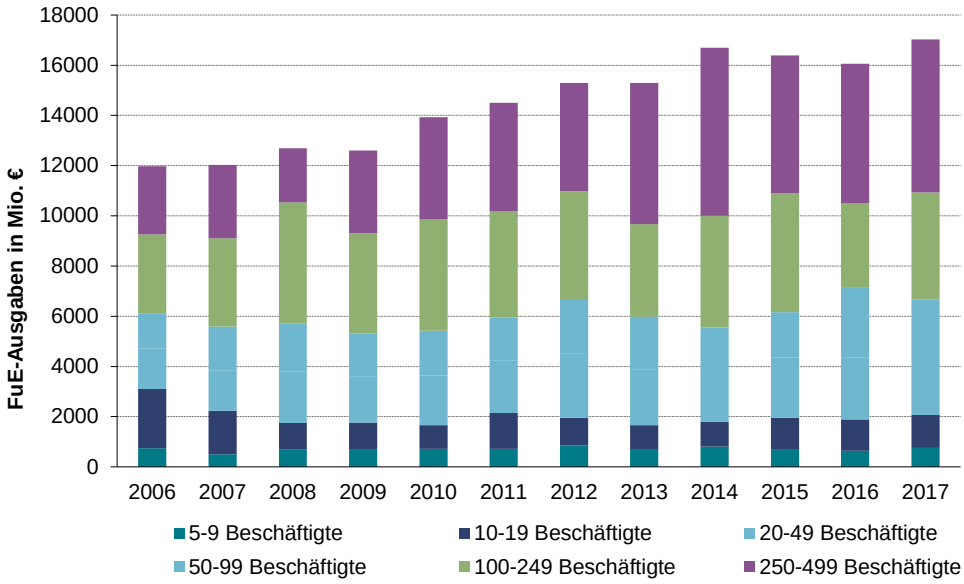
Abbildung 2-4: Interne FuE-Ausgaben von KMU mit interner FuE-Tätigkeit nach europäischen Ländern und Größenklassen *(Durchschnitt 2008, 2010, 2012, 2014)*



Angaben beziehen sich auf die produzierende Industrie (WZ 5-39) und ausgewählte Dienstleistungen (WZ 46, 49-53, 58-66, 71-73).

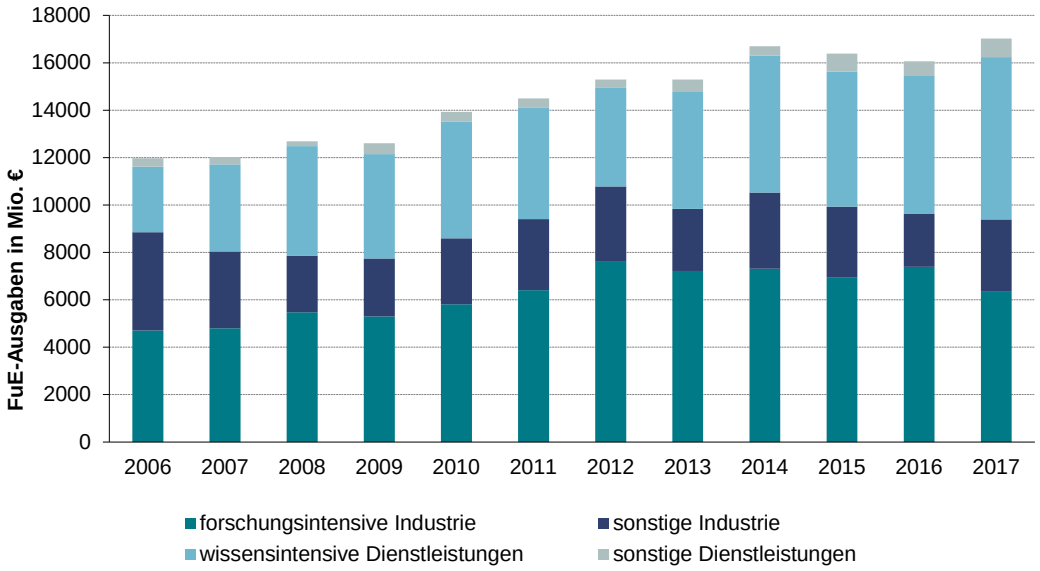
Quelle: Eurostat, Community Innovation Survey

Abbildung 2-5: Gesamte FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland 2006-2017 nach Größenklassen



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Abbildung 2-6: Gesamte FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland 2006-2015 nach Hauptsektoren



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Differenziert nach Hauptsektoren fand der Zuwachs der FuE-Ausgaben der KMU von 2006 bis 2012 primär in der forschungsintensiven Industrie sowie in den wissensintensiven Dienstleistungen statt. Nach 2012 wuchsen die FuE-Ausgaben nur noch in den wissensintensiven Dienstleistungen. In der sonstigen Industrie lagen die FuE-Ausgaben 2017 deutlich unter dem Niveau von 2006, in den sonstigen Dienstleistungen deutlich darüber. Im Durchschnitt der Jahre 2006-2017 fanden 43% der FuE-Ausgaben der KMU in Deutschland in der forschungsintensiven Industrie statt und 33% in den wissensintensiven Dienstleistungen. Die sonstige Industrie spielt mit einem Anteil von 20% eine merklich geringere Rolle. Die sonstigen Dienstleistungen sind mit einem Anteil von 3% für die FuE-Ausgaben der KMU kaum relevant.

2.3 Potenzial für eine Erhöhung der Anzahl FuE-betreibender KMU

Um das Potenzial für eine Erhöhung der Anzahl FuE-betreibender KMU zu bestimmen, werden multivariate Regressionsmodelle geschätzt. Eine abhängige Variable ist ein Indikator, der den Wert 1 annimmt, wenn ein KMU innerhalb des Zeitraums 2009-2014 in zumindest einem Jahr eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit gemeldet hat. Eine zweite abhängige Variable ist ein Indikator, der den Wert 1 annimmt, wenn ein KMU innerhalb des Zeitraums 2009-2014 in zumindest einem Jahr eine gelegentliche, jedoch in keinem Jahr eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit gemeldet hat. Als Erklärungsgrößen werden verschiedene strukturelle Merkmale der KMU herangezogen, die das wirtschaftliche Umfeld, in

dem die KMU tätig sind, und die internen Ressourcen, die ihnen zur Verfügung stehen, abbilden und die potenziell einen Einfluss auf die Entscheidung von KMU haben können, FuE-Aktivitäten durchzuführen.

Die Schätzergebnisse zeigen deutlich unterschiedliche Einflussfaktoren für kontinuierliche und gelegentliche FuE-Tätigkeit. Die Durchführung von kontinuierlicher FuE kann mit den verfügbaren Variablen erheblich besser erklärt werden als die Durchführung von gelegentlicher FuE. Zahlreiche Erklärungsgrößen zeigen nur für kontinuierliche FuE einen statistisch signifikanten Einfluss, nicht aber für gelegentliche FuE. Dies deutet darauf hin, dass die Entscheidung für kontinuierliche FuE eine strategische Entscheidung von KMU ist, die stark durch das wirtschaftliche Umfeld und die Unternehmensressourcen bestimmt wird. Gelegentliche FuE-Tätigkeit scheint eher ein "zufälliges" Ergebnis zu sein, und die Gruppe der gelegentlich forschenden KMU ist sehr heterogen.

So zeigt sich ein starker Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, kontinuierlich FuE zu betreiben, für das Alter (negativ), die Humankapitalausstattung, die Produktivität, die Kapitalintensität (negativ), den Produktdiversifizierungsgrad, die Größe und die Exporttätigkeit. Für gelegentliche FuE zeigt sich dagegen kaum ein Einfluss durch diese Variablen (ausgenommen Exporttätigkeit, wobei der Effekt aber erheblich niedriger ist). In Bezug auf das Marktumfeld betreiben KMU mit einer geringen Anzahl von Wettbewerbern häufiger kontinuierlich FuE. Außerdem ist ein Marktumfeld, das durch einen raschen technologischen Wandel, kurze Produktzyklen, einer geringen Substituierbarkeit von Produkten durch Konkurrenzprodukte und einen intensiven internationalen Wettbewerb gekennzeichnet ist, stimulierend für kontinuierliche FuE-Tätigkeit. Ein intensiver internationaler Wettbewerb verringert dagegen die Wahrscheinlichkeit von gelegentlicher FuE, während eine leichte Substituierbarkeit von Produkten durch Konkurrenzprodukte gelegentliche FuE-Tätigkeit (die stärker auf die Anpassung bestehender Produkte und Technologien ausgerichtet ist) befördert.

Tabelle 2-2: Schätzergebnisse von Probitmodellen zu den Einflussfaktoren von kontinuierlicher und gelegentlicher FuE-Tätigkeit

	kontinuierliche FuE		**gelegentliche FuE**	
Variable	*m. Eff.*	*t-Wert*	*m. Eff.*	*t-Wert*
Alter (ln)	-0,029	-6,46	0,005	1,53
Anteil Hochschulabsolventen	0,003	18,63	0,000	-1,79
relative Produktivität	0,024	2,53	-0,005	-0,88
relative Produktivität (quadrierter Term)	-0,002	-1,70	0,001	1,91
Kapitalintensität	-0,070	-2,52	-0,013	-0,82

	kontinuierliche FuE		gelegentliche FuE	
Umsatzanteil umsatzstärkste Produktgruppe	-0,001	-6,09	0,000	-0,08
Bonitätsindex	-0,006	-1,04	0,003	0,78
0-4 Beschäftigte	*(Referenz)*			
5-10 Beschäftigte	0,076	4,20	0,016	1,44
10-19 Beschäftigte	0,132	7,27	0,020	1,81
20-49 Beschäftigte	0,227	12,24	0,017	1,51
50-99 Beschäftigte	0,294	14,51	0,013	1,09
100-249 Beschäftigte	0,328	15,26	-0,014	-1,14
250-499 Beschäftigte	0,440	17,51	-0,065	-4,64
500-999 Beschäftigte	0,454	2,86	0,040	0,40
1000+ Beschäftigte	0,460	3,09	-0,080	-0,86
WZ 5-9	0,026	0,77	-0,088	-4,38
WZ 10	0,031	1,22	-0,010	-0,64
WZ 11/12	0,051	1,30	0,006	0,23
WZ 13	0,068	2,26	0,070	3,25
WZ 14	0,002	0,05	0,024	0,87
WZ 15	0,050	1,14	0,005	0,16
WZ 16	-0,045	-1,46	0,026	1,21
WZ 17	-0,069	-2,28	-0,024	-1,18
WZ 18	-0,151	-5,51	-0,029	-1,56
WZ 19	0,215	2,68	-0,096	-1,91
WZ 20	0,338	11,43	-0,058	-3,37
WZ 21	0,426	9,14	-0,107	-4,62
WZ 22	0,041	1,66	0,001	0,05
WZ 23	0,146	5,32	-0,052	-3,09
WZ 24	-0,007	-0,24	0,028	1,23
WZ 25	*(Referenz)*			
WZ 26	0,397	15,65	-0,075	-5,57
WZ 27	0,191	7,16	-0,038	-2,29
WZ 28	0,237	10,40	-0,049	-3,61
WZ 29	0,026	0,81	0,042	1,73
WZ 30	0,173	3,87	0,007	0,23

	kontinuierliche FuE		gelegentliche FuE	
WZ 31	0,100	2,87	-0,007	-0,30
WZ 32	0,080	2,88	0,028	1,48
WZ 33	-0,037	-1,48	-0,005	-0,31
WZ 35	-0,145	-4,31	-0,012	-0,56
WZ 36	-0,236	-5,17	-0,086	-3,48
WZ 37	-0,220	-5,37	-0,005	-0,19
WZ 38	-0,139	-5,56	0,003	0,17
WZ 39	-0,158	-2,32	0,080	1,65
WZ 46	-0,186	-8,78	-0,031	-2,13
WZ 49	-0,248	-9,48	-0,054	-3,33
WZ 50/51	-0,260	-6,08	0,029	1,03
WZ 52	-0,124	-3,91	-0,030	-1,39
WZ 53	-0,160	-3,60	-0,055	-2,07
WZ 58	-0,110	-3,32	0,018	0,71
WZ 59	-0,090	-2,78	-0,058	-2,61
WZ 60	0,002	0,03	0,047	1,10
WZ 61	0,117	1,82	0,009	0,20
WZ 62	0,207	8,24	-0,039	-2,54
WZ 63	0,023	0,59	0,029	1,02
WZ 64	-0,086	-2,46	0,008	0,34
WZ 65	-0,044	-0,68	0,146	3,04
WZ 66	0,052	1,44	-0,065	-3,14
WZ 69	-0,186	-6,49	-0,074	-4,52
WZ 70	0,029	0,97	0,024	1,15
WZ 71/WZ 71/72	-0,048	-2,30	-0,023	-1,66
WZ 72	0,633	12,84	a)	
WZ 73	-0,080	-2,44	0,047	1,96
WZ 74	-0,029	-0,93	0,054	2,40
WZ 78	-0,165	-3,97	-0,058	-2,12
WZ 79	-0,099	-2,44	-0,022	-0,85
WZ 80	-0,179	-3,81	-0,099	-3,35
WZ 81	-0,200	-5,45	-0,093	-4,29

	kontinuierliche FuE		gelegentliche FuE	
WZ 82	-0,095	-2,84	0,024	0,97
Ostdeutschland	0,005	0,61	-0,008	-1,54
Jahr 2009	*(Referenz)*			
Jahr 2010	0,008	0,52	0,005	0,49
Jahr 2011	-0,005	-0,35	0,003	0,31
Jahr 2012	-0,001	-0,07	0,008	0,87
Jahr 2013	0,005	0,38	-0,003	-0,26
Jahr 2014	-0,032	-2,42	0,000	-0,02
Teil einer Unternehmensgruppe	0,006	0,62	0,003	0,42
Exporttätigkeit	0,171	18,65	0,028	4,45
weniger als 6 Wettbewerber	0,069	6,88	-0,003	-0,49
6-15 Wettbewerber	0,065	6,56	0,002	0,24
16+ Wettbewerber	*(Referenz)*			
Wettbewerbsumfeld (Referenz jeweils: trifft nicht zu)				
Handeln der Konkurrenz schwer vorhersehbar: trifft kaum zu	0,008	0,51	0,013	1,22
Handeln der Konkurrenz schwer vorhersehbar: trifft eher zu	0,014	0,90	0,014	1,30
Handeln der Konkurrenz schwer vorhersehbar: trifft voll zu	0,046	2,33	-0,001	-0,07
Bedrohung durch Markteintritte: trifft kaum zu	0,006	0,41	0,001	0,07
Bedrohung durch Markteintritte: trifft eher zu	0,014	0,92	0,003	0,33
Bedrohung durch Markteintritte: trifft voll zu	0,015	0,76	-0,006	-0,46
Technologien ändern sich rasch: trifft kaum zu	0,041	4,00	0,042	6,13
Technologien ändern sich rasch: trifft eher zu	0,054	4,40	0,034	4,05
Technologien ändern sich rasch: trifft voll zu	0,105	4,70	0,018	1,22
Produkte altern rasch: trifft kaum zu	0,058	6,09	0,012	1,91
Produkte altern rasch: trifft eher zu	0,144	11,05	-0,011	-1,36
Produkte altern rasch: trifft voll zu	0,116	6,25	0,008	0,67
Produkte leicht substituierbar: trifft kaum zu	0,018	1,39	-0,005	-0,60
Produkte leicht substituierbar: trifft eher zu	-0,057	-4,40	0,035	3,84
Produkte leicht substituierbar: trifft voll zu	-0,114	-7,96	0,044	4,21
Nachfrageentwicklung schwer vorhersehbar: trifft kaum zu	0,006	0,35	-0,012	-1,18

	kontinuierliche FuE		gelegentliche FuE	
Nachfrageentwicklung schwer vorhersehbar: trifft eher zu	0,006	0,36	-0,007	-0,69
Nachfrageentwicklung schwer vorhersehbar: trifft voll zu	-0,006	-0,32	-0,014	-1,21
Starke Konkurrenz aus dem Ausland: trifft kaum zu	0,023	2,25	-0,007	-1,04
Starke Konkurrenz aus dem Ausland: trifft eher zu	0,045	3,76	-0,026	-3,42
Starke Konkurrenz aus dem Ausland: trifft voll zu	0,049	3,33	-0,021	-2,20
Anzahl Beobachtungen	21.621		21.621	
Log likelihood	-9.847		-9.135	
LR Chi^2	8.550,3		608,0	
Pseudo R^2	0,303		0,032	

KMU aus dem WZ 72 sind im Modell für gelegentliche FuE mit KMU aus dem WZ 71 zusammengefasst, da keine Beobachtungen zu KMU aus dem WZ 72 mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit vorliegen.

***, **, *: statistisch signifikant auf dem 1%-, 5%- bzw. 10%-Niveau.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel.

Darüber hinaus zeigt sich ein deutlicher Einfluss der Branchenzugehörigkeit. KMU in Branchen der forschungsintensiven Industrie weisen mit einer deutlich höheren Wahrscheinlichkeit kontinuierliche FuE und mit einer deutlich geringeren Wahrscheinlichkeit gelegentliche FuE auf. Sind KMU in Dienstleistungsbranchen tätig, ist die Durchführung von kontinuierlicher FuE i.d.R. deutlich weniger wahrscheinlich (Ausnahmen: Software/IT-Dienstleistungen und FuE-Dienstleistungen). Für gelegentliche FuE-Tätigkeit zeigt sich kein so eindeutiges Muster.

Die Schätzergebnisse werden verwendet, um für jedes Unternehmen eine Wahrscheinlichkeit für die Durchführung von kontinuierlicher bzw. gelegentlicher FuE-Tätigkeit zu schätzen. Insgesamt werden drei Potenzialwerte für die Anzahl von KMU mit kontinuierlicher FuE ermittelt:

- Potenzial 1: KMU, die zumindest einmal im Zeitraum 2009-2014 eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit aufgewiesen haben
- Potenzial 2: KMU, die im Zeitraum 2009-2014 keine kontinuierliche FuE-Tätigkeit aufgewiesen haben und deren geschätzte Wahrscheinlichkeit, kontinuierliche FuE durchzuführen, bei zumindest 75% liegt.
- Potenzial 3: Für diesen Potenzialwert wird als Schwellenwert eine Wahrscheinlichkeit von 50% zugrunde gelegt. Dies führt zu einem höheren Potenzialwert für kontinuierlich FuE-betreibende KMU.

Für KMU mit gelegentlicher FuE werden zwei Potenzialwerte ermittelt:

- Potenzial 1: KMU, die im Zeitraum 2009-2014 keine kontinuierliche FuE, aber zumindest in einem Jahr eine gelegentliche FuE-Tätigkeit aufgewiesen haben.
- Potenzial 2: KMU, die im Zeitraum 2009-2014 keine FuE-Tätigkeit aufgewiesen haben und deren geschätzte Wahrscheinlichkeit, gelegentliche FuE durchzuführen, bei zumindest 25% und deren geschätzte Wahrscheinlichkeit, kontinuierliche FuE durchzuführen, bei unter 50% liegt. Der niedrige Schwellenwert von 25% wurde gewählt, da das Vorgehen sicherstellt, dass es zu keiner Zuordnung von KMU sowohl zur Gruppe der kontinuierlich als auch zur Gruppe der gelegentlich FuE-betreibenden Unternehmen kommt.

Die Potenzialwerte für gelegentlich FuE-betreibende KMU können dabei unter dem Bestandswert liegen. Für das Potenzial 1 ist dies dann der Fall, wenn KMU mit überwiegend gelegentlicher FuE in einem Jahr oder wenigen Jahren innerhalb des Zeitraums 2009-2014 eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit gemeldet haben und deshalb dem Potenzial 1 der kontinuierlich FuE-betreibenden KMU zugerechnet werden. Für das Potenzial 2 ist dies der Fall, wenn KMU ohne FuE-Tätigkeit sowohl eine Wahrscheinlichkeit für gelegentliche FuE-Tätigkeit von 25% oder mehr als auch eine Wahrscheinlichkeit für kontinuierliche FuE von 50% oder mehr aufweisen, da diese KMU dem Potenzial 2 der kontinuierlich FuE-betreibenden KMU zugerechnet werden.

Im Bereich der kontinuierlich FuE-betreibenden KMU in Deutschland ergeben die Berechnungen ein Potenzial für zusätzliche KMU, die kontinuierliche FuE-Aktivitäten durchführen könnten, von rund 32.300 Unternehmen. Dies sind rund 105% des aktuellen Bestands (auf Basis des Durchschnitts der Jahre 2009-2014). Der größte Teil dieses Potenzials stammt aus der Gruppe der KMU, die zumindest einmal innerhalb des Zeitraums 2009-2014, aber nicht in jedem Jahr, nach eigenen Angaben kontinuierlich FuE-betrieben haben. In diesem Bereich liegt das Potenzial bei rund 18.700 Unternehmen bzw. 61% des aktuellen Bestands. Weitere rund 2.500 KMU (8% des Bestands) weisen ein Marktumfeld und interne Ressourcen auf, die es nahelegen (d.h. bei einer zumindest 75%igen Wahrscheinlichkeit), dass das Unternehmen kontinuierlich FuE betreibt, wenngleich diese Unternehmen innerhalb des Zeitraums 2009-2014 in keinem Jahr kontinuierlich FuE betrieben haben. Setzt man den Schwellenwert auf eine 50 bis unter 75%ige Wahrscheinlichkeit herab, könnte ein zusätzliches Potenzial von ca. 11.000 KMU (36% des Bestands) für kontinuierliche FuE-Aktivitäten angesprochen werden. Dieses "Potenzial 3" zu mobilisieren, ist allerdings als wenig wahrscheinlich einzustufen und stellt somit die maximal erreichbare Obergrenze für die Anzahl von kontinuierlich forschenden KMU in Deutschland unter den derzeit gegebenen wirtschaftlichen Strukturen dar.

Tabelle 2-3: Bestand und Potenzial an KMU mit kontinuierlicher FuE in Deutschland

Mittelwerte für die Jahre 2009-2014	in 1.000	in%
Bestand	30,9	100,0
Potenzial 1 (zusätzlich zum Bestand)	19,7	63,9
Potenzial 2 (zusätzlich zum Bestand und zu Potenzial 1)	2,6	8,4
Potenzial 3 (zusätzlich zum Bestand und zu Potenzial 1 und 2)	11,2	36,4
Summe Potenziale	33,5	108,7
Summe insgesamt	64,4	208,7

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Im Bereich der gelegentlich forschenden KMU ist das Potenzial für eine Ausweitung der Anzahl der dieser Gruppe zugehörigen KMU deutlich geringer. Insgesamt ergeben die Berechnungen, dass das maximale Potenzial an gelegentlich FuE-betreibenden KMU in Deutschland um rund 22% über dem aktuellen Stand liegen könnte (das wären rund 29.000 anstelle der aktuell ca. 23.800 KMU). Dieses geringere Potenzial ergibt sich im Wesentlichen aus dem Umstand, dass sich das Potenzial für kontinuierlich forschende KMU ganz wesentlich aus der Gruppe der KMU mit aktuell gelegentlicher FuE speist und somit diese Gruppe zunächst durch Abgänge in die Gruppe der kontinuierlich Forschenden verringert würde. Zieht man diese "Wechsler" vom aktuellen Bestand ab, so verbleiben nur rund 8.900 gelegentlich FuE-betreibende KMU. Rund 15.700 KMU könnten mobilisiert werden, wenn Unternehmen, die in einzelnen Jahren gelegentlich FuE betrieben haben, eine solche anlassbezogene FuE-Tätigkeit in jedem Jahr durchführen würden. Zusätzlich weisen maximal 4.400 Unternehmen Marktstrukturen und interne Ressourcen auf, die eine gelegentliche FuE-Tätigkeit in gewisser Weise nahelegen.

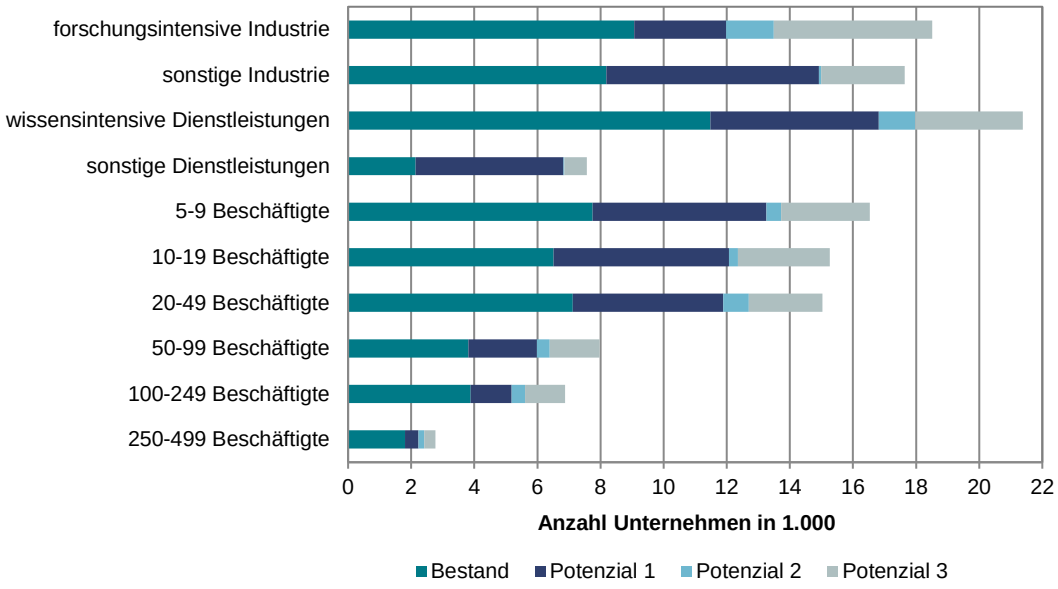
Tabelle 2-4: Bestand und Potenzial an KMU mit gelegentlicher FuE in Deutschland

Mittelwerte für die Jahre 2009-2014	in 1.000	in%
Bestand	23,8	100,0
Bestand ohne KMU, die Potenzial für kontinuierliche FuE aufweisen	8,9	37,2
Potenzial 1 (zusätzlich zum Bestand)	15,7	66,1
Potenzial 2 (zusätzlich zum Bestand und zu Potenzial 1)	4,4	18,7
Summe Potenziale	20,1	84,8
Summe insgesamt	29,0	121,9

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Die größte Anzahl von KMU mit Potenzial für eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit findet sich im Bereich des Potenzials 1 in der sonstigen Industrie, gefolgt von den wissensintensiven Dienstleistungen und den sonstigen Dienstleistungen. In der forschungsintensiven Industrie gibt es dagegen weniger KMU, die nur in einzelnen Jahren eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit aufweisen. Dagegen gibt es hier eine größere Zahl von KMU, die Marktstrukturen und interne Ressourcen aufweisen, die eine kontinuierliche FuE-Tätigkeit nahelegen. Die zweitgrößte Anzahl im Bereich der Potenziale 2 und 3 stellen die wissensintensiven Dienstleistungen. In der sonstigen Industrie und in den sonstigen Dienstleistungen sind diese Potenziale dagegen von geringer Bedeutung. Insgesamt befinden sich 76% des gesamten Potenzials für zusätzliche kontinuierlich forschende KMU in Deutschland im Bereich der kleinen Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten.

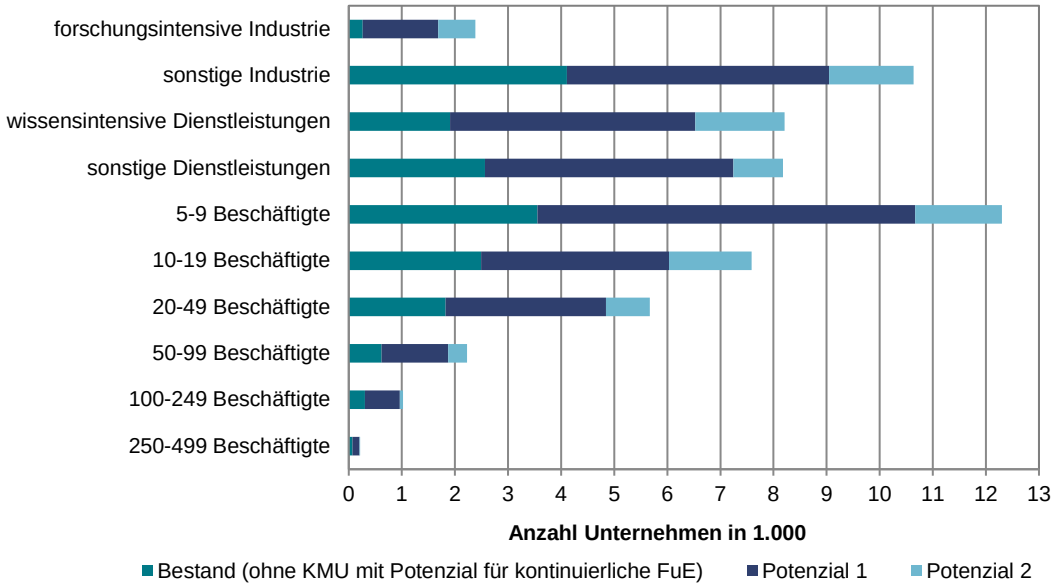
Abbildung 2-7: Bestand und Potenzial an KMU mit kontinuierlicher FuE in Deutschland nach Hauptsektoren und Größenklassen



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Das Potenzial an KMU für gelegentliche FuE ist überwiegend bei den sehr kleinen Unternehmen sowie außerhalb der forschungsintensiven Industrie angesiedelt. Unter den mittleren Unternehmen (50 bis 499 Beschäftigten) und in der forschungsintensiven Industrie gibt es dagegen kaum ein Potenzial.

Abbildung 2-8: Bestand und Potenzial an KMU mit gelegentlicher FuE in Deutschland nach Hauptsektoren und Größenklassen



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

2.4 Potenzial für eine Erhöhung der FuE-Ausgaben von KMU

Um das Potenzial für eine Erhöhung der FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland abzuschätzen, werden zwei Potenzialbetrachtungen vorgenommen:

a) Für die derzeit kontinuierlich oder gelegentlich FuE-betreibenden KMU wird der höchste Jahreswert ihrer FuE-Ausgaben im Zeitraum 2009-2014 ermittelt. Anhand von weiteren Informationen wird die Plausibilität dieses Ausgabenniveaus untersucht. Unplausibel hohe Werte werden ausgeschlossen und durch den nächsthöchsten plausiblen Wert ersetzt. Dabei werden grundsätzlich FuE-Ausgaben eines Jahres, die mehr als dreimal so hoch wie der Mittelwert der FuE-Ausgaben eines KMU in den betrachteten sechs Jahren sind, nicht berücksichtigt. Das sich so ergebende maximale FuE-Ausgabenniveau pro KMU wird auf die Grundgesamtheit aller kontinuierlich bzw. gelegentlich forschenden KMU hochgerechnet, d.h. es wird unterstellt, dass die KMU in der Lage sind, in jedem Jahr das maximale FuE-Ausgabenvolumen zu realisieren.

b) Für KMU, für die ein Potenzial zur Durchführung von kontinuierlicher oder gelegentlicher FuE-Tätigkeit ermittelt wurde (Potenziale 1 bis 3), werden zwei Varianten zur Schätzung der möglichen Höhe der FuE-Ausgaben berechnet. Eine Variante geht von den größen- und branchentypischen jährlichen FuE-Ausgaben für kontinuierlich oder gelegentlich FuE-betreibende KMU aus und legt diese auf das geschätzte Potenzial um. Eine

andere Variante berücksichtigt unternehmensspezifische Merkmale der KMU mit Potenzial für FuE-Aktivitäten und ermittelt ein unternehmensspezifisches wahrscheinliches FuE-Ausgabenniveau.[4]

Das Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben der KMU in Deutschland ist sehr groß. Alleine im Bestand der FuE-betreibenden KMU könnten die FuE-Ausgaben um 17,6 Mrd. € (d.h. um 127%) höher liegen, wenn die KMU gleichzeitig jene FuE-Ausgaben realisieren, die dem höchsten Ausgabenniveau entsprächen, das sie im Zeitraum 2009-2014 erreicht haben. Bei den kontinuierlich forschenden KMU beträgt das Potenzial 14,0 Mrd. €, bei den gelegentlich FuE-betreibenden KMU 3,6 Mrd. €. Ebenfalls 3,6 Mrd. € an zusätzlichen FuE-Ausgaben könnten erzielt werden, wenn KMU, die nur in einzelnen Jahren FuE betreiben, ihre FuE-Tätigkeit verstetigen würden.[5] Würden KMU, die im Zeitraum 2009-2014 keine FuE-Tätigkeit aufgewiesen haben, deren Marktumfeld und interne Ressourcen eine FuE-Tätigkeit allerdings mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit nahelegen, FuE betreiben, könnten weitere 1,4 bis maximal 5,1 Mrd. € (Summe der Potenziale 2 und 3) an FuE-Ausgaben von KMU hinzukommen. Das geschätzte Ausgabenpotenzial von bisher nicht FuE-betreibenden KMU unterscheidet sich nur wenig zwischen den beiden gewählten Methoden: Auf Basis der durchschnittlichen FuE-Ausgaben je KMU ergibt sich ein maximales Potenzial von 8,7 Mrd. €, auf Basis der unternehmensspezifisch geschätzten Ausgaben beträgt das maximale Potenzial 8,9 Mrd. €.

Tabelle 2-5: Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland

Mittelwerte für die Jahre 2009-2014, in Mrd. €	**kontinuierliche FuE**	**gelegentliche FuE**	**Gesamt**
Bestand	12,3	1,5	13,8
Zusätzliches Potenzial im Bestand (bisher maximal erreichte Ausgaben)	14,0	3,6	17,6
Erhöhung der Anzahl FuE-betreibender KMU: Potenzial 1[a)]	3,6	0,8	4,4

[4] Hierfür werden Erklärungsfaktoren der Höhe der FuE-Ausgaben über eine Panel-OLS-Regression identifiziert und ein unternehmensspezifischer Erwartungswert (*propensity score*) ermittelt. Als Erklärungsfaktoren werden die Finanzierungssituation (Bonität, Umsatzrendite, Größe und Alter, das Umsatzwachstum in den Vorjahren, der Erhalt öffentlicher Förderungen, die Art und Organisation der Innovationstätigkeit sowie die Branchenzugehörigkeit) herangezogen.

[5] Dieses Potenzial betrifft nur kontinuierlich FuE betreibende KMU. Für gelegentlich FuE betreibende KMU neutralisiert sich der positive Ausgabenbeitrag von KMU, die ihre gelegentlichen FuE-Aktivitäten verstetigen, mit dem negativen Effekt, der aus dem Wechsel von gelegentlich forschenden zu kontinuierlich forschenden resultiert.

Mittelwerte für die Jahre 2009-2014, in Mrd. €	kontinuierliche FuE	gelegentliche FuE	Gesamt
Erhöhung der Anzahl FuE-betreibender KMU: Potenzial 2[a)]	1,2	0,2	1,4
Erhöhung der Anzahl FuE-betreibender KMU: Potenzial 3[a)]	3,7	-	3,7
Erhöhung der Anzahl FuE-betreibender KMU: Potenzial 1-3[b)]	*7,4*	*1,5*	*8,9*
Verlust durch Wechsel von gelegentlicher zu kontinuierlicher FuE bei Potenzial 1	-	-0,8	-0,8
Summe Potenziale[a)]	22,5	3,8	26,3
Summe Bestand + Potenzial	34,8	5,3	40,1

a) auf Basis der durchschnittlichen FuE-Ausgaben je forschendem KMU
b) auf Basis einer unternehmensspezifischen Schätzung der FuE-Ausgaben

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Insgesamt ergeben sich somit maximale zusätzliche FuE-Ausgaben von KMU von etwa 26,3 Mrd. €, im Vergleich zu einem aktuellen Ausgabenniveau (Mittelwert der Jahre 2009-2014) von 13,8 Mrd. €. Dies bedeutet, dass das KMU-Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben nahe an den gesamten Bedarf an zusätzlichen FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft zur Erreichung des Zielwerts von 3,5% im Jahr 2025 kommt. Dieser liegt bei etwa 30 Mrd. € zusätzlichen gesamten FuE-Ausgaben im Bereich des Unternehmenssektors.

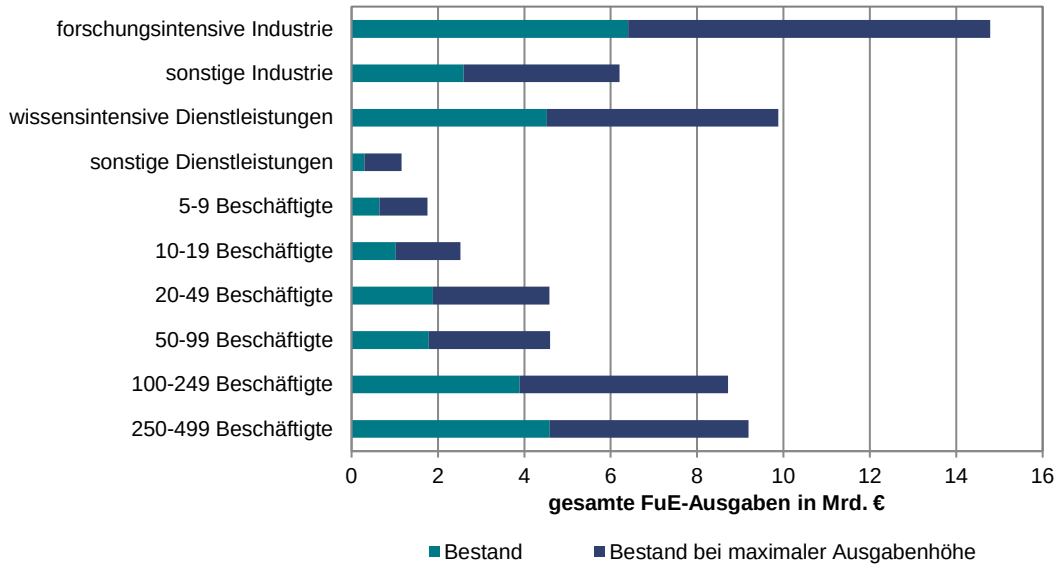
Dieses Potenzial erscheint auf den ersten Blick sehr hoch, da es nahelegt, dass die FuE-Ausgaben der KMU in Deutschland dreimal so hoch wie aktuell sein könnten. Dieses hohe Potenzial ist angesichts der Tatsache, dass die durchschnittlichen FuE-Ausgaben pro Jahr und KMU in Deutschland erheblich unter den Werten anderer, vergleichbarer Länder liegen, gleichwohl realistisch. Selbst wenn das maximal errechnete Potenzial realisiert werden würde (was allerdings extrem unwahrscheinlich ist), lägen die durchschnittlichen FuE-Ausgaben je forschendem KMU in Deutschland auf dem Niveau, das die KMU in Dänemark schon heute erreichen. Geht man von der realistischeren Annahme aus, dass nur etwa die Hälfte des maximalen Potenzials tatsächlich mobilisierbar ist, so würden die FuE-Ausgaben je forschendem KMU in Deutschland im Bereich der Werte von Belgien, Irland und Österreich liegen.

Allerdings ist zu bedenken, dass zur Realisierung dieses Potenzials auch entsprechende Rahmenbedingungen erforderlich sind, etwa was die Verfügbarkeit von entsprechend qualifiziertem Personal oder die Möglichkeiten zur Kooperationen mit anderen Unternehmen und Einrichtungen betrifft. Auch werden zum Heben dieses Potenzials merkliche zusätzliche Anstrengungen im Bereich der FuE-Förderung notwendig werden.

Der größte Teil des zusätzlichen Potenzials an FuE-Ausgaben liegt im Bereich der forschungsintensiven Industrie und den wissensintensiven Dienstleistungen. Auf die beiden Hauptsektoren entfallen 78% des zusätzlichen Ausgabenpotenzials bei Erhöhung der FuE-Ausgaben von bereits heute forschenden KMU auf den im Zeitraum 2009-2014 erzielten Maximalwert (darunter forschungsintensive Industrie: 48%). Für das Potenzial an zusätzlichen FuE-Ausgaben bei Erhöhung der Anzahl FuE-betreibender KMU (Potenziale 1 bis 3) liegt der Anteil sogar bei 89% (darunter forschungsintensive Industrie: 60%).

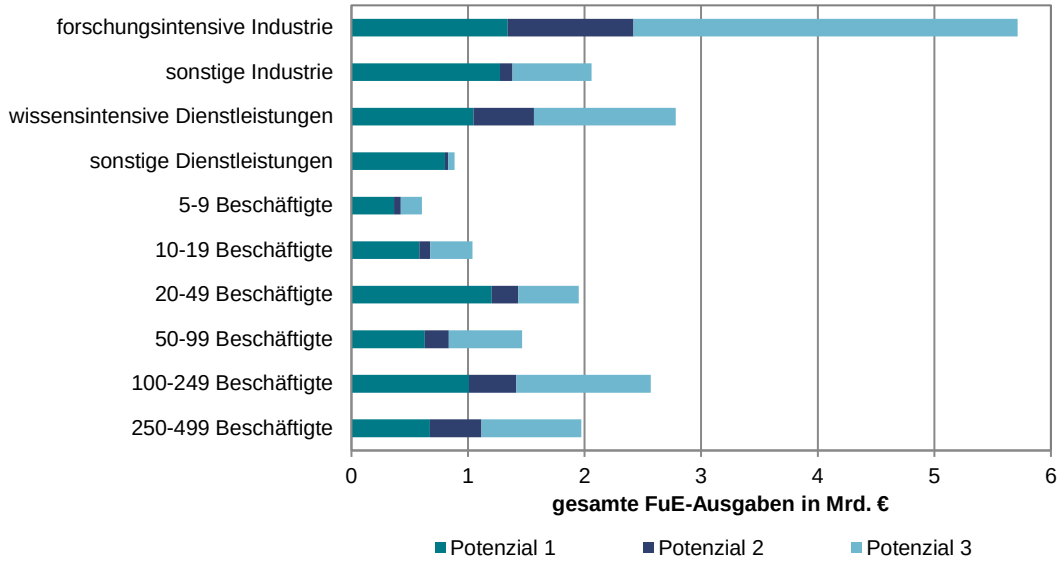
Über die Hälfte der geschätzten zusätzlichen FuE-Ausgaben von KMU befinden sich im Bereich der mittelgroßen Unternehmen mit 100-499 Beschäftigten. In Bezug auf das Potenzial im Bestand der FuE-betreibenden KMU beträgt der Anteil dieser Größenklasse 54%, in Bezug auf das Potenzial durch die Mobilisierung zusätzlicher FuE-betreibender KMU bei 47%. Im Bereich der kleinen Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten ist dagegen weniger an zusätzlichen FuE-Ausgaben zu erwarten (Anteilswerte: 30 bzw. 37%).

Abbildung 2-9: Bestand an FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland und Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben bei dauerhafter Realisierung des in 2009-2014 erreichten maximalen jährlichen Ausgabenniveaus nach Hauptsektoren und Größenklassen



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Abbildung 2-10: Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben in KMU in Deutschland bei Mobilisierung zusätzlicher FuE-betreibender KMU nach Hauptsektoren und Größenklassen



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

2.5 Fazit

Die Schätzung des Potenzials für zusätzliche FuE-Ausgaben von KMU in Deutschland hat gezeigt, dass der KMU-Sektor theoretisch in der Lage wäre, die erforderlich FuE-Ausgabensteigerung im Bereich der Wirtschaft zur Erreichung des 3,5%-Ziels zu einem sehr großen Teil zu stemmen. Realistisch erscheint allerdings eher ein Beitrag zu den von Unternehmen zusätzlich bis 2025 zu leistenden jährlichen FuE-Ausgaben von etwa der Hälfte. Angesichts des Umstands, dass KMU derzeit nur rund ein Fünftel zu den gesamten FuE-Ausgaben der Wirtschaft beitragen, würde dies eine erhebliche Steigerung des Gewichts der KMU für die FuE-Tätigkeit in der deutschen Wirtschaft darstellen.

Für die Forschungs- und Innovationspolitik bedeuten diese Potenzialabschätzungen, dass erstens eine auf KMU orientierte Politik einen erheblichen Beitrag zur Erreichung des 3,5%-Ziels im Bereich der Wirtschaft leisten kann. Denn damit KMU höhere FuE-Ausgaben realisieren können, sind entsprechende forschungs- und innovationspolitische Rahmenbedingungen und Fördermaßnahmen notwendig. Im Bereich der Großunternehmen sind demgegenüber die Möglichkeiten der Politik, die FuE-Ausgabenvolumina merklich zu beeinflussen, wesentlich geringer, da die FuE-Ausgaben der global tätigen Konzerne sich an globalen Trends, Wettbewerbsverhältnissen und Rahmenbedingungen orientieren, die von der deutschen Politik nur sehr begrenzt gestaltet werden können.

Zweitens sollte eine solche Politik insbesondere KMU in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen und die mittelgroßen Unternehmen adressieren, da hier die quantitativ größten Potenziale liegen. Dabei können drittens in der Gruppe der heute bereits FuE-aktiven KMU die größten Ausgabensteigerungen erreicht werden. Eine Mobilisierung von derzeit nicht forschenden KMU für die Aufnahme von FuE-Aktivitäten lässt deutlich geringere zusätzliche FuE-Ausgaben erwarten, da auf diesem Weg in erster Linie sehr kleine Unternehmen erreicht werden können und diese Unternehmen nur geringe FuE-Ausgaben tätigen werden.

Für die Ausgestaltung von Fördermaßnahmen bedeuten diese Befunde, dass es sinnvoll wäre, bestehende Fördermaßnahmen, die sich als effektiv erwiesen haben, auszuweiten. Diese Ausweitung sollte zum einen auf die Förderung einer größeren Zahl von forschenden KMU abzielen, zum anderen sollte aber auch das Fördervolumen je KMU erhöht werden, um die vorhandenen Potenziale in forschenden KMU zu heben. Dies muss nicht notwendigerweise mit einer Erhöhung der Fördersätze (die bei vielen KMU bereits beim maximalen Satz von 50% liegen) oder der Projektgrößen einhergehen, sondern könnte auch durch eine Erhöhung des Beitrags von KMU zum Gesamtprojektvolumen in Verbundprojekten (d.h. zu Lasten des Beitrags anderer Projektpartner wie Hochschulen oder außeruniversitäre Einrichtungen) erreicht werden.

Das Potenzial für höhere FuE-Ausgaben im Bestand der forschenden KMU kann auch durch indirekte Maßnahmen wie eine steuerliche FuE-Förderung gehoben werden. Denn eine steuerliche Förderung, insbesondere in der derzeit diskutierten Form mit eher niedrigen Fördersätzen von 10 bis 15%, wird in erster Linie bereits heute forschende KMU erreichen, da der finanzielle Stimulus für nicht FuE-aktive KMU eine FuE-Tätigkeit aufzunehmen, zu gering ist (vgl. Spengel et al. 2017). Welche Gruppen von Unternehmen durch eine indirekte FuE-Förderung erreicht werden können, wird in Abschnitt 6 anhand der Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben untersucht.

3 Analyse der FuE-Aktivitäten und deren strukturelle Implikationen im Verarbeitenden Gewerbe

3.1 Fragestellung und Herangehensweise

Dieser Teil beschäftigt sich mit den FuE-Aktivitäten der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland. Um der Fragestellung hinsichtlich einer möglichen Erhöhung der privaten FuE-Ausgaben zur Erreichung des 3,5%-Ziels nachgehen zu können, werden zunächst strukturelle Zusammenhänge identifiziert, die dann Implikationen für eine mögliche Erhöhung des FuE-Anteils im Verarbeitenden Gewerbe zulassen. Insbesondere soll untersucht werden, wie FuE-Aktivitäten bzw. auch FuE-Ausgaben mit der Innovationsfähigkeit industrieller Betriebe zusammenspielen. Neben den FuE-Ausgaben werden hierzu auch FuE-Kooperationen und FuE-Verlagerungen analysiert sowie deren Zusammenhänge zu Innovationsstrategien und zur Innovations- und Betriebsperformance. Hieraus lassen sich dann Schlussfolgerungen zu möglichen strukturellen Veränderungsprozessen im Verarbeitenden Gewerbe bei einer potenziellen Erhöhung der FuE-Ausgaben ableiten.

Für diese Analyse wird die breitenempirische Industrieerhebung *Modernisierung der Produktion* 2015 des Fraunhofer ISI herangezogen, die diverse Indikatoren zum FuE-Verhalten von Industriebetrieben enthält. Diese Erhebung bietet Informationen zu Produktionsstandorten und Betrieben und bildet dabei die Vielfalt des Verarbeitenden Gewerbes ab. Zur Sicherstellung der Repräsentativität der Ergebnisse insbesondere für sehr kleine Betriebe wurden die Erhebungsdaten hinsichtlich Größenklassen, Branchen und Regionalstruktur analog der Grundgesamtheit aller Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes mit 20 und mehr Beschäftigten gewichtet (vgl. Jäger/Maloca 2016).

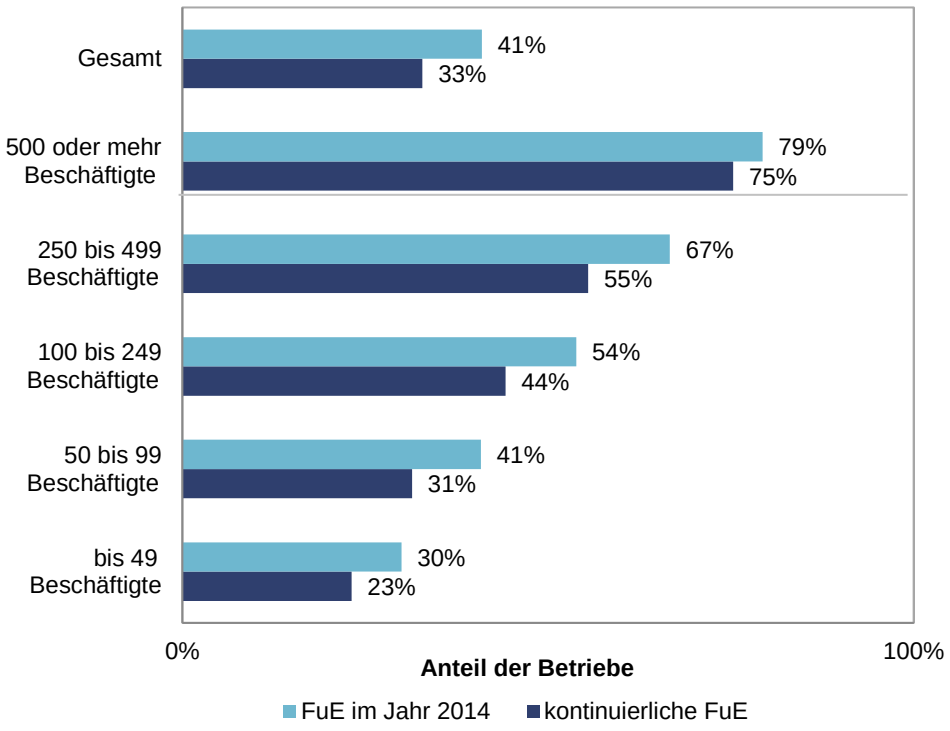
3.2 Struktureller Überblick der FuE-Aktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe

Für die Analysen der FuE-Aktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe wird im Wesentlichen unterschieden zwischen der Gruppe an Betrieben, die in den letzten drei Jahren (2012-2014) kontinuierlich FuE betrieben haben, und denjenigen Betrieben, die dies nicht taten. Diese Gruppierung erlaubt eine klare Abgrenzung der Betriebe mit einer kontinuierlichen Forschungsaktivität. Die Vergleichsgruppe hingegen umfasst sowohl Betriebe, die nicht im Bereich FuE aktiv sind, sowie Betriebe, die zwar im Jahr 2014 FuE betrieben haben, dies jedoch nicht kontinuierlich tun. Zudem können diejenigen Betriebe betrachtet werden, welche 2014 FuE-Ausgaben tätigten – unabhängig von der zeitlichen Komponente eines kontinuierlichen Engagements oder einer nur punktuellen Tätigkeit. Unscharf bleiben muss die Gruppe der Betriebe mit gelegentlichen Forschungsaktivitäten,

da keine Möglichkeit besteht, Betriebe zu identifizieren, welche zwar 2014 keine FuE betrieben, jedoch in einem der beiden Jahre davor im Bereich FuE aktiv waren.

Insgesamt geben 41% aller Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes an, im Jahr 2014 FuE-Ausgaben getätigt zu haben. Im Gegensatz dazu sind es jedoch nur 33% aller deutschen Industriebetriebe, die auch in den Jahren 2012-2014 kontinuierlich geforscht haben. Dieser Unterschied, mit einem geringeren Anteil an kontinuierlich forschenden Betrieben, zieht sich auch grundsätzlich durch die weiteren strukturellen Analysen durch. Außerdem betreiben ganze 59% aller Industriebetriebe keine FuE und vergeben auch keine Aufträge für externe FuE.

Abbildung 3-1: Anteil kontinuierlich FuE treibender Betriebe im Jahr 2014 und insgesamt, nach Betriebsgröße



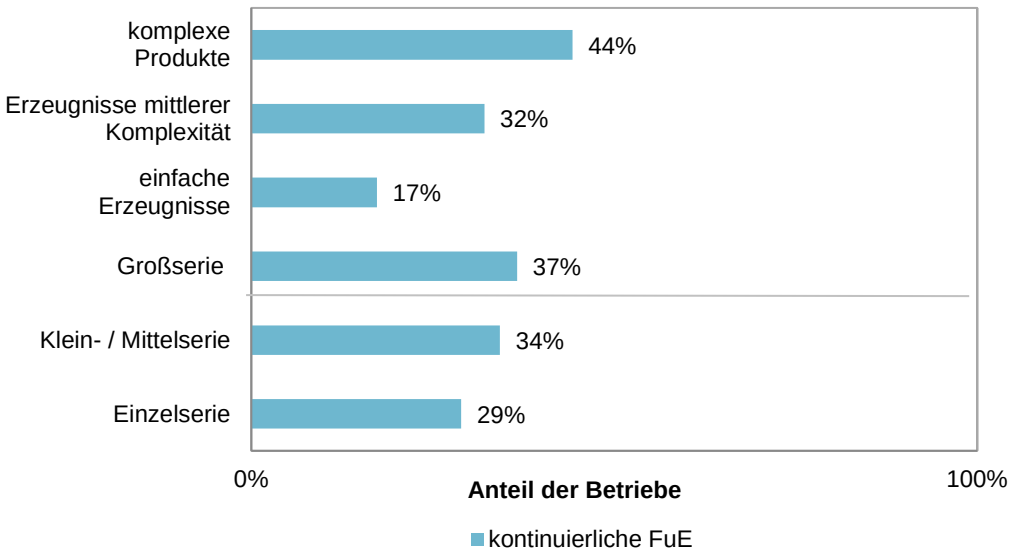
Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Insgesamt gibt es große strukturelle Unterschiede bei den FuE-Aktivitäten der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes. Besonders deutlich wird dies bereits bei der Betriebsgröße. Während in Betrieben mit mehr als 500 Beschäftigten die deutliche Mehrheit kontinuierliche oder gelegentliche FuE betreibt, ist es bei kleinen Betrieben die Minderheit (vgl. Abbildung 3-1). Ebenfalls wird deutlich, dass bei größeren Betrieben mit mehr als 500 Beschäftigten der Unterschied zwischen dem Anteil kontinuierlicher FuE und

dem Anteil aller 2014 FuE treibenden Betriebe deutlich kleiner ist als bei KMU. Entsprechend heißt das, dass kleinere Unternehmen eher gelegentlich forschen als größere oder Großbetriebe, die eher zur kontinuierlichen Forschung tendieren. Hinsichtlich der privaten FuE-Aktivitäten spielt die Betriebsgröße sowohl bei kontinuierlicher als auch bei gelegentlicher FuE also eine entscheidende Rolle.

Auch bei der Seriengröße und der Produktkomplexität sind statistisch signifikante Gruppenunterschiede bei den FuE-Aktivitäten zu erkennen (vgl. Abbildung 3-2). Betriebe, die ein komplexes Produkt herstellen, forschen eher als Betriebe mit mittelkomplexen Produkten oder gar einfachen Produkten. Mit zunehmender Produktkomplexität steigt entsprechend die Wahrscheinlichkeit, dass ein Betrieb kontinuierlich forscht. Dies ist insofern nachvollziehbar, da ein einfaches Produkt, das bspw. aus einem einzigen Material besteht und keine technische Funktion hat, weniger Weiterentwicklungsmöglichkeiten aufweist, als ein komplexes Produkt mit einer Zusammensetzung aus mehreren Materialen und mit multiplen technischen Funktionen.

Abbildung 3-2: Anteil kontinuierlich FuE treibender Betriebe nach Produktkomplexität und Seriengröße



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Unterschiede existieren auch bei der Seriengröße eines Betriebs. So zeigt sich, dass Betriebe mit einer Einzelfertigung statistisch signifikant weniger kontinuierlich forschen als Betriebe mit einer Klein-/Mittelserien- oder Großserienfertigung. Dieser Zusammenhang resultiert vermutlich auch aus den unterschiedlichen Produktionsabläufen. Betriebe mit einer Einzelfertigung passen einzelne Produkte auf Kundenwunsch an und betreiben

entsprechend weniger kontinuierliche FuE, sondern sind eher in der Konstruktion aktiv. Betriebe mit Großserien sind eher in der Lage, die kontinuierliche Verbesserung eines Standardprodukts, das kontinuierlich und in Produktgenerationen gefertigt wird, mittels FuE voranzutreiben. Insofern scheint auch dieser Zusammenhang zur Seriengröße nachvollziehbar.

Interessanterweise sind jedoch kaum Unterschiede bei FuE-Aktivitäten entlang der Wertschöpfungskette festzustellen. So ist es hinsichtlich FuE-Aktivität unerheblich, ob es sich bei einem Betrieb um einen Ausrüster handelt oder um einen Endproduzenten. Der Anteil der Betriebe, der kontinuierliche FuE betreibt, liegt hier konstant bei dem industrieweiten Durchschnittswert von ca. 33% und es existiert weder eine abnehmende noch eine zunehmende Entwicklung entlang der Wertschöpfungskette.

Nur bei der Unterscheidung zwischen den Kundengruppen von Endproduzenten ist eine Differenz festzustellen. So haben lediglich 26% der Endproduktthersteller für Konsumenten kontinuierliche FuE aufgewendet. Im Gegensatz dazu haben jedoch 36% der Betriebe, die Endprodukte an Unternehmen liefern, kontinuierliche FuE betrieben. Bei der Betrachtung der Wertschöpfungskette kann das FuE-Verhalten also weniger durch die Stellung innerhalb der Wertschöpfungskette begründet werden, sondern eher durch die Kundengruppe. Endproduktthersteller im Business-to-Consumer Bereich (B2C) forschen vergleichsweise weniger als Betriebe im Business-to-Business Bereich (B2B). Dieser Unterschied lässt sich sicherlich über den jeweiligen Innovationsbedarf eines Produkts bzw. über Marktkonstellationen erklären. Ebenfalls kann vermutet werden, dass B2B-Endproduktthersteller durch die Einbindung in Forschungsnetzwerke gemeinsam mit Kundenunternehmen eine höhere FuE-Aktivität aufweisen. Forschung für bzw. mit dem Kunden ist im Konsumentenbereich weniger ausgeprägt, woraus möglicherweise eine geringere FuE-Aktivität resultiert.

3.3 FuE-Aktivitäten im Kontext betrieblicher Innovationsstrategien

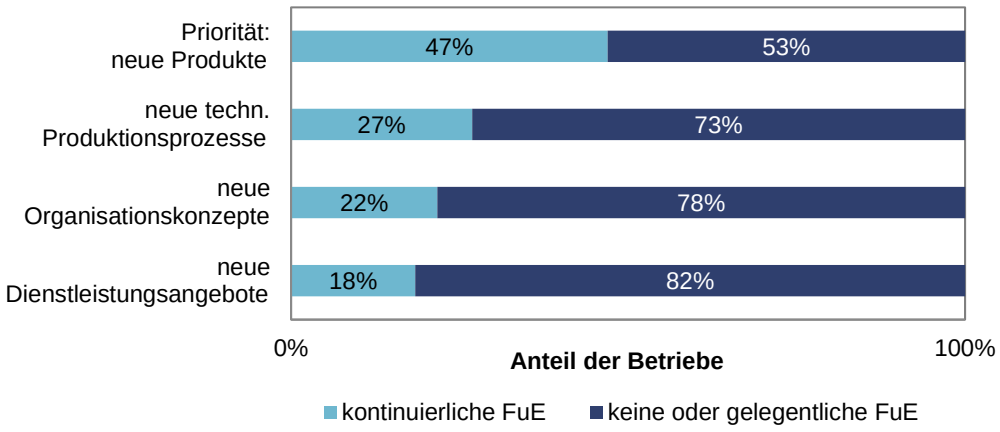
Industriebetriebe verfolgen sehr unterschiedliche Innovationsstrategien. Der Innovationsfokus muss hier nicht immer auf einem neuen technischen Produkt liegen, sondern kann sich auch auf neue Dienstleistungen, organisatorische Innovationen oder Prozessinnovationen beziehen. In diesem Abschnitt soll daher analysiert werden, inwieweit eine potenzielle FuE-Erhöhung die verschiedenen betrieblichen Innovationsstrategien aus der Praxis adressiert.

So gibt mit 57% zwar die Mehrheit der industriellen Betriebe das neue Produkt als wichtigstes Innovationsfeld an, 43% der deutschen Industriebetriebe verfolgen allerdings

auch einen anderen Innovationsfokus. So benennen 10% der Betriebe neue Dienstleistungen, 7% organisatorische Innovationen und 26% Prozessinnovationen als wichtigstes Feld ihres betrieblichen Innovationsmix.

Abbildung 3-3 zeigt eine Übersicht des Anteils an Betrieben mit kontinuierlichen FuE-Aktivitäten für die diversen betrieblichen Innovationsstrategien. Hierzu wurde in Abhängigkeit des wichtigsten Innovationsfelds eines Betriebs untersucht, ob dieser kontinuierlich FuE betreibt, oder nicht. Es zeigt sich, dass kontinuierliche FuE-Aktivitäten insbesondere dann zur Geltung kommen, wenn der Betrieb sich auf neue Produkte fokussiert. Im Gegensatz dazu wird deutlich, dass bei den anderen drei Innovationsfeldern der Anteil der kontinuierlich FuE treibenden Betriebe statistisch signifikant geringer ausfällt. Hier liegt der Anteil der kontinuierlich FuE-treibenden Betriebe jeweils zwischen 18 und 27%. FuE-Aktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe scheinen folglich zu einem hohen Maße auf neue Produkte abzuzielen, während FuE bei anderen Innovationsfeldern eine deutlich geringere Bedeutung zukommt. In der Praxis ist entsprechend davon auszugehen, dass Industriebetriebe zu großen Teilen auch jenseits von FuE-Aktivitäten gezielt Innovationen vorantreiben und am Markt implementieren.

Abbildung 3-3: FuE-Aktivitäten nach wichtigstem Innovationsfeld



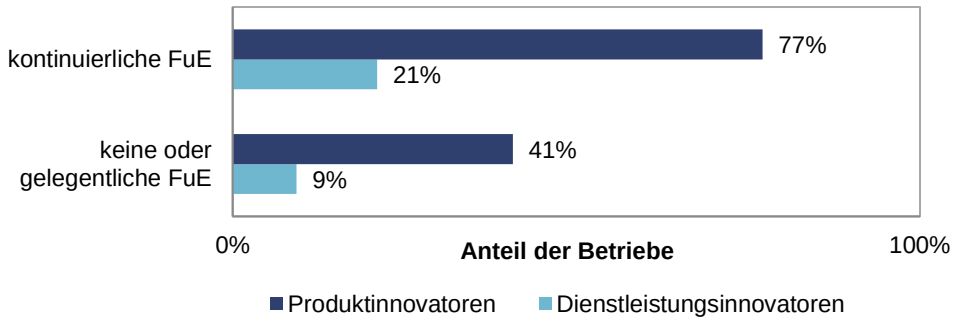
Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Diese Einschätzung wird bei einem Blick auf die Innovatorenquoten weiter gestützt. Dabei wird untersucht, inwieweit FuE-Aktivitäten und das Hervorbringen neuer Produkte und neuer Dienstleistungen zusammenhängen. Abbildung 3-4 zeigt, dass ein deutlich höherer Anteil an Produkt- bzw. Dienstleistungsinnovatoren unter den kontinuierlich FuE-treibenden Betrieben zu finden ist als bei Betrieben ohne oder mit nur gelegentlicher FuE. Dennoch sind 41% der Betriebe ohne oder mit gelegentlicher FuE in der Lage,

neue Produkte auf den Markt zu bringen. Bei Dienstleistungsinnovationen sind dies 9% gegenüber 21% an Betrieben mit kontinuierlicher FuE.

Insgesamt weist die Gruppe der kontinuierlich FuE treibenden Betriebe eine rund doppelt so hohe Innovatorenquote auf, wie die Gruppe der Betriebe ohne oder mit gelegentlicher FuE. Insofern bestätigt sich der Eindruck, dass eine kontinuierliche FuE zwar die Wahrscheinlichkeit zur Innovation sowohl bei Produkten als auch bei Dienstleistungen erhöht. Allerdings zeigt sich auch, dass in der industriellen Praxis ein breiteres Innovationsgeschehen auch jenseits kontinuierlicher FuE existiert. So bringt ein beachtlicher Teil der Betriebe neue Produkte oder auch neue Dienstleistungen auf den Markt, obwohl sie keine kontinuierliche FuE betrieben haben.

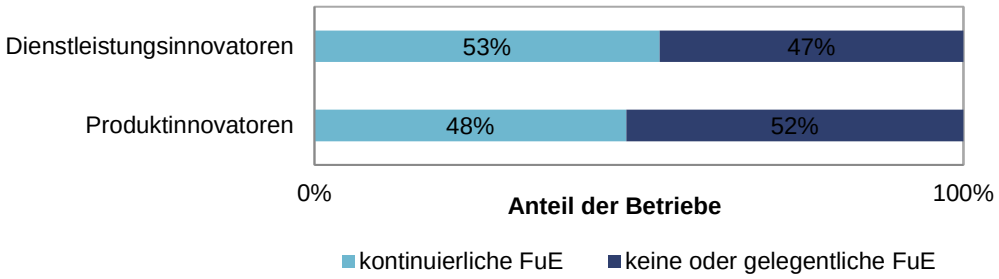
Abbildung 3-4: Anteil an Produkt- und Dienstleistungsinnovatoren nach FuE-Aktivitäten



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Dass Innovationen nicht zwangsläufig aus FuE-Aktivitäten resultieren müssen, wird nochmals bei einem Blick auf die beiden Innovatorengruppen ersichtlich. So illustriert, dass beide Innovatorengruppen etwa jeweils zur Hälfte aus kontinuierlich FuE treibenden Betrieben und Betrieben ohne oder mit nur gelegentlicher FuE bestehen. Der Innovationsoutput hängt folglich nur bedingt mit der FuE-Aktivität bzw. den betrieblichen FuE-Ausgaben zusammen.

Abbildung 3-5: Anteile der Betriebe mit und ohne kontinuierliche FuE-Aktivitäten unter Produkt- bzw. Dienstleistungsinnovatoren



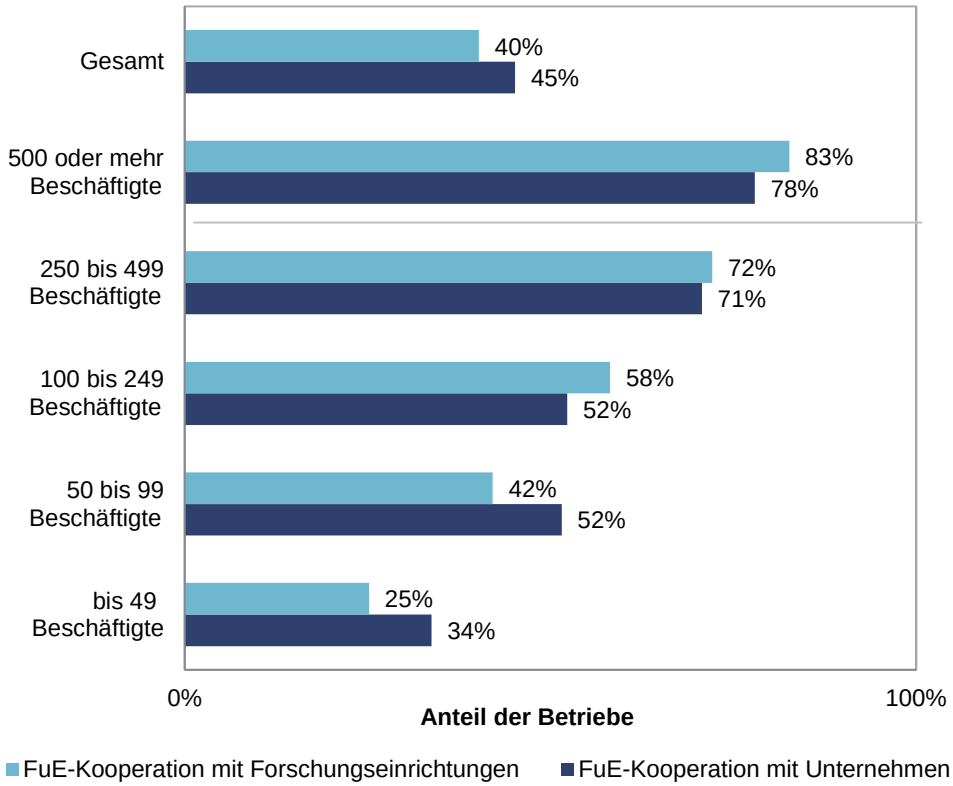
Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Hinsichtlich der FuE-Aktivitäten im Kontext betrieblicher Innovationsstrategien wird deutlich, dass herkömmliche FuE-Ausgaben insbesondere auf die Entwicklung neuer Produkte abzielen, während diese für andere Innovationsfelder eine sehr viel geringere Bedeutung aufweisen. Dennoch heißt dies nicht, dass FuE-Ausgaben zwangsläufig notwendig sind, um neue Produkte hervorzubringen. Denn gut die Hälfte der Produktinnovatoren setzt im Rahmen ihrer Innovationsaktivitäten keine kontinuierliche FuE ein. Insofern ist zu hinterfragen, inwieweit eine Erhöhung der FuE-Ausgaben die Innovatorenquoten im Verarbeitenden Gewerbe steigern kann.

3.4 FuE-Kooperationsverhalten im Verarbeitenden Gewerbe

Im Mittel kooperieren 54% der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes im Bereich FuE. Hierunter fallen sowohl Kooperationen mit anderen Unternehmen, als auch Kooperationen mit Forschungseinrichtungen. Da der Anteil der FuE-Kooperationen mit 54% höher liegt, als der Anteil der FuE-treibenden Betriebe (41% bzw. 33%), kann davon ausgegangen werden, dass eine relevante Anzahl an Betrieben zwar keine eigene Forschungsaktivität betreibt, aber dennoch durch die FuE und die Innovationsaktivitäten anderer Betriebe profitiert.

Abbildung 3-6: Anteile der Betriebe mit FuE-Kooperation nach Betriebsgröße und Kooperationspartner



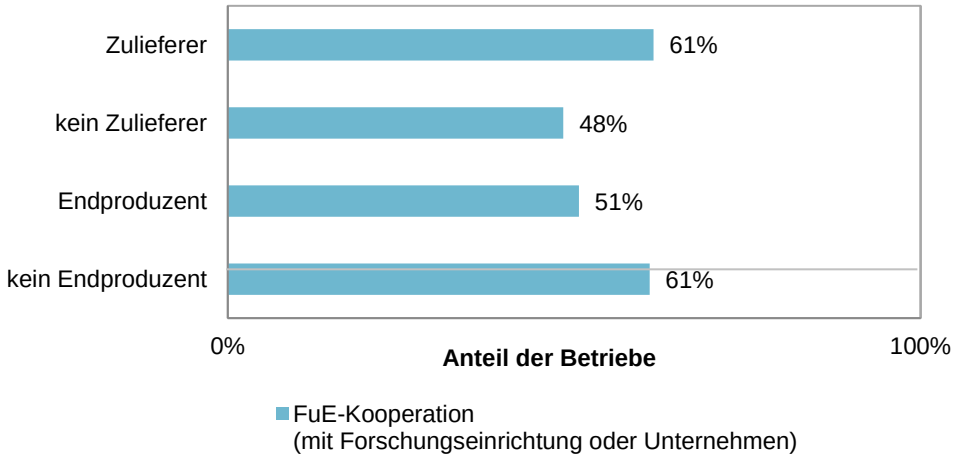
Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Ob ein Unternehmen im Bereich FuE kooperiert hängt maßgeblich von dessen Größe ab. Große Betriebe mit mehr als 500 Beschäftigten kooperieren sehr viel häufiger als mittlere oder gar kleine Betriebe. Interessanterweise bevorzugen kleinere Betriebe jedoch tendenziell andere Kooperationspartner als Großunternehmen (vgl. Abbildung 3-6). Kleine Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten kooperieren im Bereich FuE stärker mit anderen Unternehmen, bspw. Zulieferern oder Kunden. Im Gegensatz dazu tendieren Betriebe mit 100 oder mehr Beschäftigten stärker dazu, gemeinsam mit Forschungseinrichtungen FuE zu betreiben. Die FuE-Kooperationsstrategie bzgl. der Zusammenarbeit mit einem bestimmten Partner, scheint folglich auch von der Betriebsgröße abzuhängen.

Weitere Unterschiede beim FuE-Kooperationsverhalten sind innerhalb der Wertschöpfungskette zu erkennen. So kooperieren bspw. Endproduzenten weniger häufig als Betriebe, die weiter vorne in der Wertschöpfungskette positioniert sind (vgl. Abbildung 3-7).

Ebenfalls weisen mit 61% überdurchschnittlich häufig Zulieferer und Ausrüster FuE-Kooperationen auf. Insgesamt deutet dies darauf hin, dass FuE-Kooperationen durch Zuliefererstrukturen bzw. Netzwerke befördert werden, während zum Ende einer Wertschöpfungskette die Kooperationsneigung beim Thema FuE etwas zurückgeht.

Abbildung 3-7: Betriebe mit FuE-Kooperation nach Position in der Wertschöpfungskette



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

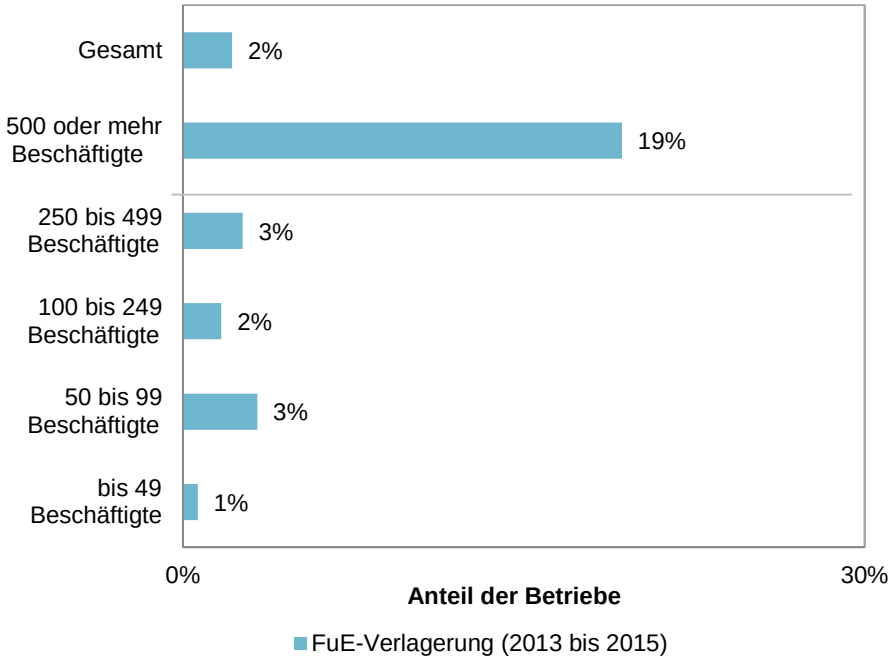
Keine nennenswerten Unterschiede sind beim FuE-Kooperationsverhalten zwischen Produkt- bzw. Dienstleistungsinnovatoren festzustellen. In beiden Innovationsfeldern liegt die Innovatorenquote bei Betrieben mit FuE-Kooperation etwa doppelt so hoch, wie bei Betrieben ohne FuE-Kooperation. Betriebe mit FuE-Kooperation sind zu 67% auch Produktinnovator. Bei Unternehmen ohne FuE-Kooperation sind dies lediglich 35%. Im Bereich der Dienstleistungsinnovationen verhält es sich ähnlich. Hier sind Betriebe mit FuE-Kooperation zu 18% auch Dienstleistungsinnovator, während dies nur 8% bei Betrieben ohne FuE-Kooperation sind. Eine besondere Neigung hin zu einem bestimmten Innovationsfeld lässt sich also bei Betrieben mit FuE-Kooperation bei diesen Analysen nicht erkennen. Allerdings scheinen Kooperationen beim Hervorbringen von Innovationen, sowohl bei Produkten als auch bei Dienstleistungen, hilfreich.

3.5 FuE-Auslandsverlagerungen im Verarbeitenden Gewerbe

Die Verlagerung der FuE ins Ausland wird auch von einer Reihe an Betrieben im Zuge ihrer FuE-Aktivitäten genutzt. Jedoch liegt der Anteil der Betriebe, die zwischen 2013 und 2014 einen Teil ihrer FuE ins Ausland verlagerten bei lediglich 2% im bundesweiten

Durchschnitt. Dabei spielt bei der FuE-Auslandsverlagerung sowohl die Größe des Betriebs als auch die Branche eine bedeutsame Rolle. Keine nennenswerten Unterschiede bei der FuE-Auslandsverlagerung existieren hingegen bei der Stellung eines Betriebs innerhalb der Wertschöpfungskette oder bei der Komplexität des jeweils hergestellten Produkts.

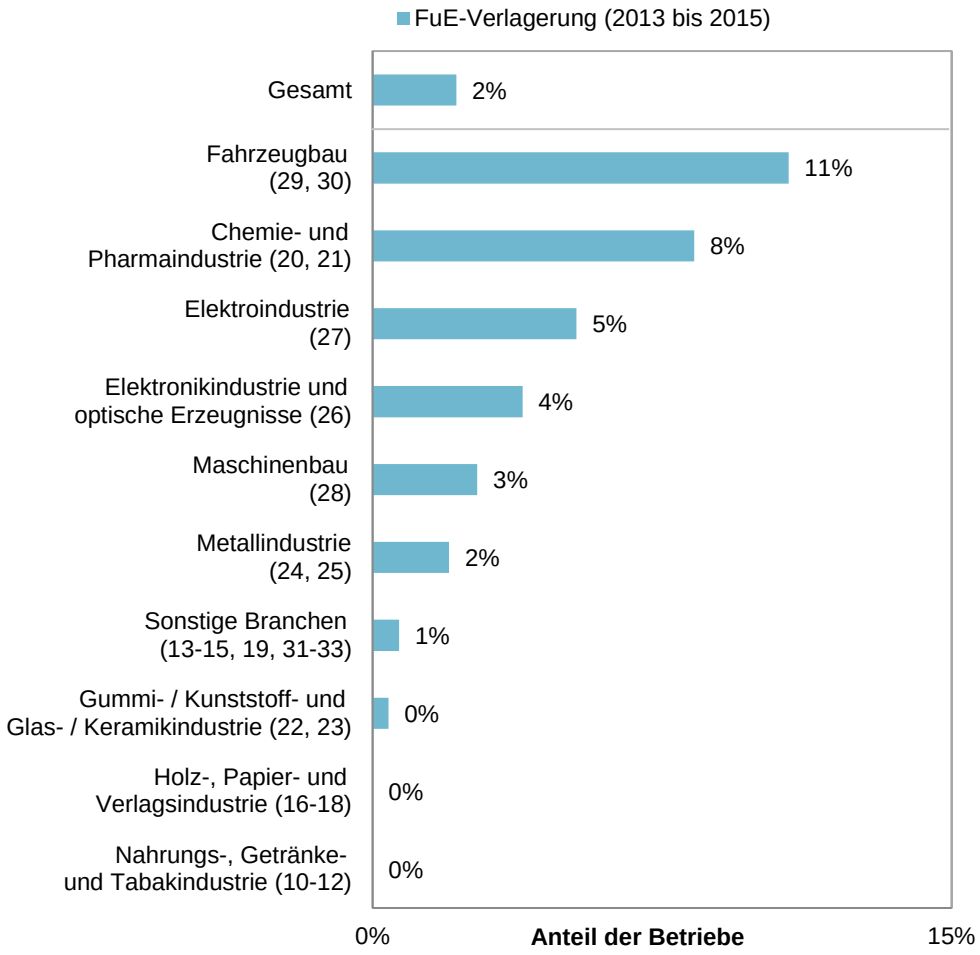
Abbildung 3-8: Anteil an Betrieben mit FuE-Auslandsverlagerungen nach Betriebsgröße



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Bei Betrachtung der Betriebsgrößen zeigt sich, dass die Verlagerung von FuE ins Ausland weitgehend ein Thema der Großbetriebe ist. Fast jeder fünfte Betrieb mit mehr als 500 Beschäftigten (19%) hat seit 2013 Teile der eigenen FuE ins Ausland verlagert. Bei allen anderen Betriebsgrößenklassen liegt dieser Wert deutlich darunter und schwankt zwischen 1 und 3%. Allerdings ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass es gerade die Großbetriebe sind, welche die mit Abstand höchsten FuE-Ausgaben im Verarbeitenden Gewerbe aufweisen. Ob FuE-Auslandsverlagerungen allerdings langfristig zu einem merklichen Verlust von FuE-Anteilen führen werden, bedarf vertiefender Analysen basierend auf Längsschnittdaten.

Abbildung 3-9: Anteil an Betrieben mit FuE-Auslandsverlagerungen nach Branche



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Ebenfalls zeigt sich, dass die Verlagerung von FuE ins Ausland zwischen den einzelnen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes stark schwankt. Die mit Abstand höchsten Anteile an Betrieben mit Verlagerungen von Teilen der FuE weisen der Fahrzeugbau mit 11%, und die Chemie mit 8% auf. Ebenfalls über Durchschnitt liegen die Elektrobranche (5%) und die Hersteller von elektrischen Erzeugnissen (4%). Die Betriebe der anderen Branchen sind hingegen, was das Thema Internationalisierung von FuE angeht, eher zurückhaltend bzw. gänzlich inaktiv.

Hinsichtlich der Innovationsstrategie eines Betriebs lassen sich ebenfalls kaum nennenswerte Unterschiede feststellen. Betriebe, die sich maßgeblich auf neue Produkte fokussieren, verlagern zu 3% am häufigsten Teile ihrer FuE ins Ausland. Unternehmen, die am stärksten neue Prozesse oder organisatorische Innovationen verfolgen, verlagern gerade einmal zu 1% ihre FuE ins Ausland, bei Dienstleistungsinnovationen sind

es gar 0%. Die Neigung, Teile der eigenen FuE ins Ausland zu verlagern geht folglich noch am ehesten mit einer produktorientierten Innovationsstrategie einher, während dies für Betriebe mit anderem Innovationsfokus kaum eine Rolle spielt.

Mit Blick auf das Verlagerungsverhalten der FuE im Verarbeitenden Gewerbe ist festzuhalten, dass diese Option tendenziell von forschungsintensiven Großbetrieben im Rahmen einer internationalen FuE-Strategie genutzt wird. Hierdurch können global agierende Unternehmen den internationalen Zugang zu Know-how sowie eine größere Marktnähe sicherstellen.

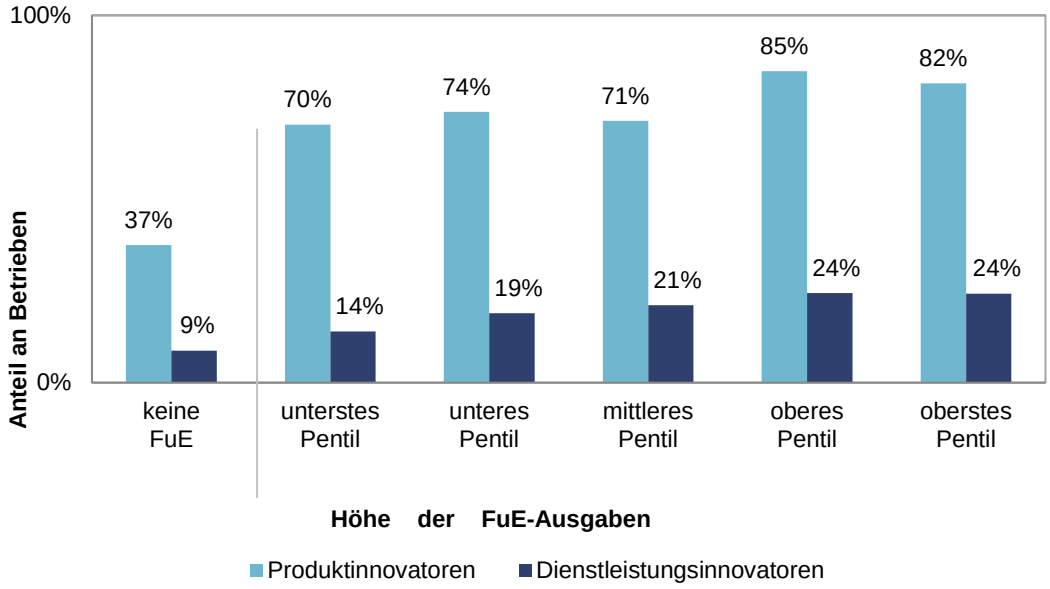
3.6 FuE-Ausgaben und Innovations- und Betriebsperformance

Grundsätzlich kann die These aufgestellt werden, dass höhere FuE-Ausgaben auch zu einer höheren Innovationsperformance eines Betriebs führen. Insofern ist der Frage nachzugehen, ob Betriebe, die höhere FuE-Ausgaben haben, auch tatsächlich höhere Innovationsumsätze generieren bzw. ob diese überhaupt grundsätzlich innovationsfreudiger sind. Sollte dies der Fall sein, so könnte aus einer Erhöhung der FuE-Ausgaben auf 3,5% möglicherweise auch eine Steigerung der Innovationsfähigkeit der Betriebe resultieren. Um diese These näher zu beleuchten, wird die Gruppe der FuE treibenden Betriebe hinsichtlich ihrer Innovatorenquoten als auch hinsichtlich ihrer Innovationsumsätze bei neuen Produkten und Dienstleistungen untersucht. Für diese Analyse wird die Gruppe der FuE treibenden Betriebe anhand ihrer FuE-Ausgaben in fünf gleich große Gruppen, in Pentile, unterteilt. Zusätzlich wird die Gruppe der Betriebe betrachtet, welche keine FuE-Ausgaben tätigt.

Die Höhe der FuE-Ausgaben wird als prozentualer Anteil aller FuE-Ausgaben am Gesamtumsatz dargestellt. Das Minimum bzw. Maximum der FuE-Ausgaben gemessen als Anteil am Umsatz liegen beim untersten Pentil zwischen 0,1 und 1,9%, beim unteren zwischen 2,0 und 4,9%, beim mittleren zwischen 5,0 und 5,6%, beim oberen zwischen 5,7 und 9,9% und beim obersten Pentil zwischen 10,0 und 50,0% des Gesamtumsatzes.

Beim Blick auf Abbildung 3-10 wird zunächst deutlich, dass kein starker positiver Zusammenhang existiert. Der Anteil der Produktinnovatoren liegt in den drei unteren Pentilen bei etwa 70%. Erst in den beiden oberen Pentilen, also bei einer überdurchschnittlichen FuE-Intensität von mehr als 5,7%, steigt der Anteil der Produktinnovatoren auf über 80%. Allerdings bestehen hier keine statistisch signifikanten Unterschiede. Von Relevanz ist jedoch, dass Betriebe ohne FuE-Ausgaben zu einem deutlich geringeren Anteil Innovationen realisieren können.

Abbildung 3-10: Anteil an Produkt- und Dienstleistungsinnovatoren nach FuE-Ausgaben



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

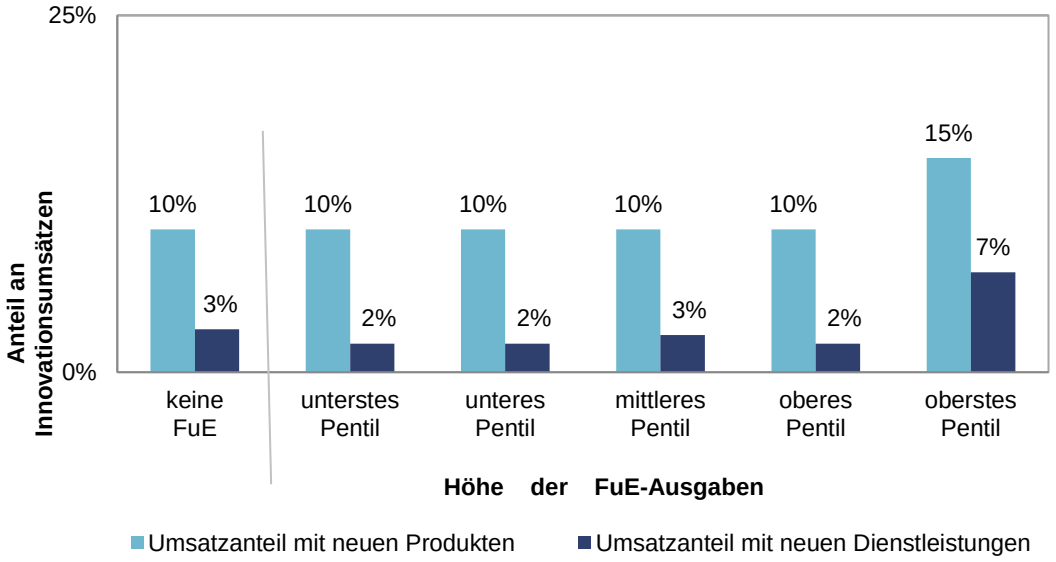
Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Anteil der Dienstleistungsinnovatoren. Hier ist ein leicht steigender Anteil an Dienstleistungsinnovatoren hin zu den höheren Pentilen festzustellen, der aber Sättigungseffekte aufzuweisen scheint. Die Steigerungsrate nimmt hier von den unteren zu den höheren Gruppen jeweils ab, und stagniert bei den beiden oberen Gruppen sogar. Insgesamt jedoch sind auch diese Unterschiede zwischen den Gruppen statistisch nicht signifikant.

Allerdings ist festzuhalten, dass bei den Dienstleistungsinnovatoren insgesamt eine höhere Steigerungsrate erreicht wird als bei den Produktinnovatoren. Während bei den Dienstleistungsinnovatoren ein Zuwachs von etwa 70% (24% im Verhältnis zu 14%) zwischen der untersten Gruppe und der obersten Gruppe sichtbar wird, liegt dies bei den Produktinnovatoren lediglich bei etwa 20% (85% gegenüber 70%).

Statistisch signifikante und damit belastbare Unterschiede existieren zwischen der Gruppe der FuE treibenden Betriebe und der Gruppe an Betrieben, die keine FuE betreiben. Die Betriebe ohne FuE-Ausgaben kommen sowohl bei den Produkt- als auch bei den Dienstleistungsinnovationen auf deutlich geringere Innovatorenquoten. Diese Betriebe liegen mit 37% Produktinnovatoren sowie 9% Dienstleistungsinnovatoren deutlich unter den Anteilen der FuE treibenden Betriebe. Ein Unterschied zwischen der Innovationsleistung von Betrieben ergibt sich anhand dieser Analyse weniger aus der Höhe

der eingesetzten FuE-Ausgaben, sondern eher aus der grundsätzlichen FuE-Aktivität eines Betriebs.

Abbildung 3-11: Umsatzanteile mit neuen Produkten bzw. produktbegleitenden Dienstleistungen (Median) nach FuE-Ausgaben



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Eine weitere Möglichkeit, die Innovationsperformance von Betrieben zu analysieren, bietet der Innovationsumsatz. Auch hier werden erneut die sechs Gruppen herangezogen und hinsichtlich ihres durchschnittlichen Umsatzanteils mit neuen Produkten und Dienstleistungen analysiert. Um positive Ausreißer nicht zu stark zu gewichten und einen realistischen Eindruck zu erhalten, wird hierfür nicht der arithmetische Mittelwert, sondern der Median aufgeführt, wobei der Median angibt, welches Ergebnis die Hälfte der Betriebe einer Gruppe jeweils erreicht.

Abbildung 3-11 zeigt, dass auch hier kein klar positiver Zusammenhang festzustellen ist. Die Umsatzanteile mit neuen Produkten liegen in den unteren vier Pentilen stets bei 10%. Hierzu zählt auch die Gruppe an Betrieben, die im Jahr 2014 keine FuE-Ausgaben getätigt hatten. Dies bedeutet, dass Innovatoren ohne FuE-Aufwendungen in gleichem Umfang Innovationsumsätze generieren, wenn sie Innovationen anbieten, wie die meisten Betriebe mit FuE-Ausgaben. Erst das oberste Pentil generiert mit 15% einen merklich höheren Umsatzanteil mit neuen Produkten und deutet an, dass eine Verbesserung beim Innovationsumsatz erst mit deutlich höheren FuE-Ausgaben realisiert wird.

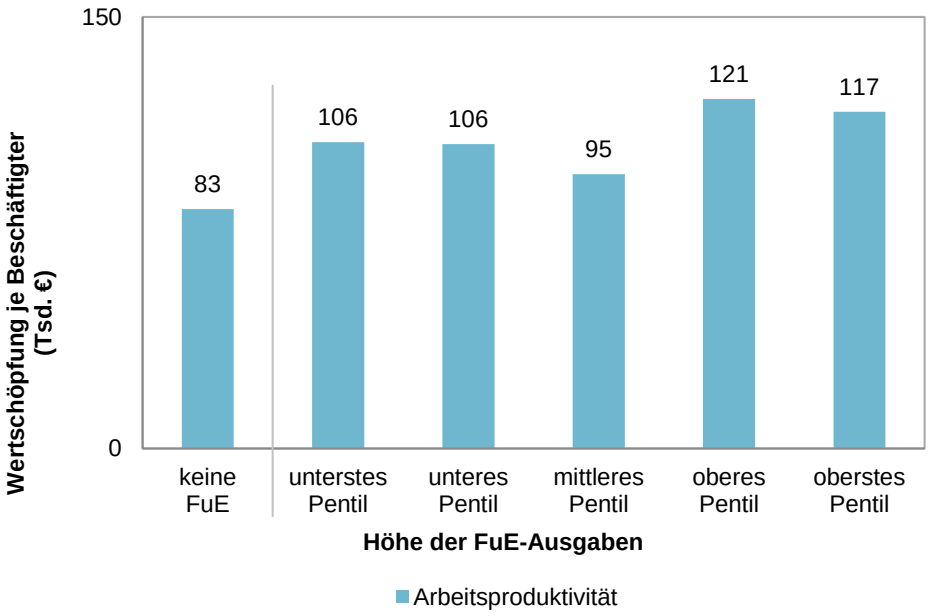
Bei den Umsatzanteilen mit neuen Dienstleistungen zeigt sich wieder ein anderes Bild. Hier liegt der Innovationsumsatzanteil im untersten Pentil bei 2%, bei den nicht FuE-treibenden Betrieben bei 3% und im obersten Pentil bei 7%, während die drei mittleren Pentile ebenfalls lediglich 2 bis 3% ihres Umsatzes mit neuen Dienstleistungen erzielen. Bei neuen Dienstleistungen nehmen Innovationsumsätze bei steigenden FuE-Ausgaben also nicht zu bzw. erst bei deutlich höheren FuE-Ausgaben. Sowohl nicht FuE treibende Betriebe als auch Betriebe mit sehr hohen FuE-Ausgaben, erzielen überdurchschnittliche Innovationsumsätze mit Dienstleistungen.

Letztlich zeigt sich, dass die betriebliche Innovationsperformance nicht direkt mit den FuE-Ausgaben gleichzusetzen ist. So können zwar ein leichter Anstieg der Innovatorenquoten bei höheren FuE-Ausgaben und bei sehr hohem FuE-Umsatzanteil höhere Innovationsumsätze festgestellt werden. Dennoch besteht laut oben dargestellten Analysen der maßgebliche Unterschied bei der Innovationsperformance in der grundsätzlichen FuE-Aktivität eines Betriebs. FuE-Ausgaben sind als Teil der Innovationsstrategie bzw. eines betrieblichen Innovationssystems zu sehen, welches von vielen weiteren Faktoren beeinflusst wird. FuE-Ausgaben stellen dabei einen von mehreren Stellhebeln eines Betriebs hinsichtlich dessen Innovationsaktivität dar.

Neben der Innovationsperformance lässt sich auch die Betriebsperformance als Erfolgsmaß heranziehen. Hierzu werden die Arbeitsproduktivität und die Umsatzentwicklung der Betriebe in Abhängigkeit ihrer FuE-Ausgaben untersucht. Erneut werden die Betriebe wieder in die gleichen Gruppen unterteilt und hinsichtlich ihrer Betriebsperformance analysiert. Die Arbeitsproduktivität wird dabei aus der Differenz von Umsatz und Vorleistungen, in Tsd. € je Beschäftigtem gemessen. Die Umsatzentwicklung berücksichtigt den Betriebsumsatz von 2012 und 2014 als jährliche prozentuale Veränderung. Für die Betrachtung wird wieder jeweils der Median herangezogen.

Abbildung 3-12 illustriert die Arbeitsproduktivität der Betriebe entlang der fünf FuE-Gruppen sowie der nicht FuE-treibenden Betriebe. Auch hier zeigt sich keine eindeutig kontinuierliche Zunahme der Arbeitsproduktivität hin zu den höheren Pentilen. Erst bei höheren FuE-Ausgaben, in den beiden oberen Pentilen, ist eine höhere Arbeitsproduktivität zu verzeichnen. Deutlich wird allerdings auch, dass Betriebe ohne FuE-Aufwendungen eine deutlich geringere Arbeitsproduktivität realisieren. Der entscheidende Unterschied bei der Arbeitsproduktivität liegt also erneut weniger in der Höhe der FuE-Ausgaben, sondern eher in einer grundsätzlichen FuE-Aktivität.

Abbildung 3-12: Arbeitsproduktivität (Median) nach FuE-Ausgaben

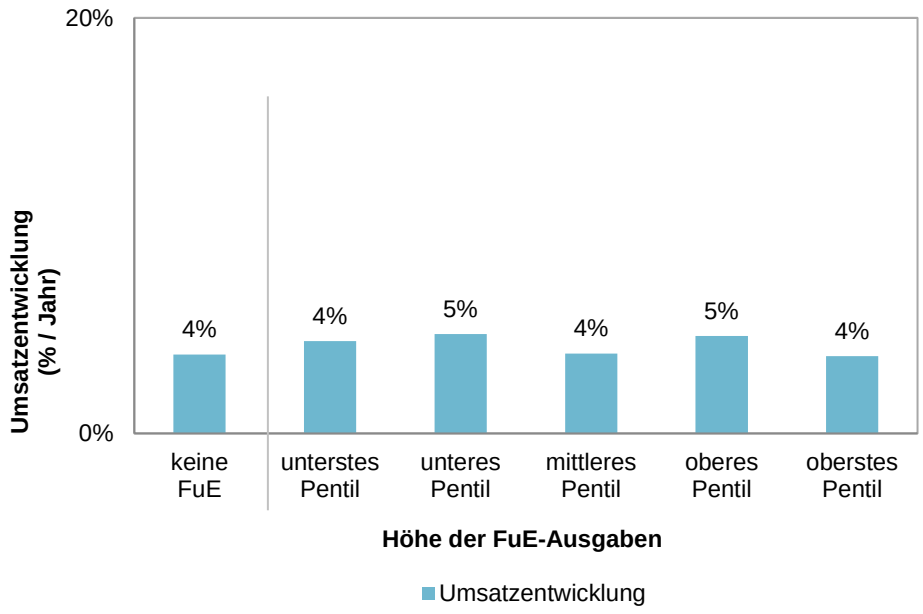


Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

Die zweite Kenngröße zur Betriebsperformance beschreibt die Umsatzentwicklung eines Betriebs in den letzten drei Jahren (hier von 2012-2014). Hier wird der Zuwachs des Umsatzes eines Betriebs über die letzten drei Jahre in Prozent ausgewiesen. Abbildung 3-13 zeigt, dass keine ansteigende Umsatzentwicklung hin zu den oberen Pentilen festzustellen ist. Eher gibt es schwache Schwankungen zwischen den verschiedenen Pentilen. Relevant ist hier anzumerken, dass für alle Gruppen eine starke Streuung besteht. Ebenfalls festzuhalten ist, dass die Betriebe mit dem größten Umsatzwachstum im Wesentlichen in den mittleren Gruppen zu finden sind. Dieser Zusammenhang zeigt an, dass höhere FuE-Ausgaben nicht immer zu einer besseren Betriebsperformance, hier i.S. einer höheren Umsatzentwicklung führen, sondern es eher individuelle Strategien hinsichtlich des optimalen FuE-Einsatzes in einem Betrieb zu geben scheint.

Insgesamt zeigt der Blick auf die Arbeitsproduktivität und die Umsatzentwicklung, dass eine Erhöhung der FuE-Ausgaben nicht mit einer direkten Steigerung des betrieblichen Erfolgs gleichgesetzt werden kann. Signifikante Unterschiede bestehen beim Unternehmenserfolg insbesondere zwischen Betrieben mit FuE-Ausgaben und Betrieben ohne FuE-Ausgaben, und weniger in höheren FuE-Anteilen.

Abbildung 3-13: Umsatzentwicklung von 2012-2014, nach FuE-Ausgaben (Median)



Quelle: Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015, Fraunhofer ISI, gewichtet

3.7 Zusammenfassung und Fazit

Anhand der Analyse zu den betrieblichen FuE-Aktivitäten im deutschen Verarbeitenden Gewerbe lassen sich folgende Punkte zusammenfassen:

- Strukturelle Unterschiede bei den FuE-Aktivitäten bestehen insbesondere in der Betriebsgröße. Großunternehmen forschen grundsätzlich sehr viel häufiger als KMU. Kleinere Betriebe forschen außerdem eher gelegentlich, große Betriebe eher kontinuierlich. Ebenfalls nimmt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Betrieb FuE betreibt mit einer höheren Produktkomplexität und einer größeren Serienproduktion zu. Außerdem betreiben Endproduktthersteller im B2B-Bereich häufiger FuE als Endproduktthersteller im B2C-Bereich.
- Mit Blick auf das Innovationsverhalten von Industriebetrieben lässt sich festhalten, dass FuE-Ausgaben als Instrument für eine produktorientierte Innovationsstrategie genutzt werden. Betriebe, die ihr Kernprodukt als wichtigstes Innovationsfeld ansehen, betreiben sehr viel häufiger FuE als Betriebe, die sich auf neue Dienstleistungen, Prozesse oder organisatorische Innovationen fokussieren. Allerdings gibt es auch einen großen Anteil an Betrieben, die ohne oder mit gelegentlicher FuE neue Produkte oder Dienstleistungen hervorbringen. So betreibt etwa die Hälfte aller Produkt- bzw. Dienstleistungsinnovatoren keine oder nur gelegentliche FuE.

- Hinsichtlich des FuE-Kooperationsverhaltens kann zusammengefasst werden, dass kleinere Betriebe stärker zu einer Kooperation mit anderen Unternehmen neigen, während größere Betriebe eher FuE-Kooperationen mit Forschungseinrichtungen suchen. Ebenfalls befördern FuE-Kooperationen das Hervorbringen von Innovationen sowohl bei Produkten als auch bei Dienstleistungen. Zwischen der Innovationsstrategie und dem FuE-Kooperationsverhalten eines Betriebs kann jedoch kein Zusammenhang festgestellt werden.
- Im Rahmen internationaler FuE-Strategien nutzen insbesondere Großunternehmen die Verlagerung von Teilen der eigenen FuE ins Ausland. Jeder fünfte Betrieb mit mehr als 500 Beschäftigten hat in den vergangenen drei Jahren FuE ins Ausland verlagert. Besonders aktiv sind hier der Fahrzeugbau und die Chemiebranche. Im Durchschnitt haben allerdings nur 2% aller Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes Teile ihrer FuE ins Ausland verlagert. Bei KMU spielt die FuE-Auslandsverlagerung kaum eine Rolle. Mit Blick auf die betriebliche Innovationsstrategie deutet sich an, dass Betriebe mit einem Fokus auf Produktinnovationen am ehesten dazu tendieren, Teile ihrer FuE ins Ausland zu verlagern.
- Weiterhin zeigt sich, dass eine Erhöhung der FuE-Ausgaben nicht grundsätzlich mit einer Erhöhung der Innovations- oder Betriebsperformance gleichzusetzen ist. Leicht höhere Innovatorenquoten und Innovationsumsätze sowie eine etwas höhere Arbeitsproduktivität treten erst bei hohen FuE-Ausgaben auf, wobei hier bei den vorliegenden Analysen statistisch keine signifikanten Unterschiede zur Ausgabenhöhe festzustellen sind. Statistisch signifikante Unterschiede hinsichtlich der Performance gibt es jedoch zwischen den Betrieben *ohne* FuE-Ausgaben und Betrieben *mit* FuE-Ausgaben. Eine grundsätzliche FuE-Aktivität bringt somit einen entscheidenden Unterschied für eine höhere Innovations- und Betriebsperformance.
- Zuletzt gilt anzumerken, dass FuE-Aktivitäten bzw. auch Innovationsaktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe nicht nur auf FuE-Ausgaben zu reduzieren sind. Schon FuE-Aktivitäten umfassen mehrere weitere strategische Elemente wie bspw. der individuelle Innovations- und Wettbewerbsfokus oder das FuE-Kooperations- und Verlagerungsverhalten eines Betriebs. Wie die Analysen zeigen, ist beim Thema FuE also auch die bedeutsame Rolle von FuE-Netzwerken, von internationalen Forschungsstrategien und der betrieblichen Innovationsstrategie hinsichtlich einer höheren Innovationsfähigkeit für Betriebe zu betonen. Darüber hinaus gilt es zu beachten, dass FuE-Aktivitäten nicht die alleinige Basis für erfolgreiche Innovationen in der Industrie sind.

Anhand der Erkenntnisse lassen sich einige Schlussfolgerungen hinsichtlich der FuE-Aktivitäten im Verarbeitenden Gewerbe ableiten. So zeigt sich grundsätzlich, dass FuE keine zwingende Notwendigkeit für Innovationen im Verarbeitenden Gewerbe ist, sondern lediglich die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass ein Betrieb innoviert. FuE ist insbesondere eines der wesentlichen Elemente von Betrieben mit einer produktfokussierten

Innovationsstrategie. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass jenseits von FuE und jenseits der klassischen Produktinnovation auch andere Innovationsstrategien existieren, die immerhin von 43% aller deutschen Industriebetriebe genutzt werden. Letztlich wird anhand der Ergebnisse deutlich, dass ein großer Teil an Innovationen im Verarbeitenden Gewerbe nicht durch die herkömmliche FuE adressiert wird und Innovationsfähigkeit letztlich nicht mit FuE-Ausgaben gleichgesetzt werden kann. So geht der Trend in der industriellen Wirtschaft bei Innovationen besonders in den letzten Jahren bspw. hin zu einer höheren Kunden- und Marktorientierung, zu neuen Geschäftsmodellen und zu offenen Innovationsprozessen.

Ebenfalls zeigen die Ergebnisse, dass Netzwerke eine wichtige Rolle einnehmen, und FuE möglicherweise gerade bei KMU weniger im einzelnen Betrieb, sondern in betrieblichen Netzwerken und durch gegenseitigen Austausch stattfindet. So ist der Anteil der Betriebe mit FuE-Kooperation höher als der Anteil an Betrieben mit eigener FuE. Der Netzwerkaspekt scheint auch insofern eine Rolle zu spielen, da Betriebe im B2C-Bereich seltener FuE betreiben als Betriebe im B2B-Bereich. Neben einer hohen FuE-Kooperationsneigung der Betriebe ist zudem festzustellen, dass ein relevanter Teil an großen Unternehmen eine globale FuE-Strategie verfolgt. Gerade durch diese Internationalisierung kann vermutlich ein erweiterter Know-how-Zugang und eine größere Marktnähe realisiert werden. So ist zu resümieren, dass das Innovationsgeschehen im Verarbeitenden Gewerbe nicht alleine an betrieblichen FuE-Ausgaben festgemacht werden kann, sondern auch aus Innovationen jenseits des Produkts sowie aus Kooperations- und Internationalisierungsaspekten besteht.

4 Inter- und Intra-sektorale Veränderungen

4.1 Einleitung

Zu erwartende sinkende marginale Effekte machen es nicht für jedes Unternehmen und nicht für jeden Sektor sinnvoll, immer mehr für Forschung und Entwicklung auszugeben. Wenn die deutsche Volkswirtschaft insgesamt auf ein höheres FuE-Niveau gehoben werden soll, dann kann dies zwar zum Teil über eine Verbreiterung der FuE-Basis, d.h. eine Erhöhung der (kontinuierlich) FuE-betreibenden Unternehmen, erreicht werden. Dieser Aspekt wird in anderen Kapiteln dieses Berichts dargestellt. Allerdings ist ein wichtiger Aspekt auch der Wandel der FuE-Strukturen innerhalb von Sektoren bzw. Technologien einerseits und eine Veränderung der Industriestruktur bzw. Wirtschaftsstruktur hin zu mehr Unternehmen in stärker forschungsintensiven Sektoren andererseits. Sowohl ein intra- als auch ein inter-sektoraler Wandel sind also notwendig, wenn nachhaltig und effizient eine höhere FuE-Quote erreicht werden soll. Anders formuliert, die strukturelle Veränderung der deutschen Wirtschaft hin zu mehr forschungsintensiven Technologien würde eine höhere FuE-Quote zur Folge haben und diese entscheidend mitbegründen.

Der intra-sektorale Wandel kann durch eine Veränderung der Technologielinien, welche die Produkte und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen innerhalb eines Sektors bestimmen, erreicht werden. Das eingängigste und aktuellste Beispiel ist die Digitalisierung der Produkte in verschiedenen Sektoren, allen voran im Maschinen- und auch im Fahrzeugbau. Empirisch hat sich gezeigt, dass Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) einen höheren Aufwand für FuE erfordern als beispielsweise der klassische Maschinenbau. Wenn nun aber IuK-Technologien im Maschinenbau immer mehr an Bedeutung gewinnen – beispielsweise zur Steuerung der Maschinen, zur Fernwartung und Überwachung oder auch durch ganz neue Anwendungen im Rahmen von Industrie 4.0, die nur mit einer horizontalen Vernetzung der Produktionskapazitäten realisierbar sind – dann können im Maschinenbau und im Fahrzeugbau die Forschungsintensitäten steigen. Insofern ist eine intra-sektorale Intensivierung der FuE-Ausgaben im Wesentlichen durch eine Verschiebung der Relationen einzelner Technologien innerhalb der Sektoren zu erwarten.

Auch zwischen den Sektoren kann es im Zeitverlauf zu sehr deutlichen Verschiebungen und Bedeutungsgewinnen bzw. -verlusten kommen, die eine Erhöhung der gesamten FuE-Quote zur Folge hat, sofern weniger forschungsintensive Sektoren an Bedeutung verlieren und forschungsintensive Sektoren an Bedeutung gewinnen. Insbesondere dann, wenn das Produktportfolio einer Volkswirtschaft sich hin zu Spitzentechnologien

wie beispielsweise Biotechnologie, IuK-Technologien oder auch Teilen der Medizintechnik verändert, steigt die FuE-Quote. Dies zeigt sich im internationalen Vergleich beispielsweise in jenen Ländern, die hohe Anteile an Mikroelektronik und Informationstechnologien produzieren, die in der Mehrheit höhere FuE-Quoten erreichen als Deutschland. In diesem Zusammenhang zu nennen sind neben den neu aufkommenden Industrieländern, allen voran China, die traditionell auf IuK-Technologien ausgerichteten Volkswirtschaften in Japan, Südkorea oder den USA. Deutschland hat hingegen keine ausgeprägten Stärken gerade bei den auf breite Konsumentenmärkte ausgerichteten IuK-Technologien, konnte aber aufbauend auf Stärken in der Elektronik und Elektrotechnik einige komparative Vorteile insbesondere im B2B-Bereich wahren (Denner et al. 2015; Frietsch et al. 2016).

Einen sektoralen Wandel hat es in allen industrialisierten Ländern schon immer gegeben. Beispielsweise gab es in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts noch eine intensive Textilproduktion in Deutschland. Diese Produktion wurde in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts nach Süd- und Osteuropa und später auch nach Asien verlagert. Auch die Elektronik war bis in die 1990er Jahre hinein in Deutschland sehr stark vertreten und ist in Länder mit günstigeren Arbeitskosten abgewandert als sich die Märkte von einem Technologie- und Qualitätswettbewerb hin zu einem Preiswettbewerb entwickelt haben. So problematisch dieser Abbau von Produktionskapazitäten im Einzelfall auch gewesen sein mag, macht es aus volkswirtschaftlicher Sicht durchaus Sinn solche Bereiche, in denen in erster Linie ein Preiswettbewerb besteht, nicht mehr länger anzubieten. Stattdessen ist es vorteilhaft, auf eine hohe Arbeitsproduktivität und Qualitätsvorsprünge zu setzen, um ein hohes Einkommens- und Wohlstandsniveau zu halten bzw. zu erreichen. Die abwandernden Arbeitsplätze und Produktionskapazitäten müssen dann durch andere ersetzt werden. Dies geschieht nicht plötzlich oder von heute auf morgen, sondern zeichnet sich häufig über einige Jahre hinweg an, sodass auch faktisch die entstehenden Lücken durch einen generischen Aufwuchs an anderer Stelle ausgeglichen werden können.

Dieses Kapitel beschreibt die strukturellen Veränderungen in den Technologieprofilen innerhalb und zwischen Sektoren. Zur Beschreibung der Technologieprofile werden die Patentanmeldungen in Deutschland seit 1993 verwendet. Die derzeitigen Patentprofile werden mithilfe der durchschnittlichen FuE-Kosten je Patent bewertet, um so die FuE-Kosten je Technologie zu berechnen. In einem weiteren Arbeitsschritt wird ein Basis-Szenario für die Technologieentwicklung bis 2025 entworfen, indem die aktuellen Trends seit dem Jahr 2010 fortgeschrieben werden. Mithilfe der durchschnittlichen FuE-Kosten je Patent werden dann die FuE-Ausgaben in der Wirtschaft für dieses Technologieprofil im Jahr 2025 geschätzt. In einem zweiten Szenario – Digitalisierung, Elektromobilität und Nano-/Biotechnologie – werden Verschiebungen jenseits der Trends der letzten

Jahre modelliert und es wird eine Intensivierung dieser Technologien unterstellt. Daraus lassen sich dann Ableitungen für die Schwerpunktsetzung auch der Innovationspolitik in Deutschland ziehen.

4.2 Herangehensweise und Methoden

4.2.1 Datenquellen

Zur Analyse des inter- sowie des intra-sektoralen Wandels wird auf verschiedene Datenbanken zurückgegriffen. Dabei handelt es sich zunächst um die Patentdatenbank "EPO Worldwide Patent Statistical Database" (PATSTAT) des Europäischen Patentamts, die Patentdaten für über 83 Patentämter und über 100 Länder weltweit zur Verfügung stellt. Zur Zuordnung der Patente zu einzelnen Technologiefeldern wird auf die bei der World Intellectual Property Organization (WIPO) gebräuchliche Liste von 35 Technologiefeldern zurückgegriffen (Schmoch 2008). Die Patentdaten werden nach dem Jahr der weltweiten ersten Anmeldung, dem so genannten Prioritätsjahr, erhoben. Im Fokus stehen hierbei Patente, die den deutschen Markt betreffen, also alle Patente deutscher Anmelder, die entweder bei der WIPO, am EPA oder direkt am Deutschen Patent- und Markenamt angemeldet wurden. Dahinter steckt die Annahme, dass alle Patente deutscher Anmelder am EPA oder der WIPO nach Erteilung auch wieder an das deutsche Amt weitergeleitet werden und somit in Deutschland Gültigkeit erhalten.

Die Zuordnung der Patente zu Industriesektoren/Wirtschaftszweigen erfolgt auf Basis einer Zusammenführung der Patentdaten mit Unternehmensdaten aus Bureau van Dijks Orbis Datenbank (BvD Orbis). Die BvD Orbis Datenbank ist eine der größten Firmendatenbanken weltweit, die etwa 150 Millionen Unternehmen, vor allem aus dem privaten Sektor abdeckt, mit einem Schwerpunkt auf Europa und Nordamerika und einer Reihe von Unternehmen in Asien und anderen Teilen der Welt. Orbis bietet Strukturinformationen über die Branche, die Anzahl der Mitarbeiter, Umsatz oder Eigentumsverhältnisse der Unternehmen, wobei hier nur auf die Wirtschaftszweigzuordnung der Unternehmen zurückgegriffen wird. Für Zusammenführung von PATSTAT und BvD Orbis wurde eine Variante der Levenshtein-Distanz implementiert. Die Levenshtein-Distanz ist ursprünglich ein Maß zur Bestimmung der Unähnlichkeit zweier Zeichenfolgen. Für die in diesem Projekt zu verwendende Zusammenführung wurde sie so weiterentwickelt, dass auf Basis der Distanz die normierte Ähnlichkeit zwischen zwei Texten berechnet werden kann.

In einem weiteren Schritt wurden die FuE-Ausgaben der Unternehmen nach Wirtschaftszweigen (ISIC Rev. 4 und ISIC Rev. 3 bzw. WZ 2008 und WZ 2003) aus der OECD "Structural Analysis" (STAN) Datenbank erhoben. Die FuE-Ausgaben liegen hierbei nur auf

Ebene der Wirtschaftszweige vor. Für die Analyse ist es jedoch entscheidend, FuE-Ausgaben auch auf Ebene der 35 Technologiefelder ausweisen zu können. Das bedeutet, dass eine Umrechnung der FuE-Ausgaben von Wirtschaftszweigen zu Technologiefeldern erforderlich ist. Dies wird im nächsten Abschnitt eingehend erläutert.

4.2.2 Methodische Herangehensweise

Wie bereits erwähnt, besteht die Herausforderung darin, Patente, die mithilfe der Internationalen Patentklassifikation (IPC) nach Technologien klassifiziert werden, nach Wirtschaftszweigen auszuweisen, sowie die FuE-Ausgaben, die nur nach Wirtschaftszweigen zur Verfügung stehen, nach Technologiefeldern auszuweisen.

Zur Lösung dieses Problems wird auf die Zusammenführung der PATSTAT und BvD Orbis Daten zurückgegriffen. Die Zuordnung der Patente zu Sektoren findet dabei auf der Ebene der Patentanmelder/Unternehmen statt und ist durch einen zusammengeführten Datensatz von BvD Orbis mit der Patentdatenbank PATSTAT möglich. Auf dieser Basis wird eine Matrix von Patentanteilen pro Technologiefeld in jedem Wirtschaftszweig erstellt. Unter der Annahme, dass Patente stark mit den FuE-Ausgaben korreliert sind, können Patentanmeldungen für diese Schätzung verwendet werden.

Für die FuE-Ausgaben ergibt sich jedoch weiterhin die Herausforderung, dass Patentanmeldung bzw. die zugrundeliegenden Erfindungen, nicht in jedem Technologiefeld die gleichen Kosten verursachen. In manchen Feldern ist die Forschung teurer als in anderen bzw. es können mehrere Patente je Erfindung angemeldet werden. Um diesem Problem zu entgehen, wird eine FuE-Intensität pro Technologiefeld benötigt. Diese muss aus einer externen Quelle stammen, da sonst die Gefahr eines Zirkelschlusses besteht. Aus diesem Grund wurde auf die Daten von Schmoch et al. (2003) und Schmoch und Gauch (2004) zurückgegriffen. Hier wurde eine FuE-Intensität für 19 Technologiefelder berechnet. Diese Daten dienen für die vorliegenden Analysen als Gewichtung, um die Kostenstruktur der einzelnen Technologiefelder in Bezug auf das Hervorbringen von Erfindungen schätzen zu können.

In einem nächsten Schritt werden die (gewichteten) sektoralen FuE-Ausgaben in einzelnen Jahren in Relation gesetzt zu der Anzahl der Patente, um so für verschiedene Zeiträume und im Durchschnitt über den gesamten Zeitraum eine Patentintensität (durchschnittliche FuE-Kosten je Patent) zu errechnen. Mithilfe von Zeitreihenanalysen und Modellierungsansätzen kann dann die Verschiebung von Technologien innerhalb (intra-sektoral) und zwischen Sektoren (inter-sektoral) für den Zeitraum bis 2025 geschätzt werden. Geht man dann von einer FuE-Quote von 3,5% aus (bzw. entsprechend von 2,33%, die von der Wirtschaft beigesteuert werden), so können durch die Schätzung der

Patentverläufe die FuE-Aufwendungen in 2025 je Sektor geschätzt werden. Der inter-sektorale Wandel bildet sich dann durch die unterschiedlichen Dynamiken der Patentanmeldungen der einzelnen Sektoren ab. Der intra-sektorale Wandel wird anhand einzelner Zeitreihenschätzer für die Technologiefelder der WIPO35-Liste abgebildet. Durch eine Variation der Schätzansätze können die Sensitivität und die Plausibilität der Ergebnisse überprüft werden bzw. es werden Szenarien erstellt, die unterschiedliche Annahmen an die zukünftige Technologieentwicklung treffen, bspw. ein stärkeres Wachstum der IuK-Patente im Maschinenbau als dies in den vergangenen Jahren.

4.2.3 Vorausschätzung bis 2025

Es wird eine lineare Fortschreibung der technologiespezifischen Trends innerhalb von Wirtschaftszweigen durchgeführt. Dabei werden die Trends der Patententwicklung zwischen 2010 und 2014 verwendet. Der Grund für diesen eher kurzen Stützzeitraum liegt in der Finanzkrise der Jahre 2008 und 2009, die auch auf die Patenttrends deutliche Auswirkungen hatte. Im Basisszenario werden die entsprechenden Veränderungen bis 2025 fortgeschrieben, jedoch mit einer Abschreibungsrate von 20% versehen, d.h. das Wachstum bzw. das Schrumpfen wird jährlich um diesen Faktor reduziert. Dies soll u.a. die möglichen "Nachholeffekte" im Nachgang der Finanzkrise relativieren. Für das Technologiefeld Pharmazie werden die Patentanmeldezahlen des Jahres 2014 konstant fortgeschrieben, da eine Fortschreibung der Veränderungen der Jahre 2010-2014 zu einem negativen Ergebnis führen würde. Inhaltlich ist dies insofern legitimiert, da in der Phase zwischen 2010 und 2014 deutliche Veränderungen in der Unternehmensstruktur als auch im FuE-Verhalten dieser Branche vonstattengingen. Durch Käufe und Verkäufe wurden die thematischen Schwerpunkte der meisten Pharma-Unternehmen fokussiert und gleichzeitig wurde stärker auf externe FuE gesetzt. Kostensenkungen sowohl bei FuE als auch bei administrativen Kosten wie Patentanmeldungen haben weitere Veränderungen mit sich gebracht.

Zwei wesentliche Annahmen wurden bei der Entwicklung und der Bewertung der Patenttrends mithilfe von technologiespezifischen FuE-Intensitäten getroffen. Erstens wird davon ausgegangen, dass die Anzahl der Patentanmeldungen aus Deutschland sich bis 2025 insgesamt nur geringfügig erhöht. Dies ist insofern legitimiert, da in den letzten Jahren im Nachgang der Finanzkrise eine Stagnation bzw. nur noch eine leichte Erhöhung der Patentzahlen festzustellen war. Patente werden heute gezielter eingesetzt, nicht zuletzt um Kosten zu sparen (Daimer et al. 2017; Neuhäusler et al. 2014). Zweitens werden die technologiespezifischen FuE-Kosten je Patent auf Basis der Daten des Jahres 2014 fixiert. Zwar sind die FuE-Aufwendungen in den letzten Jahren deutlich gestiegen, während die Patente stagnierten. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass dies ein vorübergehendes Phänomen war, das zu einer neuen und stabileren Relation von

Patenten und FuE geführt hat. Eine umgekehrte Verschiebung der Relationen fand in der zweiten Hälfte der 1990er statt, als die Patente deutlich stärker gestiegen sind als die FuE-Aufwendungen (Arundel/Patel 2003; Blind et al. 2006; Janz et al. 2001).

Seit Jahren wird diskutiert, dass Patente als Innovationsindikator an Bedeutung verlieren. Dies mag auf das gesamte Spektrum von Innovationen zutreffen, ein enger Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen und Patenten wird aber auch in Zukunft bestehen bleiben. Die Verschiebung der Relationen ist jedenfalls in der Hauptsache nicht auf eine Verschiebung hin zu nicht-patentierbaren Innovationen zurückzuführen. Es zeigt sich nämlich, dass die nicht-patentierbaren Innovationen auch zu einem großen Teil außerhalb von formalen FuE-Prozessen hervorgebracht werden und somit auch keine formalen FuE-Ausgaben diesen Innovationen zugeordnet werden können.

Begründet durch die zweite Annahme einer stabilen Relation von FuE-Ausgaben und Patenten ist auch eine Verschiebung hin zu nicht-patentierbaren Innovationen für die hier durchgeführte Untersuchung unbedeutend. Implizit steckt jedoch eine dritte Annahme dahinter, dass nämlich die Verschiebung von patentierbaren (bzw. auf formaler FuE beruhenden) Innovationen hin zu nicht-patentierbaren (bzw. auf informeller FuE beruhenden) Innovationen in allen Wirtschaftszweigen in ähnlicher Intensität stattfindet.

4.2.4 Szenario: Ausweitung von Digitalisierung, Elektromobilität und Nano- und Biotechnologie

Das Szenario einer intensiven technologischen Entwicklung in den Bereichen Digitalisierung, Elektromobilität sowie Nano- und Biotechnologie dient der Abschätzung, inwiefern ein aus heutiger innovationspolitischer Sicht anvisierter technologischer Wandel zu einer Erhöhung der FuE-Quote beitragen könnte. Folgende Annahmen liegen dem Szenario zu Grunde. Erstens: Die digitale Agenda führt dazu, dass sich die digitalen Technologien in Deutschland in allen Sektoren deutlich ausweiten. Wir gehen davon aus, dass sich die Anzahl entsprechender Patente in der jeweiligen Branche verdoppelt. Zweitens: Die Elektromobilität wird zum dominierenden technologischen Paradigma in der Fahrzeugbranche. Die Anzahl entsprechender Technologien verdoppelt sich bis zum Jahr 2025, die Technologien rund um den Verbrennungsmotor halbieren sich entsprechend. Drittens: die Anmeldungen aus den Bereichen Biotechnologie und Nanotechnologie nehmen deutlich zu und verdoppeln sich in ihrer absoluten Zahl gegenüber den Werten aus dem Jahr 2014.

4.3 Ergebnisse

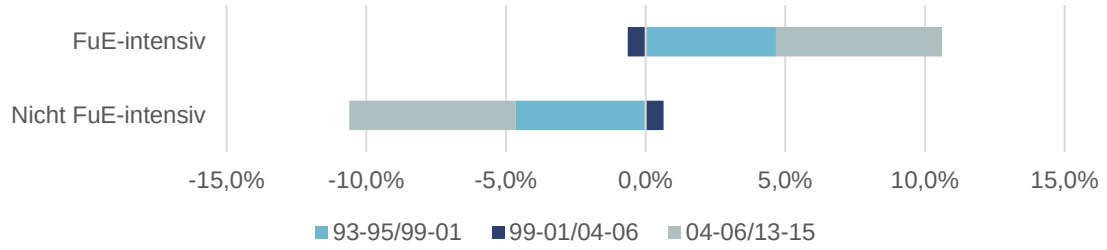
4.3.1 Inter-sektoraler Wandel

Sektorale Verschiebungen der Schwerpunkte innerhalb des Innovationsgeschehens können auf zwei Arten entstehen, nämlich durch Verschiebungen zwischen den einzelnen Wirtschaftszweigen (inter-sektoral) oder bei der technologischen Ausrichtung innerhalb von Wirtschaftszweigen (intra-sektoral). In diesem Abschnitt widmen wir uns den inter-sektoralen Verschiebungen, bevor wir uns im nächsten Abschnitt mit den intra-sektoralen Verschiebungen befassen. Es stellt sich also die Frage, ob sich die Anteile der einzelnen Wirtschaftszweige – gemessen an der Gesamtzahl der Patentanmeldungen – über die Zeit verändert haben und ob eine Verschiebung des Innovationsgeschehens zwischen den einzelnen Wirtschaftszweigen stattgefunden hat bzw. bis 2025 stattfinden wird.

Hierzu wurde im ersten Schritt eine Einteilung nach FuE-intensiven und weniger FuE-intensiven Wirtschaftszweigen vorgenommen. Die Trennung erfolgt dabei auf Basis der NIW/ISI/ZEW-Listen forschungsintensiver Industrien und Güter 2012 (Gehrke et al. 2013). Zu den FuE-intensiven Wirtschaftszweigen zählen die Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse, die Herstellung von Metallerzeugnissen, Datenverarbeitungsgeräte, der Maschinenbau, Kraftwagen und Kraftwagenteile sowie der sonstige Fahrzeugbau.

Die Veränderungen der Patentanteile in dieser Zuordnung der Wirtschaftszweige sind in Abbildung 4-1 dargestellt. Hierbei lässt sich eine Verschiebung hin zu FuE-intensiveren Wirtschaftszweigen innerhalb des deutschen Verarbeitenden Gewerbes erkennen. Jedoch fällt diese Verschiebung nicht sehr deutlich aus. Insgesamt findet ein Aufwuchs von 10% statt. Interessant hierbei ist jedoch vor allem, dass die stärksten Verschiebungen hin zu FuE-intensiven Wirtschaftszweigen zwischen 2004-2006 und 2013-2015 stattfanden, während im Zeitraum 1999-2001 und 2004-2006 sogar ein leicht umgekehrter Trend zu erkennen war.

Abbildung 4-1: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen FuE-intensiven und weniger FuE-intensiven Sektoren, einzelne Jahresscheiben, nur Verarbeitendes Gewerbe

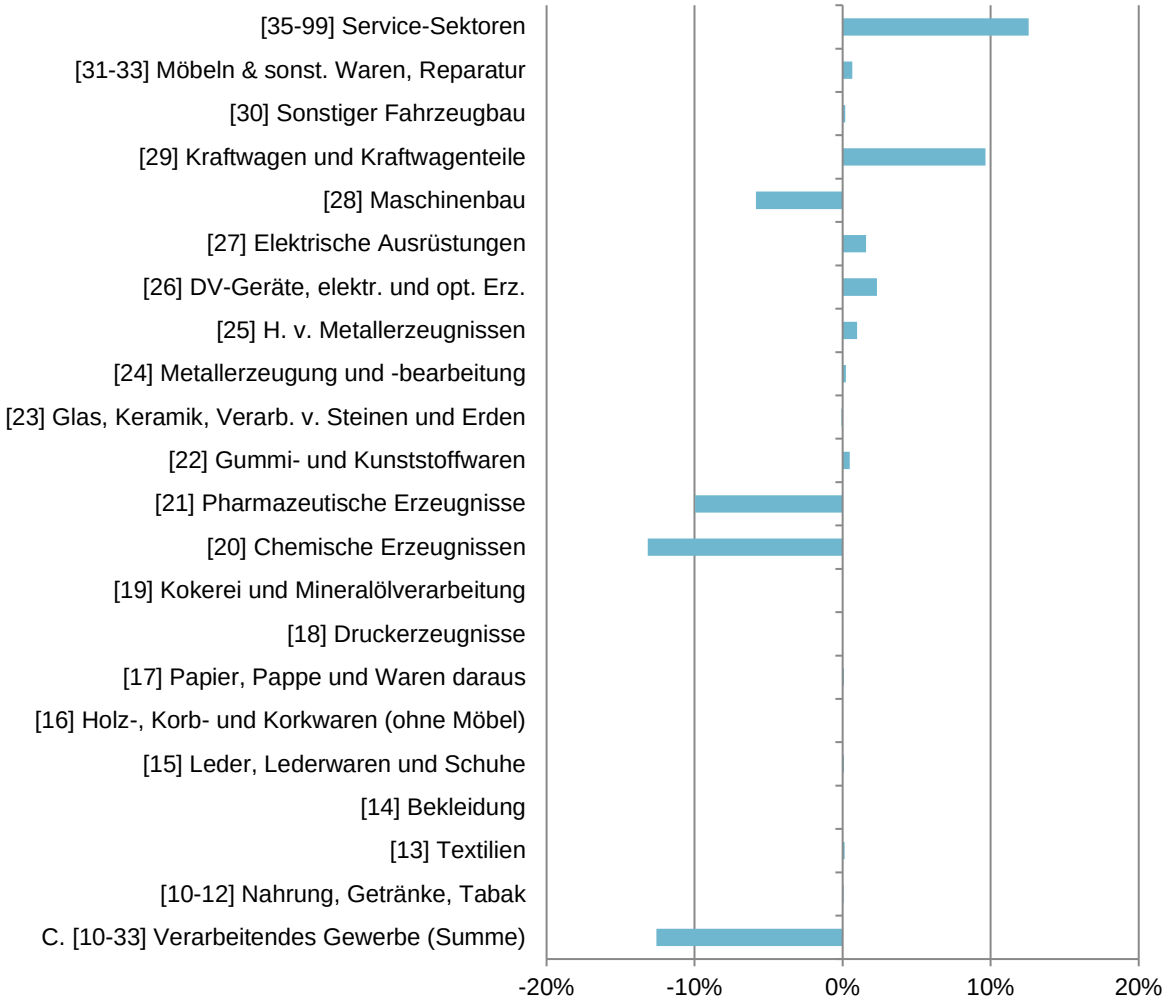


	1993-1995	1999-2001	2004-2006	2013-2015
Nicht FuE-intensiv	26,8%	22,1%	22,8%	16,8%
FuE-intensiv	73,2%	77,9%	77,2%	83,2%
SUMME	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Quelle: EPA – PATSTAT, BvD Orbis, Gehrke et al. (2013)

Aus diesen Ergebnissen ergibt sich jedoch im Anschluss die Frage, welche Wirtschaftszweige besonders von dieser Entwicklung betroffen sind. Dies ist in Abbildung 4-2 abgetragen. Zur besseren Übersichtlichkeit ist hier zunächst nur die Veränderung zwischen 1993-1995 und 2013-2015 dargestellt. Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass ein Rückgang der Technologieanteile in der langen Reihe besonders stark den Chemiesektor betrifft. Auch bei der Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse zeichnet sich eine negative Entwicklung der Patentanteile ab, d.h. in diesem Sektor wird aktuell, relativ gesehen, weniger patentiert, als das noch Anfang der 90er Jahre der Fall war. Das gleiche gilt, wenn auch in weniger starkem Maße, für den Maschinenbau. Kleinere negative Verschiebungen finden sich zudem im Sektor Glas, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden.

Abbildung 4-2: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen den Sektoren, zwischen 1993-1995 und 2013-2015



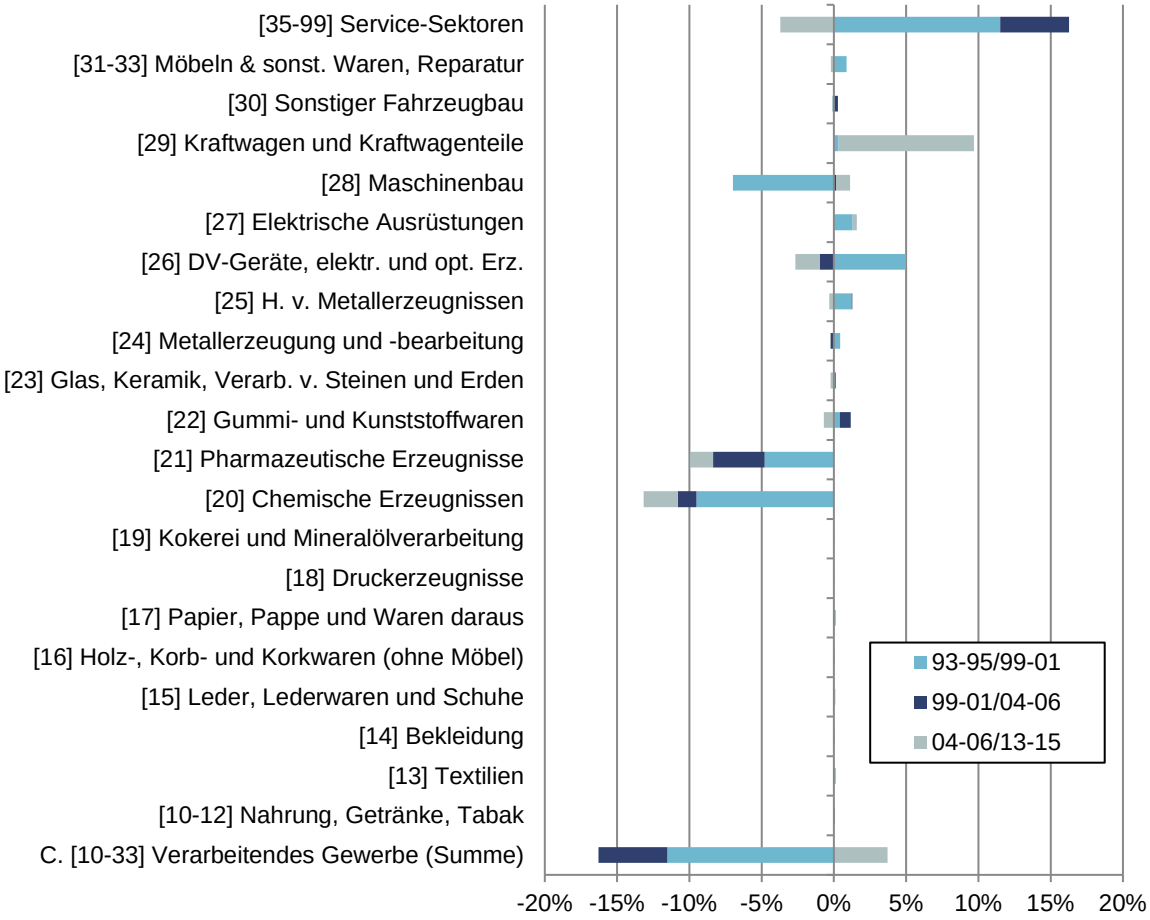
Quelle: EPA – PATSTAT, BvD Orbis

Zuwächse hingegen sind am deutlichsten bei der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen zu verzeichnen. Etwas schwächere, jedoch auch signifikante Steigerungen der Patentanteile finden sich zudem bei der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, Elektrischen Ausrüstungen, bei der Herstellung von Metallerzeugnissen und bei Möbeln sowie sonstigen Waren. In Summe führt dies zu einem leichten Rückgang der Technologieanteile innerhalb des gesamten Verarbeitenden Gewerbes. In den Service-Sektoren, die hier nur im Aggregat zur Verfügung stehen, finden sich in der langen Reihe jedoch starke Zuwächse.

Um diese Trends zeitlich besser einordnen zu können, ist das Wachstum in Abbildung 4-3 noch einmal in drei Zeitscheiben dargestellt. Hier wird deutlich, dass die Rückgänge der Patentanteile in der Chemie kontinuierlich seit 1993 stattfanden, wobei der Rückgang

zwischen 1993-1995 und 1999-2001 am stärksten war. Ähnliches gilt für die Pharmaindustrie, wobei hier in der Periode 1999-2001 zusätzlich stark rückläufige Trends beobachtbar waren. Ein gegenläufiger Trend ist bei der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten zu erkennen. Hier fand besonders in den 1990er Jahren ein massiver Aufwuchs der Patentanteile statt, was den in der langen Reihe (noch) positiven Trend erklärt, obwohl es in den Folgejahren zu rückläufigen Patentanteilen gekommen ist. Dies gilt, in noch stärkerem Maße auch für die Dienstleistungssektoren. Ein durchgängiger Zuwachs, der am aktuellen Rand deutlich stärker ausfällt als in den 1990er Jahren, ist besonders im Sektor (Kraft-)Fahrzeugbau zu erkennen. Im Maschinenbau waren die Trends in den 90er Jahren noch negativ, jedoch findet am aktuellen Rand wieder eine Verschiebung hin zu diesem Sektor statt. Die deutsche Industrie verschiebt sich somit, von den Patentanteilen gesehen, immer stärker in den Fahrzeug- und den Maschinenbau. Ähnliche, wenn auch nicht ganz so stark ausgeprägte Trends, lassen sich auch bei der Herstellung von Elektrischen Ausrüstungen erkennen.

Abbildung 4-3: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen den Sektoren, einzelne Jahresscheiben



Quelle: EPA – PATSTAT, BvD Orbis

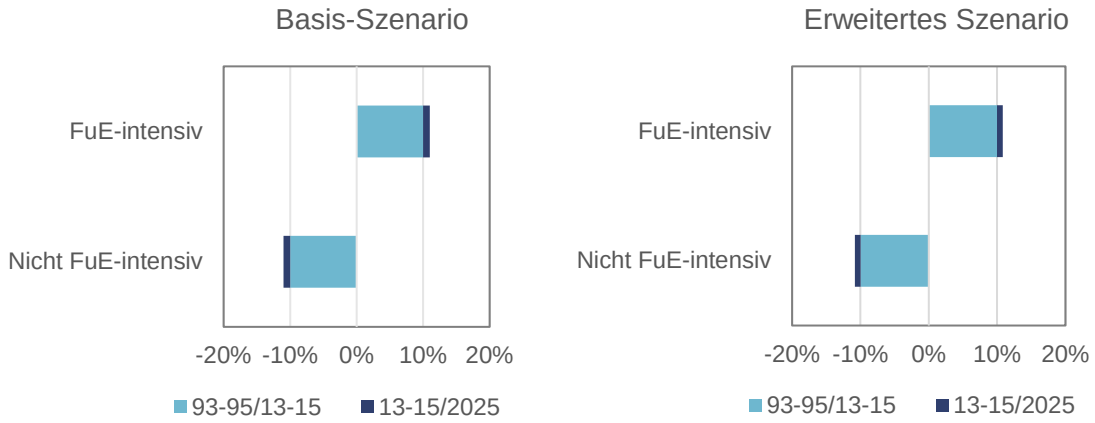
Insgesamt führen diese Entwicklungen zum oben bereits genannten Rückgang der Patentanteile im Verarbeitenden Gewerbe und deren Aufwuchs in den Dienstleistungssektoren. Jedoch wird der positive Trend in den Service-Sektoren hauptsächlich von der Steigerung der Patentanteile in den 1990er Jahren getragen, während es im Verarbeitenden Gewerbe genau umgekehrt ist. Hier waren die Trends in den 1990er Jahren insgesamt gesehen leicht rückläufig. Die hauptsächlichen Steigerungen sind nach der Jahrtausendwende erkennbar (wobei dies über alle Jahre gesehen noch immer in einem Rückgang resultiert).

In der Summe lassen sich somit drei Kernaussagen treffen. Erstens fand im Verarbeitenden Gewerbe eine Verschiebung der Patentanteile hin zu stärker FuE-intensiven Wirtschaftszweigen statt, die jedoch stärker in den 1990er Jahren war, als sie in den jüngeren Jahren ist, wo nur noch leichte Steigerungen der Patentanteile zu verzeichnen sind. Zweitens lässt sich ein Rückgang der Patentanteile im Verarbeitenden Gewerbe und ein Zuwachs in den Dienstleistungssektoren erkennen. Im Verarbeitenden Gewerbe ist dies weitestgehend auf eine Ausweitung der Technologieanteile im Maschinen- und (Kraft-)Fahrzeugbau und bei der Herstellung elektrischer Ausrüstungen zurückzuführen, während die Anteile in der Chemie und in der Pharmaindustrie rückläufig sind. Drittens ist der Zuwachs in den Dienstleistungssektoren verstärkt ein Trend, der sich aus früheren Entwicklungen speist, während das Verarbeitende Gewerbe vor allem von aktuellen Entwicklungen profitiert.

4.3.2 Inter-sektoraler Wandel bis 2025

Bisher waren in diesem Kapitel nur die vergangenen Strukturen im Fokus. Jedoch steht im Zentrum des Interesses die voraussichtliche Situation im Jahr 2025, was im Folgenden diskutiert wird. Wie bereits erwähnt, wurde ein Basis-Szenario für die Technologieentwicklung bis 2025 entworfen, in welchem die aktuellen Trends seit dem Jahr 2010 fortgeschrieben wurden. In einem zweiten Szenario werden Verschiebungen jenseits der Trends der letzten Jahre modelliert und es wird eine Intensivierung in den Bereichen Digitalisierung, Elektromobilität sowie Nano- und Biotechnologie unterstellt.

Abbildung 4-4: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen FuE-intensiven und weniger FuE-intensiven Sektoren bis 2025

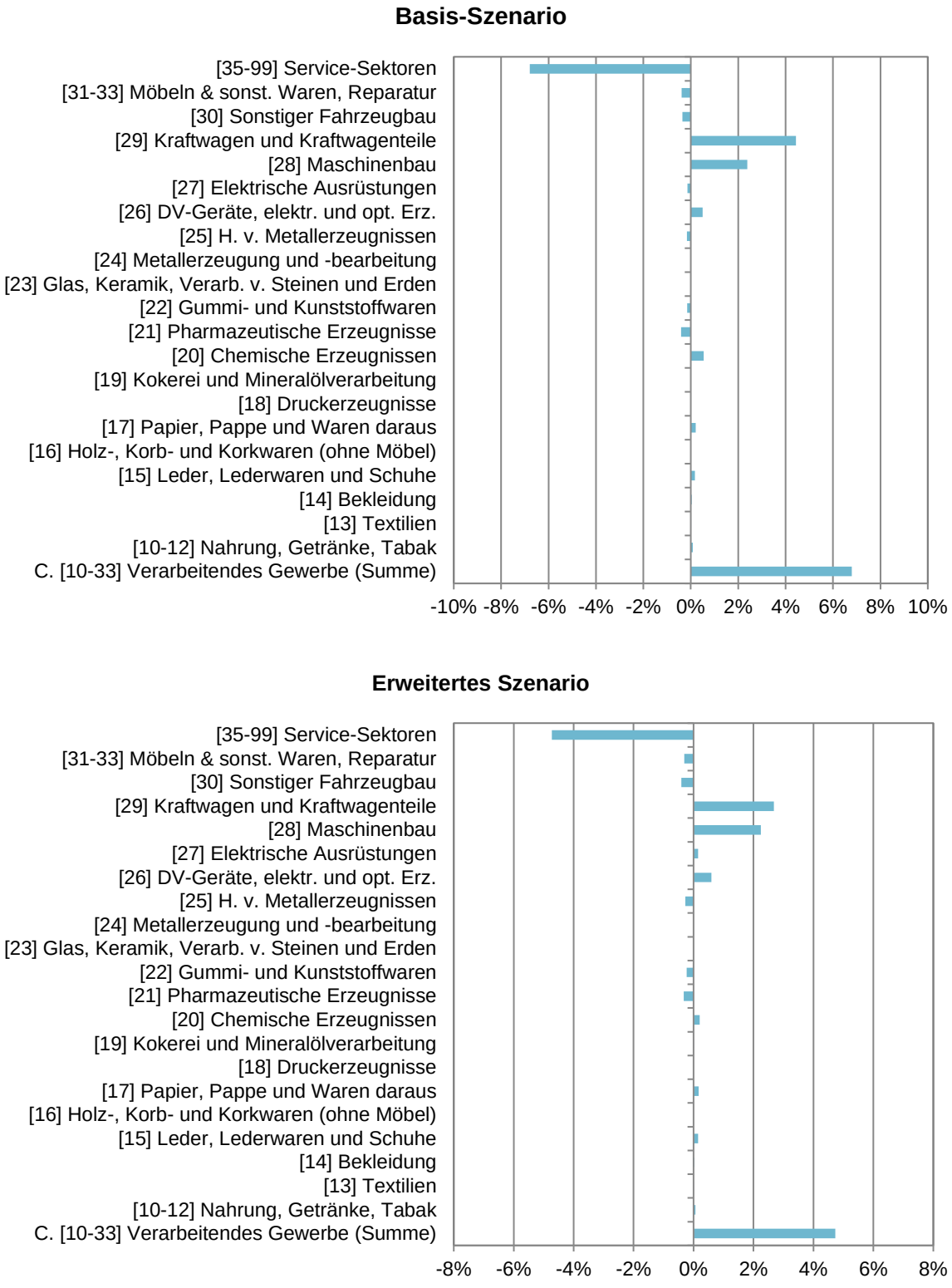


Quelle: EPA – PATSTAT, BvD Orbis, Gehrke et al. (2013)

Analog zu Abbildung 4-1 wurde im ersten Schritt eine Einteilung nach FuE-intensiven und weniger FuE-intensiven Wirtschaftszweigen auf Basis der NIW/ISI/ZEW-Listen forschungsintensiver Industrien und Güter 2012 (Gehrke et al. 2013) vorgenommen. Die Verschiebungen der Patentanteile bis 2025 sind in Abbildung 4-4 dargestellt. Hierbei lässt sich eine weitere Verschiebung hin zu FuE-intensiveren Wirtschaftszweigen innerhalb des deutschen Verarbeitenden Gewerbes erkennen, wobei diese jedoch nicht so stark ausfällt wie im Zeitraum zwischen 1993-1995 und 2013-2015. Das gilt für das Basis-Szenario und das erweiterte Szenario gleichermaßen. Im Basis-Szenario lässt sich ein Aufwuchs von 1,03% festhalten, während der Aufwuchs im erweiterten Szenario 0,84% beträgt.

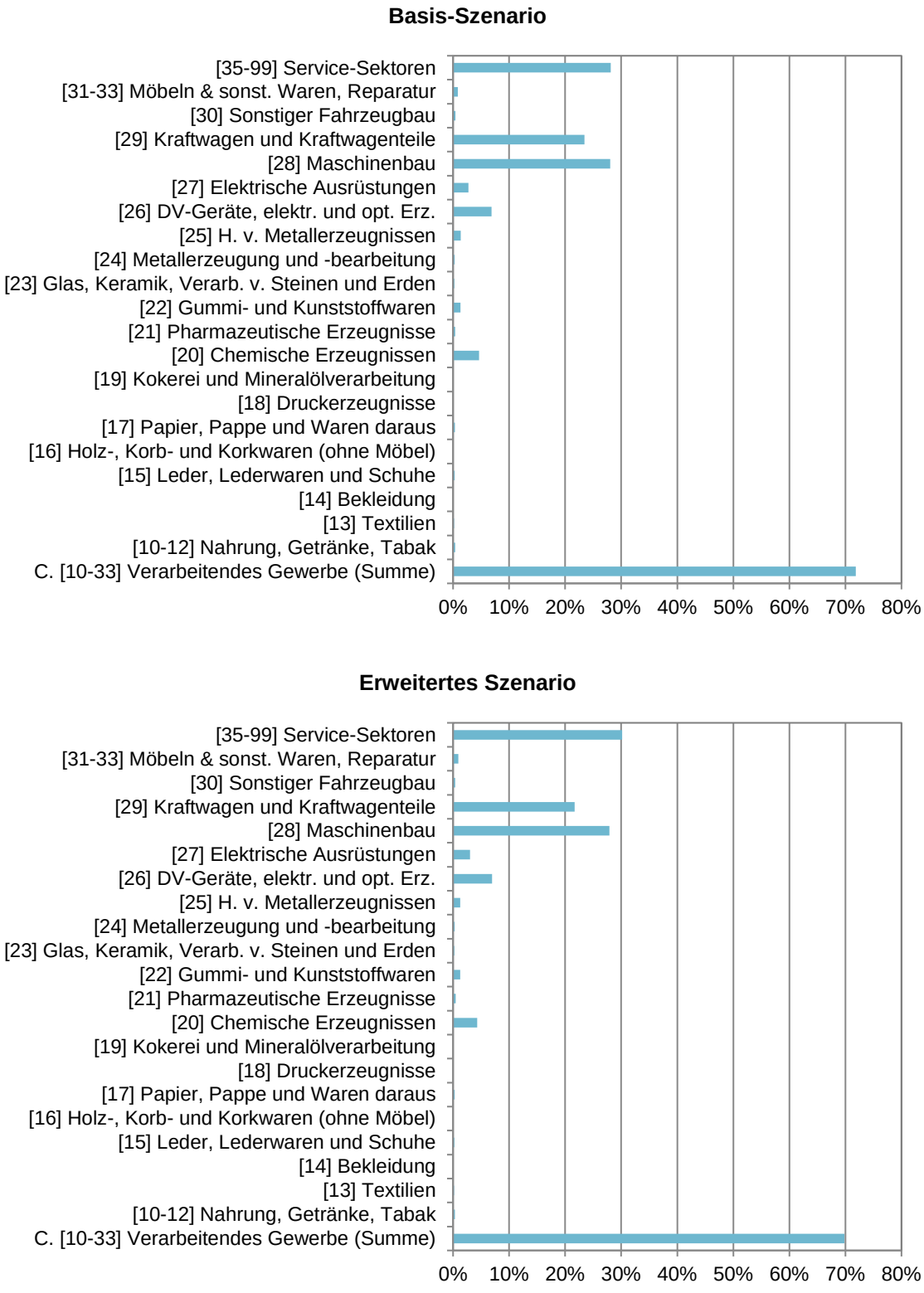
Auch hier stellt sich die Frage, welche Wirtschaftszweige besonders von dieser Entwicklung betroffen sind. Dies ist in Abbildung 4-5 abgetragen, wo die Veränderung zwischen im Vergleich der Periode 2013-2015 mit der Vorausschätzung für das Jahr 2025 im Basis-Szenario (oben) und im erweiterten Szenario (unten) dargestellt sind. Aus der Abbildung wird deutlich, dass das Verarbeitende Gewerbe bis 2025 deutlich im Wachstum begriffen ist. Dies kann als Fortführung des anwachsenden Trends zwischen 2004-2006 und 2013-2015 angesehen werden. Im Umkehrschluss sind im Dienstleistungssektor rückläufige Trends zu erwarten. Der größte Aufschwung innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes wird bei Kraftwagen- und Kraftwagenteilen erkennbar. Weitere, wenn auch nicht ganz so starke Zuwächse sind im Maschinenbau und bei den DV-Geräten erkennbar. Rückläufige Trends lassen sich im Pharmabereich ausmachen, wobei diese bis zum Jahr 2025 bei weitem nicht mehr so stark ausfallen werden wie in den letzten 20 Jahren. Auch bei Möbeln und sonstigen Waren sowie im sonstigen Fahrzeugbau sind leicht sinkende Anteile zu erwarten.

Abbildung 4-5: Verschiebungen der Patentanmeldungen zwischen den Sektoren, zwischen 2013-2015 und 2025



Quelle: EPA – PATSTAT, BvD Orbis

Abbildung 4-6: Darstellung der vorausberechneten IST-Situation in 2025



Quelle: EPA – PATSTAT, BvD Orbis

Die Annahmen des erweiterten Szenarios wirken sich nur schwach auf die prognostizierten Strukturen in 2025 aus. Auch wenn die Anzahl der Patente insgesamt steigt, ändern sich die Anteile über die Wirtschaftszweige nur unwesentlich. Dies wird noch einmal in Abbildung 4-6 deutlich, wo die vorausberechnete IST-Situation des Jahres 2025 dargestellt ist. Laut diesen Berechnungen ist ein Anteil des Verarbeitenden Gewerbes von knapp 72% zu erwarten. Entsprechend entfallen 28% auf die Dienstleistungssektoren. Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes nimmt der Maschinenbau mit 28% den größten Anteil ein, gefolgt vom Fahrzeugbau mit einem Anteil von 23,4%. Signifikante Anteile entfallen weiterhin auf die Herstellung von DV-Geräten, Elektrische Ausrüstungen und die Herstellung von chemischen Erzeugnissen, auch wenn in diesem Sektor rückläufige Zahlen zu beobachten waren.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass bis zum Jahr 2025 noch einmal eine Verschiebung hin zu FuE-intensiven Wirtschaftszweigen zu beobachten ist. Außerdem kommt es zu einer Ausweitung der Technologieanteile des Verarbeitenden Gewerbes, die hauptsächlich durch die Ausweitung des Fahrzeug- und Maschinenbaus getrieben wird. Für die Entwicklung der FuE-Ausgaben bis 2025 könnte der inter-sektorale Wandel also einen leicht positiven Einfluss haben.

4.3.3 Intra-sektoraler Wandel

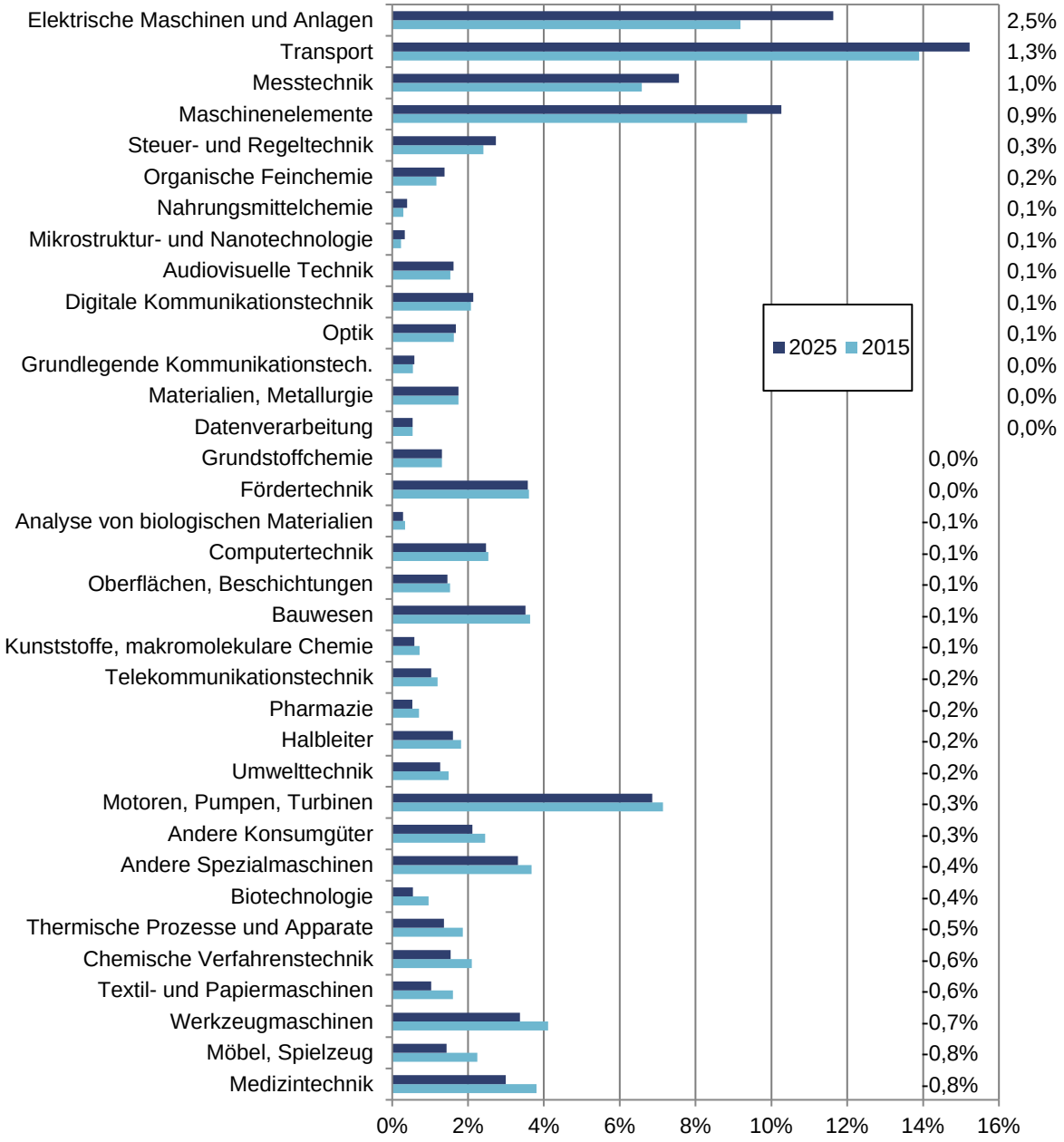
Neben der Verschiebung hin zu forschungsintensiveren Wirtschaftszweigen sollte insbesondere eine Verschiebung der Bedeutung neuer und forschungsintensiver Technologien innerhalb von Wirtschaftszweigen einen Einfluss auf die FuE-Ausgaben haben. Aus diesem Grund wird im folgenden Abschnitt anhand des Patentaufkommens zunächst die Veränderung der Technologiestrukturen innerhalb der Wirtschaftszweige zwischen 1993 und 2014 nachgezeichnet, um auf dieser Basis eine Vorausschätzung der Anzahl der Patente der einzelnen Technologiefelder innerhalb von Wirtschaftszweigen durchzuführen (intra-sektoraler Wandel).

4.3.3.1 Basis-Szenario

Die Veränderung der Anteile der Technologien im Jahr 2025 im Vergleich zum Jahr 2015 ist in Abbildung 4-7 dargestellt. Die Technologien sind sortiert nach der Differenz der Prozentsatzpunkte im Vergleich der beiden Jahre. Den stärksten Zugewinn werden Technologien in den Bereichen elektrische Maschinen, Transport, Messtechnik und Maschinenelemente verzeichnen sowie auch – wenngleich weniger ausgeprägt – Steuer- und Regeltechnik und Organische Feinchemie. Geringere Anteile am gesamten Patentaufkommen in Deutschland werden hingegen Medizintechnik, Möbel und

Spielzeug, Werkzeugmaschinen, Textil- und Papiermaschinen, chemische Verfahrenstechnik oder auch thermische Prozesse und Apparate einnehmen.

Abbildung 4-7: Anteil der Technologiefelder an den Patentanmeldungen des Jahres 2025 und deren Veränderung gegenüber dem Jahr 2015



Quelle: EPA – PATSTAT; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Um die Effekte der veränderten Technologiestrukturen innerhalb der Wirtschaftszweige auf die FuE-Ausgaben in Deutschland abschätzen zu können, ist eine Bewertung jedes Patents mit den technologiespezifischen FuE-Kosten notwendig. Anders formuliert, es

werden die gesamten FuE-Ausgaben der Wirtschaft in Deutschland im Jahr 2025 geschätzt, indem die vorausgeschätzte Anzahl der Patente mit den durchschnittlichen FuE-Kosten je Patent – auf Basis des Jahres 2014 – multipliziert wird. Für die Darstellung in diesem Bericht werden die Sektoren zu vier Gruppen – sehr niedrige, niedrige, hohe und sehr hohe FuE-Kosten je Patent – aggregiert. Die Berechnung der gesamten FuE-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft im Jahr 2025 findet jedoch auf Basis der 35 Technologiefelder statt und spiegelt somit eine größere Vielfalt wider.

In Abbildung 4-8 sind die Anteile der mit den durchschnittlichen FuE-Kosten je Patent bewerteten Anteile der Technologieprofile in den Wirtschaftszweigen abgetragen. Dargestellt sind jeweils die Anteile der mit hohen und sehr hohen FuE-Kosten je Technologie bewerteten Technologiefelder sowie jeweils die Veränderung der Prozentsatzpunkte im Jahr 2025 gegenüber der Periode 2011-2013 (Rand rechts). Die Einteilung in die vier Gruppen fand entlang des Mittelwerts der Ausprägungen in den Gruppen statt (eine tabellarische Darstellung findet sich im Anhang). Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen ist damit die Branche, bei der laut der Schätzung der Anteil von Technologien mit sehr hohen FuE-Kosten bis 2025 am stärksten steigt, nämlich um 29 Prozentpunkte auf dann 69%. Im sonstigen Fahrzeugbau nehmen die Technologien mit hohen FuE-Kosten bis 2025 27% mehr Anteile in Anspruch und in der Metallerzeugung und -bearbeitung 26%. Oberhalb des Gesamtdurchschnitts von 6% liegen auch Gummi und Kunststoffwaren, Maschinenbau, Möbel, Metallerzeugnisse und auch der Fahrzeugbau. Technologien mit niedrigeren FuE-Kosten nehmen hingegen bis 2025 bei Bekleidung, Nahrungsmitteln, Druckerzeugnissen, Glas und Keramik, Holzverarbeitung, Datenverarbeitung, Kokerei und auch in den Dienstleistungssektoren höhere Anteile ein. Die Anteile der Technologien mit hohen FuE-Kosten in diesen Branchen nehmen entsprechend ab.

Zur besseren Veranschaulichung sind in Abbildung 4-9 die Entwicklungen der Patentanmeldungen Deutschlands in den vier Gruppen von FuE-Kosten je Technologie seit 1993 dargestellt. Es zeigt sich, dass im Verlauf der 1990er Jahre die Anteile von Technologien mit sehr niedrigen – diese machen über den gesamten Beobachtungszeitraum mehr als die Hälfte der Patentanmeldungen Deutschlands aus – sowie mit niedrigen FuE-Kosten rückläufig waren. Während sich der Trend für die letztere bis zum Jahr 2010 fortsetzt und ab dann stetig auf einem Niveau von etwa 20% verbleibt, steigen die Anteile der Patentanmeldungen mit sehr niedrigen FuE-Kosten im Zeitraum 2003 bis 2010 wieder an. Zwischen 2011 und 2025 wird sich der Anteil dieser Gruppe leicht absenken und dann ebenfalls auf einem Niveau oberhalb der 50%-Marke verstetigen.

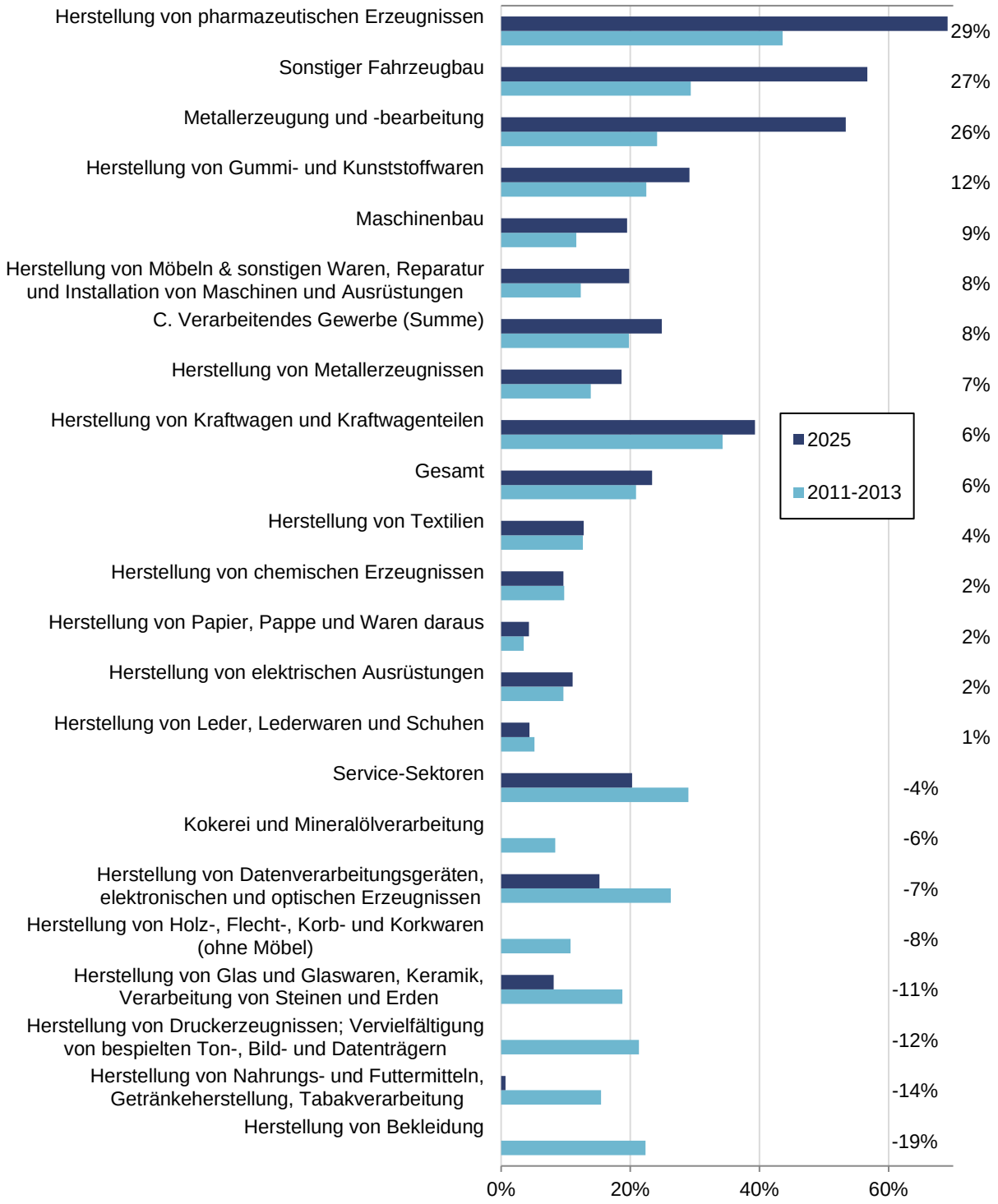
Demgegenüber sind die Anteile der Technologien mit hohen FuE-Kosten in den 1990er Jahren leicht angestiegen, um dann bis zum Jahr 2011 wieder auf das Ausgangsniveau

zurückzufallen. Dieses Niveau wird bis zum Jahr 2025 nahezu gehalten. Einzig die Patentanmeldungen in den Technologiefeldern mit sehr hohen FuE-Kosten je Patent steigen im Zeitverlauf an, mit einem leichten retardierenden Moment während der Finanzkrise der Jahre ab 2007/2008, um jedoch ab 2010 die Ausweitung der Anteile fortzusetzen und etwa ab dem Jahr 2020 auf einem Niveau leicht unterhalb der 20%-Marke zu verharren.

Insgesamt findet sich also ein leichter Trend hin zu Technologien mit sehr hohen FuE-Kosten, die jedoch aufgrund der geringen Anteile und einer Veränderung der Technologien mit sehr niedrigen FuE-Kosten kaum ins Gewicht fallen, wenn die gesamtwirtschaftlichen FuE-Aufwendungen betrachtet werden.

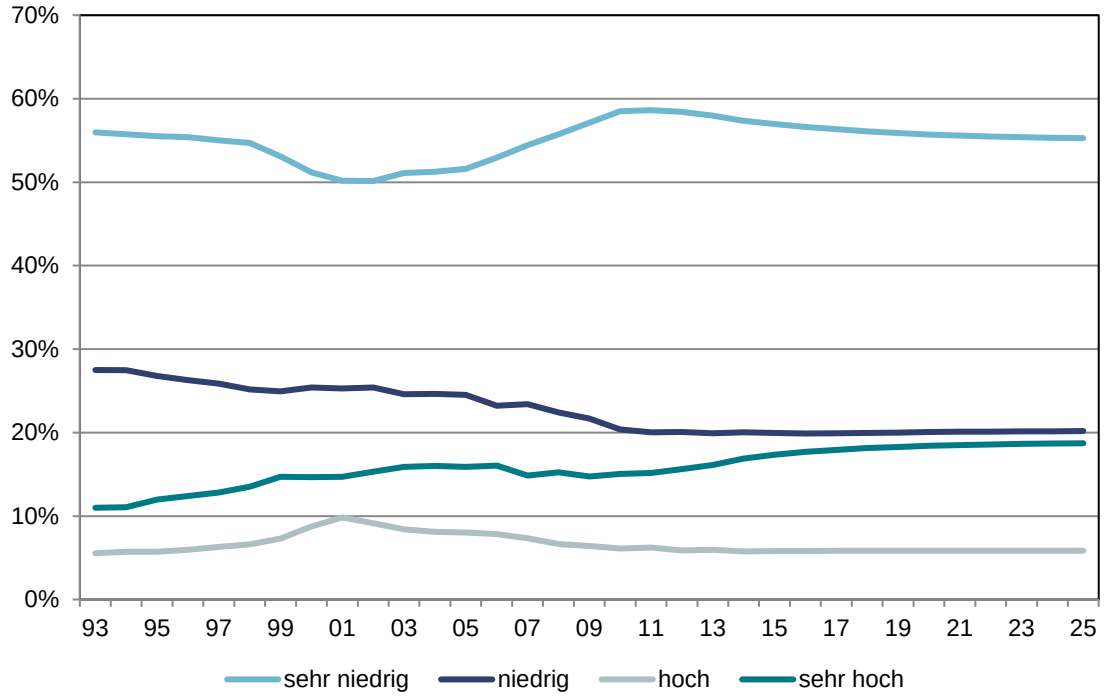
Insgesamt bedeuten diese Trends auf Basis der durchgeführten Schätzungen für das Jahr 2025 eine Gesamtsumme von FuE-Aufwendungen in der Wirtschaft von etwa 57,1 Mrd. € (in Preisen von 2015). Bei einer jährlichen durchschnittlichen BIP-Steigerung von 1,5% führt dies dazu, dass die derzeitige Quote der Wirtschaft von etwa 1,9% am BIP deutlich unterschritten und ein Anteil am BIP von ca. 1,6% erreicht wird. Geht der technologische Wandel also in den nächsten elf Jahren so weiter, wie er in den letzten fünf Jahren stattgefunden hat, dann trägt er nicht zur Erreichung des 3,5%-Ziels bei. Diese Schätzungen beinhalten sowohl den inter- wie auch den intra-sektoralen Wandel.

Abbildung 4-8: Anteile der Technologien mit hohen oder sehr hohen FuE-Kosten je Technologie innerhalb der Wirtschaftszweige im Jahr 2025 und deren Veränderung gegenüber der Periode 2011-2013



Quelle: EPA – PATSTAT; BvD – Orbis; Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 4-9: Entwicklung der Patentanmeldungen in den vier Gruppen von FuE-Kosten zwischen 1993 und 2025 im Basisszenario.

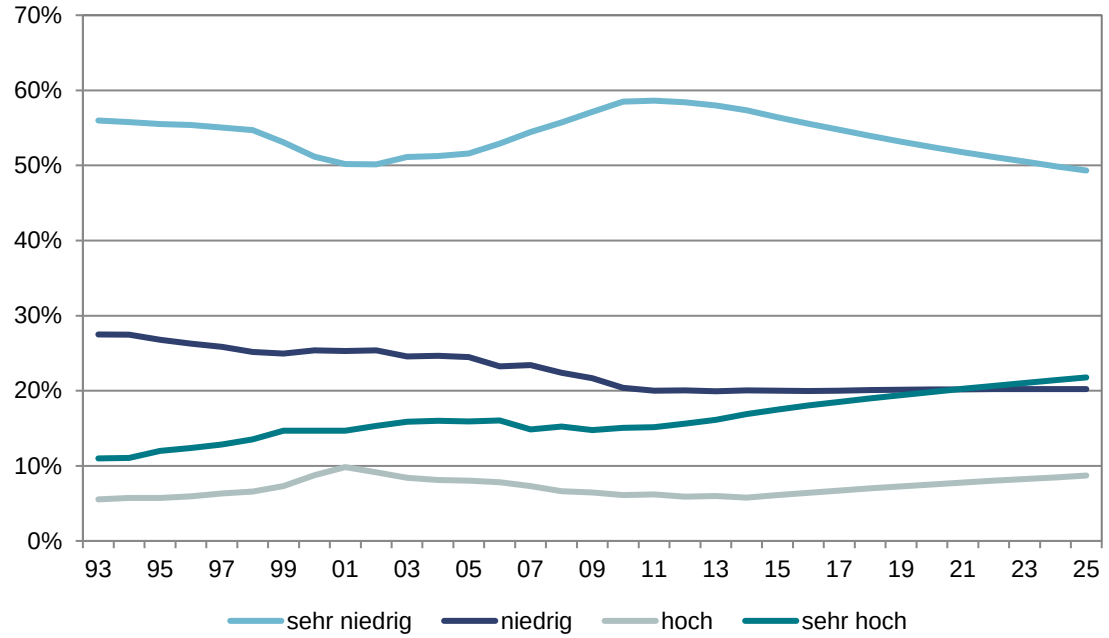


Quelle: EPA – PATSTAT; BvD – Orbis; Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 4-10 zeigt die langfristige Entwicklung der Patentanmeldungen in den vier Gruppen der FuE-Kosten je Patent unter Berücksichtigung der im Technologieszenario angenommenen Veränderungen bei Digitalisierung, Elektromobilität sowie Nano- und Biotechnologie. Im Gegensatz zum Basisszenario führt dies dazu, dass die Anteile der Technologien mit sehr niedrigen FuE-Kosten bis 2025 auf unter 50% sinken und die beiden Gruppen der Technologien im hohen und sehr hohen FuE-Kosten-Segment ansteigen, wobei die Anteile der Gruppe der Technologien mit sehr hohen FuE-Kosten stärker ansteigen.

Insgesamt führt dies jedoch lediglich zu einer Ausweitung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben um weitere etwa 2 Mrd. € im Jahr 2025 gegenüber dem Basisszenario, sodass ein Niveau von etwas mehr als 59 Mrd. € erreicht wird, was einer um 0,06% höheren Quote (1,68% statt 1,62%) der FuE-Ausgaben der Wirtschaft im BIP entspricht. Also auch eine deutliche Ausweitung der vier modellierten Technologiefelder führt nicht zu einer deutlichen Erhöhung der FuE-Quote der Wirtschaft am BIP.

Abbildung 4-10: Entwicklung der Patentanmeldungen in den vier Gruppen von FuE-Kosten zwischen 1993 und 2025 im Technologieszenario.



Quelle: EPA – PATSTAT; BvD – Orbis; Berechnungen des Fraunhofer ISI

4.4 FuE-Strukturen – ein internationaler Vergleich

Die FuE-Beteiligung und -Ausgaben der kleinen und mittelgroßen Unternehmen (KMU) sind in Deutschland unterdurchschnittlich, weshalb gerade hier ein großes Potenzial für eine Ausweitung von Forschung und Entwicklung zu sehen ist (siehe Kapitel 2). Daneben sind die Innovatoren-Quoten bei KMU in den letzten Jahren noch weiter zurückgegangen (Schubert/Rammer 2016). In diesem Abschnitt soll anhand eines internationalen Vergleichs der FuE-Quote unter Berücksichtigung der Sektorstruktur versucht werden, eine Abschätzung des Potenzials einer Intensivierung der FuE-Ausgaben in Deutschland durchzuführen. Hierzu werden Modellrechnungen vorgenommen, die die deutsche Sektorstruktur auf die USA, Südkorea und auch Japan übertragen bzw. umgekehrt deren Sektorstruktur auf Deutschland übertragen. Es wird also bspw. der Frage nachgegangen: "Was wäre, wenn Deutschland die Sektorstruktur der USA hätte?".

Hierzu werden in einem ersten Schritt die sektorspezifischen FuE-Quoten – in diesem Fall sind das die Anteile der FuE-Ausgaben an der Wertschöpfung bzw. alternativ am Produktionswert (siehe Anhang) – je Land berechnet. Anschließend werden diese Quoten mit der Wertschöpfung (bzw. den Produktionswerten) der anderen Länder multipli-

ziert. Sodann wird die Summe der so errechneten FuE-Aufwendungen über alle Sektoren gebildet und abschließend ins Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt gesetzt, sodass der Anteil der FuE-Ausgaben der Wirtschaft am jeweiligen BIP entsteht (FuE-Quote).

Die Ergebnisse der Modellrechnung auf Basis der Wertschöpfung in den Sektoren sind für die Länder Deutschland, Japan, Südkorea und USA in Abbildung 4-11 dargestellt. Leider sind vollständige Datenreihen für diese Untersuchung lediglich bis 2009 verfügbar. Es zeigt sich, dass Deutschland im Vergleich der vier Länder die niedrigste strukturell angepasste FuE-Quote erreicht. Anders formuliert: Hätten die anderen Länder die gleiche Sektorstruktur wie Deutschland (siehe Zeilen eins bis vier in Tabelle 4-1), dann würden sie dennoch mehr für FuE aufwenden als die Bundesrepublik bzw. hätte Deutschland die Struktur der anderen Länder dann wären die FuE-Quoten niedriger als in diesen Ländern. Vergleicht man jeweils die erste Zeile in Tabelle 4-1 (Deutschland) mit den drei anderen Zeilen darunter, dann hat Deutschland stets den niedrigsten Wert. Deutschland hatte im Jahr 2009 einen FuE-Anteil der Wirtschaft am BIP von 1,8%. Südkorea hätte unter den deutschen Bedingungen im Jahr 2009 2% aufgewendet, Japan 2,2% und die USA sogar 2,5%, also fast die Hälfte mehr als Deutschland. Umgekehrt hätte Deutschland zwar eine deutlich höhere FuE-Quote als die tatsächlichen 1,8%, wenn es beispielsweise die Industriestruktur Südkoreas hätte – nämlich einen Wert von 3,2%. Allerdings hätten Japan und insbesondere die USA bei gleicher Struktur nochmals höhere Quoten.

In Abbildung 4-11 ist die Entwicklung der FuE-Quoten der vier Länder unter der Annahme der deutschen Strukturen dargestellt. Südkoreas FuE-Intensität war demnach bis etwa Mitte der 2000er Jahre niedriger als die der deutschen Wirtschaft, hat aber seit Beginn des neuen Jahrtausends zugelegt und Deutschland im Zeitverlauf hinter sich gelassen. Der Abstand Deutschlands zu Japan hat sich in der jüngeren Vergangenheit etwas verringert, während der Abstand zu den USA, die bereits die höchste Intensität aufweisen, sich noch vergrößert.

Diese Ergebnisse belegen, dass die deutsche Industrie keineswegs besonders forschungsintensiv innerhalb ihrer angestammten Themen und Technologien forscht. Positiv könnte man daraus ableiten, dass Forschung und Entwicklung in Deutschland effizienter sind als in anderen Ländern, weil ein gegebener Output mit geringerem Input erzielt wird. Überzeugender ist aber die Argumentation, dass in der niedrigeren Quote ein Potenzial für eine weitere Ausweitung der FuE-Aufwendungen zu sehen ist. Ähnliche Analysen, die entsprechende Schlussfolgerungen nahelegen, führt auch die OECD regelmäßig durch (OECD 2015). Deutschland und auch Südkorea würden nach deren Untersuchungen eine FuE-Quote deutlich unterhalb des OECD-Durchschnitts erreichen,

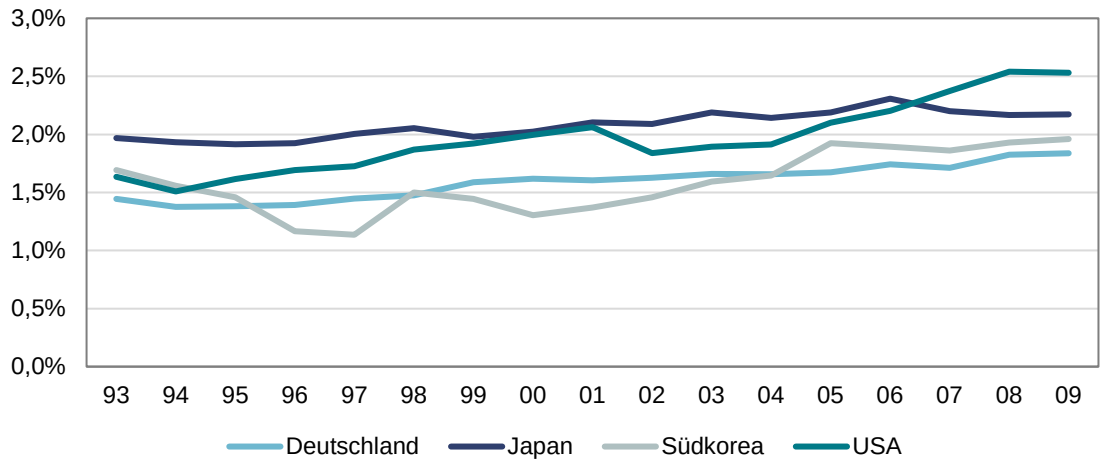
wenn sie eine am OECD-Durchschnitt ausgerichtete Struktur aufweisen würden, während beispielsweise Länder wie die USA, Finnland, Schweden, Japan oder auch Frankreich deutlich oberhalb des Durchschnitts lägen.

Tabelle 4-1: FuE-Strukturen auf Basis der Wertschöpfung

Land	Industriestruktur	2009
DE	DE	1,8%
	JP	2,2%
	KR	2,0%
	US	2,5%
JP	DE	2,0%
	JP	2,4%
	KR	2,3%
	US	2,3%
KR	DE	3,2%
	JP	3,3%
	KR	3,2%
	US	3,9%
US	DE	1,4%
	JP	1,5%
	KR	1,7%
	US	1,9%

Quelle: eigene Berechnungen

Abbildung 4-11: Entwicklung der FuE-Quoten (Basis: Wertschöpfung) ausgewählter Länder unter der Annahme der deutschen Industriestruktur



Quelle: EPA – PATSTAT, OECD - STAN

4.5 Fazit

Der in den nächsten Jahren zu erwartende technologische Wandel ist unter den hier getroffenen Annahmen der Modellrechnungen nicht geeignet, um eine Erhöhung der FuE-Quote zu erreichen. Zwar steigen die Anteile der Technologien mit sehr hohen FuE-Kosten im Zeitverlauf an. Da deren Anteile jedoch mit weniger als 20% aller Technologien eher gering sind und die prognostizierte Ausweitung um ca. 3 Prozentpunkte nur eine kleine Veränderung darstellt, geht der Anteil der FuE-Aufwendungen der Wirtschaft am angenommen um 1,5% p.a. steigenden BIP zurück.

Auch im Technologieszenario, wo Digitalisierung, Elektromobilität sowie Nano- und Biotechnologie eine Ausweitung der Anteile der Technologien mit sehr hohen FuE-Kosten je Patent initiieren, ist kein hinreichend intensiver Technologiewandel zu erwarten, der eine Ausweitung der FuE-Aufwendungen über das Wachstum des BIP hinaus erwarten lässt. Selbst unter der Annahme eines konstanten BIP bis 2025 würde der technologische Wandel keine Erhöhung der FuE-Quote zur Folge haben, da sich die Verschiebungen gesamtwirtschaftlich im Wesentlichen ausgleichen.

Allerdings hat die Analyse der Sektor- und Technologiestrukturen Deutschlands im Vergleich mit denen der USA, Südkoreas und Japans gezeigt, dass eine Intensivierung der FuE-Aufwendungen innerhalb der Technologien durchaus möglich sein könnte. Zwar haben Japan und auch Südkorea über einen längeren Zeitraum betrachtet eine nur leicht höhere FuE-Intensität, wenn man für die Strukturunterschiede kontrolliert. In den jüngeren Jahren ist die Schere zwischen Deutschland und Südkorea hier ein wenig auseinandergegangen. Die USA zeigen aber, dass auch eine höhere Intensität möglich ist. Das Land hat, nach deutscher Sektorstruktur, eine um fast 50% höhere FuE-Intensität, d.h. in den USA wird für die Forschung in den gleichen Wirtschaftszweigen im Durchschnitt die Hälfte mehr investiert als in Deutschland. Auch in Südkorea und Japan wird für FuE in den gleichen Wirtschaftszweigen mehr ausgegeben als in Deutschland.

5 Gewinnelastizität der FuE-Ausgaben und mögliche Effekte einer indirekten FuE-Förderung

5.1 Fragestellung und Untersuchungsansatz

Die wesentliche Finanzierungsquelle von FuE-Ausgaben in Unternehmen ist die Innenfinanzierung, d.h. der Cashflow bzw. die erzielten Gewinne. Die Ergebnisse der FuE-Erhebung zeigen regelmäßig, dass deutlich über 90% der FuE-Ausgaben der Unternehmen intern finanziert werden. Dabei spielt der Cashflow die entscheidende Rolle, da eine Finanzierung über Kredite für das Gros der Unternehmen aus verschiedenen Gründen (u.a. zu hohes Risiko der FuE-Projekte, Informationsasymmetrien zwischen Unternehmen und Kreditgebern über die Erfolgsaussichten des Projekts, zu hohe Risikoexposition des gesamten Unternehmens im Fall des Scheiterns eines fremdmittelfinanzierten FuE-Projekts) nicht infrage kommt (vgl. Hall/Lerner 2010, Hottenrott/Peters 2012).

Eine Ausweitung der Innenfinanzierung von Unternehmen sollte somit die Möglichkeit zur Finanzierung von FuE verbessern. Im Folgenden wird anhand von Daten des Mannheimer Innovationspanels untersucht, welcher Zusammenhang zwischen den Bruttogewinnen von Unternehmen und den Ausgaben für FuE besteht. Aus der Höhe der Gewinnelastizität können Rückschlüsse auf die Ausweitung der FuE-Ausgaben bei einer Verbesserung der Innenfinanzierungsbasis der Unternehmen gewonnen werden. Eine solche Verbesserung kann z.B. durch indirekte Fördermaßnahmen wie Verringerung der Steuerschuld in Abhängigkeit von der Höhe der FuE-Ausgaben oder durch Nachlässe bei der Lohnsteuer für das in FuE eingesetzte Personal erreicht werden.

Eine verbesserte Innenfinanzierung und in der Folge höhere FuE-Ausgaben können dabei selbstverstärkend wirken, da Unternehmen mit höheren FuE-Aktivitäten tendenziell höhere Umsatzrenditen erzielen und damit ihre Innenfinanzierungskraft stärken können (vgl. Czarnitzki/Kraft 2010; Geroski et al. 1993). Der Zusammenhang zwischen FuE und Profitabilität wird dabei wesentlich über die durch FuE-Aktivitäten hervorgebrachten Innovationen vermittelt und hängt somit sowohl vom Erfolg der FuE-Projekte ab (Einführung von Innovationen) als auch vom Markterfolg der Innovationen (Höhe der erzielten Umsätze, Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Angeboten).

Die Gewinnelastizität der gesamten FuE-Ausgaben wird mithilfe einer Modellspezifikation geschätzt, die sich an Fazzari et al. (1988) orientiert. Abhängige Variable ist die Höhe der FuE-Ausgaben eines Unternehmens im Jahr t+1. Die Erklärungsfaktoren (Umsatzrendite und Kontrollvariablen) werden für das Jahr t gemessen. Das Modell wird als Log-Log-Modell spezifiziert (d.h. die Höhe der FuE-Ausgaben und die Größe des Unternehmens werden als logarithmierte Werte gemessen). Um auch Unternehmen ohne

FuE-Ausgaben zu berücksichtigen, wird jedem Unternehmen ein "Basis-Euro" an FuE-Ausgaben zugewiesen (sodass der logarithmierte Wert der FuE-Ausgaben von Unternehmen ohne FuE bestimmbar ist).

Unabhängige Modellvariablen sind die Umsatzrendite sowie weitere Einflussfaktoren. Die Umsatzrendite ist als Bruttoergebnis (Umsatz abzüglich Materialkosten – inkl. bezogene Dienstleistungen – und Personalkosten) in Prozent des Umsatzes definiert. Im Bruttoergebnis sind Abschreibungen, Zinsen und Steuern enthalten. Um die Finanzierungssituation von Unternehmen mit und ohne FuE-Ausgaben vergleichen zu können, wird die Umsatzrendite vor laufenden FuE-Ausgaben betrachtet. Dies bedeutet, dass die Höhe der FuE-Ausgaben für Personal, Material und Dienstleistungen (inkl. externe FuE-Aufträge) zum Bruttogewinn hinzugerechnet wird:

$$Umsatzrendite_t = \frac{Umsatz_t - Materialkosten_t - Personalkosten_t + 0.93 * FuE_t}{Umsatz_t}$$

In Modellvarianten werden anstelle einer stetigen Variablen für die Umsatzrendite sechs Renditeklassen (<=0, >0 bis <=10, >10 bis <=20, >20 bis <=30, >30 bis <=40, >40%) verwendet. So kann festgestellt werden, ob ab bestimmten Schwellenwerten der Umsatzrendite sich das FuE-Ausgabenverhalten merklich ändert. In anderen Modellvarianten wird die Umsatzrendite nach Größenklassen aufgespaltet, sodass analysiert werden kann, ob die Umsatzrendite für Unternehmen unterschiedlicher Größe unterschiedlich auf die Höhe der FuE-Ausgaben wirkt.

Ein weiterer Einflussfaktor im Modell ist die Höhe des Sachvermögens, da die Gewinne vor Abschreibungen gemessen werden, sodass diese in kapitalintensiven Branchen höher ausfallen können als in wenig kapitalintensiven. Außerdem wird die Fremdfinanzierungssituation (Bonitätseinstufung durch Creditreform) berücksichtigt. Das Modell enthält außerdem Variablen für die Größe eines Unternehmens, sein Alter, ob es Teil einer Unternehmensgruppe ist, ob es in Ostdeutschland angesiedelt ist und welcher Branche es angehört.

Das Modell wird für unterschiedliche Gruppen von Unternehmen geschätzt. Dabei wird nach der Größe (KMU vs. Großunternehmen), Sektoren (Industrie: Spitzentechnologie, hochwertige Technologie, mittlere Technologie, niedrige Technologie;[6] Dienstleistungen: wissensintensive, sonstige), der Kontinuität der FuE-Tätigkeit und der FuE-Intensität differenziert.

6 Die Technologieklassen sind auf Ebene der WZ-Untergruppen (4-Steller) unter Nutzung der Klassifizierung von Gehrke et al. (2013) abgegrenzt. Die nicht forschungsintensive Industrie wird zusätzlich in zwei Gruppen unterteilt. Diese Unterteilung orientiert sich an der OECD-Klassifikation zu *medium-low and low technology sectors*.

Die Modellvariablen sind in Tabelle 5-1 dargestellt. Die Umsatzrendite beträgt im Durchschnitt der untersuchten Unternehmen 29%. Kleine Unternehmen weisen eine etwas höhere Rendite auf (31%), mittlere Unternehmen mit 50-249 Beschäftigten und mittelgroße mit 250-999 Beschäftigten eine etwas unterdurchschnittliche (27%).

Die Stützperiode für die Schätzungen ist der Zeitraum 2000-2014. Insgesamt stehen 32.261 Beobachtungen zu 11.575 unterschiedlichen Unternehmen zur Verfügung. Die Modelle werden als Tobit-Modelle geschätzt. Diese Modellform berücksichtigt den Umstand, dass ein großer Teil der Beobachtungen – annähernd 50% - zensierte Werte bei der abhängigen Variablen aufweisen, im vorliegenden Fall: FuE-Ausgaben von Null. Tobit-Modelle sind eine Modellform, die sich für solche schief verteilten abhängigen Variablen eignet. Die Modelle werden zum einen als gepoolte Modelle sowie zum anderen als Random-Effects (RE) Panelmodelle geschätzt, wobei letztere auch unbeobachtete zeitkonstante unternehmensspezifische Effekte berücksichtigen. Die zentralen Ergebnisse der Modellschätzungen sind die marginalen Effekte der Umsatzrendite. Sie geben an, in welchem Umfang sich die FuE-Ausgaben verändern, wenn sich die Umsatzrendite um eine Einheit (d.h. um 1 Prozentpunkt) erhöht. Um die durchschnittliche Gewinnelastizität zu erhalten, werden nur die marginalen Effekte der Unternehmen berechnet, die in t+1 auch tatsächlich positive FuE-Ausgaben hatten.

Tabelle 5-1: Deskriptive Statistik der Modellvariablen für die Schätzung der Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben

Anhängige Variable:	**Mittelwert**	**Std.abw.**	**Min.**	**Max.**
FuE (Ausgaben in Mio. €)	12,97	147,04	0	6.318
Erklärende Variablen:				
Umsatzrendite (in %)	29,33	21,21	-41,66	94,98
Umsatzrendite nach Größenklassen				
<50 Beschäftigte	30,85	21,99	-41,61	94,98
50-249 Beschäftigte	27,11	19,28	-41,41	94,78
250-999 Beschäftigte	26,56	20,25	-41,66	94,81
1.000 und mehr Beschäftigte	29,65	21,73	-39,96	94,89
Umsatzrendite-Klassen				
Umsatzrendite: <= 0%	0,04	0,20	0	1
Umsatzrendite: > 0% & <= 10%	0,11	0,32	0	1
Umsatzrendite: > 10% & <= 20%	0,20	0,40	0	1
Umsatzrendite: > 20% & <= 30%	0,22	0,41	0	1
Umsatzrendite: > 30% & <= 40%	0,16	0,37	0	1
Umsatzrendite: > 40%	0,26	0,44	0	1
Kontroll-Variablen:				

Anhängige Variable:	Mittelwert	Std.abw.	Min.	Max.
Bonität	221,83	53,21	100	600
Beschäftigte	1.248	11.260	1	524.803
Alter	34,12	39,65	0,50	679
Teil einer Unternehmensgruppe	0,34	0,48	0	1
Ostdeutschland	0,34	0,47	0	1
Kapitalintensität	0,16	1,80	0	282
Weitere Informationen:				
Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)	0,79	0,41	0	1
Kontinuierliche FuE-Tätigkeit	0,52	0,73	0	2
Spitzentechnologie (Industrie)	0,06	0,24	0	1
Hochwertige Technologie (Industrie)	0,12	0,32	0	1
Mittlere Technologie (Industrie)	0,12	0,33	0	1
Niedrige Technologie (Industrie)	0,21	0,41	0	1
Wissensintensive Dienstleistungen	0,20	0,40	0	1
Sonstige Dienstleistungen	0,29	0,45	0	1
FuE-Intensität (FuE in% des Umsatzes)				
FuE-Intensität: 0%	0,47	0,50	0	1
FuE-Intensität: >0% & <0,5%	0,20	0,40	0	1
FuE-Intensität: >=0,5% & <1,5%	0,11	0,31	0	1
FuE-Intensität: >=1,5% & <4,5%	0,10	0,30	0	1
FuE-Intensität: >=4,5%	0,13	0,33	0	1

Anmerkung: Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit sind die in den Schätzungen logarithmierten Größen in dieser Tabelle nicht logarithmiert abgebildet.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

5.2 Hauptergebnisse zur Gewinnelastizität von FuE

Tabelle 5-2 stellt die Schätzergebnisse des Basiseffekts der Gewinnelastizität dar. Die Ergebnisse weisen auf einen signifikant positiven marginalen Effekt zwischen der Höhe der Umsatzrendite und der Höhe der (logarithmierten) FuE-Ausgaben hin. Das gilt sowohl für das gepoolte Modell als auch für das RE Panel-Modell. Der marginale Effekt im gepoolten Modell ist höher als im RE Modell. Dem gepoolten Modell zufolge führt eine Erhöhung der Umsatzrendite um 1 Prozentpunkt zu 2,2% höheren FuE-Ausgaben. Eine Erhöhung um 10 Prozentpunkte würde demnach zu 22% höheren FuE-Ausgaben führen. Das RE Panel-Modell, das unternehmensspezifische, zeitkonstante Effekte mitberücksichtigt, weist einen marginalen Effekt in Höhe von 0,006 aus, d.h. eine Erhöhung der Umsatzrendite um 1 Prozentpunkt führt zu 0,6% höheren FuE-Ausgaben. Eine Erhöhung um 10 Prozentpunkte würde somit zu 6% höheren FuE-Ausgaben führen. Legt man diese Schätzergebnisse auf die Grundgesamtheit der forschenden Unternehmen in

Deutschland um, so ergeben sich größenordnungsmäßig folgende Werte: Eine Erhöhung der Umsatzrendite um 1 Prozentpunkt entspricht einem zusätzlichen Bruttogewinn von knapp 8 Mrd. € (Mittelwert der Jahre 2006-2015) und einem Gewinn vor Steuern von rund 1,5 Mrd. €. Die zusätzlichen FuE-Ausgaben einer solchen Gewinnerhöhung liegen bei etwa 0,4 Mrd. €.

Tabelle 5-2: Basiseffekt der Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben (marginale Effekte)

	gepooltes Tobit-Modell	**RE Panel-Tobit-Modell**
Umsatzrendite	0,022***	0,006***
	(0,001)	(0,001)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,002***	-0,001
	(0,001)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	0,914***	0,805***
	(0,016)	(0,023)
Log(Alter)	-0,410***	-0,360***
	(0,027)	(0,035)
Teil einer Unternehmensgruppe	0,704***	0,526***
	(0,063)	(0,066)
Ostdeutschland	0,047	-0,215***
	(0,057)	(0,083)
Kapitalintensität	0,028**	0,034***
	(0,013)	(0,013)
Beobachtungen	32.261	32.261

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Darüber hinaus ist eine bessere Bonität, d.h. ein geringeres Kreditausfallrisiko, mit höheren FuE-Ausgaben verbunden. Dies zeigt, dass auch die Fremdfinanzierungssituation eine gewisse Rolle für die Finanzierung von FuE-Ausgaben spielt. Hier dürften wohl indirekte Effekte vorliegen: Eine bessere Fremdfinanzierung erhöht für Unternehmen den finanziellen Spielraum, Mittel für FuE bereitzustellen, selbst wenn die Fremdfinanzierung nicht unmittelbar für FuE-Vorhaben genutzt wird. Unternehmen, die Teil einer Unternehmensgruppe sind, weisen selbst dann, wenn für die Unternehmensgröße, das Unternehmensalter und die Finanzierungssituation der Unternehmen kontrolliert wird, höhere

FuE-Ausgaben auf. Dies könnte auch an dem besseren Zugang zu internen Finanzierungsmitteln innerhalb der Unternehmensgruppe liegen. Je älter ein Unternehmen ist, desto tendenziell weniger gibt es für FuE-Aktivitäten aus. Unternehmen aus Ostdeutschland geben weniger für FuE aus als westdeutsche Unternehmen.

Tabelle 5-3 zeigt die marginalen Effekte der Gewinnelastizität für die jeweils angegebene Beschäftigten-Größenklasse. Während die Höhe und zum Teil die Signifikanz der jeweiligen marginalen Effekte zwischen dem gepoolten und dem RE-Modell variiert, ist bei beiden Modellen ersichtlich, dass die Gewinnelastizität für kleinere Unternehmen am höchsten ist. In dem gepoolten Modell liegt diese Elastizität bei 0,031 für Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten und bei 0,017 für Unternehmen mit 50-249 Beschäftigten. Steigt die Umsatzrendite in Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten um 1 Prozentpunkt (10 Prozentpunkte), so erhöhen sich deren FuE-Ausgaben um 3,1% (31%). Für Unternehmen mit mehr 50-249 Beschäftigten führt eine Steigerung der Umsatzrendite von 1 Prozentpunkt zu 1,7% höheren FuE-Ausgaben.

Tabelle 5-3: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben differenziert nach Beschäftigten-Größenklassen (marginale Effekte)

	gepooltes Tobit-Modell	**RE-Panel-Tobit-Modell**
Umsatzrendite für < 50 Beschäftigte	0,031***	0,008***
	(0,002)	(0,001)
Umsatzrendite für 50-249 Beschäftigte	0,017***	0,008***
	(0,002)	(0,002)
Umsatzrendite für 250-999 Beschäftigte	0,011***	0,002
	(0,002)	(0,002)
Umsatzrendite für 1.000 und mehr Beschäftigte	0,010***	0,002
	(0,002)	(0,002)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,002***	-0,001
	(0,001)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	1,017***	0,835***
	(0,021)	(0,027)
Log(Alter)	-0,403***	-0,357***
	(0,027)	(0,035)
Teil einer Unternehmensgruppe	0,739***	0,530***
	(0,063)	(0,066)

	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell
Ostdeutschland	0,038	-0,219***
	(0,057)	(0,083)
Kapitalintensität	0,029**	0,034***
	(0,013)	(0,013)
Beobachtungen	32.261	32.261

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Die Höhe der Gewinnelastizität nimmt mit steigender Unternehmensgröße ab. So liegt die Elastizität bei 1,1% bzw. 1,0% in Unternehmen mit 250-999 bzw. mit 1.000 oder mehr Beschäftigten. Ein ähnlicher Zusammenhang zwischen der Höhe der Gewinnelastizität und der Unternehmensgröße findet sich auch im RE-Panel-Modell. Eine Erhöhung der Umsatzrendite in KMU hat somit einen größeren Effekt auf die FuE-Ausgaben als in Großunternehmen. Sowohl bei kleinen als auch bei mittleren Unternehmen führt eine Erhöhung der Umsatzrendite um 1 Prozentpunkt zu 0,8% höheren FuE-Ausgaben. Dieser marginale Effekt liegt in Großunternehmen nur bei 0,2% und ist statistisch nicht signifikant.

Insgesamt implizieren die Ergebnisse von Tabelle 5-3, dass eine Maßnahme, die den Gewinn von KMU stimuliert, zu prozentual höheren FuE-Ausgaben führt als eine Maßnahme, die auf Großunternehmen ausgerichtet ist. Bei Großunternehmen deuten die Schätzergebnisse sogar darauf hin, dass eine Gewinnerhöhung zu keinen merklichen zusätzlichen FuE-Ausgaben führt.

Diese Implikation wird auch dann untermauert, wenn das Modell getrennt für KMU (unter 250 Beschäftigte) und größere Unternehmen (250 oder mehr Beschäftigte) geschätzt wird. Tabelle 5-4 zeigt die marginalen Effekte dieser Schätzungen. Sowohl die Elastizitäten des gepoolten als auch des RE-Panel-Modells für KMU weisen positive und statistisch signifikante Effekte auf. Die entsprechenden marginalen Effekte belaufen sich auf 2,2% (gepooltes Modell) und 0,8% (RE-Panel-Modell). Im Gegensatz dazu sind die Effekte für Großunternehmen deutlich schwächer. Die geschätzte Gewinnelastizität des gepoolten Modells liegt bei 1,9%, die des RE-Panel-Modells bei 0,1%. Darüber hinaus ist der Effekt des RE-Panel-Modells statistisch nicht signifikant. Diese Ergebnisse zeigen – ähnlich wie Tabelle 5-3 –, dass KMU bei höheren Gewinnen deutlich mehr in FuE-Aktivitäten investieren als Großunternehmen.

Tabelle 5-4: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben getrennt nach KMU und Nicht-KMU (marginale Effekte)

	KMU (< 250 Beschäftigte)		**Kein KMU (>= 250 Beschäftigte)**	
	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell
Umsatzrendite	0,022***	0,008***	0,019***	0,001
	(0,001)	(0,001)	(0,003)	(0,003)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,000	-0,000	-0,007***	-0,003**
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	0,815***	0,731***	1,700***	1,399***
	(0,027)	(0,035)	(0,049)	(0,081)
Log(Alter)	-0,526***	-0,466***	-0,146**	-0,014
	(0,032)	(0,040)	(0,063)	(0,083)
Teil einer Unternehmens-gruppe	0,474***	0,349***	1,672***	1,161***
	(0,066)	(0,071)	(0,195)	(0,185)
Ostdeutschland	0,076	-0,166**	-0,866***	-0,941***
	(0,057)	(0,082)	(0,206)	(0,289)
Kapitalintensität	0,014	0,012	1,111***	1,058***
	(0,015)	(0,015)	(0,134)	(0,152)
Beobachtungen	25.418	25.418	6.843	6.843

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Tabelle 5-5 präsentiert die geschätzten Gewinnelastizitäten für verschiedene Klassen von Umsatzrenditen. Die Tabelle zeigt, welchen durchschnittlichen marginalen Effekt eine bestimmte Umsatzrentabilität eines Unternehmens auf dessen FuE-Ausgaben hat. Bei der Interpretation der entsprechenden Elastizitäten ist zu beachten, dass die Ergebnisse in Relation zur Referenzgruppe zu interpretieren sind. Die Referenzgruppe umfasst die Unternehmen mit einer negativen Umsatzrendite (inkl. einer Umsatzrendite von Null).

Die dargestellten Elastizitäten des gepoolten Modells zeigen, dass Unternehmen mit einer positiven Umsatzrendite, die maximal 20% beträgt, eine geringere Gewinnelastizität aufweisen als Unternehmen mit einer negativen Umsatzrendite. Das bedeutet indes

nicht notwendigerweise, dass eine Erhöhung der Umsatzrenditen zu einer Reduktion ihrer FuE-Ausgaben führt. Vielmehr bedeutet es, dass Unternehmen mit einer negativen Profitabilität zusätzlich verfügbaren Cashflow stärker in zusätzliche FuE-Aktivitäten investieren als Unternehmen mit einer positiven, aber nicht allzu hohen Profitabilität. Es könnte z.B. sein, dass Unternehmen mit einer negativen Umsatzrentabilität einen stärkeren Fokus auf zusätzliche FuE-Aktivitäten legen, um mithilfe von besseren bzw. wettbewerbsfähigeren Angeboten und Prozessen wieder profitabel zu werden. Unternehmen mit einer hohen Umsatzrendite von mehr als 20% nutzen zusätzlich verfügbaren Cashflow deutlich stärker für höhere Investitionen in FuE-Projekte als Unternehmen mit einer negativen Profitabilität.

Die marginalen Effekte des RE-Panel-Modells sind ähnlich denen des gepoolten Modells. Der größte Unterschied ist, dass nur Unternehmen mit einer Umsatzrendite von mehr als 40% signifikant höhere FuE-Ausgaben aufweisen als Unternehmen mit einer negativen Umsatzrendite. Dieser positive Effekt ist allerdings deutlich schwächer als im gepoolten Modell. Darüber hinaus weisen Unternehmen mit einer positiven Umsatzrendite von maximal 20% zwar ebenfalls niedrigere FuE-Ausgaben auf als Unternehmen mit negativer Profitabilität, diese Effekte sind allerdings statistisch nicht signifikant.

Aus Tabelle 5-5 kann die Implikation abgeleitet werden, dass Unternehmen mit einer sehr hohen Umsatzrendite (> 40%) in prozentual höherem Ausmaß zusätzliche interne Mittel in FuE-Projekte investieren. Dabei ist zu beachten, dass kleine Unternehmen (< 50 Beschäftigte) die höchste durchschnittliche Umsatzrendite aufweisen. Bei vielen dieser kleinen und sehr profitablen Unternehmen dürfte es sich um wachstumsorientierte Unternehmen handeln. Sie verfügen zwar über eine hohe Umsatzrendite, haben allerdings auch einen sehr hohen Finanzierungsbedarf, um ihr Wachstum zu realisieren bzw. zusätzliche Geschäftsideen umzusetzen. Es sind in diesen Unternehmen trotz hoher Rendite die Finanzierungsmittel insofern knapp, da viele (gute) Ideen für eine sinnvolle Mittelverwendung vorliegen (vgl. Hottenrott/Peters 2012). Daher kann eine weitere Verbesserung der Finanzierungssituation in diesen bereits sehr profitablen Unternehmen zu einer deutlichen Ausweitung ihrer Investitionen führen. Für eine indirekte FuE-Förderung bedeutet dies, dass gerade eine Steuererleichterung von profitablen KMU zu einer merklichen Erhöhung der FuE-Ausgaben beitragen kann.

Tabelle 5-5: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für verschiedene Umsatzrendite-Klassen (marginale Effekte)

	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell
Umsatzrendite: > 0% & <= 10%	-0,475***	-0,146
	(0,147)	(0,106)
Umsatzrendite: > 10% & <= 20%	-0,226*	-0,162
	(0,137)	(0,101)
Umsatzrendite: > 20% & <= 30%	0,234*	-0,036
	(0,135)	(0,100)
Umsatzrendite: > 30% & <= 40%	0,719***	0,149
	(0,138)	(0,103)
Umsatzrendite: > 40%	0,911***	0,246**
	(0,134)	(0,102)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,002***	-0,001
	(0,001)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	0,918***	0,808***
	(0,016)	(0,023)
Log(Alter)	-0,407***	-0,359***
	(0,027)	(0,035)
Teil einer Unternehmensgruppe	0,706***	0,524***
	(0,063)	(0,066)
Ostdeutschland	0,053	-0,217***
	(0,057)	(0,083)
Kapitalintensität	0,028**	0,033***
	(0,013)	(0,013)
Beobachtungen	32.261	32.261

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

5.3 Ergebnisse zur Gewinnelastizität von FuE für Teilgruppen von Unternehmen

Tabelle 5-6 zeigt die marginale Gewinnelastizität für westdeutsche und ostdeutsche Unternehmen. Die Effekte sind relativ ähnlich sowohl für das gepoolte als auch für das RE-Panel-Modell. Der marginale Effekt im gepoolten Modell ist bei den ostdeutschen Unternehmen (2,9%) höher als bei den westdeutschen (1,8%). Das Ergebnis könnte einen Strukturunterschied zwischen den beiden Regionen widerspiegeln, da in Ostdeutschland der Anteil der KMU deutlich höher ist und diese eine höhere Gewinnelastizität der FuE-Ausgaben aufweisen. Die RE-Panel-Modelle finden dagegen, dass westdeutsche Unternehmen eine etwas höhere Gewinnelastizität aufweisen (0,8%) als ostdeutsche Unternehmen (0,6%). Diese Differenz von 0,2 Prozentpunkten ist allerdings sehr gering und weist eher darauf hin, dass es keine relevante Diskrepanz zwischen den Gewinnelastizitäten ost- und westdeutscher Unternehmen gibt. Das ist auch die Implikation, die aus dieser Tabelle abgeleitet werden sollte.

Ein weiterer Faktor, der potenziell zu unterschiedlichen Gewinnelastizitäten der FuE-Ausgaben führen kann, ist die Frequenz der FuE-Aktivitäten. Investiert ein Unternehmen z.B. nur gelegentlich in interne FuE-Aktivitäten, würde eine höhere Umsatzrendite nicht unbedingt auch zu höheren FuE-Ausgaben führen. Im Gegensatz dazu sollten kontinuierlich forschende Unternehmen auch eine signifikant positive Gewinnelastizität der FuE-Ausgaben aufweisen. Tabelle 5-7 präsentiert die marginalen Effekte für diese beiden Gruppen von Unternehmen. Es ist eindeutig ersichtlich, dass – wie erwartet – kontinuierlich forschende Unternehmen eine signifikant positive Gewinnelastizität aufweisen. Diese beträgt im gepoolten Modell 1,5% und im RE-Panel-Modell 0,3%. Es gibt indes keinen statistisch signifikanten Effekt für die Gruppe der gelegentlich FuE-betreibenden Unternehmen. Insofern kann eine Politik, die gelegentlich forschende Unternehmen zu kontinuierlichen FuE-Aktivitäten stimuliert, eine wichtige Voraussetzung dafür sein, dass Maßnahmen, die an der Finanzierungssituation von Unternehmen ansetzen (wie eine steuerliche FuE-Förderung) besser wirken.

Tabelle 5-6: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben getrennt nach west- und ostdeutschen Unternehmen (marginale Effekte)

	Westdeutsche Unternehmen		Ostdeutsche Unternhemen	
	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell
Umsatzrendite	0,018***	0,008***	0,029***	0,006***
	(0,002)	(0,002)	(0,002)	(0,001)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,001	-0,001	-0,003***	-0,001
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	0,982***	0,664***	0,719***	0,867***
	(0,019)	(0,046)	(0,035)	(0,028)
Log(Alter)	-0,382***	-0,343***	-0,620***	-0,374***
	(0,032)	(0,074)	(0,061)	(0,041)
Teil einer Unternehmensgruppe	1,057***	0,150	0,043	0,739***
	(0,079)	(0,106)	(0,107)	(0,084)
Kapitalintensität	0,030**	0,017	-0,020	0,035***
	(0,014)	(0,097)	(0,090)	(0,013)
Beobachtungen	21.201	11.060	11.060	21.201

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Tabelle 5-7: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben getrennt nach gelegentlich forschenden und kontinuierlich forschenden Unternehmen (marginale Effekte)

	Gelegentliche FuE		Kontinuierliche FuE	
	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell
Umsatzrendite	0,003	0,001	0,015***	0,003***
	(0,004)	(0,004)	(0,001)	(0,001)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,002*	-0,002	0,000	-0,000
	(0,001)	(0,001)	(0,000)	(0,000)
Log(Beschäftigte)	0,350***	0,323***	0,968***	0,848***

	Gelegentliche FuE		Kontinuierliche FuE	
	(0,053)	(0,056)	(0,009)	(0,014)
Log(Alter)	-0,137*	-0,155*	-0,039**	-0,054**
	(0,077)	(0,081)	(0,016)	(0,022)
Teil einer Unternehmensgruppe	0,143	0,157	0,205***	0,237***
	(0,167)	(0,173)	(0,041)	(0,044)
Ostdeutschland	0,303**	0,187	0,034	-0,050
	(0,154)	(0,166)	(0,038)	(0,055)
Kapitalintensität	-0,101	-0,043	0,137***	0,153***
	(0,119)	(0,101)	(0,017)	(0,014)
Beobachtungen	4.375	4.375	7.716	7.716

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Die folgenden drei Tabellen präsentieren die Gewinnelastizitäten von Unternehmen verschiedener Sektorgruppen. In Tabelle 5-8 sind die marginalen Effekt, die sich aus gepoolten Schätzungen ergeben, von Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes differenziert nach vier Sektorgruppen ("Technologieklassen") dargestellt. Bei Unternehmen im Bereich der Spitzentechnologie ist die Gewinnelastizität mit 4,4% am höchsten. Solche Unternehmen befinden sich typischerweise in einem sehr stark von FuE-Aktivitäten geprägten Wettbewerbsumfeld. Daher ist es plausibel, dass eine höhere Umsatzrendite auch den höchsten Effekt auf die FuE-Ausgaben hat, im Vergleich zu Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes anderer Technologieklassen. Allerdings ist die Gewinnelastizität der FuE-Ausgaben von Unternehmen in der hochwertigen Technologie (4,2%) und in der mittleren Technologie (4,3%) nur unwesentlich niedriger als in der Spitzentechnologie. Erwartungsgemäß die niedrigste Gewinnelastizität findet sich für Unternehmen im Bereich niedriger Technologieintensität. Mit 1,4% ist diese etwa dreimal geringer als für Unternehmen der anderen Technologieklassen.

Tabelle 5-8: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für Technologieklassen des Verarbeitenden Gewerbes (marginale Effekte von gepoolten Tobit-Modellen)

	Spitzentechnologie	Hochwertige Technologie	Mittlere Technologie	Niedrige Technologie
Umsatzrendite	0,044***	0,042***	0,043***	0,014***
	(0,005)	(0,004)	(0,004)	(0,003)
Bonität (je niedriger, desto besser)	0,000	-0,003**	-0,002	-0,001
	(0,002)	(0,002)	(0,002)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	1,408***	1,537***	1,332***	1,203***
	(0,061)	(0,050)	(0,055)	(0,043)
Log(Alter)	-0,727***	-0,005	-0,380***	-0,098*
	(0,120)	(0,086)	(0,084)	(0,057)
Teil einer Unternehmensgruppe	0,398	0,971***	0,911***	0,484***
	(0,266)	(0,209)	(0,189)	(0,142)
Ostdeutschland	0,958***	0,429**	0,630***	0,371***
	(0,218)	(0,198)	(0,178)	(0,128)
Kapitalintensität	-0,453	0,235	2,235***	0,200
	(0,596)	(0,599)	(0,644)	(0,185)
Beobachtungen	1.926	3.837	3.925	6.749

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Die eigentlich erwarteten Abstufungen in der Höhe der Gewinnelastizitäten mit sinkender Technologieintensität sind somit auf Basis der gepoolten Modelle nicht sehr ausgeprägt. Berücksichtigt man indes die Panel-Struktur der Stichprobe, werden die Abstufungen sehr deutlich (siehe Tabelle 5-9). Die marginale Gewinnelastizität in der Spitzentechnologie ist mit 1,9% deutlich höher als in Unternehmen der hochwertigen Technologie (1,2%) und der mittleren Technologie (1,1%). In der Niedrigtechnologie hat die Umsatzrendite dagegen keinen signifikanten Effekt auf die Höhe der FuE-Ausgaben. Grundsätzlich implizieren die Ergebnisse von beiden Modellvarianten, dass eine Erhöhung der Umsatzrendite von Unternehmen in der Spitzentechnologie die FuE-Ausgaben prozentual am stärksten wachsen lässt.

Tabelle 5-9: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für Technologieklassen des Verarbeitenden Gewerbes (marginale Effekte von RE-Panel-Tobit-Modellen)

	Spitzen-technologie	Hochwertige Technologie	Mittlere Technologie	Niedrige Technologie
Umsatzrendite	0,019***	0,012***	0,011***	-0,000
	(0,005)	(0,003)	(0,004)	(0,003)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,001	-0,003*	0,001	-0,002*
	(0,002)	(0,001)	(0,002)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	1,279***	1,388***	1,373***	1,098***
	(0,090)	(0,073)	(0,080)	(0,062)
Log(Alter)	-0,835***	-0,180*	-0,430***	-0,062
	(0,167)	(0,103)	(0,112)	(0,077)
Teil einer Unternehmens-gruppe	0,505*	0,489**	0,429**	0,585***
	(0,305)	(0,196)	(0,202)	(0,149)
Ostdeutschland	0,498	-0,200	-0,163	0,240
	(0,345)	(0,299)	(0,260)	(0,195)
Kapitalintensität	0,957	1,295***	1,561***	0,305
	(0,660)	(0,465)	(0,532)	(0,194)
Beobachtungen	1.926	3.837	3.925	6.749

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Tabelle 5-10 präsentiert die marginalen Effekte für Unternehmen aus den wissensintensiven und den sonstigen Dienstleistungen. Ähnlich wie bei den Ergebnissen im Verarbeitenden Gewerbe zeigen Unternehmen aus wissensintensiven Dienstleistungsbranchen eine höhere Gewinnelastizität der FuE-Ausgaben. Sowohl die Elastizitäten der gepoolten als der RE Panel-Modelle sind für die wissensintensiven Dienstleistungen merklich höher. In beiden Modellvarianten weisen die wissensintensiven Dienstleistungen fast dreimal so hohe Werte auf.

Tabelle 5-11 zeigt die geschätzten Gewinnelastizitäten differenziert nach der FuE-Intensität der Unternehmen. Hierfür wurde für jedes Unternehmen eine durchschnittliche FuE-Intensität für den Beobachtungszeitraum 2000-2014 ermittelt. Es werden nur Unterneh-

men mit einer positiven FuE-Intensität betrachtet, d.h. die in zumindest einem Jahr innerhalb des Beobachtungszeitraums FuE-Ausgaben hatten. Die Ergebnisse zeigen, dass Unternehmen mit einer sehr hohen FuE-Intensität (>= 4,5%) eine besonders hohe Gewinnelastizität der FuE-Ausgaben aufweisen. Eine Erhöhung der Umsatzrendite um 1 Prozentpunkt führt zu einer Steigerung der FuE-Ausgaben um 1,1%. Eine ähnlich hohe Gewinnelastizität findet sich in Unternehmen mit einer durchschnittlichen FuE-Intensität zwischen 0,5 und 1,5%. Deren Elastizität beträgt 1,0%. Für Unternehmen mit einer sehr niedrigen FuE-Intensität von unter 0,5% und mit einer mittleren FuE-Intensität zwischen 1,5 und 4,5% zeigen sich dagegen keine statistisch signifikanten Effekte der Umsatzrendite auf die Höhe der FuE-Ausgaben.

Tabelle 5-10: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für Technologieklassen des Dienstleistungssektors (marginale Effekte)

	wissensintensive Dienstleistungen		**sonstige Dienstleistungen**	
	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell	gepooltes Tobit-Modell	RE-Panel-Tobit-Modell
Umsatzrendite	0,032***	0,011***	0,010***	0,004*
	(0,003)	(0,002)	(0,002)	(0,002)
Bonität (je niedriger, desto besser)	0,000	-0,001	-0,002	-0,000
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	0,938***	0,736***	0,616***	0,472***
	(0,041)	(0,055)	(0,034)	(0,044)
Log(Alter)	-1,253***	-1,077***	-0,349***	-0,182**
	(0,074)	(0,095)	(0,060)	(0,075)
Teil einer Unternehmensgruppe	0,136	0,339**	1,047***	0,742***
	(0,159)	(0,160)	(0,129)	(0,143)
Ostdeutschland	-0,028	-0,133	-0,608***	-0,618***
	(0,131)	(0,182)	(0,122)	(0,167)
Kapitalintensität	-0,244	0,080	0,020	0,020*
	(0,191)	(0,104)	(0,012)	(0,012)
Beobachtungen	6.413	6.413	9.338	9.338

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Tabelle 5-11: Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben für Unternehmen verschiedener FuE-Intensitäten (marginale Effekte von RE-Panel-Tobit-Modellen)

	durchschnittliche FuE-Intensität			
Abh. Var.: Log(FuE)	>0% & <0,5%	>=0,5% & <1,5%	>=1,5% & <4,5%	>=4,5%
Umsatzrendite	0,003	0,010**	0,003	0,011***
	(0,003)	(0,004)	(0,004)	(0,002)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,004**	-0,000	-0,002	-0,004***
	(0,002)	(0,002)	(0,002)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	0,819***	1,362***	1,264***	1,190***
	(0,049)	(0,063)	(0,063)	(0,042)
Log(Alter)	-0,252***	-0,012	-0,231**	-0,320***
	(0,077)	(0,102)	(0,106)	(0,075)
Teil einer Unternehmens-gruppe	0,592***	0,525**	0,894***	0,231
	(0,162)	(0,217)	(0,218)	(0,159)
Ostdeutschland	-0,596***	-0,274	0,111	0,097
	(0,178)	(0,232)	(0,236)	(0,145)
Kapitalintensität	0,010	0,650	0,554**	0,673*
	(0,016)	(0,415)	(0,253)	(0,395)
Beobachtungen	6.467	3.390	3.212	4.113

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. Die marginalen Effekte der gepoolten Modelle wurden nicht dargestellt, da Höhe und Signifikanz der Effekte sich kaum von den Ergebnissen der RE-Modelle unterscheiden.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Die Implikation dieser Ergebnisse deckt sich mit den zuvor gezeigten Ergebnissen. Besonders forschungsstarke Unternehmen sind tendenziell eher bereit bzw. in der Lage, eine höhere Profitabilität auch in zusätzliche FuE-Aktivitäten umzusetzen.

Tabelle 5-12 stellt die Ergebnisse einer weiteren Differenzierung dar, die die beiden Hauptergebnisse der vorangegangenen Analysen aufgreift, dass nämlich die Gewinnelastizität erstens in KMU und zweitens in relativ forschungsstarken Unternehmen am höchsten ist. Um die Interaktion dieser beiden Befunde zu untersuchen, wurden die Schätzungen zum einen nach der FuE-Intensität der Unternehmen getrennt vorgenommen und gleichzeitig die Umsatzrendite nach verschiedenen Größenklassen getrennt. Forschungsschwache Unternehmen, d.h. Unternehmen mit einer FuE-Intensität von unter 0,5%, weisen für alle Größenklassen eine positive, jedoch statistisch nicht signifikante Gewinnelastizität auf.

Tabelle 5-12: Gewinnelastizität für Unternehmen verschiedener FuE-Intensitäten und Beschäftigten-Größenklassen (marginale Effekte von RE-Panel-Tobit-Modellen)

	durchschnittliche FuE-Intensität			
Abh. Var.: Log(FuE)	>0% & <0,5%	>=0,5% & <1,5%	>=1,5% & <4,5%	>=4,5%
Umsatzrendite für <50 Beschäftigte	0,004	0,000	0,004	0,009***
	(0,005)	(0,006)	(0,006)	(0,003)
Umsatzrendite für 50-249 Beschäftigte	0,002	0,018***	0,014**	0,019***
	(0,005)	(0,006)	(0,007)	(0,004)
Umsatzrendite für 250-999 Beschäftigte	0,003	0,010	-0,002	0,014**
	(0,005)	(0,008)	(0,008)	(0,006)
Umsatzrendite für 1.000 und mehr Beschäftigte	0,004	0,020**	-0,003	0,011**
	(0,006)	(0,010)	(0,007)	(0,005)
Bonität (je niedriger, desto besser)	-0,004**	-0,000	-0,002	-0,003***
	(0,002)	(0,002)	(0,002)	(0,001)
Log(Beschäftigte)	0,822***	1,272***	1,312***	1,174***
	(0,059)	(0,083)	(0,082)	(0,052)
Log(Alter)	-0,251***	-0,015	-0,230**	-0,314***
	(0,077)	(0,103)	(0,106)	(0,075)
Teil einer Unternehmensgruppe	0,594***	0,506**	0,876***	0,201
	(0,163)	(0,217)	(0,219)	(0,160)
Ostdeutschland	-0,594***	-0,285	0,110	0,100
	(0,178)	(0,232)	(0,235)	(0,145)
Kapitalintensität	0,010	0,729*	0,550**	0,684*
	(0,016)	(0,416)	(0,253)	(0,395)
Beobachtungen	6.468	3.394	3.212	4.115

Anmerkung: Standardfehler sind in Klammern; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. Die marginalen Effekte der gepoolten Modelle wurden nicht dargestellt, da Höhe und Signifikanz der Effekte sich kaum von den Ergebnissen der RE-Modelle unterscheiden.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Das Hauptergebnis von Tabelle 5-12 ist, dass insbesondere forschungsstarke mittelgroße KMU eine hohe Gewinnelastizität haben, während kleine Unternehmen mit hoher

FuE-Intensität eine weniger hohe Gewinnelastizität aufweisen. Für Unternehmen mit einer durchschnittlichen FuE-Intensität von mindestens 4,5% und weniger als 50 Beschäftigten liegt die Gewinnelastizität der FuE-Ausgaben bei 0,9%, für Unternehmen mit 50-249 Beschäftigten dagegen bei 1,9%. Unter den forschungsstarken Unternehmen nimmt der marginale Effekt mit steigender Unternehmensgröße ab. So liegt die durchschnittliche Elastizität bei 1,4% in Unternehmen mit 250-999 Beschäftigten und bei 1,1% in Unternehmen mit 1.000 oder mehr Beschäftigten. In den beiden verbleibenden FuE-Intensitätsklassen (0,5 bis 1,5% und 1,5 bis 4,5%) weisen die mittleren Unternehmen eine positive und statistisch signifikante Gewinnelastizität auf. Im Bereich der Unternehmen mit einer FuE-Intensität zwischen 0,5 bis 1,5% zeigen außerdem Großunternehmen eine statistisch signifikante und recht hohe (2,0%) Gewinnelastizität.

5.4 Fazit

Die Analyse der Gewinnelastizität von FuE-Ausgaben hat gezeigt, dass KMU am stärksten auf eine Verbesserung ihrer Gewinnsituation mit höheren FuE-Ausgaben reagieren. Gleichzeitig sind Unternehmen, die bereits – gemessen an ihrem Umsatz – sehr hohe FuE-Ausgaben tätigen, eher bereit, zusätzliche Gewinne in zusätzliche FuE-Ausgaben umzusetzen. Dieser Befund deckt sich mit anderen Analysen zur Rolle von Finanzierungsrestriktionen für Innovationen (vgl. Hottenrott/Peters 2012). Unternehmen, die bereits sehr innovativ sind, sind am stärksten von Finanzierungsrestriktionen betroffen. Denn diese Unternehmen verfügen über viele Innovationsideen und sehen viele Möglichkeiten für FuE-Aktivitäten, können aber nur einen Teil dieser Ideen und Möglichkeiten realisieren. Unternehmen dagegen, die kaum oder gar nicht in FuE investieren, tun dies weniger wegen fehlender Mittel, sondern eher aufgrund von fehlenden Ideen und fehlenden komplementären Ressourcen (sowohl im Bereich des Humankapitals als auch im Bereich organisatorischer Kompetenzen) oder weil die Marktsituation keine FuE-Tätigkeit erfordert. Eine Kombination von FuE-Intensität und Unternehmensgröße zeigt, dass mittelgroße Unternehmen (50-249 Beschäftigte) mit hoher FuE-Intensität besonders stark ihre FuE-Ausgaben erhöhen, wenn sich die Gewinnsituation verbessert.

Auf Sektorebene zeigen sich höhere Gewinnelastizitäten in der Spitzentechnologie und in den wissensintensiven Dienstleistungen. Dies stimmt mit dem oben diskutierten Befund überein, dass eine verbesserte Finanzierungssituation vor allem dort, wo es viele Innovationsmöglichkeiten gibt, zu zusätzlichen FuE-Aktivitäten führt. Zwischen Ost- und Westdeutschland bestehen dagegen keine wesentlichen Unterschiede.

Für die Forschungs- und Innovationspolitik bedeuten diese Befunde, dass eine an der Innenfinanzierungskraft der Unternehmen ansetzende Maßnahme wie z.B. eine steuerliche FuE-Förderung vor allem bei KMU wirksam ist. Für Großunternehmen dürfte die

Wirksamkeit dagegen eingeschränkt sein. Dabei können vor allem KMU, die bereits FuE-aktiv sind, mobilisiert werden. Angesichts der Befunde aus Kapitel 2, dass im Bereich der forschenden KMU ein hohes Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben besteht, sollte eine steuerliche FuE-Förderung bei dieser Zielgruppe ansetzen. Eine entsprechend ausgestaltete Fördermaßnahme kann wesentliche Beiträge zur Erreichung des 3,5%-Ziels leisten. Im Bereich der nicht FuE-aktiven Unternehmen und bei Unternehmen mit einer durchschnittlichen oder eher schwachen Innenfinanzierungsbasis sind von einer steuerlichen FuE-Förderung dagegen eher geringe Beiträge zu höheren FuE-Ausgaben zu erwarten. Insbesondere dürfte ein solches Instrument nur wenig dazu beitragen können, die Anzahl der forschenden Unternehmen signifikant zu erhöhen. Dies haben jedenfalls Modellrechnungen des ZEW an anderer Stelle gezeigt (vgl. Spengel et al. 2017).

6 Abschätzung der Additionalität direkter FuE-Projektförderung

6.1 Fragestellung und Untersuchungsansatz

Ein wichtiger Stellhebel für eine Erhöhung der FuE-Ausgaben der Wirtschaft ist die direkte Förderung von FuE-Projekten in Unternehmen über staatliche Zuschüsse. Der Bund bietet über die Fachprogramme sowie das Programm ZIM solche Zuschüsse an. Viele Bundesländer sowie die EU-Kommission geben ebenfalls Zuschüsse zu FuE-Projekten von Unternehmen. Um die Möglichkeiten dieses Instruments für eine Erhöhung der FuE-Ausgaben auszuloten, wird der Einfluss von FuE-Zuschüssen auf die Höhe der FuE-Ausgaben von Unternehmen geschätzt. Für das BMBF ist dabei von besonderem Interesse, welche Beiträge von den im BMBF beheimateten Fachprogrammen ausgehen. Sollten signifikant unterschiedliche Fördereffekte zwischen einzelnen Programmen oder Zielgruppen von Unternehmen festgestellt werden, könnte dies Hinweise darauf liefern, über welche Fördermaßnahmen besonders hohe Beiträge zu einer Steigerung der FuE-Ausgaben erwartet werden können.

Um diese Frage zu beantworten, wird auf die in der Datenbank PROFI enthaltenen Informationen zur Höhe der bewilligten FuE-Zuschüsse in der direkten Projektförderung zurückgegriffen. Diese Informationen werden mit dem Mannheimer Innovationspanel verknüpft, das u.a. Informationen zur Höhe der FuE-Ausgaben der Unternehmen insgesamt hat. So kann die Inputadditionalität der direkten Projektförderung, d.h. die Höhe der zusätzlichen FuE-Ausgaben der Unternehmen je Einheit an erhaltenen Zuschüssen, ermittelt werden (zur Methode vgl. u.a. Schmidt/Aerts 2008). Ergänzt werden diese Daten durch Informationen zur Anzahl der von einem Unternehmen angemeldeten Patente, die durch eine Verknüpfung der Unternehmensdaten des MIP mit den Anmelderinformationen der Patstat-Datenbank des EPA gewonnen wurden. Die Patentaktivitäten der Unternehmen sind eine wichtige Information, um die technologischen Fähigkeiten eines Unternehmens zum Zeitpunkt des Erhalts von Fördermitteln bestimmen zu können.

Die Stützperiode für die Analyse ist der Zeitraum 2009-2014. Die Analyse wird dadurch erleichtert, dass im Mannheimer Innovationspanel seit der Erhebungswelle 2001 (mit dem Referenzjahr 2000) gezielt eine Zusatzstichprobe an Unternehmen, die eine direkte Projektförderung erhalten haben, befragt wird. So steht eine ausreichend hohe Beobachtungszahl für ökonometrische Analysen zur Verfügung.

Die Förderdatenbank PROFI des Bundes umfasst alle Projektfördermaßnahmen des BMBF sowie viele direkte Projektfördermaßnahmen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), allerdings nicht die Förderungen im Rahmen von ZIM und

IGF. Daneben sind auch Fördermaßnahmen von anderen Bundesministerien enthalten. Für die vorliegende Analyse werden die Förderungen des BMBF im Zeitraum von 2009-2014 betrachtet. Berücksichtigt wird die Höhe der jährlich ausbezahlten Fördermittel sowie das Technologiefeld entsprechend der Leistungsplansystematik (LP) des BMBF. Aufgrund der ungleichen Verteilung der Anzahl von geförderten Unternehmen in den verschiedenen Technologiefeldern werden einzelne Technologiefelder für die Schätzungen zusammengefasst, um ausreichend große Beobachtungszahlen sicherzustellen. Die für die Schätzungen verwendete Technologiefeldeinteilung ist in Tabelle 6-1 dargestellt.

Tabelle 6-1: Definition der Technologiefelder für die Analyse der BMBF-Projektförderung

Kategorie	LP	Technologiefeld
1	A	Gesundheitsforschung und Gesundheitswirtschaft
2	B	Bioökonomie
3	E	Energieforschung und Energietechnologien
4	F	Klima, Umwelt, Nachhaltigkeit
5	G	Informations- und Kommunikationstechnologien
6	K	Nanotechnologien und Werkstofftechnologien
7	L	Optische Technologien
8	M	Produktionstechnologien
9	C H I	Zivile Sicherheitsforschung Fahrzeug- und Verkehrstechnologien einschließlich maritimer Technologien Luft- und Raumfahrt
10	R T U Z	Innovationsrelevante Rahmenbedingungen und übrige Querschnittsaktivitäten Förderorganisationen, Umstrukturierung der Forschung im Beitrittsgebiet; Hochschulbau und überwiegend hochschulbezogene Sonderprogramme Großgeräte der Grundlagenforschung
11	J N O P Q	FuE zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und im Dienstleistungssektor Raumordnung und Stadtentwicklung; Bauforschung Innovationen in der Bildung Geisteswissenschaften; Wirtschafts- und Sozialwissenschaften Innovationsförderung des Mittelstandes

Quelle: ZEW

In den Erhebungswellen des MIP mit den Bezugsjahren 2009-2014 haben insgesamt 19.775 unterschiedliche Unternehmen teilgenommen. Von diesen Unternehmen haben 7.650 zumindest in einem der sechs betrachteten Jahre FuE-Ausgaben gemeldet. Zu diesen Unternehmen liegen 17.998 jahresspezifische Beobachtungen vor. Diese Unternehmen bilden die Basis für die folgenden Analysen. Im gleichen Zeitraum wurde durch das BMBF an 9.334 unterschiedliche Unternehmen eine direkte Projektförderdung ausbezahlt. 2.097 dieser Unternehmen sind im MIP erfasst. Somit wurde über ein Fünftel aller vom BMBF direkt geförderten Unternehmen in den Unternehmensdaten erfasst. Da es sich bei den Unternehmensdaten um eine repräsentative Stichprobe handelt, gelten die Untersuchungsergebnisse auch für nicht erfasste vom BMBF geförderte Unternehmen. Die Anzahl der jahresspezifischen Beobachtungen für BMBF-geförderte Unternehmen beläuft sich auf 5.047.[7]

Um den Beitrag der öffentlichen Förderung auf die Höhe der FuE-Ausgaben der Unternehmen zu erfassen, ist es notwendig, für Einflussfaktoren zu kontrollieren, die die Wahrscheinlichkeit des Erhalts einer Förderung und die künftige Entwicklung der FuE-Ausgaben von Unternehmen beeinflussen. Denn in der Praxis der direkten Projektförderung werden hohe Anforderungen an die FuE-Kapazitäten und die technologischen Fähigkeiten der Unternehmen gestellt, um die meist sehr anspruchsvollen technologischen Ziele der Fachprogramme zu erreichen sowie an den spezifischen Projekt- und Förderformaten erfolgreich teilnehmen zu können. Unternehmen, die diese hohen Anforderungen erfüllen, sind oft auch ohne Förderung in der Lage, hohe und mit der Zeit steigende FuE-Ausgaben zu realisieren. Um zu kontrollieren, dass es nicht aufgrund von sogenannten Selektionseffekten – bspw. Unternehmen, die forschen, bewerben sich eher um Fördermittel – zu Fehlinterpretationen kommt, werden spezielle Korrekturverfahren verwendet.

Ein weitverbreitetes Korrekturverfahren zur Behebung von Selektionseffekten ist das Modell von Heckman (1976; 1979). Die Grundidee dieses Verfahrens ist es, die Wirkungsanalyse in zwei Schritten durchzuführen. Im ersten Schritt wird eine sogenannte Selektionsgleichung spezifiziert, welche für jedes Unternehmen die Teilnahmewahrscheinlichkeit an einem Förderprogramm schätzt. Im zweiten Schritt wird eine sogenannte Strukturgleichung geschätzt, die den Effekt der Förderung (hier: Umfang der ausbezahlten Fördermittel) auf die abhängige Größe (hier: Umfang der privat finanzierten

7 Eine kleine Zahl von Unternehmen, für die Angaben zum Erhalt einer direkten Projektförderung des BMBF vorliegen, gab im MIP an, im entsprechenden Jahr keine FuE-Ausgaben oder FuE-Ausgaben unter dem ausbezahlten Förderbetrag getätigt zu haben. In diesen Fällen liegen offensichtlich inkonsistente Angaben vor, die unterschiedliche Ursachen haben können. Um die Schätzergebnisse nicht durch diese Inkonsistenzen zu verzerren, wurden diese Unternehmen in den Analysen nicht betrachtet.

FuE-Ausgaben, d.h. FuE-Ausgaben abzüglich der ausbezahlten öffentlichen Fördermittel) misst. Entscheidend ist, dass die Strukturgleichung neben den beobachteten Einflussfaktoren auch eine Funktion der geschätzten Förderwahrscheinlichkeit – den sogenannten Mills-Quotienten – beinhaltet. Vereinfacht gesprochen, es werden durch diese Funktion die Einflussfaktoren, die die Förderwahrscheinlichkeit beeinflussen, absorbiert, sodass eine Identifizierung des Wirkungseffekts der öffentlichen FuE-Förderung möglich ist. Die vorliegende Analyse wird mithilfe von multivariaten statistischen Verfahren durchgeführt. Für die Schätzung der Förderwahrscheinlichkeit werden u.a. Unternehmensmerkmale (Größe, Alter, Branche) das Wettbewerbsumfeld, die frühere FuE-Tätigkeit eines Unternehmens, dessen technologische Fähigkeiten (gemessen über den Patentstock) sowie die Finanzierungssituation (gemessen über die Bonität) berücksichtigt.

Ein zweites, ähnliches Verfahren zur Selektionskorrektur ist das sogenannte Matching-Verfahren. Dabei wird ebenso wie beim Selektionskorrekturmodell zunächst eine Selektionsgleichung geschätzt. Aus dieser wird für jedes geförderte Unternehmen ein *propensity score* (d.h. eine Förderwahrscheinlichkeit) ermittelt. Aus der Gruppe der nicht geförderten Unternehmen wird für jedes geförderte Unternehmen ein nicht gefördertes Unternehmen ausgewählt, dessen *propensity score* möglichst nahe an dem des geförderten Unternehmens liegt. Dadurch wird ein Datensatz generiert, der gleich viele geförderte und nicht geförderte Unternehmen (d.h. Kontrollunternehmen) enthält. Da sich die beiden Gruppen idealerweise nur durch den Umstand unterscheiden, dass die eine Gruppe eine Förderung erhalten hat, die andere jedoch nicht, kann anhand einfacher Mittelwertvergleiche der interessierenden Ergebnisvariablen (hier: Höhe der FuE-Ausgaben) die Förderwirkung bestimmt werden.

Im Folgenden werden beide Methoden angewendet, um eine möglichst hohe Validität der erzielten Ergebnisse zu garantieren. Das Selektionskorrekturmodell wird für zwei Gruppen von Unternehmen geschätzt: Erstens für alle Unternehmen mit FuE-Aktivitäten im Zeitraum 2009-2014, und zweitens nur für Unternehmen, die eine öffentliche Förderung erhalten haben. Die zweite Modellvariante gibt dabei Auskunft, wie hoch die zusätzlichen FuE-Ausgaben eines geförderten Unternehmens je Euro FuE-Förderung sind.

6.2 Schätzergebnisse

FuE-Förderung generell

Die FuE-Förderung in Deutschland ist effektiv. Unternehmen mit weniger als 1.000 Beschäftigten, die eine öffentliche finanzielle Förderung für FuE-Projekte erhalten haben, weisen signifikant höhere FuE-Ausgaben (Summe aus internen und externen FuE-Aus-

gaben) auf als FuE betreibende Unternehmen ohne öffentliche FuE-Förderung. Differenziert nach Fördermittelgebern war der Effekt im Zeitraum 2009-2014 für BMWi-Förderungen am höchsten. Geförderte Unternehmen weisen um 90% höhere FuE-Ausgaben aus als im (hypothetischen) Fall, dass sie keine Förderung erhalten hätten (Tabelle 6-2). Für BMBF-Förderungen liegt dieser Effekt bei 75%, bei Förderungen durch Landesregierungen bei 54% und für EU-Förderungen bei 33%.

Tabelle 6-2: Geschätzte Effekte einer öffentlichen FuE-Förderung in Deutschland auf die Höhe der gesamten FuE-Ausgaben nach Fördermittelgeber: Ergebnis eines Selektionskorrekturmodells für den Zeitraum 2009-2014 (Unternehmen mit weniger als 1.000 Beschäftigten)

Abhängige Variable: Gesamte FuE-Ausgaben (Logarithmus)	**Geschätzte Effekte[1)]**
BMWi	0,895***
BMBF	0,749***
Länder	0,543***
EU	0,332***
Sonstige	nicht signifikant
Anzahl Beobachtungen	7.147

Die geschätzten Effekte geben an, um welchen Faktor die gesamten FuE-Ausgaben von Unternehmen, die von der jeweiligen Fördermittel gebenden Institution eine FuE-Förderung erhalten haben, über den gesamten FuE-Ausgaben von nicht geförderten Unternehmen liegen.
*** p<0,01.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

Die stärkeren Effekte von BMWi-Förderungen auf die FuE-Ausgabenhöhe der geförderten Unternehmen können zum einen darauf zurückgeführt werden, dass die BMWi-Förderungen (insbesondere das ZIM-Programm, aber auch das dem BMWi zugeordnete ERP-Innovationsprogramm) vor allem auf die Verbesserung der Finanzierung von FuE-Vorhaben abzielen. Eine Beeinflussung der thematischen Ausrichtung oder der Organisationsform (z.B. Bildung bestimmter Verbünde) der FuE-Aktivitäten ist dagegen kein Ziel dieser Programme. Dies ist dagegen ein wesentlicher Bestandteil der Förderungen durch das BMBF oder die EU. Zum anderen erreichen die einzelnen Programme unterschiedliche Zielgruppen. BMWi-Förderungen richten sich stärker an kleinere Unternehmen innerhalb der Gruppe der Unternehmen mit unter 1.000 Beschäftigten. Die durchschnittlichen FuE-Ausgaben von BMWi-geförderten Unternehmen lagen im Zeitraum 2009-2014 bei 850 Tsd. € pro Jahr. Unternehmen mit BMBF- oder Landesförderungen gaben rund 1,2 Mio. € pro Jahr für FuE aus, Unternehmen mit EU-Förderungen sogar

fast 1,7 Mio. €. Dadurch kann eine BMWi-Förderung zu einer prozentual höheren Ausweitung der FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen führen als eine gleich hohe Förderung durch andere Fördermittelgeber.

Direkte Projektförderung des BMBF

Die Ergebnisse der Matching-Analyse zeigen für die direkte Projektförderung des BMBF eine hohe Effektivität. Im Zeitraum 2009-2014 haben Unternehmen, die über die direkte Projektförderung des BMBF eine finanzielle Unterstützung für FuE-Projekte erhalten haben, um 71% höhere privat finanzierte FuE-Ausgaben gemeldet, als wenn keine solche Förderung erfolgt wäre (Tabelle 6-3).

Eine Differenzierung nach der Größe der Unternehmen zeigt, dass die höchste Wirkung im Bereich der mittleren Unternehmen (50-249 Beschäftigte) erzielt wird. Diese erhöhen ihre privaten FuE-Ausgaben bei Erhalt einer direkten Projektförderung um 108%. Bei kleinen Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten ist dieser Effekt mit 56% nur halb so hoch. Hier ist zu vermuten, dass die Unternehmen nicht über ausreichende interne Ressourcen sowohl finanzieller wie personeller Art verfügen, um im Fall einer Förderung eine höhere Steigerung der privat finanzierten FuE-Ausgaben zu realisieren. Bei mittelgroßen Unternehmen mit 250 bis unter 1.000 Beschäftigten liegt der Fördereffekt nahe dem Durchschnittswert für alle Unternehmen.

Betrachtet man die Sektorzugehörigkeit der geförderten Unternehmen, so erzielt die direkte Projektförderung die stärkste Wirkung bei Unternehmen, die zu Branchen der "mittleren Technologie" zählen. Dies sind insbesondere Branchen, in denen Materialien oder einfache Komponenten zu komplexeren Produkten weiterverarbeitet werden, ohne dass die Produktion auf einem überdurchschnittlich hohen FuE-Aufwand beruhen würde. Dazu zählen u.a. die Herstellung von Metallwaren, von technischen Textilien, von Gummi- und Kunststoffwaren, von Keramikprodukten oder von nicht-elektronischen medizintechnischen Instrumenten. Hohe Fördereffekte werden auch bei Unternehmen, die zu Industriesektoren mit niedrigem Technologieniveau zählen, erzielt. In diesen Branchen zählt FuE üblicherweise nicht zu einem wesentlichen Wettbewerbsfaktor. Gleichwohl gibt es einzelne Unternehmen, die auf Basis aufwendiger eigener FuE technologisch anspruchsvolle Produkte (meist für Nischenanwendungen) entwickeln.

Tabelle 6-3: Geschätzte Effekte der direkten Projektförderung des BMBF auf die Höhe der privat finanzierten FuE-Ausgaben: Ergebnisse einer Matching-Analyse für den Zeitraum 2009-2014

	Geschätzte Differenz[1)]	Fördereffekt[2)]
Alle Unternehmen (bis 1.000 Beschäftigte)	0,534***	71
Größenklassen		
<50 Beschäftigte	0,445***	56
50-249 Beschäftigte	0,734***	108
250-999 Beschäftigte	0,565*	76
Sektor[4)]		
Industrie: Spitzentechnologie	0,183	n.s.
Industrie: Hochwertige Technologie	0,416	n.s.
Industrie: mittlere Technologie	1,099***	200
Industrie: niedrige Technologie	0,647*	91
Dienstleistungen: wissensintensiv	0,468**	60
Dienstleistungen: sonstige	3,142**	-[3)]
Technologiefelder		
A (Gesundheit)	0,935**	155
B (Bioökonomie)	0,830**	129
E (Energie)	1,060***	189
F (Umwelt)	0,501*	65
G (IKT)	0,550**	73
K (Nanotechnologie/Werkstoffe)	0,982***	167
L (Optik)	0,473	n.s.
M (Produktion)	0,204	n.s.
C/H/I (Sicherheit/Verkehr)	0,460**	58
R/T/U/Z (Querschnittsthemen)	0,916***	150
J/N/O/P/Q (KMU, Dienstleistungen)	1,406**	-[3)]
Anzahl Beobachtungen	9.015	1.065

1) Die geschätzte Differenz gibt die Differenz des Logarithmus' der privat finanzierten FuE-Ausgaben von geförderten Unternehmen und des Logarithmus' der privat finanzierten FuE-Ausgaben von nicht geförderten Unternehmen an.
2) Fördereffekt: Prozentualer Unterschied der FuE-Ausgabenhöhe nach Erhalt der Förderung im Vergleich zu nicht geförderten Unternehmen.
3) Fördereffekt wegen zu geringer Beobachtungszahl von geförderten Unternehmen mit Angaben zu privat finanzierten FuE-Ausgaben nicht zuverlässig bestimmbar.
4) Abgrenzung von Spitzentechnologie und hochwertiger Technologie nach Gehrke et al. (2013), Abgrenzung von mittlerer und niedriger Technologie nach OECD. Wissensintensive Dienstleistungen: WZ 2008 58-74.
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. n.s.: Effekt ist statistisch nicht signifikant

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel

In den wissensintensiven Dienstleistungen löst die direkte Projektförderung des BMBF Fördereffekte auf die Höhe der privat finanzierten FuE-Ausgaben aus, die mit 60% unter

dem Durchschnittswert liegen. Zu diesem Sektor zählen insbesondere die IT-Dienstleistungen, Ingenieurbüros und der Bereich der FuE-Dienstleistungen.

Keine statistisch signifikanten Fördereffekte der direkten Projektförderung zeigen sich dagegen im Bereich der Spitzen- und hochwertigen Technologie. In diesen Branchen sind FuE-Aktivitäten häufig unverzichtbar, um im Wettbewerb zu bestehen, da die Innovationszyklen kurz sind und die Innovativität der Angebote entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit im Markt ist. Insofern sind auch Unternehmen, die keine direkte Projektförderung erhalten, veranlasst, hohe privat finanzierte Mittel für FuE bereitzustellen. Die direkte Projektförderung wirkt in diesen Branchen eher auf die Inhalte der FuE-Projekte, ihren Innovations- und Technologieanspruch sowie die Form der Umsetzung (z.B. über einen stärkeren Fokus auf Kooperationsprojekte mit Wissenschaftseinrichtungen) als auf die Ausgabenhöhe der Unternehmen.

Auf Ebene der Technologiefelder sind die höchsten Fördereffekte der direkten Projektförderung des BMBF in den Bereichen Energieforschung, Nanotechnologie und Werkstoffforschung, Gesundheit und Bioökonomie sowie im Bereich "innovationsrelevante Rahmenbedingungen und übrige Querschnittsaktivitäten", wozu insbesondere die Förderung im Rahmen des Programms "Unternehmen Region" fällt, zu beobachten. In diesen Technologiefeldern eingesetzte Mittel trugen im Zeitraum 2009-2014 am stärksten zu einer Erhöhung der privat finanzierten FuE-Ausgaben in geförderten Unternehmen bei. Im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien entsprechen die Fördereffekte etwa dem Durchschnitt der direkten Projektförderung insgesamt.

Niedrigere, aber gleichwohl statistisch signifikante Effekte sind in den Bereichen Umwelttechnologien und Nachhaltigkeit sowie Verkehrstechnologien (inkl. Luft- und Raumfahrt sowie zivile Sicherheitstechnologien) zu beobachten. Keine statistisch signifikanten Effekte zeigen sich dagegen für die Optischen Technologien und die Produktionstechnologie. Im Bereich der Optischen Technologien kann dies u.a. auf den Fokus der Fachprogrammförderung auf die thematische Ausrichtung der FuE-Projekte und die Steigerung des Innovations- und Technologieanspruchs in den geförderten Unternehmen zurückgeführt werden. Im Bereich der Produktionstechnologien deutet der nicht signifikante Effekt darauf hin, dass die in früheren Jahren für dieses Technologiefeld gefundenen positiven Wirkungen der Förderung auf die Höhe der FuE-Ausgaben der Unternehmen (vgl. Fier et al. 2005 für den Zeitraum 1992-2002) im aktuellen Untersuchungszeitraum 2009-2014 nicht mehr gegeben sind. Dies kann u.a. an einem geringeren Potenzial an KMU liegen, in denen ungenutzte technologische Potenziale im Bereich der Produktionstechnologien vorhanden sind und die durch eine Fachprogrammförderung gehoben werden können, sodass es zu höheren FuE-Ausgaben in den geförderten KMU kommt.

7 Ökonomische Effekte höherer FuE-Ausgaben

7.1 Schätzung des Zusammenhangs zwischen FuE-Ausgaben und Totaler Faktorproduktivität

In theoretischer Hinsicht zeigen sowohl endogene Wachstumsmodelle (Romer 1990; Aghion/Howitt 1992) wie auch Quality-ladder-Modelle (Grossman/Helpman 1991), dass Innovation die gesamtwirtschaftliche Produktivität und das langfristige Wachstumspotenzial bestimmen. Neue Produkte und Produktionsprozesse erhöhen im Durchschnitt die Produktivität der Arbeitnehmer. Langfristig sind Innovationsaktivitäten der wesentliche Treiber von Produktivitätsfortschritten, während andere Einflussfaktoren wie beispielsweise makroökonomische Schocks hauptsächlich kurzfristige Wirkung entfalten.

In der Literatur findet sich eine Vielzahl an Studien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Ausgaben für Forschung und Entwicklung und der Entwicklung der Produktivität beschäftigt haben.[8] Dabei wurden verschiedene Betrachtungsebenen eingenommen und Firmen-, Sektor- oder Länderdaten herangezogen. Länderspezifische Analysen bieten die Möglichkeit einer detaillierten Analyse der Wirkung von FuE-Ausgaben. Allerdings lässt sich mit solchen Analysen kein gesamtwirtschaftlich stabiler Zusammenhang ermitteln. Aus diesem Grund wird im Folgenden auf Studien abgezielt, die den Fokus auf die gesamtwirtschaftliche Ebene legen.

Für die Ableitung von gesamtwirtschaftlichen Effekten von FuE-Ausgaben auf die Produktivität ist ein Mehr-Länder-Ansatz gut geeignet (Verspagen 1995). Damit können länderspezifische Gegebenheiten sowie sonstige globale Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Mit Beginn der 90er Jahre haben sich Panel-Modelle, also solche, die Querschnittsdaten und Längsschnittdaten kombinieren, in der Makroökonomie etabliert und wurden zunehmend mit dem ökonometrischen Konzept der Kointegration kombiniert. So haben Coe und Helpman (1995) als eine der Ersten eine Kointegrationsbeziehung zwischen der Totalen Faktorproduktivität (TFP) als Maß der Produktivität und dem FuE-Kapitalstock hergestellt.[9] Die daraus resultierende Elastizität der TFP bezüglich einer Änderung des FuE-Kapitalstocks um 1% beträgt knapp 0,1%. Problematisch bei der Studie von Coe und Helpman (1995) ist, dass es zu dieser Zeit keine ökonometrischen Methoden für Paneldaten zur präzisen Schätzung der Elastizitäten gab. In der Folge führten

8 Siehe beispielsweise den Überblicksartikel von Hall et al. (2010).

9 Der Fokus der Studie von Coe und Helpman (1995) lag im Wesentlichen auf der Etablierung eines Zusammenhangs zwischen der gesamtwirtschaftlichen Produktivitätsentwicklung und Innovationaktivitäten aus dem Ausland. Inländische Innovationsaktivitäten wurden zusätzlich mit einbezogen.

Guellec und van Pottelsberghe de la Potterie (2002; 2004), Coe et al. (2009) oder Khan et al. (2010) ähnlich konzipierte Schätzungen durch, konnten dabei aber von Fortschritten im Bereich der Panel-Ökonometrie profitieren. Die aus den Schätzungen resultierenden Elastizitäten dieser Studien unterscheiden sich nicht wesentlich von denen von Coe und Helpman (1995), sind aber in der Tendenz etwas höher (zwischen 0,1 und 0,2%).[10] Zu beachten ist, dass eine eigene Schätzung aus verschiedenen Gründen sinnvoll ist. Das Interesse liegt auf dem langfristigen Zusammenhang zwischen FuE-Ausgaben und der TFP. In der Literatur wird häufig (und konsistent mit theoretischen Modellen) der FuE-Kapitalstock berechnet und anstelle der FuE-Ausgaben als Maß der Innovationsaktivität verwendet.[11] Zudem wird in einigen Studien die TFP berechnet, während wir an dieser Stelle auf Daten der OECD zurückgreifen. Die Notwendigkeit der Berechnung war dabei von fehlender Datenabdeckung getrieben (Coe/Helpman 1995). Zudem beschränkt sich die Literatur häufig auf bestimmte Komponenten von FuE. So werden bestimmte Bereiche wie der Business-Sektor betrachtet (Coe et al. 2009) oder FuE-Ausgaben nach privat und öffentlich getrennt (Guellec/van Pottelsberghe de la Potterie 2004).

Im Folgenden wird ein mit diesen Studien vergleichbares Vorgehen gewählt. Dazu werden für insgesamt zwanzig OECD-Länder Daten zur Totalen Faktorproduktivität (TFP) und den FuE-Ausgaben für den Zeitraum 1985-2013 gesammelt. Datenquelle ist dabei jeweils die OECD.[12] Die Zeitreihen zu FuE-Ausgaben sind in konstanten Preisen und umfassen sowohl staatliche als auch private Ausgaben.

Eine Kointegrationsbeziehung zwischen zwei Variablen besteht vereinfacht gesagt dann, wenn beide einen nicht-stationären Verlauf aufweisen, dabei aber einem gemeinsamen stochastischen Trend folgen. Das Vorliegen einer Kointegrationsbeziehung erlaubt eine Schätzung in Niveaus, ohne dass man Gefahr läuft, eine Scheinregression durchzuführen. Dem Vorgehen der Literatur folgend werden zunächst sowohl die TFP als auch die FuE-Ausgaben logarithmiert, auf Nicht-Stationarität sowie anschließend auf Kointegration getestet.[13] Die Ergebnisse dieser Tests legen nahe, dass beide Variablen

[10] Die Ergebnisse von Ulku (2004) auf Basis einer GMM-Schätzung liegen in einem ähnlichen Bereich.

[11] Ein vergleichbares Vorgehen zeigt keine wesentlichen Differenzen zu den hier dargestellten Ergebnissen.

[12] Die OECD nennt das Maß der Produktivität Multifaktorproduktivität (MFP).

[13] Die folgenden Berechnungen werden mit EVIEWS Version 8 durchgeführt.

sowohl nicht-stationär als auch kointegriert sind.[14] Damit kann eine Schätzung des langfristigen Zusammenhangs zwischen beiden Größen im Niveau durchgeführt werden. Um Kurzfristdynamiken zu berücksichtigen, kann Modell (1) mittels Dynamic OLS (DOLS) oder Fully Modified OLS (FMOLS) geschätzt werden, wobei für länderspezifische Heterogenität kontrolliert wird.

$$\log(TFP_{i,t}) = \alpha_i + \beta_i \log(FuE_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

Die Ergebnisse zeigen nahezu keine Differenz in der Elastizität der TFP bezüglich einer Änderung der FuE-Ausgaben zwischen den Schätzmethoden. Für beide liegt der entsprechende Wert bei etwa 0,21%. Eine Erhöhung der realen FuE-Ausgaben um 1% hat demzufolge eine Erhöhung der Totalen Faktorproduktivität um 0,21% zur Folge. Da sich der Potenzialoutput aus dem Produkt aus Totaler Faktorproduktivität, dem potenziellen Arbeitsvolumen und dem Kapitalstock ergibt, nimmt ersterer ebenfalls um 0,21% zu.

Die Schätzung einer Kointegrationsbeziehung mittels DOLS oder FMOLS hat eine Reihe von Vorteilen. Der Schätzer ist superkonsistent, d.h. er konvergiert deutlich schneller als ein klassischer OLS-Schätzer. Zudem ist eine solche Schätzung robust gegen Endogenität, die aus Simultaneität, fehlenden Variablen oder Messfehlern resultiert. Dies ist insbesondere relevant aufgrund der Robustheit der Schätzergebnisse durch die Berücksichtigung zusätzlicher Kontrollfaktoren. Anders formuliert sind die ermittelten Elastizitäten unabhängig von Kontrollvariablen.[15]

7.2 Umsetzung eines 3,5%-Szenarios und ökonomische Effekte

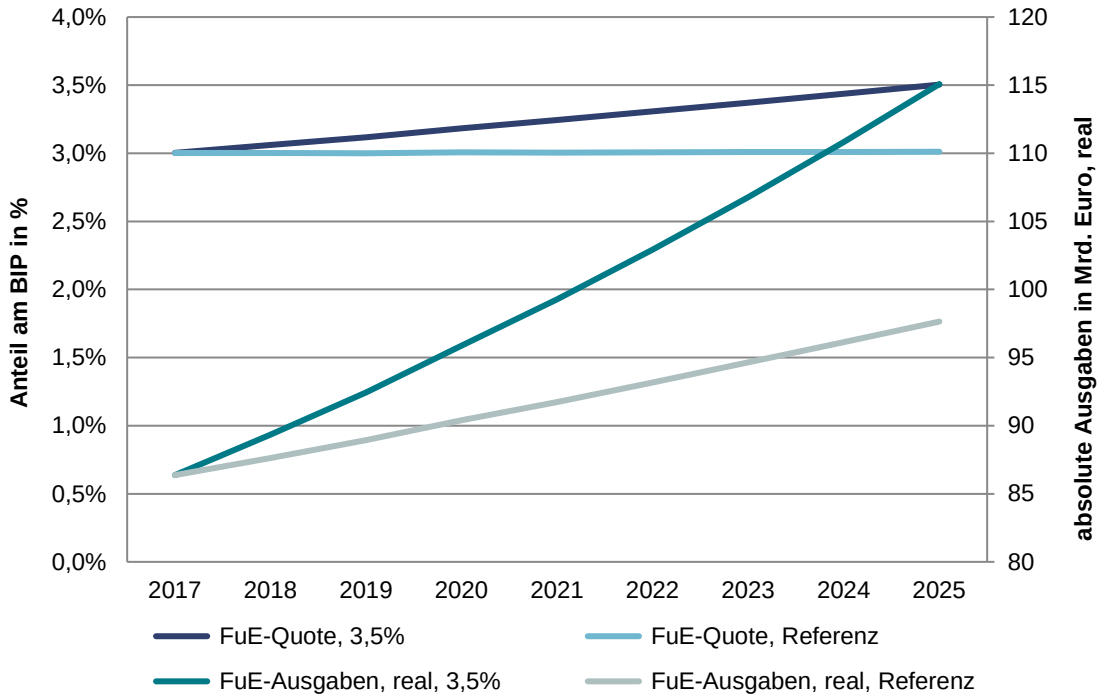
Die Auswirkungen höherer FuE-Ausgaben auf die Totale Faktorproduktivität und andere gesamtwirtschaftliche Kenngrößen werden mittels eines modellgestützten Szenariovergleichs ermittelt. Die Berechnungen werden mithilfe des gesamtwirtschaftlichen Simulations- und Prognosemodells VIEW der Prognos AG durchgeführt. In einem Referenzszenario verharrt die FuE-Quote bis zum Endjahr der Simulation (2025) bei ihrem Wert von 2015 (knapp 3%). Die Wachstumsrate der FuE-Ausgaben entspricht damit der des Bruttoinlandprodukts (nominal und real). Im 3,5%-Szenario wachsen die gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben ab dem Jahr 2018 stärker als das Bruttoinlandsprodukt, so-

[14] Für die Tests auf nicht-Stationarität, Kointegration sowie die nachfolgenden Schätzungen in einem Panel-Kontext sei auf Breitung und Pesaran (2008) verwiesen.

[15] Darauf deuten auch die Ergebnisse der Literatur hin. Die Berücksichtigung zusätzlicher Faktoren in einer Kointegrationsschätzung ändert den Koeffizienten der Zielgröße nur geringfügig.

dass im Ergebnis die Quote linear bis 2025 auf dann 3,5% ansteigt. Die folgende Abbildung illustriert die Entwicklung der jeweiligen FuE-Ausgaben im Zeitverlauf bei einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate des realen BIP von 1,5%. Während im Referenzszenario die FuE-Ausgaben zwischen 2017 und 2025 zwecks Aufrechterhaltung der FuE-Quote um 13% gesteigert werden müssen (11 Mrd. €, real), liegt der entsprechende Zuwachs im 3,5%-Szenario bei 33% (28 Mrd. €, real).[16] Anders formuliert: Nur um die derzeitige Quote von 3% auch in 2025 zu erreichen, ist eine Ausweitung der FuE-Ausgaben um 11 Mrd. € (in Preisen von 2015) notwendig. Soll eine Quote von 3,5% am BIP erreicht werden, dann sind weitere 17 Mrd. € zusätzlich erforderlich.

Abbildung 7-1: FuE-Ausgaben nach Szenario, absolut und in Relation zum Bruttoinlandsprodukt, 2017-2025



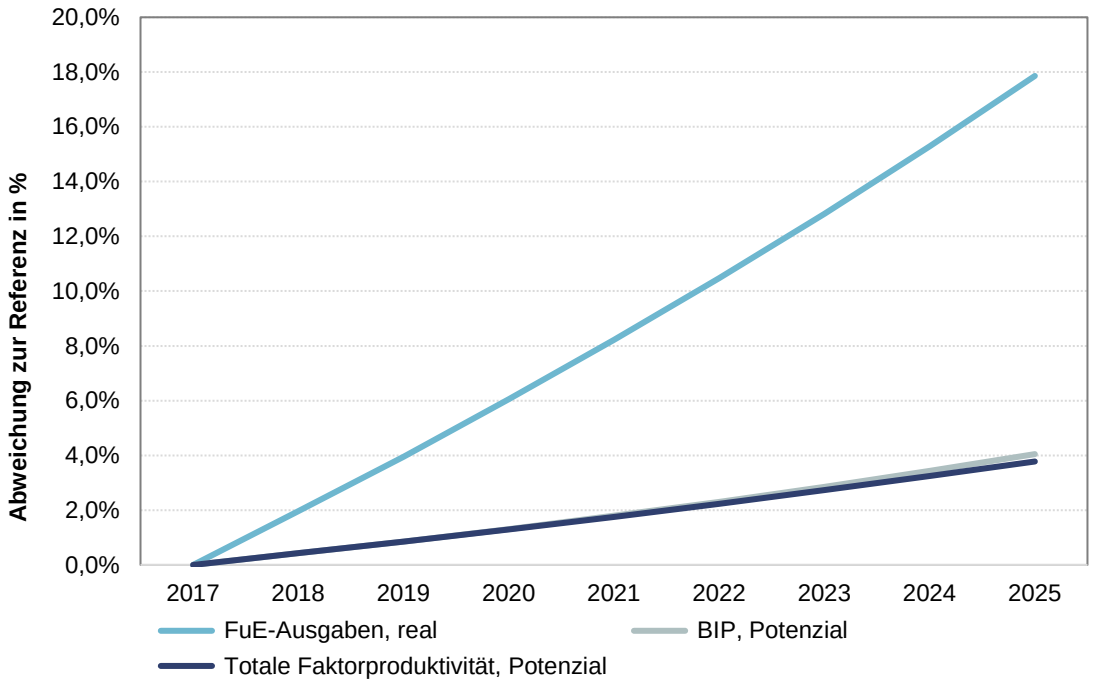
Quelle: Eigene Berechnungen der Prognos AG

Die höheren FuE-Ausgaben wirken sich im Modell in Höhe des geschätzten Koeffizienten von 0,21% auf die Totale Faktorproduktivität (TFP) aus, d.h. die TFP steigt um 0,21%, wenn die FuE-Ausgaben um 1% erhöht werden. Im Modell liegt die TFP zweifach vor: Während die eine als Residuum der jeweils aktuellen Wachstumszerlegung bestimmt wird, geht die zweite TFP in die Bestimmung des Potenzialoutputs ein. Im 3,5%-

16 Eine Erhöhung der FuE-Ausgaben erhöht im Modell u.a. das Bruttoinlandsprodukt, sprich den Nenner der FuE-Quote. Dieser "Zinseszinseffekt" führt zu einem überproportionalen Anstieg der für die Erreichung der Quote notwendigen FuE-Ausgaben im 3,5%-Szenario.

Szenario wirkt der FuE-Impuls auf diese zweite, die potenzielle TFP und damit auf das Potenzialoutput. Über verschiedene Wirkungskanäle strahlt im Modell ein höherer Potenzialoutput positiv auf das aktuelle Bruttoinlandsprodukt aus: Die Investitionsnachfrage wird angeregt, die Sparquote des privaten Konsums verringert sich, die Preis-/Lohndynamik wird gedämpft und das Zinsniveau liegt niedriger. Langfristig (> 20 Jahre) führt im Modell eine Erhöhung des Potenzialoutputs zu einer proportionalen Erhöhung des Bruttoinlandprodukts, d.h. die Potenzialauslastung ist langfristig näherungsweise identisch. Die Ratio hinter dieser Vorgehensweise ist die Annahme, dass sich eine Erhöhung der FuE-Ausgaben nicht unmittelbar positiv auf die Wertschöpfung der Unternehmen niederschlägt. Neue Technologien benötigen Zeit für ihre Diffusion (z.B. aufgrund einer sequentiellen Erneuerung des Kapitalstocks), und erst allmählich machen sich ihre produktivitätssteigernden Effekte im Zeitverlauf zunehmend bemerkbar. Die Auswirkung der höheren FuE-Ausgaben auf die potenzielle TFP und den Potenzialoutput illustriert die folgende Grafik.

Abbildung 7-2: Relative Abweichung der FuE-Ausgaben, der potenziellen TFP und des Potenzialoutputs, 2017-2025



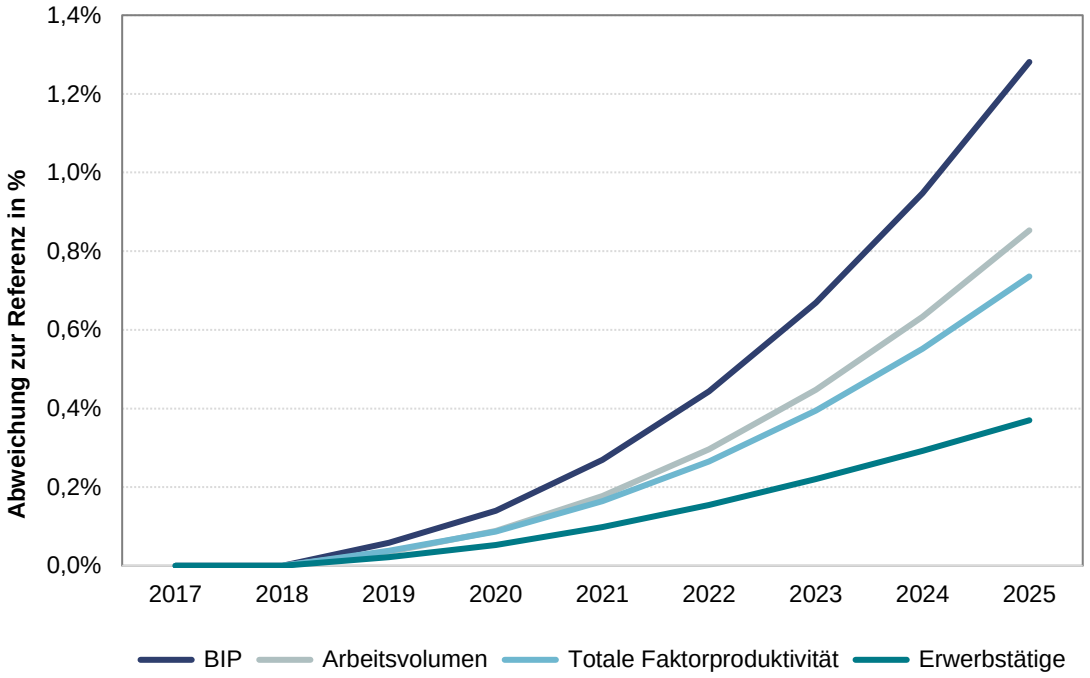
Quelle: Eigene Berechnungen der Prognos AG

Die Abweichung beim Potenzialoutput ist im Endjahr 2025 leicht größer als die der potenziellen TFP (4,0% vs. 3,8%), da durch den positiven Impuls auf das aktuelle BIP (siehe unten) die Investitionen angeregt werden und damit auch der Kapitalstock, welcher in die Bestimmung des Potenzialoutputs eingeht, über dem Referenzniveau liegt.

Die aktuellen gesamtwirtschaftlichen Größen reagieren wie dargelegt verzögert und kurzfristig unterproportional auf die Erhöhung des Potenzialoutputs. Im Endjahr der Betrachtung 2025 fällt das reale Bruttoinlandsprodukt 1,3% höher aus als in der Referenz, und die Abweichung beim Arbeitsvolumen beträgt 0,9%. Bei unterstellten Jahresarbeitsstunden von 1.370 h/a entspricht dies einer zusätzlichen Beschäftigung von knapp 370 Tsd. Personen. Da im Simulationszeitraum bereits in der Referenz das Arbeitskräfteangebot demografisch bedingt knapper wird, schlägt sich das höhere Arbeitsvolumen im 3,5%-Szenario primär in einer Verlängerung der durchschnittlichen Arbeitszeit nieder (i.e. geringerer Anteil von Teilzeitstellen). Die Abweichung bei den Erwerbstätigen liegt entsprechend nur bei 0,4% in 2025. Insgesamt ist der "Multiplikatoreffekt" höherer FuE-Ausgaben vergleichsweise groß: Den kumulierten Mehrausgaben für Forschung und Entwicklung im Zeitraum 2017-2025 in Höhe von 72 Mrd. € stehen kumulierte Zugewinne beim Bruttoinlandsprodukt in Höhe von 121 Mrd. € gegenüber. Dies entspricht einem "Multiplikator" von knapp 1,7. Bei einer längerfristigen Betrachtung würde sich dieser Wert weiter erhöhen. Mit absoluten Abweichungen gerechnete Multiplikatoren sind für einen längeren Zeitraum jedoch vorsichtig zu interpretieren, da bereits sehr geringe Abweichungen der Wachstumsraten im Zeitverlauf zu sehr großen absoluten Effekten führen. In der relativen Betrachtung stehen im Endjahr 2025 18% Mehrausgaben auf Seiten der FuE einer Abweichung von 1,3% auf Seiten des Bruttoinlandprodukts bzw. 4,0% auf Seiten des Potenzialoutputs gegenüber.

Die folgende Grafik gibt die relativen Abweichungen der gesamtwirtschaftlichen Kenngrößen für den Zeitraum 2017-2025 wieder.

Abbildung 7-3: Relative Abweichungen gesamtwirtschaftlicher Kenngrößen, 2017-2025



Quelle: Eigene Berechnungen der Prognos AG

7.3 Zusammenfassung[17]

Auf der Basis ökonometrischer Schätzungen und eines modellgestützten Szenariovergleichs wurde in diesem Kapitel gezeigt, welche ökonomischen Wachstumseffekte mit einer sequentiellen Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Quote auf 3,5% bis zum Jahr 2025 verbunden sind. Die Berechnungen zeigen, dass das reale Bruttoinlandsprodukt bei einem Erreichen dieser Quote im Jahr 2025 knapp 1,3% über dem Referenzniveau läge (42 Mrd. €). Der hiermit verbundene Impuls auf das Arbeitsvolumen liegt bei 0,9%. Dies wären somit Beschäftigungseffekte von 370.000 Personen bei einer Jahresarbeitszeit von 1.370 h/a oder ca. 500 Mio. Stunden zusätzlicher Beschäftigung. Aufgrund der bereits hohen Erwerbstätigenquote ist eine Ausweitung der Anzahl der Beschäftigten weniger wahrscheinlich als vielmehr eine Ausweitung der durchschnittlichen jährlichen Stundenzahl je Beschäftigten. Anders formuliert werden nicht notwendigerweise mehr Personen erwerbstätig sein, sondern es werden insgesamt mehr Stunden

17 Eine tabellarische Übersicht für die zentralen makroökonomischen Kenngrößen für beide Szenarien findet sich im Anhang wieder (vgl. Tabelle 10-1).

von einer ähnlichen Zahl an Erwerbstätigen geleistet, indem Teilzeitstellen in Vollzeitstellen umgewandelt bzw. die durchschnittliche Arbeitszeit von Teilzeitbeschäftigten ausgeweitet wird. In Relation zu den FuE-Beschäftigten (ca. 170.000; siehe Abschnitt 1.2) werden also etwa 1,25 zusätzliche Stellen in Deutschland geschaffen.

8 Aktuelle und mögliche Instrumente der FuE-Förderung

Die Forschungsfragen dieser Studie setzen an verschiedenen Hebeln zur Steigerung der FuE-Ausgaben der Wirtschaft (siehe Kapitel 2 bis 6) sowie an den ökonomischen Effekten einer gesamtwirtschaftlichen Steigerung der FuE-Intensität an (siehe Abschnitt 1.2). In diesem Kapitel nehmen wir ergänzend die Instrumente der staatlichen FuE-Förderung in den Blick, hierbei gehen wir neben der kurzen Nennung der Fördervolumina vor allem qualitativ vor. Dabei geht es nicht nur um Instrumente zur Förderung der privaten FuE-Ausgaben, die teilweise bereits in den anderen Kapiteln beleuchtet werden, sondern um einen gesamthaften Blick auf die staatliche FuE-Förderung und mögliche Ansatzpunkte einer Steigerung der staatlichen FuE-Ausgaben. Denn setzt man voraus, dass auch künftig die Finanzierungsanteile an den gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben gleichbleiben, dann müssen Bund und Länder ihren Anteil von 0,83% des Bruttoinlandsprodukts (27,7% von 2,99% im Jahr 2015) auf 0,97% (27,7% von 3,5%) erhöhen. Bezogen auf die FuE-Ausgaben im Jahr 2015 und bei einem mäßigen realen BIP-Wachstum von 1% würde das einen Mehraufwand für Bund und Länder von gut 8 Mrd. € (33 Mrd. statt 25 Mrd. €) bedeuten. Nimmt man an, dass der staatliche Anteil im Jahr 2025 bei einem Drittel der gesamten FuE-Ausgaben liegt, dann entspricht das 40 Mrd. € und damit 15 Mrd. mehr als im Jahr 2015 (vgl. dazu die verschiedenen Wachstums-Szenarien in Abschnitt 1.2).

Die Analyse wird geleitet von der Fragestellung, welche Instrumente geeignet und zielführend sind, um im Rahmen des bestehenden oder eines erweiterten Instrumentenportfolios größtmögliche Effekte zu erzielen. Das Ziel dieses Kapitels ist es zunächst, ausgehend vom heutigen Instrumentarium und den dahinterstehenden Finanzierungsvolumina, mögliche Ansatzpunkte für eine potenzielle (schrittweise) Erhöhung der FuE-Quote zu identifizieren und zu bewerten. Darüber hinaus sollen potenzielle Instrumente identifiziert und bewertet werden, die aufgrund ihres Finanzierungsbedarfs erst im Rahmen eines steigenden staatlichen FuE-Budgets realisiert werden könnten oder die wichtige (indirekte) Impulse für eine Steigerung der FuE-Ausgaben setzen könnten.

Unsere Vorgehensweise zur Identifizierung und Bewertung basiert auf Desk-Research und umfasst folgende Schritte:

1. Die "Bestandsaufnahme" des Instrumentariums, das unter Abschnitt 8.1 diskutiert wird, orientiert sich an den finanziellen Instrumenten und blendet regulierende sowie informierende Instrumente (z.B. Beratung) aus. Sie erfolgt in wenigen Hauptkategorien. Zunächst greift sie die im Bundesbericht Forschung und Innovation dargestellten Instrumente auf (Institutionelle Förderung, Projektförderung sowie Auftragsforschung).

2. Weitere Instrumentenkategorien erschließen wir aus einer prospektiven Sichtweise, d.h. wir lenken den Blick auf Instrumente, mit denen sich die Forschungsaktivitäten bei unterschiedlichen Zielgruppen intensivieren und damit größere FuE-Aufwendungen realisieren ließen. Nicht alle diese Instrumente sind neu für die deutsche Forschungs- und Innovationspolitik, sie werden hier nicht nur im Kontext der bisherigen Erfahrungen in Deutschland diskutiert, sondern auch vor dem Hintergrund von Good-Practice-Beispielen aus dem Ausland.
3. Die Diskussion und Bewertung der Instrumente basiert auf Analysen dieser Studie sowie existierender Evidenz aus anderen Studien. Zentrales Bewertungskriterium sind die Wirkungen, die die Instrumente entfalten können. Diese werden nach einzelnen Zielgruppen dargestellt, sofern eine Differenzierung notwendig erscheint. Zusätzlich stellen wir in aller Kürze die wichtigsten Rahmenbedingungen dar, die wirkungsunterstützend oder auch -hemmend wirken können.
4. In einer abschließenden Bewertung tragen wir möglichen Wechselwirkungen der Instrumente sowie übergreifenden Kontextfaktoren und Entwicklungen Rechnung und gehen auf umsetzungsrelevante Überlegungen einer schrittweisen Erhöhung der FuE-Quote auf 3,5% ein.

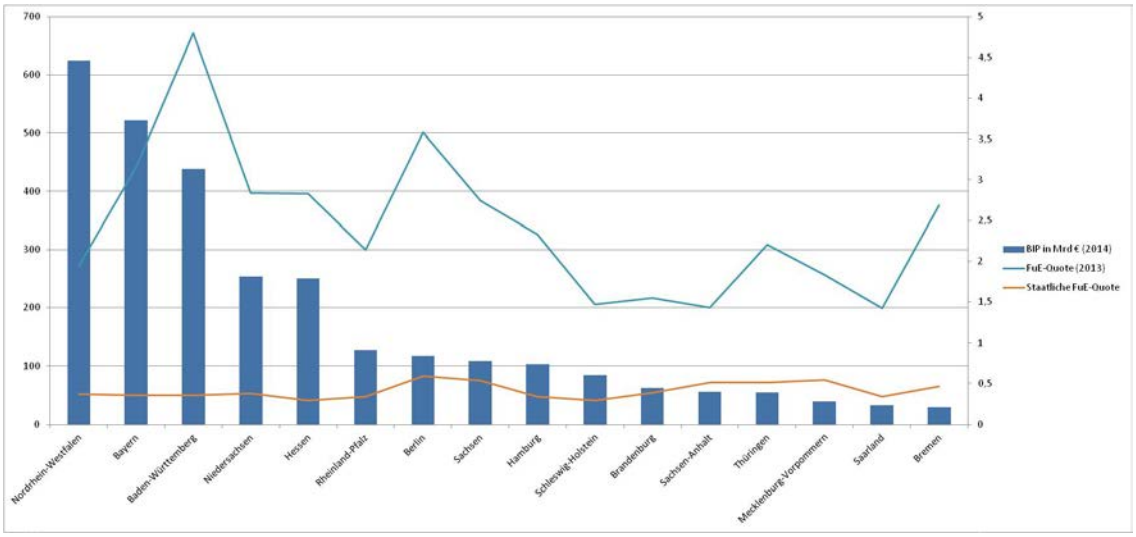
8.1 Bestandsaufnahme der FuE-Förderung von Bund und Ländern

8.1.1 Finanzierungsanteile und Politik der Länder

Die staatlichen FuE-Investitionen sind über viele Jahre hinweg je etwa hälftig von Bund und Ländern getragen worden. In den vergangenen Jahren sind die Ausgaben des Bundes schneller angestiegen als die der Länder, sodass deren Anteil nun bei 41% der staatlichen FuE-Ausgaben liegt. Landesmittel fließen v.a. in die Finanzierung der Hochschulen sowie in die gemeinsame Finanzierung von außeruniversitären Forschungseinrichtungen (AUF) durch Bund und Länder, der DFG, von Forschungsbauten und Großgeräten und Sonderprogrammen wie der Exzellenzinitiative oder dem Hochschulpakt sowie in eigene Portfolios der Projektförderung.

In den Ländern gibt es stark unterschiedliche FuE-Quoten. Dies liegt zum Teil an der unterschiedlichen wirtschaftlichen Struktur. Baden-Württemberg kommt durch seine FuE-intensive Wirtschaft auf eine FuE-Quote von 4,8% und Bayern auf 3,16%. Auch in Hessen und Niedersachsen trägt die FuE-intensive Wirtschaft zu einer hohen FuE-Quote bei. In Berlin, Bremen und Sachsen trägt die hohe Dichte an Hochschulen (HS) und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu hohen FuE-Ausgaben bei. Dies schlägt sich auch in einer vergleichsweise hohen staatlichen FuE-Quote in diesen Ländern nieder.

Abbildung 8-1: FuE-Ausgaben der Bundesländer im Verhältnis zum BIP



Quelle: Bundesbericht Forschung und Innovation 2016 und Datenportal des BMBF Tab. 1.2.4

Die Länder tragen die institutionelle Grundfinanzierung der Hochschulen, die meist als Globalbudget vergeben wird, sodass die Hochschulen entscheiden können, wie sie diese verausgaben. Diese Grundfinanzierung der Hochschulen erscheint dann in der FuE-Statistik, wenn sie für Forschungsinfrastruktur oder forschendes Personal ausgegeben wird. Sie stellt neben den eingeworbenen Forschungsmitteln (Drittmittel) einen wesentlichen Pfeiler der Forschungsfinanzierung an den Hochschulen dar und hat damit einen wichtigen mittelbaren Effekt auf die FuE-Quote. Ähnlich wie die FuE-Ausgaben der Länder bewegt sich auch die Hochschulfinanzierung der Länder auf unterschiedlichen Niveaus. Dies hängt damit zusammen, dass Kosten für Studienplätze über die Fächer stark variieren und die Hochschulen der Bundesländer unterschiedliche Fächerstrukturen aufweisen.

Die FuE-Quote der Länder, die um den Wert von 0,5% am BIP schwankt, verdeutlicht, dass die Forschungs- und Hochschulfinanzierung der Länder ebenfalls einen möglichen Ansatzpunkt bildet, wenn Optionen der Steigerung der FuE-Ausgaben diskutiert werden.

8.1.2 Instrumentarium

Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die FuE-Ausgaben des Bundes und das dort eingesetzte Instrumentarium. In 2016 beliefen sich die FuE-Ausgaben des Bundes auf ca. 15,6 Mrd. € und sollten den Budgetplanungen zufolge in 2017 auf 17,1 Mrd. erhöht werden.[18] Mit rund 60% finanziert das BMBF den größten Anteil der FuE-Ausgaben des Bundes. Im Rahmen der staatlichen Forschungs- und Innovationsförderung setzt der

[18] Aktuelle Daten hierzu liegen noch nicht vor.

Bund maßgeblich drei Instrumente ein, die je nach Zielgruppe, konkretem Fördergegenstand oder intendierter Wirkung sehr unterschiedlich ausgestaltet sein können:

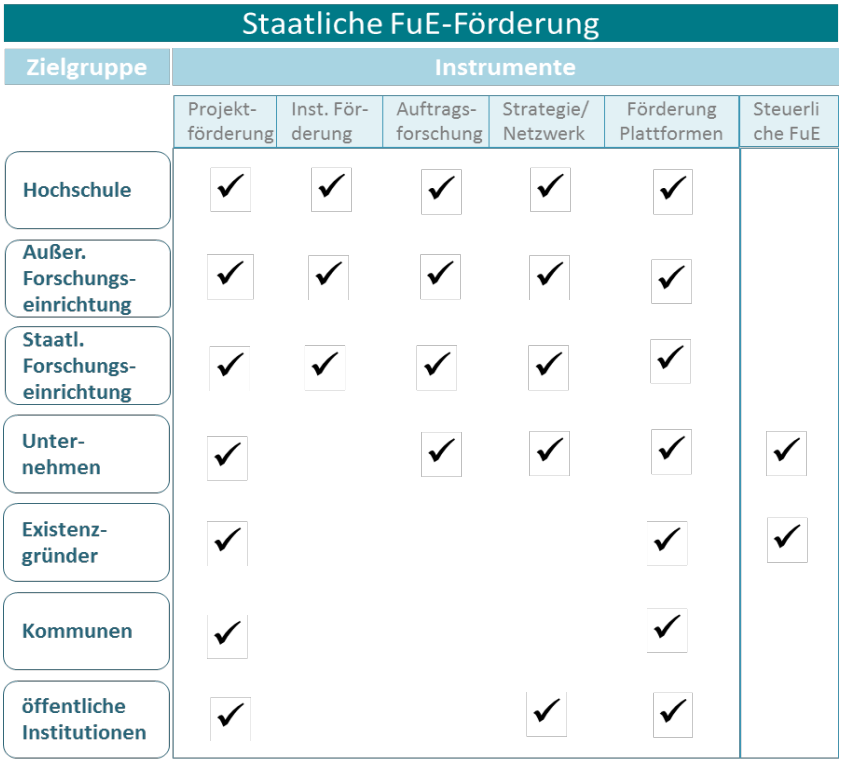
- die Projektförderung,
- die institutionelle Förderung sowie
- die Ressortforschung bzw. im Rahmen dieser die Auftragsforschung.

Mit der Ressortforschung, welche von 37 Bundeseinrichtungen und sieben außeruniversitären Forschungseinrichtungen betrieben wird, wird der FuE-Bedarf einzelner Ressorts gedeckt. Die Ressortforschungseinrichtungen verfügen über wissenschaftliche Expertise, insbesondere zu relevanten Grundsatzfragen, welche durch die Ressorts kurzfristig abgerufen werden können. Die Ressortforschungseinrichtungen des Bundes verfügten in 2014 über 993 Mio. € für FuE-Forschungsausgaben in Form von Projektförderung. Darüber hinaus erhalten die bundeseigenen Einrichtungen im Rahmen der institutionellen Förderung FuE-Mittel vom Bund.[19] Zusätzlich vergibt der Bund zur Deckung des Forschungsbedarfs der Ressorts Forschungsaufträge an Dritte. Nur diesen letzten Aspekt der Auftragsforschung vertiefen wir in Abschnitt 8.2.3.

Im Zusammenhang mit der Erhöhung der FuE-Quote legen wir den Fokus auf drei weitere Instrumente, da diese im Rahmen einer verstärkten staatlichen Investition in FuE besonderes Potenzial aufweisen, auch private FuE-Ausgaben zu mobilisieren und darüber hinaus wichtige Impulse für das Innovationssystem geben können. Dies sind Förderprogramme und -strategien sowie Initiativen des Bundes spezifisch in Bezug auf Netzwerke und Plattformen sowie die steuerliche FuE-Förderung, die bislang in Deutschland nicht eingesetzt wird. Abbildung 8-2 gibt einen Überblick über die einzelnen Instrumente der aktuellen sowie der potenziellen staatlichen FuE-Förderung. Die Instrumente adressieren dabei jeweils unterschiedliche Zielgruppen. Insbesondere die Projektförderung und die Förderung von Plattformen schließt eine große Bandbreite von Zielgruppen ein, während die Institutionelle Förderung und die staatliche FuE sich nur an eine geringe Anzahl von Adressaten wendet.

19 Bundesbericht Forschung und Innovation 2016 sowie eigene Recherchen.

Abbildung 8-2: Übersicht: Genutzte und potenzielle staatliche FuE-Förderinstrumente



Quelle: Prognos AG, ISI, ZEW; eigene Darstellung

8.1.3 Strategie und thematische Schwerpunkte

Dieser Studie liegt vorwiegend eine input-orientierte Betrachtung auf die FuE-Investitionen Deutschlands zugrunde, jedoch werden mögliche Effekte an geeigneten Stellen thematisiert. Auch in diesem Kapitel, das sich auf die staatliche Forschungsförderung, vor allem durch den Bund – fokussiert, spielen intendierte und mögliche Wirkungen eine Rolle. Seitdem die Bundesregierung im Jahr 2006 mit der Hightech-Strategie (HTS) erstmals eine nationale Innovationsstrategie aufgelegt hat, hat die strategische Ausrichtung der Forschungs- und Innovationspolitik über die Zeit zugenommen. Sie wurde in neuen volumenstarken Sonderprogrammen des Bundes und der Länder wie der Exzellenzinitiative, dem Hochschulpakt oder dem Pakt für Forschung und Innovation sichtbar und begründete eine Reihe neuer Fördermaßnahmen. Sie ist derzeit entlang von sechs prioritären Zukunftsaufgaben ausgerichtet, d.h. orientiert sich an gesellschaftlichen Bedarfslagen, und fokussiert sich darüber hinaus auf zwei Handlungsfelder (die Entwicklung von Zukunftskompetenzen sowie einer offenen Innovations- und Wagniskultur, vgl. die neue Hightech-Strategie 2025).

Auch wenn die HTS in verschiedenen Fällen Umsetzungsinstrumente klar benennt und deren finanzielle Ausstattung bekannt gemacht wird, so ist doch eine Zuordnung von FuE-Ausgaben des BMBF (geschweige denn der Bundesregierung insgesamt) zu Prioritäten der HTS im Augenblick nicht vorhanden bzw. durch die den Ausgaben zugrundeliegende Leistungsplansystematik nicht möglich. Die Leistungsplansystematik orientiert sich teilweise an fachlichen Abgrenzungen (Wissenschaftsdisziplinen und zum Teil Technologien), teilweise an Querschnittsthemen. Über die Leistungsplansystematik sind die Haushalte der einzelnen Referate im BMBF strukturiert – eine (Neu-) Strukturierung entlang der durch die HTS vorgegebenen Aufgaben ist (bislang) nicht erfolgt. Themen wie Industrie 4.0, die quer zur Leistungsplansystematik liegen, lassen sich somit ausgabenseitig nur schwer abbilden.

Will man für eine schrittweise Erhöhung der FuE-Quote entlang der strategischen Prioritäten vorgehen und eine missionsorientierte Förderpolitik in größerem Umfang etablieren, indem förderliche Maßnahmen entsprechend aufgestockt oder neue geschaffen werden, stellt die Leistungsplansystematik eine Hürde dar, weil Instrumente bzw. Referatszuständigkeiten keine saubere Abgrenzung von Handlungsfeldern der Politik zulassen und es beispielsweise der Koordination verschiedener Kostenstellenverantwortlicher bedarf, um einen gemeinsamen Topf zu vereinbaren.

8.2 Bewertung genutzter und potenzieller Instrumente der staatlichen FuE-Förderung

8.2.1 Institutionelle Förderung[20]

Der Bund finanziert gemeinsam mit den Ländern über die institutionelle Förderung Forschung und Entwicklung in den außeruniversitären und staatlichen Forschungseinrichtungen. Sie stellt eine langfristig angelegte Förderung dar, anhand welcher eine gesamte Forschungseinrichtung bzw. Wissenschaftseinrichtung gefördert wird. Dabei handelt es sich vor allem um die Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), Helmholtz-Gemeinschaft (HGF), Leibniz-Gemeinschaft (WGL), Max-Planck-Gesellschaft (MPG), Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie Ressortforschungseinrichtungen und die Max-Weber Stiftung. Zusätzlich beinhaltet die institutionelle Förderung die Finanzierung von FuE in Hochschulen, welche sich maßgeblich auf Bundeswehruniversitäten und Fachhochschulen des Bundes bezieht. Gut ein Drittel der staatlichen FuE-Ausgaben werden für die Institutionelle Förderung verwendet.

20 Dieser Abschnitt bezieht sich auf die folgenden Quellen: Bundesministerium für Bildung und Forschung: "Bundesbericht Forschung und Innovation 2018 – Forschungs- und innovationspolitische Ziele und Maßnahme", Mai 2018; Datenportal BMBF http://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/bufi.html; Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK): "Steigerung des Anteils der FuE – Ausgaben am nationalen Bruttoinlandsprodukt (BIP) als Teilziel der Strategie Europa 2020", Bonn, 2017; Torger Möller: "Messung möglicher Auswirkungen der Exzellenzinitiative sowie des Pakts für Forschung und Innovation auf die geförderten Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen", Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung, Februar 2016; DIW: "Staatliche Förderung von Forschung und Entwicklung in der ostdeutschen Wirtschaft - Eine Bilanz", Wochenbericht des DIW Berlin 35/01, abrufbar unter http://www.diw.de/de/diw_01.c.30356.de/wb_35/01_staatliche_foerderung_vonforschung_und_entwicklung_in_der_ostdeutschen_wirtschaft_eine_bilanz.html; Christian Rammer, Frederik Schmitz: "Fortentwicklung der EFI-Indikatorik: Förderlandschaft", ZEW, Februar 2017; Fraunhofer Gesellschaft: "Monitoringbericht Pakt für Forschung und Innovation", April 2015; Expertenkommission Forschung und Innovation: "Gutachten zu Forschung, Innovation und Technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands", 2012.

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Institutionelle Förderung	
Status-Quo	• Die geplanten Ausgaben für die institutionelle Förderung einschließlich der bundeseigenen Einrichtungen (ohne Ressortforschung) beliefen sich in 2016 auf 8.659 Mio. €, wovon 7.266 für FuE vorgesehen waren. • Die Fördermittel im Rahmen der institutionellen Förderung sind in den vergangenen Jahren angestiegen, insb. auch durch den Pakt für Forschung und Innovation.
Impulse und Wirkungen	• Sicherung der Forschungsinfrastruktur: Fester Wissenschaftlerstamm, Verwaltung, Ausstattung und Gebäude etc. • Gewinnung exzellenter (junger und etablierter) Wissenschaftler und Absolventen durch attraktive Arbeitsbedingungen infolge einer finanziellen Planungssicherheit der Einrichtungen. • Ermöglichung von Vorlauf- und Methodenforschung, um auch im internationalen Vergleich eine wettbewerbsfähige Basis zu schaffen. • Ermöglichung einer leistungsfähigen Ausstattung der Forschungseinrichtungen, um internationale Ausstrahlungskraft zu generieren. • Basis für koordinierten und gebündelten Wissenserwerb in den einzelnen Einrichtungen zu bestimmten Themen.
Wirkungsunterstützende Faktoren	• Langfristig sichergestellte Grundmittelfinanzierung: Planungssicherheit bzgl. der einsetzbaren Ressourcen (z.B. langfristige Vertragsbeziehungen im Gegensatz zur Projektförderung) führt zu einer Stärkung der Wissenschafts-Infrastruktur. • Hochschulen: Anstieg der institutionellen Mittel (z.B. Pakt-Gelder) begründet sich v.a. durch steigende Anforderungen an die Lehre und hat daher keine direkten Auswirkungen auf die Forschungskapazitäten, erhöht aber durchaus die Strategiefähigkeit. • Gleichzeitig wachsende Ausgaben der Länder für die Hochschulen könn(t)en die Wissensbasis der Hochschulen nachhaltig stärken.
Wirkungshemmende Faktoren	• Grundlagenforschung steht in Konkurrenz zu Forderung nach hoher Anwendungsorientierung der Forschung mit ökonomischen Verwertungsperspektiven. • Z.T. geringe Interaktion und Kommunikation mit unternehmerischer FuE. Incentive- und Karrieremodelle basieren auf Erfolgskriterien der Wissenschaft (z.B. referenzierte Publikationen). • Herausforderung: Professionalisierung der Transferaktivitäten und Aufzeigen von Perspektiven der Unternehmensgründung kann zu einer effektiven Verwertung der Forschungsergebnisse beitragen. Eine Voraussetzung ist die Verbesserung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für Wagniskapitalgeber.
Bedeutung für Forschungsstandort D und Innovationsfähigkeit	• Überwiegend Finanzierung von Grundlagenforschung. Diese wird aufgrund besonders starker positiver externer Effekte nur in geringem Umfang vom privaten Sektor betrieben. Daher ist die öffentliche Förderung in diesem Bereich besonders wichtig. • Sicherung der Grundstruktur und der Kapazitäten der deutschen Forschungslandschaft. • Kompetenz, strategische Ausrichtung, Vernetzung und dynamische Entwicklung der deutschen Forschungslandschaft und des Wissenschaftssystems.

Die institutionelle Förderung erreicht vornehmlich Akteure am Beginn der Innovationsprozesskette. Somit wird vor allem die gesellschaftliche Wissensbasis als Voraussetzung für unterschiedliche Innovationsaktivitäten erweitert. Das im internationalen Vergleich ausdifferenzierte Profil von grundlagen- und anwendungsorientierten Forschungsinstituten wird bei einer etwaigen Aufstockung der Mittel gezielt gestärkt, zugleich knüpft dies an die aktuelle Strategie im Pakt für Forschung und Innovation an. Die Exzellenzstrategie des BMBF sieht in ihrer Weiterentwicklung vor, einzelne Exzellenzcluster sowie Exzellenzuniversitäten zukünftig zu fördern. Universitäten und Universitätsverbünde können eine dauerhafte Förderung erwerben, sofern sie die entsprechenden Voraussetzungen (notwendige Anzahl von Exzellenzclustern) weiterhin erfüllen sowie bei der Begutachtung der strategischen Leistungen positiv evaluiert werden. Exzellenzcluster werden für die Dauer von sieben Jahren gefördert und sind fokussiert auf international wettbewerbsfähige Forschungsfelder von Universitäten und Universitätsverbünden. Diesem Effekt der Stärkung, der darauf abzielt, die Innovationspipeline mit möglichst vielen und fundierten neuen Erkenntnissen zu füllen, stehen zwei wesentliche Herausforderungen gegenüber: Das in den Forschungseinrichtungen generierte Wissen erfordert zahlreiche weiterführende und ergänzende Schritte, bevor es eine ökonomische Verwertung erfahren kann. Hier weist Deutschland insbesondere im Gründungsbereich eine äußerst niedrige Dynamik auf, was insbesondere an einer fehlenden Gründungskultur und am fehlenden privaten Wagnis-Kapital liegt. Hier bedarf es eines Venture-Capital-Gesetzes, um attraktive Rahmenbedingungen für Investoren zu schaffen. Gleichzeitig fehlen in den Hochschulen und Instituten der außeruniversitären Forschung (mit Ausnahme der Fraunhofer-Institute) Incentives für Institutsleitung und Forschungspersonal zur Intensivierung ihrer Transferaktivitäten. Sollen die Forschungsergebnisse den Bereich der Wissenschaft verlassen, so stehen viele Institute nicht nur vor der Herausforderung eines organisationalen, sondern auch eines kulturellen Wandels. Zum Zweiten bedarf die Stärkung der Forschungskapazitäten der Hochschulen durch Mittel der Grundfinanzierung eines deutlich stärkeren finanziellen Engagements der Länder, das derzeit nicht absehbar ist.

8.2.2 Projektförderung[21]

Die Projektförderung ist eine zeitlich befristete Förderung (in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses) von definierten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, die in der Regel wettbewerblich auf Basis einer Jury-Bewertung oder anderer Formen der Begutachtung vergeben werden. Sie ist neben der institutionellen Förderung das wichtigste Instrument staatlicher FuE-Politik. Die wichtigsten Parameter der Ausgestaltung sind:

- Zielgruppen: Projektförderung kann sich im Prinzip an alle Akteure richten, die Wissen generieren und zur Verwertung führen, insbesondere Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, staatliche Forschungseinrichtungen, Unternehmen, aber auch unterstützende Akteure wie Berater oder Steuerkreise sowie Anwendungspartner wie z.B. Kommunen und andere öffentliche Partner oder Verbände und Non-Profit-Organisationen,
- Projektförderung kann Technologie-/Themen-spezifisch ausgerichtet sein (Fachprogramme des Bundes) oder offen (BMWi-ZIM) ausgestaltet werden,
- sie umfasst die Optionen der Einzel- bzw. der Kooperationsförderung,
- sie kann den Fokus auf bestimmte Stadien der Wissensgenerierung bzw. der Wertschöpfung legen,
- die Förderung von FuE-Projekten kann mit anderen Instrumenten, v.a. mit Beratung, Innovationsunterstützung (Marktstudien u.ä.), Strategie-/Netzwerkförderung, verknüpft werden.

Projektförderung kann darüber hinaus auch für Infrastruktur, Netzwerkbildung, Koordination oder Strategiebildung eingesetzt werden. Aufgrund ihrer herauszuhebenden Bedeutung im Zusammenhang mit der Erhöhung der FuE-Quote diskutieren wir dies in separaten Teilkapiteln – zunächst Förderung von längerfristigen Verbünden und Netzwerken in Abschnitt 8.2.4 und die Förderung von Koordinations-Plattformen in Abschnitt 8.2.5. Die Auftragsforschung, die in der Regel auch projektbasiert erfolgt, diskutieren wir in Abschnitt 8.2.3.

21 Die Einschätzungen dieses Abschnitts basieren auf den Analysen dieser Studie sowie folgender Literatur: Depner und Vollborth 2016, Frietsch et al. 2016, Heimer et al. 2016, Möller 2016, Rammer et al. 2016, Schade 2015, Astor et al. 2014, Larson et al. 2014, Kulicke et al. 2010, Dubois 2003.

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Projektförderung	
Status-Quo	• Etwa 5,5 Mrd. € in 2016 des Bundes für Projektförderung der Ressorts, darunter rund 1,5 Mrd. € an oder zugunsten von KMU (sowie rund 1,1 Mrd. € in Deutschland wirksame Ausgaben der EU im Rahmen von Horizont 2020).[22] • Instrument wird bereits intensiv genutzt, bietet jedoch weiterhin die Möglichkeit strukturelle Effekte zu erzielen, wenn Bedarfslagen bestimmter Zielgruppen passgenau adressiert werden (vgl. die starke Nachfrage nach ZIM während der Aufstockungsphase und Öffnung für große Mittelständler im Rahmen des Konjunkturpakets II ab 2009). • Projektförderung kann zudem durch thematische Schwerpunktsetzung bei der Umsetzung strategischer Prioritäten der Innovationspolitik eine Rolle spielen. Bislang werden vereinzelt große Fördersummen für einzelne Technologieprogramme ausgegeben (z.B. Mikroelektronik). • Internationale Erfahrungen gibt es z.B. in den USA mit der Konzentration großer Budgets auf missionsorientierte Programme wie DARPA und ARPA-E (mit positivem Fazit, was die Mobilisierung von Wissenschaft und Wirtschaft angesichts der Relevanz der Themen angeht) sowie mit der schockartigen Erhöhung (Verdopplung) des NIH-Budgets in den Jahren 1999-2003, mit der die strukturelle Entwicklung an den Hochschulen nicht Schritt halten konnte.
Impulse und Wirkungen	• Erzielung zusätzlicher FuE-Ergebnisse (verschiedene Output-Formen), die ohne den Förderimpuls nicht oder in geringerem Umfang generiert worden wären. • Bei erfolgreicher Verwertung durch Unternehmen: Mittelfristig erzielbare Umsatz- und Arbeitsplatzeffekte. • Hebelung von zusätzlichen privaten FuE-Investitionen durch notwendige Eigenfinanzierungsanteile von Unternehmens-Projekten. • Ermöglichung von Kooperationen an der Schnittstelle Wirtschaft-Wissenschaft (durch Kooperationsprojekte).
Wirkungsunterstützende Faktoren	• Gut etabliertes Instrument mit hoher Akzeptanz in den unterschiedlichen Zielgruppen. • Reduzierter administrativer Aufwand für Beantragung von Zuwendungen, z.B. ZIM im Vergleich zu Fachprogrammen und europäischer Forschungsförderung. • Verbesserung des Handlungsrahmens für Drittmittelforschung an Hochschulen durch Gewährung von Overhead-Pauschalen: Erhalt oder weitere Erhöhung der Projektpauschalen für Hochschulen dennoch wünschenswert (für BMBF-, ggfs. auch für DFG-Projekte), da die Pauschalen bisher nur eine Teilkompensation der tatsächlich zusätzlich anfallenden Kosten darstellen – additional, d.h. ohne das Fördervolumen an sich anzugreifen. • Erfahrungen aus den USA mit der Verdopplung des NIH-Budgets zeigen, dass eine graduelle Erhöhung es den Einrichtungen besser ermöglichen dürfte, ihre Kapazitäten entsprechend auszurichten und zu steigern als eine abrupte wie im Fall des NIH 1999 geschehen. • Räumliche Nähe: Firmen, v.a. Start-ups profitieren von Hochschulen in der Nähe. • Unterstützung des Mittelstands bei der Bewältigung der Herausforderungen des Strukturwandels, z.B. der Digitalisierung benötigt mehr als Projektförderung, z.B. fachliche/technologische Beratung oder Zugang zu Testanlagen. Erste Ansatzpunkte bieten hier die Mittelstand-4.0-Kompetenzzentren des BMWi.

22 Bundesbericht Forschung und Innovation 2016 sowie eigene Recherchen.

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Projektförderung	
	• Innovationsfreundliche Förderpolitik: – Programme, die nach dem Ende von FuE-Projekten weitergehende Schritte bis zur Markteinführung fördern, existieren bereits (z.B. VIP), müssen aber noch weiter ausgebaut werden, um Risiken in dieser Phase zu mindern oder die Markteinführung zu beschleunigen. – Im Rahmen eines erweiterten Innovationsverständnisses kann auch das Innovationspotenzial sozialer Innovationen gehoben werden, die aufgrund großer Komplexität einer speziellen Projektförderung bedürfen.
Wirkungshemmende Faktoren	• Absorptionsfähigkeit der Zielgruppen ist limitiert: – Unternehmen: Kleine und sehr kleine Unternehmen forschen meist allenfalls gelegentlich, wenn dadurch Vorteile am Markt erwartet werden. – Am meisten Potenzial besteht bei gelegentlich forschenden mittelgroßen Unternehmen (100-499 Mitarbeiter) – vermutete Hürden dafür, kontinuierlich zu forschen: Fehlende Eigenmittel für FuE, fehlendes qualifiziertes Personal; fehlende Kooperationsmöglichkeiten mit Forschungseinrichtungen. – Hochschulen: Drittmittelanteile sind seit 2007/2008 gestiegen, es besteht eine zunehmende Abhängigkeit. • Langfristig: Steigende Anzahl von Fachkräften in der Forschung (sowohl in der Industrie als auch an staatlichen Einrichtungen) ist nötig, um mehr Absorptionsfähigkeit zu sichern.
Bedeutung für Forschungsstandort Deutschland und Innovationsfähigkeit	• Qualifizierung von wissenschaftlichem Nachwuchs an den Hochschulen und Forschungseinrichtungen. • Sicherung und Ausbau der FuE-Kompetenzen in Unternehmen, insbesondere in KMU. • Drittmittelforschung ist ein wichtiges Element der Profilbildung an Universitäten. • Themenoffene und niedrigschwellige Angebote eröffnen eine Teilnahmemöglichkeit für KMU und damit die Möglichkeit, erstmals bzw. überhaupt FuE zu betreiben. • Adressierung von zukunftsrelevanten Problemstellungen durch thematische Programme (z.B. ProMat) oder Forschungsagenden, die Portfolios von Programmen bündeln (z.B. Bioökonomie), möglich, aber noch ausbaufähig (vgl. DARPA oder ARPA-E in den USA).

Insgesamt verfügt Deutschland über ein stark ausdifferenziertes Instrumentarium, das eine hohe Akzeptanz bei den Zuwendungsempfängern genießt. Eine deutliche Aufstockung der Mittel erfordert zunächst den Auf- und Ausbau notwendiger administrativer Kapazitäten in den Ressorts bzw. bei den Projektträgerorganisationen, um entsprechende Prüf- und Bewilligungsprozesse nicht zu verlangsamen.

Die Projektförderung bietet ein hohes innovationspolitisches Gestaltungspotenzial, indem sie zielgruppen-, technologie- oder themenspezifische Akzente setzen kann. Gleichzeitig können – im Einklang mit dem Europäischen Beihilferecht – spezifische Phasen des Innovationsprozesses adressiert und unterstützt werden. Sowohl im Rahmen von KMU innovativ (BMBF) als auch im ZIM (BMWi) zeigten sich in den vergange-

nen Jahren hohe Mobilisierungseffekte im Sinne von hohen Quoten von Erstantragstellern. Für eine Ausweitung KMU-bezogener Instrumente entscheidend ist die Frage, ob es gelingt, sowohl mehr Unternehmen für Projekte der Technologieförderung zu mobilisieren als auch die bereits aktiven Unternehmen zu einer höheren Frequenz und Intensität ihrer FuE-Aktivitäten zu motivieren (vgl. dazu Ausführungen in Kap. 2). Eine mögliche Öffnung der KMU-Definition und damit die Berücksichtigung von mittelständischen Unternehmen mit mehr als 250 sozialversicherungspflichtig Beschäftigten könnte hier einen hohen Mobilisierungseffekt bewirken.

Für eine an gesellschaftlichen Herausforderungen orientierte Innovationspolitik im Rahmen der Hightech-Strategie ist die thematische (missionsorientierte) Projektförderung ein wichtiges Instrument. Wird sie großvolumig aufgesetzt, wie DARPA oder ARPA-E in den USA, kann sie einen guten Mobilisierungseffekt haben.

Eine großvolumige Aufstockung der Projektförderung kann strukturbildend wirken und die Anzahl des FuE-Personals in den geförderten Themen positiv beeinflussen, sofern eine längerfristige Perspektive der Programme gegeben ist. Dies erfordert aber eine gewisse Reaktionszeit bei den Firmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen, sodass eine schrittweise Erhöhung des Förderbudgets ratsam ist.

8.2.3 Auftragsforschung

Der Bund finanziert im Rahmen der Ressortforschung mit Forschungsaufträgen an Dritte Auftragsforschung. Hierbei werden insbesondere Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, staatliche Forschungseinrichtungen und Unternehmen für die Übernahme und Durchführung von Forschungsaufgaben angesprochen. Die Vergabe von FuE-Projekten erfolgt durch die Ressorts oder durch die Bundeseinrichtungen.

Darüber hinaus kann Auftragsforschung durch private Auftraggeber initiiert werden, indem Unternehmen FuE-Aufträge an andere Unternehmen, Hochschulen oder außeruniversitäre Forschungseinrichtungen vergeben. FuE-Aufträge aus der Wirtschaft an Hochschulen und Forschungsinstitute umfassen rd. 1,8 Mrd. € in 2015 (Stifterverband 2017). Dieser Aspekt wird nicht weiterverfolgt, da hier vor allem das Engagement der Unternehmen von Bedeutung ist. Ggf. kann die Bereitschaft zur Beauftragung Dritter mit Forschungsleistungen durch die steuerliche Anerkennung von FuE-Ausgaben gestärkt werden.

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Auftragsforschung	
Status-Quo	• Keine Angaben zum Volumen der staatlich finanzierten Auftragsforschung in öffentlichen Einrichtungen verfügbar. • Für die Fachressorts der Bundesregierung stellen Ressort- und Auftragsforschung ein wesentliches Instrument für eine evidenzbasierte Politikgestaltung dar. Insbesondere die Auftragsforschung kann dabei kurzfristig thematische Bedarfe abdecken, die nicht im Grundstock der Expertise der Ressortforschungseinrichtungen vorgehalten werden.
Impulse und Wirkungen	• Steigerung der Nachfrage nach FuE-Leistungen von FuE-betreibenden Unternehmen sowie universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. • Anregung des Wettbewerbs im Bereich von FuE-Leistungen und somit indirekte Förderung von Innovationen sowie der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. • Förderung bestimmter Fachbereiche und Themen mit relevanten Impulsen auch in die wissenschaftlichen Communities hinein. • Förderung der angewandten Forschung und der Verwertung von Ergebnissen. • Adressierung gesellschaftlicher Herausforderungen, z.B. durch den Umweltforschungsplan (UFOPLAN).
Wirkungsunterstützende Faktoren	• Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen/Hochschulen: – Umsatzsteuerbefreiung der öffentlich finanzierten Auftragsforschung (unter bestimmten Voraussetzungen; Verortung des Auftrags im gemeinnützigen Bereich). – Professionalisierung der Transferaktivitäten an HS und AUF kann Interesse an Auftragsforschung steigern. • An gesellschaftlichen Herausforderungen orientierte Innovationspolitik ("missionsorientierte" Innovationspolitik), wie die Hightech-Strategie sie vorsieht, erhöht den Bedarf an umsetzungsorientierter Forschung.
Wirkungshemmende Faktoren	• Absorptionsfähigkeit auf Auftragnehmerseite ist begrenzt: – Projekte der Auftragsforschung stehen in Konkurrenz zur originären Forschungsplanung der Einrichtungen, die zu großen Teilen grundfinanziert sind (Hochschulen, AUF, Bundeseinrichtungen). – Entsprechend spezialisierte Unternehmen und angewandte Forschungseinrichtungen müssten auf eine Ausweitung der Auftragsforschung zunächst mit Kapazitätsausbau reagieren. – Keine Projektpauschalen für Overhead-Kosten für Hochschulen im Rahmen der Auftragsforschung.
Bedeutung für Forschungsstandort Deutschland und Innovationsfähigkeit	• Gezielte Bearbeitung politikrelevanter Forschungsfragen. • Förderung des Wissens- und Technologietransfers als erfolgreiche Quelle für Innovation. • Stärkung verwertender Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen.

Eine intensivierte Nutzung der staatlich finanzierten Auftragsforschung ist an zwei wesentliche Prämissen geknüpft: Die Ressorts müssen in der Lage sein, ihren Forschungsbedarf eindeutig zu artikulieren und in Ausschreibungsverfahren bzw. direkten Auftragsvergaben umzusetzen. Hierzu müssen sowohl innerhalb der Ressorts als auch ggf. in einer ressortübergreifenden Abstimmung frühzeitig entsprechende Finanzierungspläne

erstellt werden. Da zahlreiche Themen und Forschungsfragen gleichzeitig in den Fachprogrammen, bestehenden oder neu geschaffenen Strukturen (wie z.B. den Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung) oder (Spitzen-) Clustern bearbeitet werden, sind ergänzende Verfahren zur Identifikation der jeweiligen Forschungsbedarfe vorzusehen. Zum Zweiten stehen entsprechende Forschungsaufträge in Konkurrenz zu sonstigen strategischen Forschungsprogrammen bzw. wettbewerblich eingeworbenen Drittmitteln der Hochschulen sowie der außeruniversitären Forschung. Aus diesem Grund ist marktseitig von einer begrenzten Aufnahmekapazität auszugehen, zumal der zentrale Weg der Stärkung der wissenschaftlichen Reputation, die Veröffentlichung, hier möglicherweise nur eingeschränkt verfolgt werden kann.

8.2.4 Entwicklung von organisationsübergreifenden Innovationsstrategien und innovativen Netzwerken[23]

Die Bundesregierung unterstützt die strategische (Neu-) Ausrichtung von wissenschaftlichen Einrichtungen und Hochschulen sowie die Bildung und Intensivierung von Netzwerken bzw. Clustern mit einer Reihe von spezifischen Programmen und Initiativen. Diese dienen der Vernetzung der Akteure in Innovations- und Wertschöpfungsnetzwerken, der Neuentwicklung strategischer Forschungsschwerpunkte, der Entwicklung regionaler Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels sowie der Verbesserung und Professionalisierung der Transferschnittstellen zwischen Forschung und Verwertung. Hierzu zählen u.a. folgende Förderprogramme und -initiativen:

- go-cluster,
- Spitzencluster-Wettbewerb im Rahmen der Hightech-Strategie,
- Unternehmen Region - Innovationsinitiative für die Neuen Länder,
- Exzellenzinitiative Spitzenförderung von Hochschulen,
- Forschungscampus,
- Innovative Hochschule.

23 Dieser Abschnitt bezieht sich auf die folgenden Quellen: Bundesministerium für Bildung und Forschung: "Bundesbericht Forschung und Innovation 2016 – Forschungs- und innovationspolitische Ziele und Maßnahme", Mai 2016; Datenportal BMBF http://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/bufi.html; Möller (2016), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: "Abschlussbericht Evaluation des Programms go-cluster des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie", Berlin, Februar 2016; Bundeshaushaltsplan 2016 https://www.bundeshaushalt-info.de/fileadmin/de.bundeshaushalt/content_de/dokumente/2016/soll/epl06.pdf; Fornahl et al.: "Cluster als Paradigma der Innovationspolitik - Eine erfolgreiche Anwendung von Theorie in der politischen Praxis?", 2015.

Zielgruppen dieser Maßnahmen sind insbesondre Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, staatliche Forschungseinrichtungen und in den jeweiligen Cluster- und Netzwerkinitiativen Unternehmen.

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Förderung der Entwicklung von Strategien und Netzwerken	
Status-Quo	• Die ersten fünf aufgelisteten Programme kamen in 2016 auf ein Fördervolumen von näherungsweise 970 Mio. €. • Für die Maßnahme Innovative Hochschule sind 550 Mio. € für den Zeitraum 2017-2027 vorgesehen. • Die Ergänzung der Projektförderung durch Maßnahmen der Strategie- und Netzwerkförderung hat in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen. • Mit diesen Maßnahmen sollen auch Strukturen, Prozesse und Interaktionsformen innerhalb von Wissenschaftseinrichtungen und zwischen diesen und weiteren Innovationsakteuren verändert und verstetigt werden. • Die Kooperation von (kleinen und mittelständischen) Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen soll durch gemeinsame Netzwerk- und Clusteraktivitäten und daraus resultierenden FuE-Projekten sowie die Schaffung entsprechender Strukturen (Forschungscampus) intensiviert werden. • Cluster- und Netzwerkförderung zielt darüber hinaus auf die Stärkung von Regionen im nationalen und internationalen Standortwettbewerb und ist z.T. mit spezifischen Strategieentwicklungskomponenten ausgestattet (Unternehmen Region).
Impulse und Wirkungen	• (Mittel- bis langfristige) Bündelung von FuE-Kompetenzen und -Kapazitäten verschiedener Akteure unter einer gemeinsamen Forschungsstrategie. • Schaffung von Synergieeffekten durch kooperative Forschung bei gleichzeitiger Veränderung der Kommunikations- und Kooperationsstrukturen. • Arbeitsteilige Entwicklung und Bearbeitung komplexer Forschungsthemen mit hoher Zukunftsrelevanz. • Weiterentwicklung und Ausbau des Kompetenzprofils von Forschungseinrichtungen, Hochschulen und weiteren (Spitzen-) Clusterakteuren. • Initiierung von Zukunftsprojekten. • Nachhaltige regionale Entwicklung durch strategiegeleitete Initiativen und Netzwerkaktivitäten. • Impulse zur Strategiefindung bereits in der Antragsphase, die ggf. auch bei nicht erfolgter Förderung weiterverfolgt werden. • Mobilisierung von privaten Mitteln und Anstoß von Folgeinvestitionen: Bei Unternehmen insbesondere für die Verwertung von Forschungsergebnissen; bei universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen insbesondere für die Weiterentwicklung und Professionalisierung der Forschungs-, Kooperations- und Transferinfrastrukturen.

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Förderung der Entwicklung von Strategien und Netzwerken	
Wirkungsunterstützende Faktoren	• Hohe Motivation insbesondere bei neuen Forschungsthemen, die eine übergeordnete strategische Bedeutung besitzen und zugleich in der Bearbeitung einzelne Akteure überfordern (finanziell, Kompetenzprofil). • Absorptionsfähigkeit v.a. bei großen und bereits forschungsstarken Universitäten, AUF sowie bei Großunternehmen am höchsten – sie bilden Kristallisationskerne, um die sich kleinere HS und KMU versammeln. • Qualitätspakt Lehre und Pakt für Forschung und Innovation tragen dazu bei, dass HS und AUF strategische Kapazitäten ausbauen können. • Gezielte Bearbeitung der Schnittstellen der Innovationsprozesskette durch die Strategieverantwortlichen und Netzwerkmanager.
Wirkungshemmende Faktoren	• Cluster: Anforderung an regionale Nähe der Akteure schränkt Teilnehmerkreis ein (ggf. unvollständige Kompetenzen). • Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen: – verfolgen Aufgaben des Transfers bzw. des Cluster- oder Netzwerkmanagements nicht prioritär, Fehlen von organisatorischen Antworten, Strukturen und verwertungsorientiertem Personal für diese Aufgaben. • Finanzierung der Netzwerke und Cluster häufig auf Zuwendungen angewiesen, Problem selbsttragende Strukturen zu entwickeln (gilt auch für Transfer- und Verwertungsaktivitäten).
Bedeutung für Forschungsstandort Deutschland und Innovationsfähigkeit	• Leistungsfähigkeit von Forschungseinrichtungen und Unternehmen steigt im Rahmen der Einbettung in vernetzte, kooperationsorientierte Strukturen mit gemeinsam entwickelten Forschungsstrategien. • Nachhaltige Stärkung des Innovations- und Wirtschaftsstandorts Deutschland durch überregional/international wahrnehmbare Positionierung. • Gebündelte Kapazitäten, Know-how und frühzeitige Aktivitäten ermöglichen eine starke Positionierung Deutschlands als Leitmarkt in globalen Themen. • Erfolgreiche Netzwerk- und Clusterstrukturen ziehen international agierende Unternehmen an. • Differenzierung der Hochschullandschaft und Bildung von exzellenten Polen in Metropolregionen, während das Gelingen nachhaltiger regionaler Entwicklung rund um kleinere Hochschulen bzw. in der wenig industrialisierten Peripherie noch fraglich ist.

Die Förderung von Strategien und Netzwerken mit einem regionalen, sektoralen Anwendungs- oder Forschungsbezug gilt als vielversprechender Hebel, um einerseits Prozesse des Strukturwandels zu beschleunigen und andererseits die Sichtbarkeit von Akteursgruppen, die sich in diesem Kontext gemeinsam engagieren, zu erhöhen. Die bundespolitische Perspektive zielt einerseits auf die Identifikation der vielversprechendsten Potenziale, andererseits auf die Erprobung neuer Instrumente der kollaborativen Innovationsförderung. Gleichzeitig engagieren sich die Länder und andere Akteure in der Vernetzung und in der Optimierung des Wissens- und Technologietransfers, sodass eine Ausweitung dieses förderpolitischen Ansatzes einer kritischen Potenzialanalyse mit einer Identifikation der bundespolitischen Interessen und Verantwortlichkeiten bedarf.

8.2.5 Förderung von Plattformen zur Koordination[24]

Die Förderung von Plattformen zur Koordination ist nicht ganz überschneidungsfrei zu definieren, was die in 8.2.4 thematisierte Förderung von Strategien und Netzwerken angeht. Wichtige Unterscheidungskriterien sind: Plattformen zur Koordination sind meist national oder auch international angelegt, während die komplexen Verbünde des vorigen Kapitels häufig regionale Fixpunkte aufweisen. Sie entstehen aus einem übergeordneten Interesse heraus als nationale oder internationale Plattformen, die in der Regel nicht einem reinen Forschungsziel dienen, sondern auf eine Bedarfslage bzw. ein Zukunftsthema ausgerichtet sind ("Missionsorientierung"). Meist haben sie den strategischen Auftrag, eine nationale/internationale Forschungsagenda zu entwickeln, ggf. Prozesse der Normierung oder Standardisierung voranzutreiben sowie die Akteure eines (neuen) Themenfelds miteinander zu vernetzen und bereits bestehende Aktivitäten der Unternehmen und der öffentlichen Forschung zu koordinieren.

Sie haben das Potenzial, große öffentliche und private Budgets zu bündeln und zu mobilisieren, und werden daher als eigene Kategorie in dieser Studie vorgestellt. Beispiele sowie weitere mögliche Ausgestaltungsmerkmale sind:

- Zukunftsprojekte der Bundesregierung im Rahmen der Hightech-Strategie: Im Rahmen der HTS gibt es unterschiedliche Innovations- und Dialogplattformen, die der Umsetzung von Prioritäten der Hightech-Strategie dienen. Wie viel FuE-Budget im Einzelnen durch die Plattformen gebündelt wird bzw. für gemeinsam koordinierte Aktivitäten mobilisiert wird, ist nicht erfasst
- Die nationale Nanotechnologie-Initiative der US-amerikanischen Bundesregierung ist im Unterschied zu obiger Beschreibung eine rein technologieorientierte Koordinationsplattform. Bemerkenswert an ihr sind folgende Aspekte: Sie finanzierte über einen Zeitraum von 15 Jahren (2000-2015) hinweg Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung in der Nanotechnologie mit bis zu 1 Mrd. US-Dollar jährlich und koordinierte dabei die entsprechenden Programme von fünf beteiligten öffentlichen Forschungsförderern. Sie sollte nicht nur kritische Masse in der Wissenschaft und Wettbewerbsfähigkeit der Industrie herstellen, sondern auch für adäquate Ressourcen in der Ausbildung und genügend Fachkräfte sorgen. Die gesellschaftliche Komponente nahm eine wichtige Stellung im Rahmen der Initiative ein, um eine verantwortungsbewusste Entwicklung der Technologie sicherzustellen.
- Smart-Grid-Demonstrator-Projekt auf der Insel Jeju in Südkorea: Finanziert als öffentlich-private-Partnerschaft können die beteiligten Firmen sowie weitere KMU die bereitgestellte Test-Infrastruktur nutzen und sich für gemeinsame Projekte vernetzen. Für die Jahre 2009-2013 betrug der öffentlich finanzierte Anteil etwa 45 Mio. €, der von den Unternehmen finanzierte Anteil ist etwa dreimal so hoch.

[24] Verwendete Literatur: Frietsch et al. (2016: 62 ff.).

- European Technology Platforms verfolgen Strategie- und Netzwerkziele, sind im Unterschied zu den o.g. allerdings rein industriegetrieben und ohne direkte öffentliche Finanzierungsanteile, können aber z.B. Konsortien im Rahmen von Horizon-2020-Projekten initiieren.

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Förderung von Plattformen zur Koordination	
Status-Quo	• Volumenangaben für die Bundesförderung nicht möglich. • Bietet Potenzial für die Zukunftsprojekte der Hightech-Strategie bzw. darüber hinaus für neue große gesellschaftliche Missionen, gezielt öffentliche und private Finanzierung bereitzustellen. • Befördert die Koordination von Forschungs- und Innovationsakteuren sowie von Fördergebern und weiteren wichtigen Akteuren. • Befördert die Bildung kritischer Masse in neuen Forschungsfeldern. • Ermöglicht die strategische Ausrichtung auf neue Themen.
Impulse und Wirkungen	• Hebelung privaten Kapitals. • Bereitstellung von Infrastruktur, z.B. gemeinsame Entwicklungsumgebungen oder auch Pilotanlagen (letzteres z.B. durch Großunternehmen). • Kooperationen von Wirtschaft (v.a. KMU) und Wissenschaft in strategisch ausgerichteten und längerfristig orientierten Innovations- und Wertschöpfungsnetzwerken. • Plattform zur Aushandlung von strategischen Forschungsagenden auf der Basis vorgegebener politischer Prioritäten und unter Beteiligung der forschenden und umsetzungsrelevanten Akteure. • FuE-Ergebnisse, die Beiträge zur Erreichung der Missionen leisten. • Langfristiges Commitment und Koordination der Ressourcen aller Beteiligten.
Wirkungsunterstützende Faktoren	• Großunternehmen können voranschreiten und KMU in ihrem Netzwerk mobilisieren. • Ausstattung der ausgehandelten Forschungsagenden mit Programmen der Projektförderung. • Bereitstellung von Kapital und professioneller Expertise zur Gestaltung der Schnittstellen zwischen Forschung und Verwertung bzw. Umsetzung.
Wirkungshemmende Faktoren	• Bereitstellung von Budget aus dem Bundeshaushalt erfordert Interaktion innerhalb des BMBF und zwischen den Ministerien. • Beihilferecht setzt Schranken für die Förderung marktnaher Aktivitäten.
Bedeutung für Forschungsstandort Deutschland und Innovationsfähigkeit	• Strategiebildung für die Adressierung von zukunftsrelevanten Problemstellungen (Missionen). • Vernetzung der Akteure, insbesondere der KMU, in (neuen) Innovations- und Wertschöpfungsnetzen. • Voraussetzung für international erfolgreiche Vernetzung (z.B. Möglichkeit der Einflussnahme in Normungsprozessen).

Ein stärkeres Engagement des Bundes in der Konstituierung und Finanzierung forschungsstrategischer Plattformen setzt einen intensiven Konsultationsprozess mit Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen voraus. Die Plattformen verfolgen stets das Ziel, übergeordnete Forschungsfragen zu bearbeiten, die für einzelne Akteure ebenso wie für Kooperationsverbünde eine (finanzielle) Überforderung darstellen oder aber in der Verwertungsperspektive einen langen Atem erfordern, der betriebliche Investitionszyklen übersteigt. Kritische Größen in der Zusammensetzung der Akteure und Kompetenzen sind ebenso eine Voraussetzung des Erfolgs wie die Bereitschaft der privatwirtschaftlichen Akteure, sich in hohem Umfang mit eigenen finanziellen und personellen Ressourcen zu beteiligen. D.h. mit den Plattformen können private FuE-Investitionen in beträchtlichem Umfang mobilisiert und auf zentrale Forschungsfragen fokussiert werden. Dieses Grundprinzip – verbunden mit der thematischen Konzentration auf übergeordnete Herausforderungen – führt zu einer Selektivität dieses förderpolitischen Ansatzes, der nicht lediglich auf Basis eines Mittelaufwuchses vervielfältigt werden kann. Es müssen stets ausreichend (Groß-) Unternehmen mobilisiert werden, die mit Politik und Forschung ein Commitment erzielen, sich über mehrere Jahre gemeinsam mit den Partnern dieser Plattform in Forschungsaktivitäten zu engagieren. Gleichzeitig müssen die Regeln der Verwertung definiert und von den Partnern respektiert werden.

Unter einer globalen Wettbewerbsperspektive ist wünschenswert, dass sich diese Plattformen für internationale Kompetenzträger öffnen bzw. auf einer europäischen Ebene angesiedelt werden. Nur dann können nationale und europäische Akteure im globalen Maßstab agieren, technologische Entwicklungspfade definieren und prägen sowie Normen und Standards beeinflussen.

8.2.6 Steuerliche FuE-Förderung[25]

Eine Einführung von Maßnahmen der steuerlichen FuE-Förderung in Deutschland ist seit Jahren ein wesentlicher Bestandteil des innovationspolitischen Diskurses. Mit der steuerlichen FuE-Förderung können die Kosten der Forschung für alle forschenden Unternehmen reduziert werden, unabhängig von der Teilnahme an spezifischen Förderprogrammen, in denen Zuschüsse für zusätzliche oder hochriskante FuE-Aktivitäten gewährt werden.

25 Im Wesentlichen stützen sich die Ausführungen auf die aktuelle Studie von Spengel et al. (2017). Diese reflektiert sowohl die nationale als auch die internationale Diskussion und Wirkungsforschung und basiert in ihren Berechnungen auf einem eigenen Simulationsmodell. Eine stärker die Ambivalenzen betonende Position vertritt dagegen Belitz (2015). Des Weiteren wurde eine ältere Studie genutzt, die sich auch mit den Fragen der Administration befasste: Astor und Heimer (2008).

Im Hinblick auf die Ausgestaltung zeigen internationale Vergleiche, dass vor allem folgende Fragen zu beantworten sind:

- Soll die steuerliche FuE-Förderung allen Unternehmen in gleichem Maße gewährt oder nach einzelnen Zielgruppen (vor allem KMU) differenziert werden?
- Welche Aufwendungen sollen steuerlich geltend gemacht werden können (Personalkosten, Sachkosten, FuE-Aufträge an Dritte)?
- Werden vornehmlich Gutschriften auf die Steuerschuld gewährt oder werden auch Erstattungen, z.B. in Jahren mit unternehmerischen Verlusten, getätigt?
- Können die FuE-Aufwendungen in unbegrenzter Höhe geltend gemacht werden oder sind Kappungsgrenzen vorgesehen?
- Wie lässt sich die Höhe bestimmen, mit der ein größtmöglicher Mobilisierungseffekt erzielt werden kann?
- Nicht zuletzt: Inwieweit werden sich die steuerlichen Einnahmen der öffentlichen Haushalte verringern und wie kann hier eine Kompensation der jeweiligen Haushalte erfolgen?

Insbesondere in der nationalen Debatte wurde auch ein mögliches Spannungsverhältnis von technologieoffenen Zuschussförderprogrammen für Einzelprojekte und der steuerlichen FuE-Förderung thematisiert. Beide Instrumente wenden sich an die Breite der forschenden Unternehmen und nutzen einen vergleichbaren Ansatz der Legitimation.

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Steuerliche Förderung von FuE-Aktivitäten in Deutschland	
Status-Quo	• Derzeit keine spezifische Maßnahme, die Ausgaben und Investitionen in Forschung und Entwicklung steuerlich gegenüber den sonstigen betrieblichen Ausgaben und Investitionen begünstigt. • Diskussion zur Einführung wird seit längerem geführt, um einerseits zusätzliche Impulse für eine Intensivierung der FuE-Tätigkeit in forschenden Unternehmen zu setzen und andererseits Standortnachteile gegenüber anderen Staaten (z.B. Österreich) auszugleichen.
Impulse und Wirkungen	• Steuerliche Gutschriften oder Rückflüsse eröffnen den begünstigten Unternehmen zusätzliche finanzielle Handlungsspielräume. • Die Verringerung der Forschungskosten in Unternehmen soll diese incentivieren, FuE-Aktivitäten in größerem Umfang durchzuführen oder diese auf einem höheren Niveau zu verstetigen. • Eine Wirkung kann vor allem bei den Unternehmen erwartet werden, die bereits jetzt zumindest über Innovationsaktivitäten verfügen oder forschen. • Internationale Erfahrungen verweisen auf positive Effekte.[26]

26 Vgl. insbesondere die genannte aktuelle Studie von Spengel et al. (2017: 23ff.).

Bewertung und Einordnung der Instrumente der FuE-Förderung: Steuerliche Förderung von FuE-Aktivitäten in Deutschland	
Wirkungsunterstützende Faktoren	• Begünstigt werden alle Unternehmen am Standort, ohne dass eine Teilnahme an Auswahlverfahren oder Wettbewerben erforderlich ist. Die Zielgruppe forschende Unternehmen wird damit vollständig erreicht. • Die Steuerersparnis ist – im Einklang mit den steuerrechtlichen Festlegungen – planbar und nicht von Entscheidungen einer Förderadministration abhängig. • Die Verwendung der Steuerersparnisse liegt in der Handlungsautonomie der Unternehmen und ist nicht an bewilligte Projektpläne oder Konsortialvereinbarungen gebunden. • Forschende Unternehmen nehmen wahr, dass dieser Teil ihrer Geschäftstätigkeit gezielt durch staatliche Maßnahmen unterstützt wird.
Wirkungshemmende Faktoren	• Die Inanspruchnahme ist wesentlich davon abhängig, wie die steuerrechtlichen Regelungen ausgestaltet sind. Neue Steuertatbestände widersprechen prinzipiell der Forderung nach Vereinfachung des Steuerrechts. • Zweifelsfälle und Rückforderungen der Finanzämter können das Instrument ggf. diskreditieren. • Die Prüfung der Forschungstätigkeit und Förderwürdigkeit entsprechender Ausgabenpositionen erfolgt durch die Finanzbehörden, denen hierzu fachliches Know-how fehlt. • Bei einer steuerlichen Forschungsförderung wächst der Legitimationsdruck technologieoffener Einzelprojektförderung, die prinzipiell ebenfalls von jedem forschenden Unternehmen mit jedem Forschungsthema in Anspruch genommen werden können.
Bedeutung für Forschungsstandort Deutschland und Innovationsfähigkeit	• Im internationalen Vergleich würde Deutschland mit der steuerlichen FuE-Förderung im Instrumentarium der innovationsunterstützenden Maßnahmen "nachziehen", d. h. für vergleichbare Standortbedingungen sorgen. • In jedem Fall ist in den Jahren nach Einführung mit einem zusätzlichen Mobilisierungseffekt zu rechnen – sowohl bei innovierenden Unternehmen, die weiterführende FuE-Aktivitäten aufnehmen, als auch bei forschenden Unternehmen, die verlässlich und planbar ihre FuE-Kosten verringern und gleichzeitig zusätzliche Handlungsspielräume gewinnen. • Im OECD-Vergleich stehen KMU in Deutschland mit einem niedrigen FuE-Anteil am BIP auf einer Position im unteren Drittel des Rankings. Hier scheint ein zusätzlicher Stimulus dringend erforderlich. • Gleichwohl gehören gerade Großunternehmen in Deutschland in vielen Feldern bereits jetzt zu den forschungsintensivsten Europas. Diese würden bei einer etwaigen Deckelung bzw. Kappung jedoch in geringerem Umfang von dieser Maßnahme profitieren.

Der steuerlichen FuE-Förderung kann als ergänzender Förderansatz ein hoher Mobilisierungseffekt bei privaten FuE-Investitionen insbesondere bei den bereits forschenden kleinen und mittelständischen Unternehmen zugerechnet werden (vgl. auch Kap. 5.4). Eine Fokussierung der Maßnahme auf einzelne Zielgruppen hätte jedoch zur Folge, dass

diese im Einklang mit den Bedingungen des Gemeinschaftsrahmens für staatliche Beihilfen für Forschung, Entwicklung und Innovation von der Europäischen Kommission genehmigt werden müsste. Eine nicht-selektive Ausgestaltung als Veränderung des Steuerrechts für alle steuerpflichtigen Subjekte würde dagegen zu hohen Steuerausfällen führen, da auch alle Großunternehmen ihre FuE-Aufwendungen vollumfänglich steuerlich geltend machen würden. Gleichzeitig ist in dieser Zielgruppe nicht mit einer deutlichen Ausweitung ihrer FuE-Aktivitäten aufgrund dieser Maßnahme zu rechnen.

8.3 Zusammenfassung und Fazit

Die Analyse des Förderinstrumentariums zeigt unterschiedliche Ansätze, mit denen eine Steigerung der FuE-Ausgaben motiviert und incentiviert werden kann. In der **Projektförderung** gilt es vor allem die kleinen und mittelständischen Unternehmen zu adressieren. Einerseits weisen deren Forschungsausgaben große Schwankungen auf, sodass eine Verstetigung der FuE-Aktivitäten auf einem höheren Niveau deutliche quantitative Effekte zeigen würden. Andererseits kann in diesen Unternehmen von einer schnellen Verwertung der Forschungsergebnisse ausgegangen werden, da FuE zumeist mit einer unmittelbaren Marktperspektive verknüpft ist. D.h. auf Basis einer höheren Innovationsintensität ist auch eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit dieser Unternehmen zu erwarten.

- Mit einer Stärkung technologieoffener Förderansätze erhalten die Unternehmen ein hohes Maß an Flexibilität und Handlungsautonomie.
- Durch eine Öffnung der Zielgruppen von Programmen der Innovationsförderung durch Einbeziehung mittelständischer Unternehmen von 250 bis 1.000 Mitarbeiter wird die Innovationsbasis in der Breite gestärkt. Die Förderung konzentriert sich häufig auf die klassischen KMU[27], wobei der modernisierte FuE-Beihilferahmen einen größeren Spielraum eröffnet.[28] Dieser sollte bei künftigen Notifizierungen neuer Programme intensiver genutzt werden.
- Mittels einer stärkeren Berücksichtigung von sozialen und strategischen Aspekten des Innovationshandelns in der FuE-Förderung können Impulse für Veränderungen der Innovationskultur in den Unternehmen gesetzt werden. Dies umfasst sowohl eine intensivere Auseinandersetzung mit innovativen Dienstleistungen als auch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle.

[27] Bis 250 Beschäftigte.

[28] Europäische Kommission, Mitteilung der Kommission (2014): Unionsrahmen für staatliche Beihilfen zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation (2014/C 198/01).

In der **institutionellen Förderung** wird mit dem Pakt für Forschung und Innovation ein wichtiger Schritt geleistet, um die außeruniversitäre Forschung in Deutschland nachhaltig zu stärken. Die Stärkung der Forschungsbasis, auch in grundlagenorientierten Projekten und Disziplinen, sollte weiterhin fortgesetzt werden. Gleichzeitig müssen jedoch die Grundfinanzierung und die Möglichkeiten zur Durchführung eigenfinanzierter Forschung an den Hochschulen in den Mittelpunkt gerückt werden. Hier wird Forschung in einem zunehmenden Ausmaß drittmittelfinanziert durchgeführt. Dies hat einerseits zur Folge, dass zusätzliche Ressourcen (Personal, Infrastruktur) genutzt werden, die über die unmittelbaren Vorhabenkosten hinausgehen. Hier bieten die aktuell gewährten Pauschalen lediglich eine Teilkompensation. Andererseits werden die Möglichkeiten der grundfinanzierten Forschung kontinuierlich eingeschränkt, da sich Handlungsspielräume verringern (Aufgaben von Lehrstuhlinhabern und des Forschungspersonals in Lehre, Drittmittelforschung, Transfer etc.). Angesichts tendenziell rückläufiger Studierendenzahlen ist es daher von besonderer Bedeutung, dass die Finanzierung nicht "nach unten" angepasst wird, sondern neue Spielräume der grundfinanzierten Forschung an Hochschulen eröffnet werden.

Die **steuerliche Forschungsförderung** bildet den dritten zentralen Stellhebel, wie auch im Kap. 6 ausgeführt. Zu entscheiden ist hierbei, inwieweit unterschiedliche Zielgruppen in unterschiedlicher Intensität hiervon profitieren sollen. Dabei ist sowohl eine Unterscheidung nach Größe als z.B. auch Forschungsintensität möglich. Die Ausgestaltung des Instrumentariums ist auch entscheidend für das Mittelvolumen, das die öffentlichen Haushalte zur Kompensation der Steuerausfälle bereitstellen müssen.

Die weiteren Instrumente der **Auftragsforschung**, der **Strategie- und Netzwerkbildung** sowie von **Plattformstrategien** sind in ihrer Hebelwirkung schwer einzuschätzen. Eine deutliche Stärkung könnten diese erfahren, wenn sie einen gemeinsamen Fokus im Rahmen einer ressortübergreifenden und **missionsorientierten Forschungspolitik** erhielten.[29] Die Entwicklung neuer Leitbilder, wie z.B. einer zirkulären Ökonomie, bietet hier Ansatzpunkte, um Forschungsfragen disziplinen-, branchen- und akteursübergreifend neu zu formulieren und damit spezifische Impulse zu setzen. Mit der High-Tech-Strategie wurden bereits entsprechende Grundlagen geschaffen, die in einem partizipativen Prozess auf die "Grand Challenges" ausgerichtet und mit entsprechenden Finanzierungsmechanismen, v.a. durch **Projektförderung** aber auch durch andere Modelle unter Beteiligung der Industrie ausgestattet werden sollten.

[29] Vgl. Dachs et al. (2015).

In Zusammenhang mit der Stärkung der FuE-Basis an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen besteht gleichzeitig die Herausforderung, innovationsfreundliche Strukturen und Rahmenbedingungen weiter auszubauen. Hierzu gehören insbesondere ein Venture-Capital-Gesetz, das attraktive Rahmenbedingungen für private Investoren schafft, und eine weitere Professionalisierung der Transferstrukturen an den Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

In der Einzelbetrachtung der Instrumente hat sich gezeigt, dass die **Absorptionsfähigkeit** der Zielgruppen der limitierende Faktor für eine verstärkte Investition in FuE ist. Dies heißt vor allem, dass eine Erhöhung der FuE-Ausgaben auf 3,5% eine verstärkte Nachfrage nach FuE-Personal sowohl im privaten als auch im öffentlichen Sektor nach sich ziehen würde. Diese kann nur durch eine gleichzeitig verstärkte Investition in die Hochschulausbildung durch die Länder befriedigt werden. Zusätzlich bedarf es wegen der zu erwartenden tendenziell sinkenden Studierendenzahl auch einer entsprechenden Strategie zur Fachkräftegewinnung im Rahmen der Zuwanderungspolitik der Bundesregierung.

9 Schlussfolgerungen

Primäre Aufgabe der hier vorgestellten Untersuchungen war es, Ansatzpunkte für eine Erhöhung der FuE-Quote in Deutschland auf 3,5% (Anteil am BIP) im Jahr 2025 zu identifizieren. Ein Ansatzpunkt lag in der Analyse von Potenzialen in der Gruppe der kleinen und mittelgroßen Unternehmen. Dabei ging es sowohl um die Möglichkeiten, die Anzahl forschender KMU zu erhöhen als auch um die Steigerung der FuE-Ausgaben in bereits FuE-aktiven Unternehmen. Ein anderer Ansatzpunkt betraf die möglichen Beiträge zu höheren FuE-Ausgaben durch den bis 2025 zu erwartenden technologischen Wandel in Deutschland. Eine zweite Aufgabe war, die Auswirkungen einer Erhöhung der FuE-Quote auf 3,5% bis 2025 auf Wertschöpfung und Beschäftigung mithilfe von makroökonomischen Modellrechnungen zu quantifizieren. Eine dritte Aufgabe war es schließlich, geeignete Instrumente zur Steigerung der FuE-Ausgaben in Deutschland zu diskutieren und mit Blick auf ihren Beitrag zur Erreichung des 3,5%-Ziels zu bewerten.

9.1 Zusammenfassung

Grundsätzlich ist es realistisch, die FuE-Quote in Deutschland bis 2025 auf 3,5% zu erhöhen. So würde eine Fortsetzung der FuE-Ausgabensteigerung im Zeitraum 2005-2015 bis zum Jahr 2025 ausreichen, um die Zielmarke zu treffen. Zwischen 2005 und 2015 stieg die gesamtwirtschaftliche FuE-Quote in Deutschland um 0,5 Prozentpunkte von 2,5 auf 3,0%. Die FuE-Ausgaben nahmen in diesem Zeitraum (in Preisen von 2015 gerechnet) um rund 27 Mrd. € auf knapp 91 Mrd. € zu. Die Anzahl des FuE-Personals (in Vollzeitstellen) erhöhte sich um ca. 175.000 Stellen auf knapp 651.000.

Unterstellt man ein durchschnittliches jährliches Wachstum des BIP in Deutschland von 1,5%, dann müssten die FuE-Ausgaben zur Erreichung des 3,5%-Ziels bis 2025 – gemessen in Preisen von 2015 – im Vergleich zu 2015 um rund 35 Mrd. € auf ca. 125 Mrd. € ausgeweitet werden. Die dafür notwendige Erhöhung der Anzahl des FuE-Personals (in Vollzeitstellen) in Deutschland hängt u.a. von der Entwicklung der Reallöhne und der Produktivität im FuE-Bereich ab. Ein realistischer Korridor liegt bei 125.000 bis 170.000 zusätzlichen Vollzeitstellen – je nach Annahme über die Entwicklung des BIP bis 2025.

Damit dies gelingen kann, sind allerdings angesichts der demographischen Entwicklung sowie des fortgesetzten Strukturwandels hin zu einer Wissenswirtschaft große Anstrengungen nötig. Denn nach einer KMK-Prognose wird die Anzahl der Hochschulabsolventen (aus der sich der größte Teil des FuE-Personals rekrutiert) von 2015 bis 2019 stagnieren und ab 2020 zurückgehen. Von 2005 bis 2015 war dagegen die Anzahl der Hoch-

schulabsolventen um über 40% angestiegen. Durch den Strukturwandel nimmt gleichzeitig der Bedarf an Hochqualifizierten in allen Bereichen der Wirtschaft weiter zu, sodass der Wettbewerb um Hochschulabsolventen ab 2020 deutlich zunehmen wird. Gleichwohl kann ein Teil des zusätzlichen Bedarfs an FuE-Personal auch durch den Wechsel von Personen aus anderen Tätigkeiten (zurück) in eine FuE-Tätigkeit gedeckt werden. Für einen solchen Wechsel werden allerdings verstärkte Weiterbildungsanstrengungen notwendig sein.

Die makroökonomischen Modellrechnungen zeigen, dass eine sukzessive Erhöhung der FuE-Quote auf 3,5% des BIP bis 2025 zu einem um 1,3% höheren BIP im Jahr 2025 im Vergleich zu einem Szenario führt, in dem die FuE-Quote von 2015 bis 2025 bei 3,0% unverändert bleibt. Gleichzeitig erhöht sich die Arbeitsnachfrage (Beschäftigung) um 0,9%, was bei der heutigen durchschnittlichen Jahresarbeitszeit rund 370.000 Vollzeitstellen entspricht. Den kumulierten Mehrausgaben für FuE im Zeitraum 2017-2025 in Höhe von etwa 72 Mrd. € stehen kumulierte Zugewinne beim Bruttoinlandsprodukt von 121 Mrd. € gegenüber, also ein um das 1,7-fache höherer Wert. Ein zusätzlicher Euro an FuE-Ausgaben führt also zu 1,7 € an zusätzlicher gesamtwirtschaftlicher Wertschöpfung. Bei einer längerfristigen Betrachtung würde sich dieser Wert weiter erhöhen.

KMU mit großem Potenzial

In der Gruppe der KMU besteht ein erhebliches Potenzial zur Steigerung der FuE-Ausgaben. Die Struktur des KMU-Sektors in Deutschland und die vorhandenen Ressourcen zur Durchführung von FuE legen es nahe, dass die jährlichen gesamten FuE-Ausgaben der KMU (Summe aus internen und externen FuE-Ausgaben) um mehr als 26 Mrd. € höher liegen könnten. Dies kommt recht nahe an den Umfang an FuE-Ausgaben in der Wirtschaft, die bei einem realen BIP-Wachstum von 1,5% im Jahr 2025 zusätzlich aufzubringen wären, um das 3,5%-Ziel zu erreichen (rund 30 Mrd. €). Der größte Teil dieses Potenzials liegt bei den kontinuierlich FuE-betreibenden Unternehmen, wo durch eine Verstetigung der Ausgabenhöhe alleine ein Potenzial von 14 Mrd. € besteht. Im Bereich der derzeit gelegentlich forschenden KMU ist das Potenzial mit 3 Mrd. € deutlich geringer. Außerdem könnten bis zu 9 Mrd. € an zusätzlichen FuE-Ausgaben durch die Erhöhung der Anzahl FuE betreibender KMU mobilisiert werden.

Das größte Potenzial zeigt sich in absoluten Größen in der forschungsintensiven Industrie, gefolgt von den wissensintensiven Dienstleistungen. Besonders die Gruppe der Unternehmen oberhalb einer Grenze von 100 Beschäftigten (bis 500 bzw. bis 1.000 Beschäftigte) verspricht die Möglichkeit zur deutlichsten Steigerung der FuE-Ausgaben.

Strukturwandel

Der in den nächsten Jahren zu erwartende technologische Wandel trägt nach den hier getroffenen Annahmen nicht zu einer Erhöhung der FuE-Quote in Deutschland bei. Zwar lässt sich ein Trend hin zu FuE-kostenintensiven Technologien im Zeitverlauf erkennen. Deren Anteil ist jedoch mit weniger als 20% eher gering und wird gleichzeitig durch strukturelle Verschiebungen hin zu weniger FuE-kostenintensiven Technologien ausgeglichen. Selbst unter der Annahme eines konstanten BIP bis 2025 würde der technologische Wandel keine Erhöhung der FuE-Quote zur Folge haben und unter der hier getroffenen Annahme eines BIP-Wachstums von 1,5% würde die FuE-Quote bei Fortführung des technologischen Wandels der vergangenen Jahre sogar leicht absinken. Eine Verstärkung des technologischen Wandels durch Digitalisierung, Elektromobilität oder Bio- und Nanotechnologien könnte dafür sorgen, dass in etwa die derzeitige Quote auch bei wachsendem BIP aufrechterhalten werden kann.

Es besteht jedoch ein deutliches Potenzial für eine Ausweitung der FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft innerhalb von Technologien bzw. Sektoren, wie der internationale Vergleich gezeigt hat. Angesichts der Technologie- und Sektorstruktur der deutschen Wirtschaft sind die FuE-Ausgaben der Unternehmen in Deutschland niedriger als die FuE-Ausgaben der Unternehmen in den USA, Japan oder Südkorea. Dies bedeutet, dass im Unternehmenssektor durchaus Möglichkeiten bestehen, im Rahmen der gegebenen Technologie- und Sektorstruktur höhere FuE-Ausgaben zu realisieren. Ein Teil dieses Potenzials deckt sich mit dem Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben im KMU-Sektor. Denn ein Grund für die niedrigeren sektorspezifischen FuE-Ausgaben in Deutschland ist das im internationalen Vergleich niedrige Niveau von FuE-Ausgaben in forschenden KMU.

Instrumente

Die hier vorgestellte Untersuchung nimmt eine Verteilung der FuE-Ausgaben in Deutschland von einem Drittel öffentlichen und zwei Dritteln privaten Akteuren an. Um eine gesamte FuE-Quote von 3,5% zu erreichen, sind somit nicht nur die Ausgaben der Wirtschaft, sondern auch die FuE-Ausgaben des öffentlichen Sektors zu erhöhen. Die Diskussion der Instrumente zur Erreichung einer höheren FuE-Quote richtete sich daher auf Maßnahmen, die sowohl Unternehmen als auch öffentliche Forschungseinrichtungen adressieren. Unterschieden wurde dabei zwischen Projektförderung, institutioneller Förderung sowie weiteren direkten und indirekt spezifischen Maßnahmen.

Eine weitere vielversprechende Maßnahme zur Erhöhung der FuE-Ausgaben insbesondere im Bereich der KMU ist eine steuerliche FuE-Förderung. Erfahrungen aus vielen Ländern zeigen, dass gerade bei forschenden KMU eine große Hebelwirkung erzielt

werden kann. Die Untersuchungen in dieser Studie bestätigen, dass KMU in Deutschland auf eine Verbesserung ihrer Innenfinanzierungssituation mit einer Erhöhung ihrer FuE-Ausgaben reagieren. Dabei gilt, dass Unternehmen mit bereits höheren FuE-Ausgaben stärker auf eine Erhöhung der Eigenmittel reagieren als Unternehmen mit geringen oder keinen FuE-Ausgaben. Für das Instrument der steuerlichen FuE-Förderung bedeutet dies, dass es weniger ein Instrument zur Erhöhung der FuE-Beteiligung, sondern eher ein Instrument zur besseren Nutzung der FuE-Potenziale in bereits forschenden Unternehmen ist. Da hier ein sehr hohes Potenzial besteht, kann von entsprechend ausgestalteten Fördermaßnahmen ein hoher Mobilisierungseffekt auf die FuE-Ausgaben erwartet werden. Gleichzeitig heißt das, dass es anderer Instrumente bedarf, um derzeit nicht FuE-aktive Unternehmen oder Unternehmen mit bescheidenen FuE-Kapazitäten zu erreichen. Hier ist eindeutig die direkte Projektförderung (z.B. ZIM) besser geeignet.

Die direkte Projektförderung des Bundes erzielte in der Vergangenheit insbesondere bei mittleren Unternehmen und bei Unternehmen außerhalb der forschungsintensiven Industrie hohe positive Effekte auf die Ausweitung der privat finanzierten FuE-Ausgaben der Unternehmen. Die direkte Projektförderung, die sich an Unternehmen aus sehr FuE-intensiven Branchen richtet, erreicht hingegen nur geringe Additionalitätswirkung bei den FuE-Ausgaben, da diese Förderung primär auf die thematische Ausrichtung von FuE-Aktivitäten der Unternehmen und die Förderung besonders anspruchsvoller FuE-Vorhaben in Zusammenarbeit mit Wissenschaftseinrichtungen abzielt.

Bezogen auf die Zielgruppe der kleinen und mittleren Unternehmen, die bisher kaum oder gar keine FuE betreiben, wird allerdings ein großes Potenzial im Bereich der direkten Projektförderung gesehen. Dies gilt sowohl für technologiespezifische Förderungen (Fachprogramme) als auch für eine technologieoffene Förderung (ZIM). Da das größte Potenzial für zusätzliche FuE-Ausgaben bei den mittleren Unternehmen liegt, könnte eine Ausweitung der Zielgruppen über die derzeitige KMU-Grenze hinaus (beispielsweise bis 1.000 Mitarbeiter) wesentliche Beiträge zu höheren FuE-Ausgaben leisten.

Die Forschungsleistung der Hochschulen wird in einem zunehmenden Ausmaß durch Drittmittel finanzierte Vorhaben geprägt. Die geringen Veränderungsraten der Grundfinanzierung bei gleichzeitigem Aufgabenzuwachs verringern deutlich die Chancen und Möglichkeiten zu eigenständigen Forschungsleistungen. Eine Ausweitung der institutionellen Mittelausstattung der Hochschulen könnte hier Druck aus dem System nehmen und gleichzeitig zusätzliche Forschungsaktivitäten mobilisieren.

Weitere Instrumente wie die Auftragsforschung, die Strategie- und Netzwerkbildung sowie von Plattformstrategien sind in ihrer Hebelwirkung derzeit schwer einzuschätzen. Eine deutliche Stärkung dieser Instrumente könnte ein gemeinsamer Fokus im Rahmen

einer ressortübergreifenden und missionsorientierten Forschungspolitik mit sich bringen. Hierzu ist in erster Linie politischer Wille notwendig.

9.2 Empfehlungen

Eine FuE-Quote von 3,5% ist als politisches Ziel für Deutschland erstrebenswert und auch erreichbar. Eine Arbeitsteilung zwischen öffentlichem und privatem Sektor zur Erreichung dieses Ziels, wie sie sich in der Vergangenheit etabliert hatte, kann auch in Zukunft ein Erfolgsgarant für eine effektive Nutzung der zusätzlichen FuE-Mittel sein. Die Untersuchungen belegen, dass die existierenden staatlichen FuE-Förderinstrumente für Unternehmen wirksam sind. Eine Ausweitung der Förderung mittels dieser bestehenden Instrumente kann zusätzliche private FuE-Ausgaben auslösen. Von einer Ausweitung bestehender Fördermaßnahmen wie beispielsweise ZIM oder der Fachprogramm-Förderung können maßgebliche Beiträge erwartet werden. Bei ZIM sollte das Ziel im Mittelpunkt stehen, die Nutzung des in den forschenden KMU vorhandenen FuE-Potenzials zu verstetigen. Ein Teil des Potenzials ließe sich damit sicherlich heben. Bei den Fachprogrammen sind positive Effekte insbesondere mit Blick auf einen zu gestaltenden technologischen und sektoralen Strukturwandel zu erwarten, der gerade bei forschungsintensiven Technologien eine Stärkung der FuE-Leistungen und damit eine Aufrechterhaltung bzw. Ausweitung der FuE-Quote unterstützt.

Um das Potenzial in der Wirtschaft in dem zur Zielerreichung erforderlichen Maße zu mobilisieren, ist die Verbesserung der Innenfinanzierungssituation der Unternehmen ein wichtiger Ansatz. KMU reagieren deutlich auf Veränderungen ihrer Innenfinanzierungssituation mit einer Ausweitung ihrer FuE-Ausgaben. Hier kann von einer steuerlichen Förderung eine große Wirkung erwartet werden.

Bei der direkten Projektförderung kann eine Ausweitung in Richtung neuer Klientel in weniger forschungsintensiven Branchen – mit einem Fokus auf mittlere Unternehmen (bis 1.000 MitarbeiterInnen) – merkliche Beiträge zu höheren FuE-Ausgaben leisten.

Ansätze, die auf eine Stimulierung privater FuE-Ausgaben durch eine Intensivierung des Wissenstransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft abzielen oder die von zusätzlichen FuE-Aktivitäten in der Wissenschaft rasch neue FuE-Ergebnisse erwarten, die von Unternehmen aufgegriffen und über zusätzliche FuE-Ausgaben in Innovationen umgesetzt würden, erscheinen wenig realistisch. Denn meist ist der Weg von neuem wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn zu industriellen Innovationen viel länger und selten geradlinig. Eine entsprechende Strategie würde erst nach dem Zielzeitpunkt 2025 maßgeblich zum Tragen kommen. Gleichwohl sollen die Anstrengungen zur Verbesserung der Austauschprozesse zwischen Wissenschaft und Wirtschaft nicht nachlassen. Vor

allem bewerten wir die Koordination von Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie aus weiteren Bereichen (z.B. Förderer und Geldgeber, Zivilgesellschaft, Bildung- und Ausbildung) als gewinnbringend, wenn diese thematisch orientiert, d.h. gesellschaftliche Herausforderungen adressierend organisiert sind. Hinzu kommt, dass diese Maßnahmen dann auch stärker strukturverändernd wirken und einen technologischen und sektoralen Wandel hin zu mehr forschungsintensiven Bereichen unterstützen würden, sodass sie, anders als auf Basis der reinen Trendentwicklung der letzten Jahre, auch zu einer Erhöhung der FuE-Quote beitragen könnten.

In jedem Fall sollte die Stärkung der gesamtgesellschaftlichen Wissensbasis im Sinne einer grundfinanzierten Forschung den Handlungsspielraum sowohl der Hochschulen als auch der außeruniversitären Forschung stärken. Während bei der außeruniversitären Forschung durch den Pakt für Forschung und Innovation ein positiver Entwicklungsverlauf vorgezeichnet ist, stehen die Hochschulen vor der Herausforderung, eine zunehmende Aufgabenvielfalt mit einer sich nur wenig dynamisch entwickelnden Grundfinanzierung zu bewältigen. Hier ist im Sinne eines nach neuen Ideen und Entwicklungen suchenden Forschungssystems eine Stärkung der grundmittelfinanzierten Hochschulforschung notwendig.

Hand in Hand mit öffentlicher FuE-Förderung geht die Schaffung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen. Hier stellt sich weiterhin insbesondere die Herausforderung, dass Gründern deutlich mehr Wagniskapital zur Verfügung stehen sollte, was vor allem der Schaffung verbesserter gesetzlicher Rahmenbedingungen bedarf. Auch eine stärkere Berücksichtigung von sozialen und strategischen Aspekten des Innovationshandelns in der FuE-Förderung bietet Chancen, um Aspekte der Innovationskultur und -strategie anzusprechen und zugleich der veränderten Rolle von formeller Forschung und Entwicklung im Innovationsprozess Rechnung zu tragen.

10 Anhang

Tabelle 10-1: Einteilung der Technologiefelder in vier Kategorien

Feld	Kategorie
Andere Konsumgüter	Sehr niedrige FuE-Kosten
Fördertechnik	Sehr niedrige FuE-Kosten
Werkzeugmaschinen	Sehr niedrige FuE-Kosten
Bauwesen	Sehr niedrige FuE-Kosten
Thermische Prozesse und Apparate	Sehr niedrige FuE-Kosten
Andere Spezialmaschinen	Sehr niedrige FuE-Kosten
Maschinenelemente	Sehr niedrige FuE-Kosten
Umwelttechnik	Sehr niedrige FuE-Kosten
Möbel, Spielzeug	Sehr niedrige FuE-Kosten
Elektrische Maschinen und Anlagen	Sehr niedrige FuE-Kosten
Motoren, Pumpen, Turbinen	Sehr niedrige FuE-Kosten
Medizintechnik	Sehr niedrige FuE-Kosten
Optik	Sehr niedrige FuE-Kosten
Oberflächen, Beschichtungen	Sehr niedrige FuE-Kosten
Audiovisuelle Technik	Niedrige FuE-Kosten
Steuer- und Regeltechnik	Niedrige FuE-Kosten
Chemische Verfahrenstechnik	Niedrige FuE-Kosten
Halbleiter	Niedrige FuE-Kosten
Analyse von biologischen Materialien	Niedrige FuE-Kosten
Grundstoffchemie	Niedrige FuE-Kosten
Messtechnik	Niedrige FuE-Kosten
Kunststoffe, makromolekulare Chemie	Niedrige FuE-Kosten
Organische Feinchemie	Niedrige FuE-Kosten
Nahrungsmittelchemie	Niedrige FuE-Kosten
Grundlegende Kommunikationstech.	Niedrige FuE-Kosten
Materialien, Metallurgie	Niedrige FuE-Kosten
Datenverarbeitung	Niedrige FuE-Kosten
Computertechnik	Niedrige FuE-Kosten
Textil- und Papiermaschinen	Hohe FuE-Kosten
Biotechnologie	Hohe FuE-Kosten
Pharmazie	Hohe FuE-Kosten
Telekommunikationstechnik	Hohe FuE-Kosten
Digitale Kommunikationstechnik	Sehr hohe FuE-Kosten
Transport	Sehr hohe FuE-Kosten
Mikrostruktur- und Nanotechnologie	Sehr hohe FuE-Kosten

Tabelle 10-2: Ergebnisse der Schätzungen auf Basis des volkswirtschaftlichen Modells für die Jahre 2017 und 2025

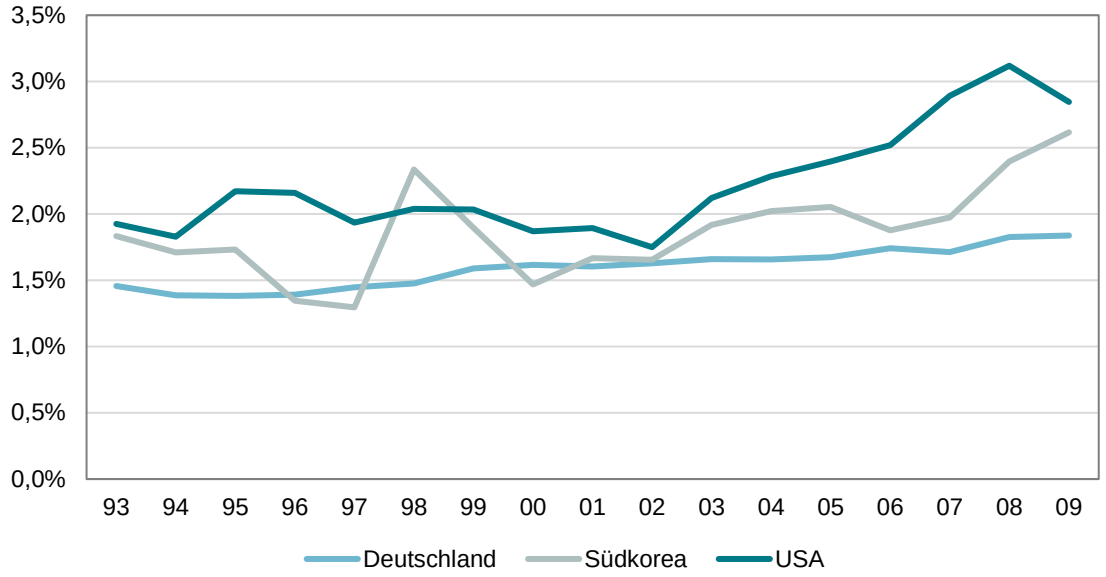
	2017	2025	d17-25 in%p.a.
Referenzszenario			
FuE-Ausgaben, real, Mrd. €	83	96	1.9%
in% des BIP	2.9%	2.9%	
BIP real, Mrd. €	2.897	3.321	1.7%
BIP real Potenzial, Mrd. €	3.021	3.417	1.6%
Totale Faktorproduktivität, Index (2010=100)	105	119	1.6%
Totale Faktorproduktivität Potenzial, Index (2010=100)	104	117	1.6%
Arbeitsvolumen, Mio. h	59.293	60.131	0.2%
Erwerbstätige, Tsd. Personen	43.306	43.094	-0.1%
reale Stundenproduktivität, Euro je Stunde	49	55	1.5%
Szenario 3,5%			
FuE-Ausgaben, real, Mrd. €	83	117	4.5%
in% des BIP	2.9%	3.5%	
BIP real, Mrd. €	2.897	3.373	1.9%
BIP real Potenzial, Mrd. €	3.021	3.586	2.2%
Totale Faktorproduktivität, Index (2010=100)	105	120	1.7%
Totale Faktorproduktivität Potenzial, Index (2010=100)	104	123	2.1%
Arbeitsvolumen, Mio. h	59.293	60.756	0.3%
Erwerbstätige, Tsd. Personen	43.306	43.260	0.0%
reale Stundenproduktivität, Euro je Stunde	49	56	1.6%
Abweichung in%	2017	2025	Differenz in%p.a.
FuE-Ausgaben, real, Mrd. €		22.2%	2.6%
BIP real, Mrd. €		1,6%	0.2%
BIP real Potenzial, Mrd. €		4,9%	0,6%
Totale Faktorproduktivität, Index (2015=100)		0,9%	0,1%
Totale Faktorproduktivität Potenzial, Index (2015=100)		4,6%	0,6%
Arbeitsvolumen, Mio. h		1,0%	0,1%

	2017	2025	d17-25 in%p.a.
Erwerbstätige, Tsd. Personen		0,4%	0,0%
reale Stundenproduktivität, Euro je Stunde		0,5%	0,1%
Abweichung absolut	2017	2025	
FuE-Ausgaben, real, Mrd. €		21	
BIP real, Mrd. €		52	
BIP real Potenzial, Mrd. €		169	
Arbeitsvolumen, Mio. h		625	
Erwerbstätige, Tsd. Personen		166	
reale Stundenproduktivität, Euro je Stunde		0.3	

Tabelle 10-3: FuE-Strukturen auf Basis der Produktionswerte

Land	Industriestruktur	2009
DE	DE	1,8%
	KR	2,6%
	US	2,8%
KR	DE	2,6%
	KR	3,2%
	US	4,3%
US	DE	1,0%
	KR	1,6%
	US	2,0%

Abbildung 10-1: Entwicklung der FuE-Quoten (Basis: Produktion) ausgewählter Länder unter der Annahme der deutschen Industriestruktur



Quelle: EPA – PATSTAT, OECD - STAN.

11 Literatur

Aghion, P./Howitt, P. (1992): A Model of Growth Through Creative Destruction, *Econometrica*, 60, 323-351.

Arundel, A./Patel, P. (2003): Strategic patenting, Background report for the Trend Chart Policy Benchmarking Workshop "New Trends in IPR Policy".

Astor, M./Glöckner, U./Heinzelmann, S./Riesenberg, D./Hartmann, H.-D./Beyer, K.-P./Tustanowski, M./Wiedenhöft, G./Knerr, S./Ploder, M./Niederl, A./Breitfuss, M./Wagner-Schuster, D. (2014): *Wissenschaftliche Untersuchung und Analyse der Auswirkungen der Einführung von Projektpauschalen in die BMBF-Forschungsförderung auf die Hochschulen in Deutschland.* Studie im Auftrag des BMBF. Berlin: Prognos.

Astor, M./Heimer, A. (2008): *Mehr Innovationen durch steuerliche Anreize? Mittelstandsförderung – Ein internationaler Vergleich.* Berlin: Prognos AG.

Belitz, H. (2015): Steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung – Erfahrungen aus dem Ausland, diw- Roundup, *Politik im Fokus*, 85.

Blind, K./Edler, J./Frietsch, R./Schmoch, U. (2006): Motives to Patent: Evidence from Germany, *Research Policy*, 35, 655-672.

Breitung, J./Pesaran, H. (2008): *Unit Roots and Cointegration in Panels, Kapitel 9 in The Econometrics of Panel Data: Fundamentals and Recent Developments in Theory and Practice.* Berlin: Springer.

Buschak, D./Frietsch, R./Jäger, A./Kinkel, S./Kirner, E./Neuhäusler, P./Som, O./Wydra, S. (2010): *Zukunftspotenziale und Strategien nichtforschungsintensiver Industrien in Deutschland - Auswirkungen auf Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung: Innovationsreport*, TAB-Arbeitsberichte/Büro für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages, Nr. 140: Büro für Technikfolgen-Abschätzung des Deutschen Bundestages (TAB), Berlin.

Coe, D./Helpman, E. (1995): International R&D Spillovers, *European Economic Review,* 39, 859-887.

Coe, D./Helpman, E./Hoffmaister, A. (2009): International R&D spillovers and institutions, *European Economic Review*, 53, 723-741.

Czarnitzki, D./Kraft, K. (2010): On the Profitability of Innovative Assets, *Applied Economics,* 42, 1941-1953.

Dachs, B./Dinges, M./Weber, M./Zahradnik, G./Warnke, P./Teufel, B. (2015): *Herausforderungen und Perspektiven missionsorientierter Forschungs- und Innovationspolitik*. (Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 12-2015), Wien, Karlsruhe: AIT, Fraunhofer ISI.

Daimer, S./Hufnagl, M./Frietsch, R./Lindner, R./Neuhäusler, P./Rothengatter, O. (2017): *10 Jahre Hightech-Strategie: Bilanz und Perspektiven*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Denner, V./Dommermuth, R./Hoffmann, R. (2015): *Digitale Vernetzung und Zukunft der Wertschöpfung in der deutschen Wirtschaft*, Dossier für den 2. Innovationsdialog in der 18. Legislaturperiode am 29. April 2015, acatech (ed.). München, Berlin.

Depner, H./Vollborth, T. (2016): *Wirksamkeit der geförderten FuE-Projekte des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand* (ZIM). RKW.

Dubois, L.H. (2003): *DARPA's Approach to Innovation and Its Reflection in Industry, in: Reducing the Time from Basic Research to Innovation in the Chemical Sciences*: A Workshop Report to the Chemical Sciences Roundtable. Washington (DC): National Research Council (US) Chemical Sciences Roundtable.

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (2016): *Jahresgutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2016.* Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.) (2013): *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit 2013*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).

Fazzari, S./Hubbard, R./Peterson, B. (1988): Financing Constraints and Corporate Investment, *Brookings Papers on Economic Activity,* 1988(1), 141-206.

Fier, A./Heger, D./Hussinger, K. (2005): *Die Wirkungsanalyse staatlicher Förderprogramme durch den Einsatz on Matching- und Selektionsmodellen am Beispiel der Fertigungstechnik*. (ZEW Discussion Paper 05-09). Mannheim: ZEW.

Frietsch, R./Lichtblau, K./Beckert, B./Daimer, S./Fritsch, M./Kempermann, H./Lang, T./Lerch, C./Meyer, N./Neuhäusler, P./Rothengatter, O. (2016): *Elektroindustrie als Leitbranche der Digitalisierung - Innovationschancen und Innovationshemmnisse für die Elektroindustrie*, ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ed.). Frankfurt: ZVEI.

Frietsch, R./Rammer, C./Schubert, T./Som, O./Beise-Zee, M./Spielkamp, A. (2015): *Innovationsindikator 2015*, acatech/BDI (eds.). Berlin: acatech/BDI.

Gehrke, B./Frietsch, R./Neuhäusler, P./Rammer, C. (2013): *Neuabgrenzung forschungsintensiver Industrien und Güter* - NIW/ISI/ZEW-Listen 2012 (Studien zum deutschen Innovationssystem No. 8-2013), Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (ed.).

Geroski, P./Machin, S./van Reenen, J. (1993): The Profitability of Innovating Firms, *RAND Journal of Economics,* 24, 198-211.

Grossman, G.M./Helpman, E. (1991): *Innovation and Growth in the Global Econom.*, Cambridge, MA: MIT Press.

Guellec, D./Van Pottelsberghe de la Potterie, B(2004): Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66, 353–378.

Guellec, D./Van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2002): R&D and productivity growth – A panel data analysis of 16 OECD countries, *OECD Economic Studies*, 33.

Hall, B.H./Lerner, J. (2010): The Financing of R&D and Innovation, in: Hall, B.H./Rosenberg, N. (Hrsg.): *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol. 1. Dordrecht: North-Holland, 609-639.

Hall, B./Mairesse, J./Mohnen, P. (2010): Measuring the Returns to R&D, in Hall, B/Rosenberg, N. (Hrsg.): *Handbook of the Economics of Innovation.* Amsterdam: Elsevier.

Heckman, J.J. (1976): The common structure of statistical models of truncation, sample selection, and limited dependent variables and a simple estimator for such models, *Annals of Economic and Social Measurement*, 5, 475-492.

Heckman, J.J. (1979): Sample selection bias as a specification error, *Econometrica,* 47, 153-161.

Heimer, T./Berger, F./Enenkel, K./Radauer, A./Talmon-Gros, L./John, R./Jöstingmeier, M./Köhler, T./Pflanz, K./Ritter, C. (2016): *Ökonomische und verwaltungstechnische Grundlagen einer möglichen öffentlichen Förderung von nichttechnischen Innovationen*. Frankfurt: Technopolis.

Hottenrott, H./Peters, B. (2012): Innovative capability and financing constraints for innovation: more money, more innovation? *Review of Economics and Statistics,* 94, 1126-1142.

Janz, N./Licht, G./Doherr, T. (2001): Innovation Activities and European Patenting of German Firms: A Panel Data Analysis, Paper presented at the Annual Conference of the European Association of Research in Industrial Economics.

Kulicke, M./Hufnagl, M./Brandt, T./Becker, C./Berteit, C./Grebe, T./Kirbach, M./Lübbers, T. (2010): *Evaluierung des Programmstarts und der Durchführung des "Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM)*". Karlsruhe, Berlin: Fraunhofer ISI, Gesellschaft für Innovationsforschung und Beratung (GIB).

Larson, R./Ghaffarzadegan, N./Diaz, M.G. (2014): Magnified Effects of Changes in NIH Research Funding Levels, *Service Sciences,* 4, 382-395. PMC, see https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3908662/, zuletzt abgerufen am 6.4.2017.

Möller, T. (2016): *Messung möglicher Auswirkungen der Exzellenzinitiative sowie des Pakts für Forschung und Innovation auf die geförderten Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen*. (Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 9). Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).

Neuhäusler, P./Rothengatter, O./Frietsch, R. (2014): *Patent Applications - Structures, Trends and Recent Developments 2013* (Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 4-2014), Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (ed.).

OECD (ed.) (2015): *STI Scoreboard 2015.* Paris: OECD.

Rammer, C./Schubert, T. (2016): *Concentration on the Few? R&D and Innovation in German Firms 2001 to 2013. (*ZEW Discussion Paper No. 16-005). Mannheim: ZEW.

Rammer, C./Kinne, J./Blind, K.. (2016): *Microgeography of Innovation in the City: Location Patterns of Innovative Firms in Berlin*. (ZEW Discussion Paper No. 16-080). Mannheim: ZEW.

Romer, P. (1990): Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.

Schade, S. (2015): *Ist Europas Innovationsförderung am richtigen Weg?* Wien: FFG.

Schmidt, T./Aerts, K. (2008): Two for the price of one? Additionality effects of R&D subsidies: a comparison between Flanders and Germany, *Research Policy,* 37, 806-822.

Schmoch, U. (2008): *Concept of a Technology Classification for Country Comparisons*. Final Report to the World Intellectual Property Organization (WIPO). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Schmoch, U./Gauch, S. (2004): *Innovationsstandort Schweiz,* Studie für das Bundesamt für Berufsbildung und Technologie. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Schmoch, U./Laville, F./Patel, P./Frietsch, R. (2003): *Linking Technology Areas to Industrial Sectors,* Report to EC, DG Research. Karlsruhe, Paris, Brighton.

Schubert, T./Rammer, C. (2016): *Concentration on the Few? R&D and Innovation in German Firms 2001 to 2013* (Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Spengel, C./Rammer, C./Nicolay, K./Pfeiffer, O./Werner, A.-C./Olbert, M./Blandinières, F./Hud, M./Peters, B. (2017): *Steuerliche FuE-Förderung*, Studie im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation. (Studien zum deutschen Innovationssystem 15-2017), Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (ed.).

Stifterverband (2017): ˌɑ:r ən ˈdi: Zahlenwerk 2017 – Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2015, Essen.

Sundbo, J. (2001): *The Strategic management of innovation. A Sociological and Economic Theory*. Cheltenham: Edward Elgar.

Ulku, H. (2004): *R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis.* (IMF Working Papers 04/185). Washington, D.C.: IMF.

Verspagen, B. (1995): R&D and Productivity: A Broad Cross-Section Cross-Country Look, *Journal of Productivity Analysis*, 6.