

GUTACHTEN ZU FORSCHUNG,  
INNOVATION UND TECHNOLOGISCHER  
LEISTUNGSFÄHIGKEIT  
DEUTSCHLANDS

EXPERTENKOMMISSION  
FORSCHUNG  
UND INNOVATION

EFI

# GUTACHTEN

2020 2021 2022

2023 2024 2025

2026 2027 2028



GUTACHTEN ZU FORSCHUNG,  
INNOVATION UND TECHNOLOGISCHER  
LEISTUNGSFÄHIGKEIT  
DEUTSCHLANDS

EXPERTENKOMMISSION  
FORSCHUNG  
UND INNOVATION

EFI

# GUTACHTEN 2020

### **Unser Dank gilt**

David Abraham, Doron Abrahami, Dr. Ami Appelbaum, Dirk Arendt, Michael Asulin, Aviram Atzaba, Gal Aviv, Prof. Dr. Johannes M. Bauer, Yoram Berholtz, Dr. Philipp Böing, Oleg Brodt, Dr. Effrosyni Chelioti, Christian Clages, Hili Cohen, Hanna Dwertmann, Prof. Dr. Claudia Eckert, Alexander Eickelpasch, Prof. Yuval Elovici, Ph.D., Dr. Katharina Erbe, Shay Fahima, Jony Fischbein, Prof. Dr. Doris Fischer, Prof. Dr. Michael Fritsch, Dr. Yehoshua (Shuki) Gleitman, Shahar Goldenberg, Tamir Goren, Prof. Dr. Jutta Günther, S. Fitzgerald Haney, Prof. Shai Harel, Ph.D., Prof. Dietmar Harhoff, Ph.D., Dr. Andreas Hartl, Prof. David Hay, Ph.D., Christian Hirte, Jens Hofmann, Dr. Ole Janssen, Dr. Cora Jungbluth, Prof. Dr. Matthias Kleiner, Andreas Könen, Ronen Lago, Dr. Kai Lamottke, Dr. Ying Li, Ruth Lochte, Dr. Caroline Lodemann, Frithjof Maennel, Kathrin Meyer, Naftali Moser, Dr. Ruth Narmann, Dr. Dietrich Nelle, Riccardo Pascotto, Dr. Gisela Philipsenburg, Dr. Heike Prasse, Prof. Dr. Joachim Ragnitz, Hans-Gerhard Reh, Dagmar Rothacher, Hemdat Sagi, Stefan Schnorr, Ulrich Schüller, Barbara Seimetz, Dr. Claudia Seitz, Nili Shalev, Regine Shevach, Dr. Kristin Shi-Kupfer, Dr. Etay Shilony, Dr. Eva-Maria Stange, Mickey Steiner, Prof. Dr. Peter Strohschneider, Dr. Ulrike Tagscherer, Prof. Morris Teubal, Dana Toren, Prof. Manuel Trajtenberg, Ph.D., Christine van den Bos, Dr. Susanne Wasum-Rainer, Yohai West, Dr. Almuth Wietholtz-Eisert, Prof. Dr. Birgitta Wolff, Ben Yaron, Dan Yerushalmi, Matt Zarek, Ph.D., Dr. Max Zenglein und Dr. Nikolai Ziegler, deren Expertise mit in das Gutachten eingeflossen ist.

Ferner danken wir allen Personen, die an der Erstellung der Studien zum deutschen Innovationssystem mitgewirkt haben.

Die Expertenkommission weist darauf hin, dass die im Gutachten dargelegten Positionen nicht notwendigerweise die Meinungen der genannten Personen wiedergeben.

## Mitglieder der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

### **Prof. Dr. Irene Bertschek**

ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische  
Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim,  
Forschungsbereich Digitale Ökonomie, und  
Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich  
Wirtschaftswissenschaften, Fachgebiet  
Ökonomie der Digitalisierung

### **Prof. Dr. Christoph Böhringer**

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg,  
Department für Wirtschafts- und Rechtswissen-  
schaften, Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik

### **Prof. Dr. Holger Bonin**

Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit GmbH  
(IZA) und Universität Kassel, Fachbereich  
Wirtschaftswissenschaften, Fachgebiet Arbeits-  
markt- und Sozialpolitik

### **Prof. Dr. Uwe Cantner (Vorsitzender)**

Friedrich-Schiller-Universität Jena, Wirtschafts-  
wissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für  
Volkswirtschaftslehre/Mikroökonomik, und  
University of Southern Denmark, Odense,  
Department of Marketing and Management

### **Prof. Dr. Carolin Häussler**

Universität Passau, Wirtschaftswissenschaftliche  
Fakultät, Lehrstuhl für Organisation, Technologie-  
management und Entrepreneurship

### **Prof. Dr. Katharina Hölzle (stellvertretende Vorsitzende)**

Universität Potsdam, Digital Engineering Fakultät,  
Hasso-Plattner-Institut für Digital Engineering  
gGmbH, Fachgebiet IT-Entrepreneurship

Dieses Gutachten beruht auch auf der sachkundigen  
und engagierten Arbeit der Mitarbeiterinnen und  
Mitarbeiter der EFI-Geschäftsstelle sowie der Kom-  
missionsmitglieder.

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der EFI-Geschäftsstelle

Lale Altinalana (studentische Mitarbeiterin)  
Christine Beyer  
Dr. Jano Costard  
Dr. Helge Dauchert  
Dr. Dorothee Ihle  
Dr. Petra Meurer  
Antje Michna  
Christopher Stolz

## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kommissionsmitglieder

Fabian Hans  
Universität Passau, Wirtschaftswissenschaftliche  
Fakultät, Lehrstuhl für Organisation, Technologie-  
management und Entrepreneurship

Rebecca Janßen  
ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische  
Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim,  
Forschungsbereich Digitale Ökonomie

Dr. Martin Kalthaus  
Friedrich-Schiller-Universität Jena, Wirtschafts-  
wissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für  
Volkswirtschaftslehre/Mikroökonomik

Lea-Victoria Kramkowski  
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg,  
Department für Wirtschafts- und Rechtswissen-  
schaften, Lehrstuhl für Wirtschaftspolitik

Valeska Maul  
Universität Potsdam, Digital Engineering Fakultät,  
Hasso-Plattner-Institut für Digital Engineering  
gGmbH, Fachgebiet IT-Entrepreneurship

Dr. Ulf Rinne  
Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit GmbH  
(IZA)

# Inhaltsverzeichnis

---

Vorwort .....	8
Kurzfassung .....	12

## A

---

### AKTUELLE ENTWICKLUNGEN UND HERAUSFORDERUNGEN

A 1	Umsetzung der Hightech-Strategie 2025 .....	18
A 2	Wissenschaftspolitik .....	22

## B

---

### KERNTHEMEN 2020

B 1	Innovationsstandort Ostdeutschland – 30 Jahre nach der Wiedervereinigung .....	26
B 2	Cybersicherheit .....	42
B 3	Wissens- und Technologieaustausch zwischen Deutschland und China .....	56

## C STRUKTUR UND TRENDS

---

	Inhalt .....	74
	Überblick .....	77
C 1	Bildung und Qualifikation .....	79
C 2	Forschung und Entwicklung .....	86
C 3	Innovationsverhalten der Wirtschaft .....	92
C 4	Finanzierung von Forschung und Innovation .....	95
C 5	Unternehmensgründungen .....	98
C 6	Patente .....	101
C 7	Fachpublikationen .....	104
C 8	Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung .....	108

## D VERZEICHNISSE

---

..... 111

# Vorwort

Für die Expertenkommission war das vergangene Jahr ein Jahr umfassender personeller Veränderungen. Aufgrund des turnusgemäßen Ausscheidens mehrerer Kommissionsmitglieder hat die Expertenkommission das aktuelle Jahresgutachten in weitgehend neuer Besetzung und mit einem neuen Vorsitzenden erstellt. Die inhaltliche Ausrichtung der Gutachten bleibt den von der Bundesregierung im Einrichtungsbeschluss formulierten Aufgabenstellungen verpflichtet: Die Expertenkommission analysiert die Strukturen, Trends, Leistungsfähigkeit und Perspektiven des deutschen Forschungs- und Innovationssystems im internationalen Vergleich und erarbeitet Handlungsempfehlungen zu dessen Weiterentwicklung. Sie widmet sich weiterhin einem breiten Spektrum verschiedenster Fragestellungen der Forschungs- und Innovationspolitik. Dieses Spektrum erstreckt sich von der Grundlagenforschung, neuen technologischen Entwicklungen und dem Wissens- und Technologietransfer über unternehmerische Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, innovative Gründungen sowie die Aus- und Weiterbildung bis hin zu Aspekten der Governance.

Vor dem Hintergrund aktueller globaler Entwicklungen wird sich die Expertenkommission in ihren zukünftigen Gutachten verstärkt der Analyse von transformativen Veränderungen – z. B. der Digitalisierung oder der Energiewende – widmen, die auf grundlegenden technologischen Innovationen basieren und in Verbindung mit großen gesellschaftlichen Herausforderungen wie dem Klimawandel stehen.

Neben technologischen und wirtschaftlichen Aspekten möchte die Expertenkommission vermehrt auch ökologische und soziale Dimensionen dieser Entwicklungen in den Blick nehmen. Dabei betrachtet sie einerseits damit verbundene neue Herausforderungen für das Forschungs- und Innovationssystem und andererseits auch sich eröffnende Chancen zur Lösung drängender gesellschaftlicher Probleme.

Innovation ist kein Selbstzweck. Sie soll den Wohlstand und Zusammenhalt der Gesellschaft im Einklang mit ökologischer Nachhaltigkeit stärken. Das deutsche Forschungs- und Innovationssystem muss dabei kontinuierlich weiterentwickelt werden, um geeignete rechtliche, institutionelle und infrastrukturelle Rahmenbedingungen für ökonomisch rentable, sozial verträgliche und ökologisch tragfähige technologische und soziale Innovationen zu schaffen.

Eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Forschungs- und Innovationssystems in diesem Sinne erfordert von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft den Blick nach vorn und ein hohes Maß an Agilität, Reaktionsfähigkeit und auch Risikobereitschaft. Die Aufgaben sind vielgestaltig. So gilt es, in den kommenden Jahren weitreichende Anpassungen in den deutschen Kernindustrien vorzunehmen, um deren hohe internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Auch können bestehende Nachhaltigkeitsziele nur dann

erreicht werden, wenn eine Abkehr von bisher prägenden Technologien und Verhaltensweisen erfolgt und die gesellschaftlichen Folgen sozial abgefedert werden.

Die Veränderungen bergen aber nicht nur Risiken, sondern bringen auch große Chancen mit sich. Grundlegende Innovationen und ihre Folgeinnovationen können die Produktivitätsentwicklung in der Breite neu anregen. Damit eröffnet sich für Deutschland die Möglichkeit, das verlangsamte Produktivitätswachstum wieder zu beschleunigen und die rückläufigen Trends bei Innovatorenquoten und Gründungsraten umzukehren.

Die Expertenkommission wird diese Entwicklungen auch künftig vorausschauend analytisch begleiten und Vorschläge zur aktiven Gestaltung anstehender Veränderungsprozesse formulieren. Sie möchte mit empirisch fundierten Informationen dazu beitragen, dass es Deutschland gelingt, sich den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen erfolgreich zu stellen und die sich eröffnenden Chancen auf breiter Ebene zu nutzen.

Für die fünf Kapitel ihres aktuellen Jahresgutachtens hat die Expertenkommission die folgenden Themen ausgewählt:

In Kapitel A 1 würdigt die Expertenkommission Maßnahmen, die die Bundesregierung im vergangenen Jahr zur Umsetzung der Hightech-Strategie 2025 ergriffen hat. Mit der Einführung einer steuerlichen Forschungsförderung und der Gründung einer Agentur für Sprunginnovationen wurden zwei neue Instrumente der Forschungs- und Innovationspolitik geschaffen. Die Umsetzung der KI-Strategie ist angelaufen und sollte weiter energisch vorangetrieben werden.

Im Jahr 2019 haben Bund und Länder wichtige Vereinbarungen im Bereich der Wissenschaftspolitik getroffen, die im Kapitel A 2 erörtert werden. Die Expertenkommission befürwortet den erhöhten Stellenwert, den der Wissens- und Technologietransfer im vierten Pakt für Forschung und Innovation einnimmt. Sie begrüßt, dass der „Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken“ unbefristet geschlossen wurde. Jedoch warnt die Expertenkommission davor, bei der Umsetzung des Zukunftsvertrags die dauerhaften Beschäftigungsverhältnisse im akademischen Mittelbau überproportional aufwachsen zu lassen.

Anlässlich des 30. Jahrestages der deutschen Wiedervereinigung untersucht die Expertenkommission in Kapitel B 1 die Innovationstätigkeit von Unternehmen in Ost- und Westdeutschland unter Berücksichtigung struktureller Unterschiede. Es zeigt sich, dass sich die Innovationstätigkeit ostdeutscher Unternehmen an diejenige westdeutscher Unternehmen angeglichen hat. Aufholbedarf besteht allerdings noch bei der Aufnahme von Innovationsaktivitäten und der Einführung von Innovationen in den Markt. Die Expertenkommission empfiehlt, Unternehmen ohne Forschung und Entwicklung stärker in die Forschungs- und Innovationsförderung zu integrieren und bei der Markteinführung von Innovationen zu unterstützen.

In Kapitel B 2 analysiert die Expertenkommission den Zusammenhang zwischen Cybersicherheit und Innovationen. Es zeigt sich, dass Cyberbedrohungen negative Auswirkungen auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen haben. Daneben ist Cybersicherheit selbst Gegenstand von Innovationsaktivitäten. Gemessen an der Zahl angemeldeter Patente, liegt Deutschland deutlich hinter den USA, China oder Japan. Die Bundesregierung sollte insbesondere die Vermittlung von Cybersicherheitskenntnissen vorantreiben, digitale Infrastrukturen sichern, F&I-Aktivitäten in der Cybersicherheit fördern und kleine und mittlere Unternehmen bei der Umsetzung von Cybersicherheitsmaßnahmen unterstützen.

In Kapitel B 3 untersucht die Expertenkommission den Wissens- und Technologieaustausch zwischen Deutschland und China. In Deutschland besteht die Sorge, dass es beim Wissens- und Technologieaustausch mit China zu einem einseitigen Abfluss von Know-how und damit zu einer Schwächung der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit Deutschlands kommt. Um dem vorzubeugen, sollte sich die Bundesregierung für gleiche Wettbewerbsbedingungen bei Direktinvestitionen einsetzen, Übernahmen im Bereich sensibler Technologien sorgsamer prüfen und die China-Kompetenz in Deutschland verbessern.

Berlin, den 19. Februar 2020



Prof. Dr. Uwe Cantner  
(Vorsitzender)



Prof. Dr. Katharina Hölzle  
(stellvertretende Vorsitzende)



Prof. Dr. Irene Bertschek



Prof. Dr. Christoph Böhringer



Prof. Dr. Holger Bonin



Prof. Dr. Carolin Häussler

# KURZFASSUNG

# Kurzfassung

## A Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen

### A 1 Umsetzung der Hightech-Strategie 2025

Im Jahr 2018 ist die FuE-Intensität Deutschlands auf 3,13 Prozent gestiegen. Dies ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg, bis zum Jahr 2025 den Zielwert von 3,5 Prozent des BIP für FuE aufzuwenden.

Mit dem Inkrafttreten des Forschungszulagengesetzes ist das Instrument der steuerlichen FuE-Förderung endlich auch in Deutschland verfügbar. Die geplante Evaluation muss zeigen, ob die Ausgestaltung der Forschungszulage die gewünschte Anreizwirkung entfalten kann.

Die neu gegründete SprinD GmbH soll Sprunginnovationen fördern. Die Expertenkommission vertritt nachdrücklich die Auffassung, dass die Geschäftsleitung dabei ein Höchstmaß an Unabhängigkeit von politischer Steuerung erhalten sollte.

Die Expertenkommission fordert die Bundesregierung dazu auf, die in der Blockchain-Strategie genannten Maßnahmen mit Meilensteinen zu hinterlegen und die Erreichung der Meilensteine transparent zu dokumentieren.

Die mit der geplanten Dateninfrastruktur GAIA-X intendierten Effekte können nach Einschätzung der Expertenkommission nur dann erzielt werden, wenn GAIA-X rasch realisiert wird, ein kritisches Mindestmaß an Kapazität aufweist und eine hohe Nutzerfreundlichkeit gewährleistet.

### A 2 Wissenschaftspolitik

Durch den vierten Pakt für Forschung und Innovation (PFI IV) erhalten die Wissenschaftsorganisationen ein hohes Maß an Planungssicherheit. Die Expertenkommission befürwortet den erhöhten Stellenwert, der dem Wissens- und Technologietransfer bei den forschungspolitischen Zielen des PFI IV zukommt.

Die Expertenkommission begrüßt, dass sich der Bund im Rahmen des „Zukunftsvertrags Studium und Lehre stärken“ dauerhaft an der Finanzierung der Lehre beteiligt. Sie bewertet zudem als positiv, dass der Einstieg in eine qualitätsorientierte Mittelvergabe erfolgt.

Problematisch hingegen sieht die Expertenkommission den Fokus auf den Ausbau der dauerhaften Beschäftigungsverhältnisse des mit Studium und Lehre befassten Personals. Sie hat Sorge, dass dies einen überproportionalen Aufwuchs der dauerhaften Beschäftigungsverhältnisse im wissenschaftlichen Mittelbau zur Folge hat.

Zur Umsetzung der in der Verwaltungsvereinbarung „Innovation in der Hochschullehre“ genannten Ziele wird eine rechtlich unselbstständige Organisationseinheit aufgebaut. Die Expertenkommission kritisiert, dass diese neue Organisationseinheit nicht zunächst befristet eingerichtet wurde und relativ starke Einflussmöglichkeiten politischer Vertreterinnen und Vertreter bestehen.

Die Expertenkommission spricht sich erneut für eine Erhöhung der DFG-Programmpauschale aus, da diese ansonsten die Overheadkosten in den meisten Fällen nicht vollständig deckt.

## B Kernthemen 2020

### B 1 Innovationsstandort Ostdeutschland – 30 Jahre nach der Wiedervereinigung

Zwischen Ost- und Westdeutschland bestehen auch 30 Jahre nach der Wiedervereinigung große strukturelle Unterschiede, die sich u. a. auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen auswirken. Werden nur strukturähnliche Unternehmen miteinander verglichen, so zeigt sich, dass sich die Innovationstätigkeit ostdeutscher Unternehmen in den vergangenen Jahren der Innovationstätigkeit der westdeutschen Unternehmen angeglichen hat. Aufholbedarf ostdeutscher Unternehmen besteht allerdings noch bei der Aufnahme von Innovationsaktivitäten und der Einführung von Innovationen in den Markt.

Ostdeutsche Unternehmen kooperieren im Rahmen ihrer Innovationsprojekte mehr als westdeutsche Unternehmen. Dabei sind ihre Kooperationen häufiger regional ausgerichtet.

- Eine wichtige Aufgabe der F&I-Politik des Bundes ist es, die Position Deutschlands im globalen Wettbewerb zu stärken. Daher sollte der Fokus der F&I-Politik nach Auffassung der Expertenkommission auch weiterhin auf der Förderung exzellenter Innovationsprojekte liegen, die es sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland gibt.
- Die Expertenkommission begrüßt, dass die Bundesregierung nach Auslaufen des Solidarpakts II von einer besonderen F&I-Förderung ostdeutscher Unternehmen absieht. Sie erachtet eine F&I-Förderung strukturschwacher Regionen für sinnvoll, die sich an regionalen Merkmalen und nicht an Grenzen von Bundesländern orientiert. Auch bei dieser Förderung sollte nach Exzellenzkriterien ausgewählt werden.
- Darüber hinaus befürwortet die Expertenkommission eine innovationsorientierte Strukturpolitik. Diese fördert etwa über Infrastrukturmaßnahmen die Potenziale strukturschwacher Regionen und soll darüber deren Innovationsbereitschaft und -fähigkeit insgesamt erhöhen.

- Um mehr Unternehmen in strukturschwachen Regionen zu Innovationsaktivitäten zu motivieren, sollten Unternehmen ohne FuE stärker in die F&I-Förderung integriert werden. Das heißt, auch nicht-technische und soziale Innovationen sollten verstärkt unterstützt werden.
- Die Expertenkommission empfiehlt, die F&I-Politik zukünftig stärker darauf auszurichten, Unternehmen in strukturschwachen Regionen bei der Markteinführung von neuen Produkten und Dienstleistungen zu unterstützen, um so die Innovatorenquote zu erhöhen.
- Die Expertenkommission erachtet die regionale Vernetzung von Innovationsakteuren als wichtig. Sie regt jedoch an, in der F&I-Förderung ein höheres Gewicht auf überregionale und internationale Kooperations- und Vernetzungsformen zu legen.

## B 2 Cybersicherheit

Die fortschreitende Digitalisierung und digitale Vernetzung bieten neue Angriffspunkte auf Unternehmen. Viele Unternehmen sehen deshalb einen hohen Schutzbedarf ihrer Informationstechnik. Die bestehenden Cyberbedrohungen haben negative Auswirkungen auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen – u. a., indem keine neuen Innovationsprojekte geplant oder geplante Innovationsprojekte nicht begonnen werden.

Cybersicherheit selbst ist Gegenstand von Innovationsaktivitäten. Gemessen an Cybersicherheitspatenten liegt Deutschland deutlich hinter den USA, China oder Japan.

Die Expertenkommission empfiehlt der Bundesregierung die folgenden Maßnahmen:

- Die Vermittlung von Cybersicherheitskenntnissen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie an Hochschulen ist weiter voranzutreiben, um der zunehmenden Nachfrage nach Cybersicherheitsfachleuten zu begegnen. Dabei sollten nicht nur technische Aspekte abgedeckt, sondern auch juristische Fragestellungen und ethische Aspekte berücksichtigt werden.
- Die Zulassung von Komponenten digitaler Infrastrukturen sollte auf Basis von Kriterien erfolgen, die im gesamten europäischen Binnenmarkt gelten. Diese Kriterien sollten technische und nicht-technische Aspekte berücksichtigen und für Anbieter aus EU- und Nicht-EU-Ländern gleichermaßen gelten. Entsprechende Initiativen der EU-Kommission, z. B. für den Aufbau der 5G-Netze, sollten unterstützt werden.
- Die Cyberagentur sollte den Geschäftsbetrieb zügig aufnehmen und durch bedarfsorientierte Beschaffung innovative Projekte fördern, die der Sicherung der Technologie-souveränität Deutschlands in der Cybersicherheit dienen. Dabei ist es wichtig, stetig und offen neue technologische Entwicklungen zu verfolgen, um flexibel auf sich verändernde Bedarfe reagieren zu können. Eine Evaluierung der Cyberagentur sollte überprüfen, welche Impulse sie für F&I-Aktivitäten in der Cybersicherheit setzt.
- Vor allem für KMU ist es wichtig, niedragschwellige Informations- und Beratungsangebote zur Verfügung zu stellen. Schon bestehende Programme zur Förderung von Cybersicherheit in KMU sollten auf ihre Wirksamkeit überprüft und an die sich ständig verändernde Bedrohungslage angepasst werden.

- Um die Informationslage zur Qualität von Cybersicherheitsprodukten und -dienstleistungen zu verbessern, sollten Initiativen zur Entwicklung von Mindeststandards und Zertifizierungen insbesondere auf europäischer Ebene unterstützt werden.
- Es ist zu prüfen, ob die bestehenden Meldepflichten ausgeweitet werden müssen, um die Informationslage über Cyberrisiken zu verbessern und effektiver mit Cyberbedrohungen umgehen zu können.

### B 3 Wissens- und Technologieaustausch zwischen Deutschland und China

In Deutschland besteht die Sorge, dass es beim Wissens- und Technologieaustausch mit China zu einem einseitigen Abfluss von Know-how und einer Schwächung der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit Deutschlands kommt. Die vorliegende empirische Evidenz unterstützt nicht die Vermutung, dass chinesische Direktinvestitionen in Deutschland zu einer Schwächung der wirtschaftlichen Leistungskraft der betroffenen Unternehmen geführt haben. Nichtsdestotrotz sind Unternehmensbeteiligungen und -übernahmen durch chinesische Investoren grundsätzlich mit der Möglichkeit einer politstrategischen Einflussnahme verbunden.

- Die Bundesregierung sollte sich nachdrücklich für gleiche Wettbewerbsbedingungen (Level Playing Field) bei Direktinvestitionen für deutsche und chinesische Unternehmen einsetzen.
- Die Expertenkommission befürwortet die Pläne des BMWi, Unternehmensübernahmen durch ausländische Investoren im Bereich sensibler Technologien umfassender zu prüfen. Die hierbei einbezogenen Technologiebereiche sollten zunächst benannt werden. Außerdem sind klare und transparente Prüfkriterien zu entwickeln.

Wissenschaft in China unterliegt einem direkten Regierungseinfluss. Um die Wissenschaftskooperation mit China zu beiderseitigem Nutzen zu gestalten, bedarf es einer angemessenen Aufklärung und Sensibilisierung der daran beteiligten deutschen Akteure.

- Es sollte eine zentrale Kompetenzstelle zur Beratung deutscher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eingerichtet werden, die Expertise zu kooperations- und forschungsrelevanten Rechtsfragen bereitstellt. Die Kompetenzstelle sollte zudem Informationen über Erfahrungen und Probleme bei deutsch-chinesischen Kooperationen systematisch sammeln, auswerten und für das forschende und administrative Personal an Forschungseinrichtungen aufbereiten.
- Forschung und Lehre, die zum Verständnis von aktuellen politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen in China beitragen, sollten gestärkt werden. Hierbei ist auf die Vermittlung von guten Kenntnissen der chinesischen Sprache zu achten.
- Es sollte einen intensiven und kontinuierlichen Austausch über die Rahmenbedingungen und Perspektiven der Wissenschaftskooperation zwischen Deutschland und China geben, der mit den europäischen Partnern abgestimmt ist. Die Expertenkommission empfiehlt, nach Auslaufen der China-Strategie des BMBF und Beenden der Deutsch-Chinesischen Plattform Innovation zeitnah adäquate Formate für die weitere Kooperation zu schaffen.



AKTUELLE  
ENTWICKLUNGEN  
UND HERAUS-  
FORDERUNGEN



# A 1 Umsetzung der Hightech-Strategie 2025

Im Jahr 2018 betragen die Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) am Bruttoinlandsprodukt (BIP) 3,13 Prozent.<sup>1</sup> Damit ist die FuE-Intensität Deutschlands erneut gestiegen. Dies ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu dem in der Hightech-Strategie 2025 (HTS 2025) formulierten Ziel, bis zum Jahr 2025 3,5 Prozent des BIP für FuE aufzuwenden.<sup>2</sup>

Mit der in der HTS 2025 angekündigten Einführung der steuerlichen FuE-Förderung und der Gründung der Agentur für Sprunginnovationen wurden im Jahr 2019 zwei neue Instrumente der F&I-Politik geschaffen. Die Bundesregierung legte im selben Jahr die Zukunftcluster-Initiative auf und startete somit nach dem Auslaufen des Spitzencluster-Wettbewerbs ein neues, großes Cluster-Programm. In der neu beschlossenen Blockchain-Strategie benennt die Bundesregierung Maßnahmen, mit deren Hilfe Potenziale der Blockchain-Technologie erschlossen werden sollen. Im „Zwischenbericht ein Jahr KI-Strategie“ stellt sie ihre Aktivitäten im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) dar. Die im Klimaschutzprogramm 2030 vorgesehene Bepreisung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) soll auch Anreize für klimafreundliche Innovation setzen.

## Steuerliche FuE-Förderung eingeführt

Das im Jahr 2019 von Bundestag und Bundesrat verabschiedete Forschungszulagengesetz trat zu Beginn des Jahres 2020 in Kraft.<sup>3</sup> Damit ist das Instrument der steuerlichen FuE-Förderung, wie seit Langem von der Expertenkommission gefordert, auch in Deutschland verfügbar.<sup>4</sup>

Bei der Forschungszulage sind sowohl Unternehmen, die eigene FuE betreiben, als auch Unternehmen, die FuE-Aufträge an Dritte vergeben, anspruchsberechtigt.<sup>5</sup> Die Expertenkommission begrüßt, dass die

FuE-Aufträge bei denjenigen Unternehmen, die die Aufträge vergeben, erfasst werden. Zum einen ist dies insbesondere für KMU bedeutsam, die nur über geringe unternehmensinterne FuE-Ressourcen verfügen. Zum anderen wird zusätzlich der Wissens- und Technologietransfer aus der Wissenschaft in die Wirtschaft befördert, wenn FuE-Aufträge an Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen vergeben werden.

Bei eigenen FuE-Vorhaben ergeben sich die förderfähigen Aufwendungen aus den Kosten für das eingesetzte FuE-Personal.<sup>6</sup> Bei der Vergabe von FuE-Aufträgen wird anteilig der Auftragswert angesetzt.<sup>7</sup> Die Bemessungsgrundlage entspricht bis zu einer Obergrenze von zwei Millionen Euro den förderfähigen Aufwendungen des jeweiligen Wirtschaftsjahres.<sup>8</sup> Die Forschungszulage beträgt 25 Prozent dieser Bemessungsgrundlage, also maximal 500.000 Euro pro Wirtschaftsjahr. Folglich profitieren Unternehmen, deren förderfähige Aufwendungen unter zwei Millionen Euro liegen, relativ gesehen stärker von der Forschungszulage als Unternehmen, deren förderfähige Aufwendungen diese Schwelle überschreiten. Die geplante Evaluation der Forschungszulage muss zeigen, ob deren Ausgestaltung die gewünschte Anreizwirkung entfalten kann.

Die Forschungszulage kann nach Ablauf des Wirtschaftsjahres, in dem die förderfähigen Aufwendungen angefallen sind, beantragt werden. Sie wird auf die Einkommen- oder Körperschaftsteuer angerechnet.<sup>9</sup> Dabei ist vorgesehen, dass die Forschungszulage für ein bestimmtes Jahr auf die nächste Einkommen- oder Körperschaftsteuer – unabhängig vom Veranlagungszeitraum – angerechnet werden kann. Dies bewertet die Expertenkommission positiv. Insbesondere für Start-ups und KMU ist die Anreizwirkung einer steuerlichen FuE-Förderung nämlich umso höher einzuschätzen, je früher sie liquiditätswirksam wird.

Für Start-ups ist darüber hinaus von Bedeutung, dass sie auch von der steuerlichen FuE-Förderung profitieren, wenn sie keine oder nur eine geringe Steuerschuld haben. Wenn die anzurechnende Forschungszulage die festgesetzte Einkommen- oder Körperschaftsteuer übersteigt, wird sie ausgezahlt.

### **Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen gegründet**

Die Expertenkommission hatte sich in ihrem Jahrestgutachten 2018 für die Gründung einer Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen ausgesprochen.<sup>10</sup> In der HTS 2025 kündigte die Bundesregierung an, eine Agentur dieser Art einzurichten.<sup>11</sup> Ein entsprechendes Eckpunktepapier wurde bereits im August 2018 im Kabinett verabschiedet.<sup>12</sup>

Im Sommer 2019 wurde der Gründungsdirektor der Agentur für Sprunginnovationen benannt und als Standort Leipzig ausgewählt. Im Herbst 2019 folgte die Gründung der Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen (SprinD GmbH).<sup>13</sup> Über die Gesellschafterversammlung und den Aufsichtsrat hat die Politik die Möglichkeit der Einflussnahme auf die unternehmerischen Entscheidungen der SprinD GmbH. Hierbei sind die politischen Vertreterinnen und Vertreter aufgerufen, eine angemessene Balance zwischen einem verantwortungsvollen Umgang mit Steuergeldern und unternehmerischem Risiko zu finden. Die Expertenkommission vertritt nachdrücklich die Auffassung, dass die Geschäftsleitung ein Höchstmaß an Unabhängigkeit von politischer Steuerung und Ressortdenken erhalten und vor allem die thematische Ausrichtung der SprinD GmbH selbst bestimmen sollte.

### **Zukunftscluster-Initiative aufgelegt**

Im Sommer 2019 legte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Zukunftscluster-Initiative auf, um die Entwicklung von regionalen Clustern in Innovationsfeldern mit hohem Wachstumspotenzial zu fördern.<sup>14</sup> Damit sollen bestimmte neueste Technologien, wissenschaftliche Methoden und Instrumente aus der Forschung möglichst schnell in die Anwendung gebracht werden.<sup>15</sup> Die Initiative ist als mehrstufiges, kompetitives Verfahren angelegt und sieht mehrere Wettbewerbsrunden vor. In der sogenannten Konzeptionsphase werden die Innovationsnetzwerke mit jeweils bis zu

250.000 Euro gefördert. Die für die Umsetzungsphase ausgewählten Innovationsnetzwerke können bis zu neun Jahre lang mit jeweils bis zu fünf Millionen Euro pro Jahr gefördert werden. Die Förderrichtlinie schließt zwar keine Themen und Anwendungsfelder aus, benennt jedoch Handlungsfelder, die als vorrangig angesehen werden.<sup>16</sup> Die Expertenkommission befürwortet die allgemeine Zielsetzung der Initiative, kritisiert jedoch, dass die Förderrichtlinie nicht völlig themen- und technologieoffen formuliert wurde.

### **Blockchain-Strategie der Bundesregierung verabschiedet**

Das Bundeskabinett verabschiedete im September 2019 die Blockchain-Strategie der Bundesregierung.<sup>17</sup> Ziel ist es, die Chancen der Blockchain-Technologien zu nutzen und ihre Potenziale für die digitale Transformation zu mobilisieren.<sup>18</sup> Die Bundesregierung hat die Blockchain-Strategie auf der Grundlage eines Konsultationsprozesses erstellt. Es ist vorgesehen, den Dialog mit Wirtschaft, Zivilgesellschaft sowie Expertinnen und Experten fortzuführen.<sup>19</sup> Die Expertenkommission begrüßt, dass die Bundesregierung in ihrer Blockchain-Strategie systematisch die Expertise der Stakeholder einholt, um Rahmenbedingungen zu identifizieren, die die Entwicklung und Skalierung von Blockchain-Anwendungen hemmen.

In der Blockchain-Strategie formuliert die Bundesregierung fünf Handlungsfelder,<sup>20</sup> ordnet ihnen Maßnahmen zu und benennt Zuständigkeiten. Die Expertenkommission fordert die Bundesregierung dazu auf, die genannten Maßnahmen mit Meilensteinen zu hinterlegen und die Erreichung der Meilensteine transparent zu dokumentieren.

### **Umsetzung der KI-Strategie angelaufen**

Die „Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung“ (KI-Strategie) wurde im November 2018 vom Bundeskabinett verabschiedet.<sup>21</sup> Im November 2019 veröffentlichte die Bundesregierung den „Zwischenbericht ein Jahr KI-Strategie“, in dem in Umsetzung befindliche und geplante Maßnahmen genannt werden.<sup>22</sup> Zu den zentralen Maßnahmen der KI-Strategie zählen die Weiterentwicklung der Kompetenzzentren für die KI-Forschung, die Schaffung von 100 neuen Professuren, der Aufbau einer Dateninfrastruktur und die Unterstützung des Wissens- und Technologietransfers.

Das BMBF fördert neben dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) derzeit fünf weitere Kompetenzzentren für KI-Forschung.<sup>23</sup> In der KI-Strategie kündigt die Bundesregierung an, die bestehenden Kompetenzzentren für KI-Forschung überregional weiterzuentwickeln und zu einem nationalen Netzwerk auszubauen.<sup>24</sup> Die Förderung der bestehenden Zentren soll bis zum Jahr 2022 verdoppelt werden.<sup>25</sup> Langfristig sieht die Bundesregierung vor, die Finanzierung der Zentren gemeinsam mit den Sitzländern zu verstetigen.<sup>26</sup> Die Expertenkommission begrüßt im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit und die internationale Sichtbarkeit der deutschen KI-Standorte, dass der Fokus der Bundesregierung auf die Stärkung und internationale Vernetzung bestehender und nicht auf den Aufbau neuer Kompetenzzentren für KI-Forschung gerichtet ist.

Die Bundesregierung strebt gemäß ihrer KI-Strategie an, eine breite Verankerung der KI an Hochschulen mit mindestens 100 zusätzlichen Professuren abzusichern.<sup>27</sup> Um führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus dem Ausland zu gewinnen, wurden 30 Alexander von Humboldt-Professuren auf dem Gebiet der KI ausgeschrieben.<sup>28</sup> Die Einrichtung neuer KI-Professuren soll zudem über den Ausbau der Kompetenzzentren für KI-Forschung gefördert werden.<sup>29</sup> Darüber hinaus beabsichtigt die Bundesregierung, die wissenschaftliche Expertise im KI-Bereich durch eine verstärkte Nachwuchsförderung zu sichern.<sup>30</sup> Die Expertenkommission unterstützt das Vorhaben einer verstärkten Nachwuchsförderung ausdrücklich.

Mit dem im Oktober 2019 vorgestellten Projekt GAIA-X will die Bundesregierung gemeinsam mit Partnerinnen und Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft eine vernetzte und offene Dateninfrastruktur schaffen.<sup>31</sup> Diese soll Daten und Dienste für Anwendungen der KI verfügbar machen und dabei die digitale Souveränität gewährleisten.<sup>32</sup> Die Expertenkommission befürwortet die Zielstellung des Projekts, da durch eine verbesserte Datenverfügbarkeit für deutsche und europäische Akteure neue Innovationspotenziale im KI-Bereich entstehen. Jedoch weist die Expertenkommission darauf hin, dass die intendierten Effekte nur dann erzielt werden können, wenn GAIA-X rasch realisiert wird, ein kritisches Mindestmaß an Kapazität aufweist und eine hohe Nutzerfreundlichkeit gewährleistet.<sup>33</sup>

Die Bundesregierung führte im Jahr 2019 den Innovationswettbewerb „Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme“ durch und startete den Pilot-Innovationswettbewerb „Energieeffizientes KI-System“.<sup>34</sup> Neben diesen beiden anwendungsbezogenen Innovationswettbewerben führt die Bundesregierung weitere Maßnahmen durch, die den Wissens- und Technologietransfer im KI-Bereich befördern sollen. Dazu zählen der Einsatz von sogenannten KI-Trainerinnen und -Trainern und der Aufbau der KI-Landkarte.<sup>35</sup> Die Expertenkommission fordert die Bundesregierung dazu auf, den Wissens- und Technologietransfer im KI-Bereich mit Nachdruck weiter voranzutreiben.

### Klimapaket auf den Weg gebracht

Die Expertenkommission hat in ihrem Jahresgutachten 2019 darauf hingewiesen, dass innovative Technologien und Geschäftsmodelle einen entscheidenden Beitrag zur Energiewende leisten können. Viele aus Sicht von Fachleuten wichtige Technologien sind bereits heute marktreif. Ihre Diffusion wird jedoch durch die fehlende Internalisierung negativer externer Effekte von CO<sub>2</sub>-Emissionen gehemmt.<sup>36</sup> Im Rahmen der Umsetzung des von der Bundesregierung im Oktober 2019 vorgelegten Klimaschutzprogramms 2030 – dem sogenannten Klimapaket – wurde das Brennstoffemissionshandelsgesetz beschlossen. Es sieht vor, im Jahr 2021 handelbare Emissionszertifikate für die Sektoren Wärme und Verkehr einzuführen.<sup>37</sup> In den Jahren 2021 bis 2025 werden die Zertifikate zu einem Festpreis verkauft. Ab dem Jahr 2026 werden sie versteigert. Dabei soll die Preisbildung im Jahr 2026 innerhalb eines festgelegten Preiskorridors erfolgen. Das Brennstoffemissionshandelsgesetz sieht vor, dass der Festpreis für die Emissionszertifikate in den Jahren 2021 bis 2025 schrittweise von 10 auf 35 Euro ansteigt und der Preiskorridor im Jahr 2026 zwischen 35 und 60 Euro pro Emissionszertifikat liegt.<sup>38</sup> Der vom Vermittlungsausschuss zu den steuerlichen Maßnahmen des Klimaschutzprogramms 2030 erzielte Kompromiss beinhaltet, neben Anpassungen am Steuergesetz, auch die Preise für Emissionszertifikate neu festzulegen.<sup>39</sup> Der Emissionspreis soll demgemäß im Zeitraum 2021 bis 2025 schrittweise von 25 auf 55 Euro pro Emissionszertifikat ansteigen und im Jahr 2026 zwischen 55 und 65 Euro liegen. Nach Einschätzung der Expertenkommission sind die

derzeit im Brennstoffemissionshandelsgesetz vorgesehenen CO<sub>2</sub>-Preise nicht hoch genug, um den Einsatz klimafreundlicher Technologien und Geschäftsmodelle nachhaltig zu befördern. Sie erachtet die vom Vermittlungsausschuss vorgeschlagenen Emissionspreise als zielführender.

Um die gesellschaftliche Akzeptanz einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung zu gewährleisten, befürwortet es die Expertenkommission, überproportionale Energiekostenbelastungen bei einkommensschwachen Haushalten durch eine pauschale Rückerstattung abzumildern.<sup>40</sup> Kompensierende Maßnahmen sollten jedoch die Wirksamkeit einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung nicht beeinträchtigen. Daher bewertet die Expertenkommission die im „Gesetz zur Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 im Steuerrecht“ für den Zeitraum 2021 bis 2026 vorgesehene Erhöhung der Pendlerpauschale und Gewährung einer Mobilitätsprämie als kontraproduktiv.<sup>41</sup>

## A 2 Wissenschaftspolitik

Die Bund-Länder-Vereinbarungen zum dritten Pakt für Forschung und Innovation (PFI III), zum Hochschulpakt 2020 sowie zum Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre (Qualitätspakt Lehre) laufen zum Ende dieses Jahres aus. Im Juni 2019 verabschiedeten die Regierungschefinnen und -chefs von Bund und Ländern entsprechende Nachfolgevereinbarungen – den vierten Pakt für Forschung und Innovation (PFI IV), den „Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken“ sowie die Vereinbarung „Innovation in der Hochschullehre“.

### **Planungssicherheit für die außeruniversitären Wissenschaftsorganisationen geschaffen**

Der PFI IV sieht für den Zeitraum 2021 bis 2030 vor, die Zuwendungen von Bund und Ländern an die außeruniversitären Wissenschaftsorganisationen um jährlich 3 Prozent zu erhöhen.<sup>42</sup> Die Laufzeit des PFI IV ist mit zehn Jahren deutlich länger als die der auf jeweils fünf Jahre ausgelegten früheren Pakte für Forschung und Innovation. Dadurch erhalten die Wissenschaftsorganisationen ein hohes Maß an Planungssicherheit.

Der PFI IV formuliert fünf forschungspolitische Ziele, die von den Wissenschaftsorganisationen zu verfolgen sind. Die Ziele sind mit „Dynamische Entwicklung fördern“, „Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft stärken“, „Vernetzung vertiefen“, „Die besten Köpfe gewinnen und halten“ sowie „Infrastrukturen für die Forschung stärken“ überschrieben. Sie knüpfen eng an die Ziele des PFI III an,<sup>43</sup> beinhalten aber auch neue Akzente. Die Expertenkommission befürwortet den erhöhten Stellenwert des Wissens- und Technologietransfers. So wurde in den PFI IV die Vereinbarung aufgenommen, dass die Wissenschaftsorganisationen neue Instrumente des Wissens- und Technologietransfers entwickeln und einen erfolgreichen Transfer durch interne Anreizinstrumente anerkennen und fördern. Zudem befürwor-

tet die Expertenkommission die im PFI IV genannte Zielstellung, den Wissens- und Technologietransfer strategisch auch auf KMU auszurichten.

Die Wissenschaftsorganisationen verpflichten sich jeweils in Zielvereinbarungen, die forschungspolitischen Ziele durch eigene Maßnahmen umzusetzen. Die aktuellen Zielvereinbarungen beziehen sich auf die ersten fünf Jahre des PFI IV. Sie sollen im Jahr 2025 für die zweiten fünf Jahre neu vereinbart werden. Die Expertenkommission erwartet, dass geeignete Indikatoren entwickelt werden, damit die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) die bis dahin erreichten Ergebnisse fundiert bewerten kann. Hierzu können auch, wie im PFI IV angesprochen, internationale Benchmarks beitragen. Auf dieser Grundlage sollten dann die Zielvereinbarungen fortgeschrieben werden.

### **Bund dauerhaft an der Finanzierung der Hochschullehre beteiligt**

Der „Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken“ zielt auf eine flächendeckend hohe Qualität von Studium und Lehre, gute Studienbedingungen in der Breite der deutschen Hochschullandschaft sowie den bedarfsgerechten Erhalt von Studienkapazitäten ab.<sup>44</sup> Er wurde auf Basis des Art. 91b Abs. 1 GG unbefristet geschlossen. Zur Umsetzung des Zukunftsvertrags im Zeitraum 2021 bis 2023 stellt der Bund jährlich 1,88 Milliarden Euro bereit. Ab dem Jahr 2024 erhöht er seine Mittelbereitstellung auf 2,05 Milliarden Euro jährlich. Die Expertenkommission begrüßt, dass sich der Bund nun dauerhaft an der Finanzierung der Lehre beteiligt.<sup>45</sup>

Die Länder verpflichten sich, zusätzliche Mittel in derselben Höhe wie die im jeweiligen Jahr erhaltenen Bundesmittel bereitzustellen. Die Bereitstellung und Verwendung der Bundesmittel sowie der zusätzlichen eigenen Mittel haben die Länder jährlich in standar-

disierter Form darzulegen. Sollte ein Land seinen Finanzierungszusagen aus dem Zukunftsvertrag nicht nachkommen, reduziert sich der Anspruch auf Bundesmittel entsprechend. Die Expertenkommission hält es für angemessen, dass der Zukunftsvertrag diesen Sanktionsmechanismus enthält.

Der prozentuale Aufwuchs der Mittel erfolgt beim Zukunftsvertrag zunächst in der gleichen Größenordnung wie beim PFI IV. Würde man, ausgehend von den Hochschulpaktmitteln für das Jahr 2020,<sup>46</sup> die Mittel jedes Jahr um 3 Prozent erhöhen, wären die Hochschulen im Zeitraum 2021 bis 2027 in Summe nicht besser gestellt als bei den nun für den Zukunftsvertrag vereinbarten Mitteln. Im Jahr 2027 werden Bund und Länder über finanzielle Anpassungsbedarfe beraten und beschließen.

Während der Hochschulpakt in erster Linie auf den Ausbau von Kapazitäten für zusätzliche Studienanfängerinnen und -anfänger abzielt,<sup>47</sup> richtet der Zukunftsvertrag seinen Fokus primär darauf, die Qualität der Hochschullehre zu verbessern. Die Finanzaufweisungen des Bundes an die Länder erfolgen im Rahmen des Hochschulpakts auf Grundlage der Studienanfängerzahlen. Bei der Mittelbereitstellung im Rahmen des Zukunftsvertrags werden darüber hinaus auch die Anzahl der Studierenden innerhalb der Regelstudienzeit zuzüglich zwei Semester sowie die Anzahl der Absolventinnen und Absolventen herangezogen. Die Expertenkommission befürwortet diesen Einstieg in eine qualitätsorientierte Mittelvergabe.<sup>48</sup>

Alle Länder haben Verpflichtungserklärungen mit einer Laufzeit von sieben Jahren zu erstellen, die Aussagen zu Zielen, Schwerpunkten und Maßnahmen für die Umsetzung des Zukunftsvertrags enthalten. Verbindlicher Bestandteil sind hierbei Erklärungen zum Ausbau dauerhafter Beschäftigungsverhältnisse des mit Studium und Lehre befassten hauptberuflichen wissenschaftlichen und künstlerischen Personals. Die Expertenkommission hat Sorge, dass dies einen überproportionalen Aufwuchs der dauerhaften Beschäftigungsverhältnisse im wissenschaftlichen Mittelbau zur Folge hat. Sie ist der Auffassung, dass Beschäftigungsverhältnisse im wissenschaftlichen Mittelbau in der Regel mit Qualifizierungszielen verbunden sein sollten. Durch die Befristung der entsprechenden Beschäftigungsverhältnisse erhalten auch die jeweils nachfolgenden Absolventenjahrgänge die Möglichkeit zur Qualifizierung.<sup>49</sup>

Die Expertenkommission begrüßt, dass der Zukunftsvertrag eine regelmäßige Überprüfung durch den Wissenschaftsrat vorsieht, deren Ergebnisse bei Beratungen von Bund und Ländern über inhaltliche und finanzielle Anpassungsbedarfe zu berücksichtigen sind.

### **Eigene Organisation für Innovation in der Hochschullehre kommt**

Die Verwaltungsvereinbarung „Innovation in der Hochschullehre“ zielt darauf ab, die Hochschulen bei der qualitätsorientierten Weiterentwicklung von Studium und Lehre zu unterstützen.<sup>50</sup> Für die Lehrenden an Hochschulen und die Hochschulleitungen sollen Anreize gesetzt werden, sich weiterhin für Qualitätsverbesserungen in Studium und Lehre einzusetzen. Die Expertenkommission unterstützt dieses Ziel und spricht sich dafür aus, bei seiner Umsetzung auch die Erfahrungen und Konzepte der Hochschulen aus dem Qualitätspakt Lehre zu nutzen.

Wie der Zukunftsvertrag wurde auch die Verwaltungsvereinbarung „Innovation in der Hochschullehre“ auf Grundlage des Art. 91b Abs. 1 GG auf unbestimmte Zeit geschlossen. Zur Umsetzung der in der Verwaltungsvereinbarung genannten Ziele werden Bund und Länder eine rechtlich unselbstständige Organisationseinheit finanzieren. Als Trägerorganisation wurde im Dezember 2019 auf der Grundlage eines Interessenbekundungsverfahrens die Toepfer Stiftung gGmbH ausgewählt.<sup>51</sup> Die Aufgaben der Organisationseinheit umfassen Projektförderung, Förderung des Austauschs und der Vernetzung sowie Förderung des Wissenstransfers. Ein Bund-Länder-Gremium wird alle wesentlichen Entscheidungen der Organisationseinheit treffen. Auch den Ausschüssen zur Projektauswahl werden Vertreterinnen und Vertreter von Bund und Ländern angehören. Die Expertenkommission kritisiert, dass die neue Organisationseinheit nicht zunächst befristet eingerichtet wurde und dass relativ starke Einflussmöglichkeiten politischer Vertreterinnen und Vertreter bestehen.

### **Programmpauschale unverändert auf niedrigem Niveau**

Die DFG-Programmpauschale, die zweite Säule des Hochschulpakts, dient der Deckung der mit einer DFG-Förderung verbundenen indirekten Projektkosten.<sup>52</sup> Nach dem Auslaufen des Hochschulpakts 2020

wird die DFG-Programmpauschale auf der Grundlage der „Ausführungsvereinbarung zum GWK-Abkommen über die gemeinsame Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft“ (AV-DFG) gewährt werden.<sup>53</sup> Sie wird bis 2025 unverändert 22 Prozent betragen. Über ihre prozentuale Höhe ab 2026 werden Bund und Länder noch in Verhandlung treten. Die Expertenkommission spricht sich erneut für eine Erhöhung der DFG-Programmpauschale aus,<sup>54</sup> da diese ansonsten die Overheadkosten in den meisten Fällen nicht vollständig deckt.<sup>55</sup>

# KERNTHEMEN 2020

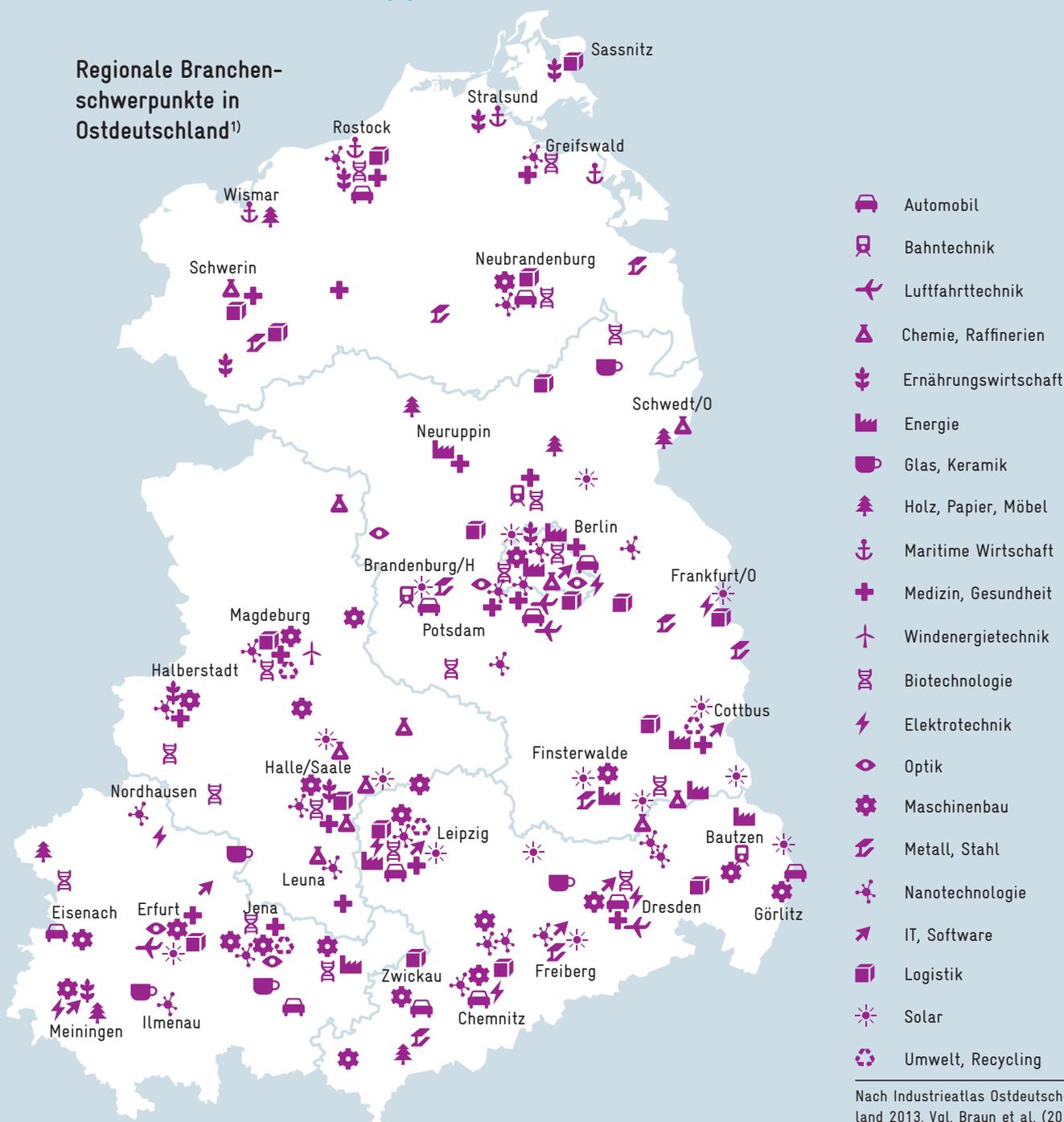


# B 1 Innovationsstandort Ostdeutschland – 30 Jahre nach der Wiedervereinigung

Download  
Daten

Zwischen Ost- und Westdeutschland bestehen weiterhin große strukturelle Unterschiede, die sich u.a. auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen auswirken. Werden nur strukturell ähnliche Unternehmen miteinander verglichen, zeigt sich, dass sich die Innovationstätigkeit ostdeutscher Unternehmen in den vergangenen Jahren der Innovationstätigkeit der westdeutschen Unternehmen angeglichen hat.

## Regionale Branchenschwerpunkte in Ostdeutschland<sup>1)</sup>



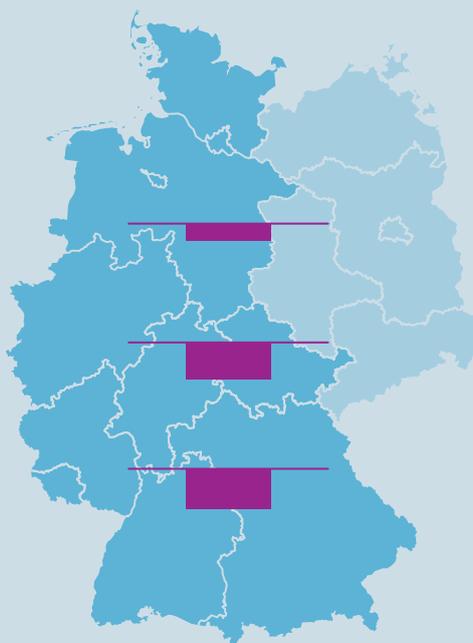
<sup>1)</sup> Nach Industriatlas Ostdeutschland 2013. Vgl. Braun et al. (2013).

## Vergleich strukturähnlicher ost- und westdeutscher Unternehmen<sup>2)</sup>

Mithilfe eines sogenannten Matching-Ansatzes werden diejenigen Unterschiede in den Innovationstätigkeiten zwischen ost- und westdeutschen Unternehmen herausgearbeitet, die nicht auf regionale Unterschiede in den beobachtbaren Strukturmerkmalen zurückzuführen sind. Hierzu werden beobachtbare Strukturmerkmale wie z.B. Größe, Branche und Alter der Unternehmen berücksichtigt. So werden nur solche Unternehmen aus Ost und West miteinander verglichen, die ähnliche beobachtbare Strukturmerkmale aufweisen.

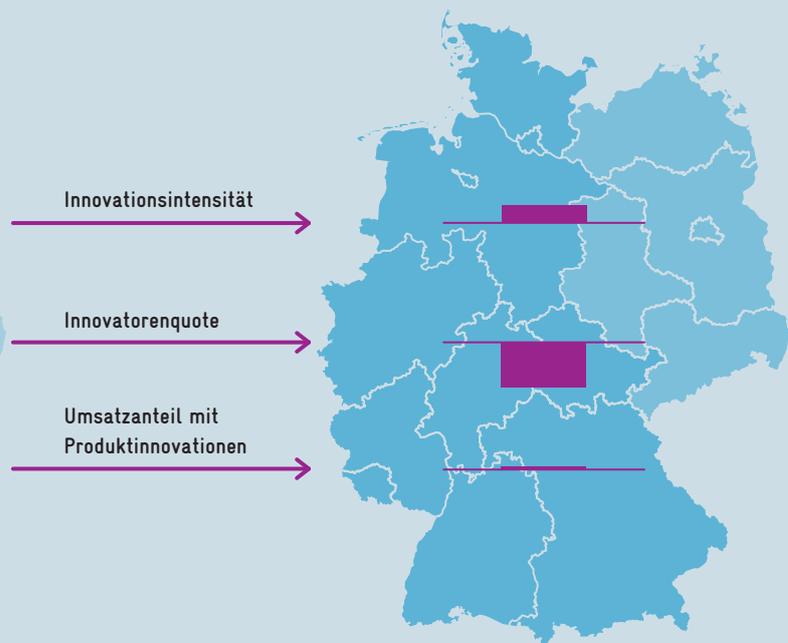
### Nicht strukturangepegliche Abweichung

Abweichung von Unternehmen in Ostdeutschland im Vergleich zu Unternehmen in Westdeutschland



### Strukturangepegliche Abweichung

Abweichung von Unternehmen in Ostdeutschland im Vergleich zu Unternehmen in Westdeutschland



### Lesebeispiel

Während ostdeutsche Unternehmen am aktuellen Rand nicht strukturangepeglichen einen geringeren Umsatzanteil mit Produktinnovationen aufweisen als westdeutsche Unternehmen, lassen sich strukturangepeglichen kaum noch Unterschiede beim Umsatzanteil mit Produktinnovationen zwischen ost- und westdeutschen Unternehmen feststellen.

# B 1 Innovationsstandort Ostdeutschland – 30 Jahre nach der Wiedervereinigung

Der 30. Jahrestag der deutschen Wiedervereinigung in diesem Jahr soll Anlass sein, die aktuellen Innovationsleistungen Ostdeutschlands und ihre Entwicklungen über die letzten Jahre – insbesondere auch im Vergleich zu denen Westdeutschlands – zu beleuchten. Innovationen gelten als wichtige Treiber der gesamtwirtschaftlichen Produktivität und damit der Einkommens- und Wohlstandsentwicklung einer Volkswirtschaft.<sup>56</sup> Studien zeigen, dass Ostdeutschland den Produktivitätsrückstand gegenüber Westdeutschland seit der Wiedervereinigung deutlich verringern konnte:<sup>57</sup> 1991 betrug die Produktivität in Ostdeutschland rund 45 Prozent des westdeutschen Niveaus, 2018 rund 83 Prozent.<sup>58</sup> Nach einer starken Verringerung des Rückstands in den ersten Jahren nach der Wiedervereinigung hat sich die Angleichung jedoch deutlich verlangsamt.<sup>59</sup> Dies wird vor allem auf strukturelle Unterschiede zwischen der ostdeutschen und der westdeutschen Wirtschaft zurückgeführt.<sup>60</sup>

Ostdeutschland unterscheidet sich von Westdeutschland strukturell vor allem in folgenden Punkten: das weitgehende Fehlen von Konzernzentralen großer, multinationaler Unternehmensgruppen; ein vergleichsweise hoher Anteil von jungen, kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) an den gesamten wirtschaftlichen Aktivitäten; ein überproportionales Gewicht der nicht-forschungsintensiven Industrie sowie ein relativ hohes Gewicht von nicht-wissensintensiven Unternehmensdienstleistungen. Gleichzeitig zeichnet sich die ostdeutsche Wirtschaft aber auch durch einen überproportionalen Anteil an Spitzentechnologiebranchen,<sup>61</sup> zu der beispielsweise der Luft- und Raumfahrzeugbau sowie die Pharmaindustrie gehören, aus.<sup>62</sup> Hinzu kommt, dass es in Ostdeutschland mehr strukturschwache Regionen gibt, deren Standortbedingungen für Innovationsaktivitäten u. a. in Bezug auf die technische und Wissensinfrastruktur (z. B. Breitband, Verkehr, Anbindung an Wissenschaftseinrichtungen) vergleichsweise ungünstig sind.<sup>63</sup>

Dieses Kapitel untersucht die Innovationstätigkeit von Unternehmen in Ost- und Westdeutschland unter Berücksichtigung der beschriebenen strukturellen Unterschiede. Darüber hinaus werden die Entwicklung der Patentanmeldungen und Gründungen, die Kooperationsaktivitäten innovativer Unternehmen sowie die F&I-Förderung in Ostdeutschland betrachtet.

## Entwicklung der Innovationstätigkeit ostdeutscher Unternehmen

B 1-1

Basierend auf Daten des Stifterverbandes sowie einer im Auftrag der Expertenkommission durchgeführten Studie des ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), vergleicht dieser Abschnitt die Entwicklung der Innovationstätigkeit der Unternehmen in Ostdeutschland über die letzten 20 Jahre (in der Regel 1997 bis 2017) mit der von Unternehmen in Westdeutschland. Ostdeutschland umfasst in dieser Analyse alle neuen Bundesländer und Berlin; innerhalb Ostdeutschlands nimmt Berlin eine Sonderrolle ein. Westdeutschland umfasst die alten Bundesländer ohne Berlin.

Grundlegend für die Innovationstätigkeit sind Forschung und Entwicklung (FuE). An den FuE-Ausgaben und der FuE-Beschäftigung gemessen, lagen im Zeitraum 1997 bis 2017 die FuE-basierten Innovationstätigkeiten Ostdeutschlands hinter denjenigen Westdeutschlands zurück (vgl. Box B 1-1).<sup>64</sup>

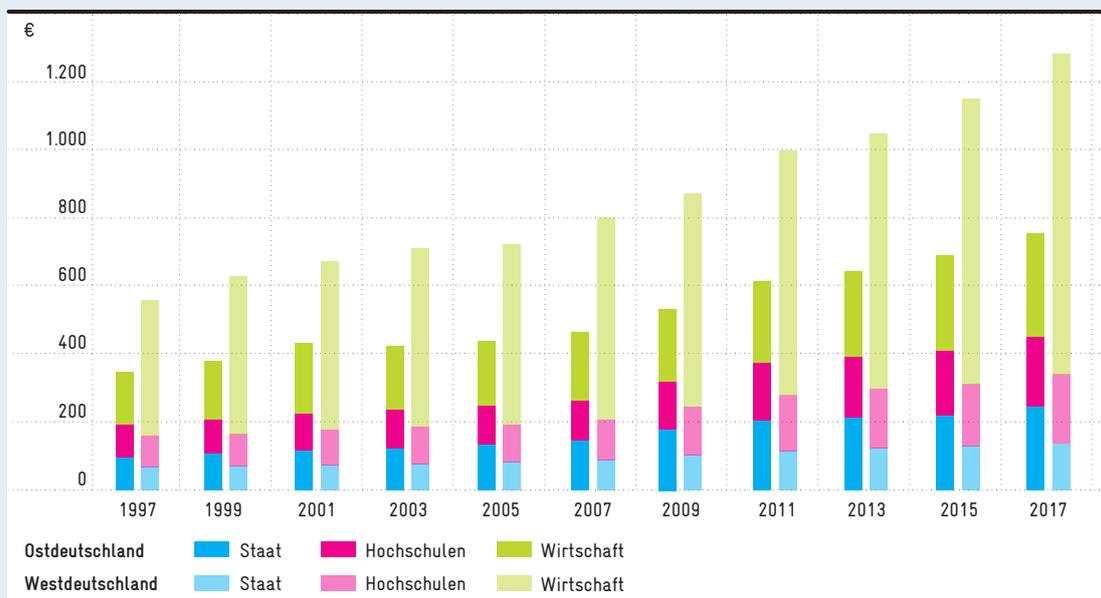
Im Folgenden werden zwei Gruppen von Indikatoren näher betrachtet, die zum einen den Input und zum anderen den Output bzw. Erfolg der Innovationstätigkeit betreffen (für Definitionen vgl. Box B 1-3).<sup>65</sup> Auf der Inputseite werden der Anteil der kontinuierlich forschenden und innovationsaktiven Unternehmen sowie die Innovationsausgaben in Relation zum Umsatz (Innovationsintensität) betrachtet.

## FuE in Ostdeutschland<sup>66</sup>

Im Zeitraum 1997 bis 2017 haben sich die FuE-Ausgaben pro Kopf in Ostdeutschland mehr als verdoppelt. Sie sind von 353 Euro auf 768 Euro angestiegen (vgl. Abbildung B 1-2). Dabei wies Berlin 2017 mit 1.305 Euro die mit Abstand höchsten FuE-Ausgaben pro Kopf in Ostdeutschland auf. Die FuE-Beschäftigung in Ostdeutschland ist im Zeitraum 1997 bis 2017 um knapp 30 Prozent auf rund 104.000 Vollzeit-äquivalente gestiegen. Dabei haben die FuE-

Ausgaben pro Kopf und die FuE-Beschäftigung seit 1997 im öffentlichen Sektor stärker zugenommen als im Wirtschaftssektor.<sup>67</sup> In Westdeutschland nahmen die FuE-Ausgaben pro Kopf und die FuE-Beschäftigung in den letzten 20 Jahren insgesamt noch stärker zu als in Ostdeutschland.<sup>68</sup> Dies ist vor allem auf ein hohes Wachstum der FuE-Aktivitäten des Wirtschaftssektors zurückzuführen (vgl. Abbildung B 1-2).<sup>69</sup>

## FuE-Ausgaben pro Kopf nach durchführenden Sektoren für Ost- und Westdeutschland 1997–2017 in Euro



Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Statistisches Bundesamt. Eigene Berechnungen in Ihle et al. (2020).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Der Anteil der FuE-Ausgaben am Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist die sogenannte FuE-Intensität. Ausgehend von 2,1 Prozent im Jahr 1997, ist diese Kennzahl für Ostdeutschland auf 2,5 Prozent im Jahr 2017 angestiegen.<sup>70</sup> Die FuE-Intensität in Westdeutschland ist allerdings deutlich stärker angestiegen, nämlich von 2,2 Prozent im Jahr 1997 auf 3,1 Prozent im Jahr 2017. Die 2017 erreichte FuE-Intensität der ostdeutschen Bundesländer von 2,5 Prozent liegt aber immer noch über derjenigen von z.B. Frankreich, Italien oder Großbritannien.<sup>71</sup>

Während 2017 die FuE-Ausgaben in Westdeutschland zu rund 73 Prozent von der Wirtschaft erbracht wurden, waren es in Ostdeutschland nur rund 40 Prozent. In Ostdeutschland spielt hingegen die

Finanzierung von FuE durch den öffentlichen Sektor (staatliche Forschungseinrichtungen und Hochschulen) eine bedeutende Rolle. So lag 2017 der Anteil des Staates (inklusive private Institutionen ohne Erwerbszweck) an den FuE-Ausgaben in Ostdeutschland bei 33 Prozent, der Anteil der Hochschulen lag bei 27 Prozent.<sup>72</sup>

Seit Mitte der 1990er Jahre fließen rund 30 Prozent der gesamten FuE-Ausgaben des Staates (inklusive private Institutionen ohne Erwerbszweck) nach Ostdeutschland.<sup>73</sup> Dies entsprach im Jahr 2017 gut vier Milliarden Euro. Die absolut höchsten Zuwendungen erhielten davon die Länder Berlin (1,6 Milliarden Euro), Sachsen (1,0 Milliarden Euro) und Brandenburg (0,5 Milliarden Euro).<sup>74</sup>

Zur Messung des Innovationsoutputs bzw. -erfolgs dienen der Anteil der Unternehmen, die zumindest eine Produkt- oder Prozessinnovation eingeführt haben (Innovatorenquote), sowie der Umsatzanteil, der mit Produktinnovationen erzielt wurde – differenziert nach Marktneuheiten und Nachahmerinnovationen.<sup>75</sup>

Um den Unterschieden in der Wirtschaftsstruktur zwischen Ost- und Westdeutschland Rechnung zu

tragen und so zu einem aussagekräftigen Vergleich zu kommen, werden diese Indikatoren zusätzlich auch strukturangeglichen betrachtet: Mithilfe eines sogenannten Matching-Ansatzes werden diejenigen Unterschiede in den Innovationstätigkeiten zwischen ost- und westdeutschen Unternehmen herausgearbeitet, die nicht auf regionale Unterschiede in den beobachtbaren Strukturmerkmalen zurückzuführen sind.<sup>76</sup> Dabei gehen folgende beobachtbare Strukturmerk-

Box B 1-3

### Innovationsindikatoren<sup>77</sup>

#### Inputindikatoren der Innovationstätigkeit

**Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen:** Von den Unternehmen selbst durchgeführte, d. h. interne FuE-Aktivitäten können kontinuierlich oder gelegentlich stattfinden. Während kontinuierliche FuE-Aktivitäten auf permanenter Grundlage betrieben werden, werden gelegentliche FuE-Aktivitäten nur anlassbezogen durchgeführt. Der Anteil der kontinuierlich forschenden Unternehmen ist definiert als derjenige Anteil von Unternehmen an allen Unternehmen, der intern kontinuierlich FuE-Aktivitäten durchführt.

**Anteil innovationsaktiver Unternehmen:** Der Anteil innovationsaktiver Unternehmen gibt denjenigen Anteil von Unternehmen an allen Unternehmen an, der im zurückliegenden Dreijahreszeitraum Innovationsaktivitäten durchgeführt hat. Innovationsaktivitäten sind definiert als Aktivitäten, die auf die Entwicklung oder Einführung neuer oder verbesserter Produkte oder Prozesse abzielen. Diese Aktivitäten umfassen interne FuE-Aktivitäten, externe FuE-Aktivitäten (Vergabe von FuE-Aufträgen an Dritte) sowie andere innovationsbezogene Aktivitäten (z. B. Konzeption oder Installation neuer Anlagen).

**Innovationsintensität:** Die Innovationsintensität beschreibt die Innovationsausgaben relativ zum Umsatz der Unternehmen in einem entsprechenden Jahr. Innovationsausgaben umfassen sämtliche FuE-Ausgaben (interne plus externe) sowie weitere interne und externe Ausgaben, die zur Umsetzung von Innovationsvorhaben erforderlich sind. Hierzu gehören beispielsweise konzeptionelle Arbeiten, Produktionsvorbereitung, Marktforschung und Marketingkonzepte, Weiterbildung sowie der Erwerb von Sachanlagen für Innovationen.

#### Outputindikatoren der Innovationstätigkeit

**Innovatorenquote:** Die Innovatorenquote bemisst den Anteil der Unternehmen an allen Unternehmen, der im zurückliegenden Dreijahreszeitraum zumindest eine Produktinnovation (d. h. neues oder merklich verbessertes Produkt) oder eine Prozessinnovation (d. h. neuer oder merklich verbesserter Prozess) eingeführt hat.

**Umsatzanteil mit Produktinnovationen:** Der Umsatzanteil mit Produktinnovationen gibt den Anteil an, mit dem Produktinnovationen in den ersten drei Jahren nach ihrer Markteinführung zum Umsatz beigetragen haben.

**Umsatzanteil mit Marktneuheiten:** Marktneuheiten sind Produktinnovationen, die von Unternehmen als erste Anbieter auf dem Markt eingeführt werden. Der Umsatzanteil mit Marktneuheiten gibt den Anteil an, mit dem Marktneuheiten in den ersten drei Jahren nach ihrer Markteinführung zum Umsatz beigetragen haben.

**Umsatzanteil mit Nachahmerinnovationen:** Nachahmerinnovationen sind Produktinnovationen, die neu für ein Unternehmen, aber nicht neu für den Markt sind. Der Umsatzanteil mit Nachahmerinnovationen gibt den Anteil an, mit dem Nachahmerinnovationen in den ersten drei Jahren nach ihrer Markteinführung zum Umsatz beigetragen haben.

male in die Analyse ein: Größe der Unternehmen, Branche, in der die Unternehmen tätig sind, Alter der Unternehmen, Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe und Raumtyp, in dem die Unternehmen angesiedelt sind. Es werden demzufolge nur solche Unternehmen aus Ost und West miteinander verglichen, die vergleichbare Strukturmerkmale aufweisen.<sup>78</sup>

### Angleichung beim Innovationsinput

Der Anteil kontinuierlich FuE betreibender Unternehmen, der Anteil innovationsaktiver Unternehmen sowie die Intensität, mit der in Innovationstätigkeiten investiert wird, geben erste Aufschlüsse über die innovative Leistungsfähigkeit des Wirtschaftssektors.

Der Anteil der kontinuierlich forschenden Unternehmen war im Durchschnitt über die letzten 20 Jahre in Ostdeutschland um 1,4 Prozentpunkte höher als in Westdeutschland. Am aktuellen Rand hat jedoch eine Annäherung stattgefunden: 2017 haben 11,4 Prozent<sup>79</sup> der ostdeutschen und 11,1 Prozent der westdeutschen Unternehmen kontinuierlich geforscht.<sup>80</sup>

Ein Vergleich strukturell ähnlicher Unternehmen zeigt, dass der Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen in Ostdeutschland im Durchschnitt über die letzten 20 Jahre nur geringfügig über dem westdeutschen Wert lag (vgl. Abbildung B 1-4). Seit 2012 liegt der strukturangleichene Anteil der kontinuierlich forschenden Unternehmen immer unter dem westdeutschen Niveau.<sup>81</sup>

Um die Bereitschaft des Wirtschaftssektors, nach innovativen Ideen und Lösungen zu suchen, zu messen, kann man neben den Unternehmen, die kontinuierlich FuE betreiben, auch Unternehmen berücksichtigen, die gelegentlich FuE oder Innovationsaktivitäten ohne interne FuE durchführen. Der Anteil dieser sogenannten innovationsaktiven Unternehmen an allen Unternehmen hat in den letzten zwei Jahrzehnten sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland abgenommen. Während er 1999 in Ostdeutschland noch bei rund 59 Prozent lag, betrug er 2017 nur noch 40 Prozent. In Westdeutschland ist der Anteil im selben Zeitraum von rund 62 Prozent auf 44 Prozent gesunken. Im Mittel über die Jahre 1999 bis 2017 lag der Anteil innovationsaktiver Unternehmen in Ostdeutschland um rund 5 Prozentpunkte unter dem westdeutschen Wert.<sup>82</sup>

Auch wenn in der Analyse strukturelle Unterschiede berücksichtigt werden, bleibt der Anteil innova-

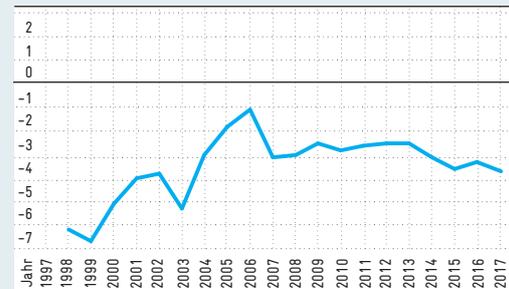
## Strukturangleichene Abweichung der Innovationsinputindikatoren 1997-2017 in Prozentpunkten

Abweichung von Unternehmen in Ostdeutschland im Vergleich zu Unternehmen in Westdeutschland

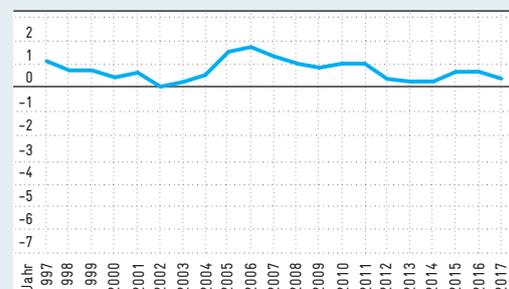
Abweichung des Anteils kontinuierlich forschender Unternehmen



Abweichung des Anteils innovationsaktiver Unternehmen



Abweichung der Innovationsintensität



Gleitende Durchschnitte der vorangegangenen drei Jahre. Lesebeispiel: 2017 war der Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen in Ostdeutschland um 1,5 Prozentpunkte niedriger als derjenige strukturähnlicher Unternehmen in Westdeutschland. Quelle: Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW in Rammer et al. (2020b).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

tionsaktiver ostdeutscher Unternehmen unterhalb des Anteils westdeutscher Unternehmen (vgl. Abbildung B 1-4). Dies ist vor allem auf den niedrigeren Anteil innovationsaktiver Unternehmen mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit zurückzuführen.<sup>83</sup>

Der Indikator der Innovationsintensität geht über die reine Bereitschaft hinaus, Innovationsaktivitäten zu

Abb B 1-4

Download  
Daten

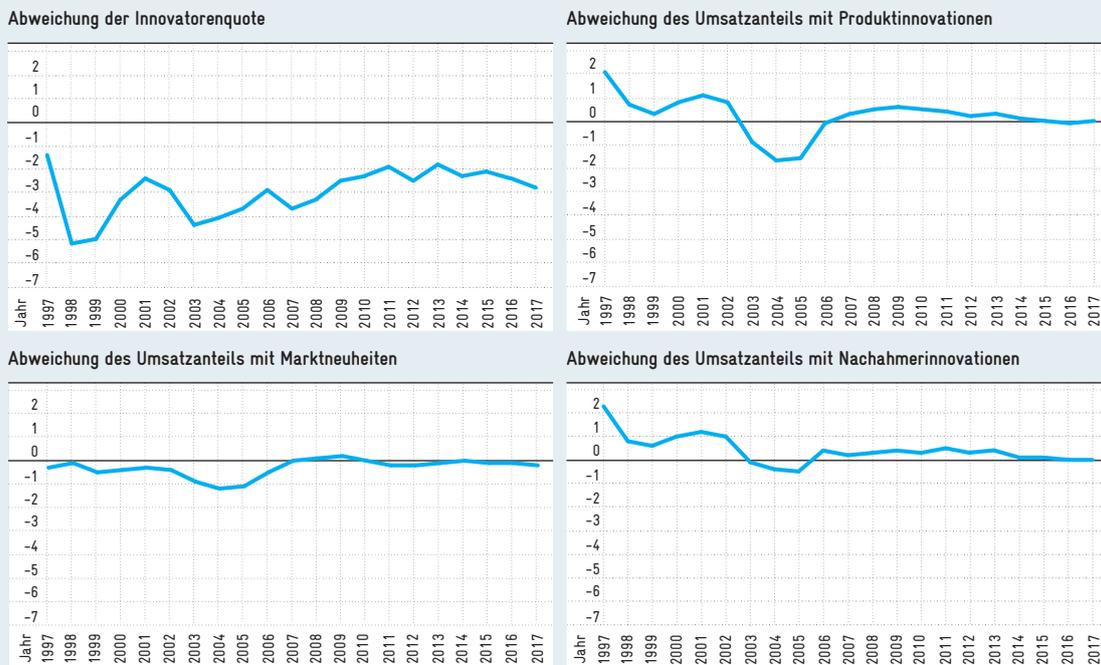
B

Abb B 1-5

Download  
Daten

## Strukturangleichene Abweichung der Innovationsoutputindikatoren 1997-2017 in Prozentpunkten

Abweichung von Unternehmen in Ostdeutschland im Vergleich zu Unternehmen in Westdeutschland



Gleitende Durchschnitte der vorangegangenen drei Jahre. Lesebeispiel: 2017 war die Innovatorenquote von Unternehmen in Ostdeutschland um 2,8 Prozentpunkte niedriger als diejenige strukturähnlicher Unternehmen in Westdeutschland.

Quelle: Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW in Rammer et al. (2020b).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

entfalten, und gibt die Intensität an, mit der Unternehmen aus ihrem Umsatz in FuE- sowie in weitere Innovationsaktivitäten investieren. Betrachtet man die nicht strukturangleichenen Werte, so zeigte sich die Innovationsintensität in Westdeutschland in den letzten zwei Jahrzehnten stabil, während sie in Ostdeutschland schwankte. Sie lag bis 2008 über der Innovationsintensität westdeutscher Unternehmen und liegt seit 2009 darunter. Am aktuellen Rand betrug die Innovationsintensität 2,9 Prozent in Ostdeutschland und 3,6 Prozent in Westdeutschland.<sup>84</sup>

Wird die Innovationsintensität strukturangleichen betrachtet, dann zeigt sich bei den ostdeutschen Unternehmen im Mittel über die Jahre 1997 bis 2017 eine um 0,7 Prozentpunkte höhere Intensität, in Innovationsaktivitäten zu investieren, als bei den westdeutschen Unternehmen (vgl. Abbildung B 1-4). Am aktuellen Rand finden sich jedoch kaum noch Unterschiede.<sup>85</sup>

### Gemischtes Bild beim Innovationserfolg

Die Markteinführung neuer Produkte und Dienstleistungen sowie die Einführung neu entwickelter Produktions- und Fertigungsverfahren sind ein erstes Zeichen von Innovationserfolg. Der Anteil der auf diese Weise erfolgreichen Unternehmen an allen Unternehmen wird als Innovatorenquote bezeichnet. Sie lag zwischen 1998 und 2017 in Ostdeutschland im Durchschnitt um rund 4 Prozentpunkte unter der Innovatorenquote in Westdeutschland. Wie auch in anderen europäischen Ländern war sie in Ost- und Westdeutschland in den letzten zwei Jahrzehnten stark rückläufig.<sup>86</sup> Während die Innovatorenquote im Jahr 1998 noch 57 Prozent in Ostdeutschland und 60 Prozent in Westdeutschland betrug, liegt sie am aktuellen Rand nur noch bei 34 bzw. 36 Prozent.<sup>87</sup>

Auch strukturangleichen ist die Innovatorenquote in Ostdeutschland deutlich niedriger als in Westdeutschland (vgl. Abbildung B 1-5). Über den betrachteten Zeitraum haben sich die beiden Quoten zwar zu-

nächst etwas angenähert, seit Anfang der 2010er Jahre stagniert dieser Prozess jedoch.<sup>88</sup> Im Jahr 2017 lag die Innovatorenquote von ostdeutschen Unternehmen um rund 3 Prozentpunkte unter der Innovatorenquote vergleichbarer westdeutscher Unternehmen.

Über die Innovatorenquote hinaus lässt sich der Innovationserfolg anhand der Umsatzanteile bemessen, die Unternehmen mit Innovationen generiert haben. Es wird der Umsatzanteil von Produktinnovationen insgesamt sowie differenziert nach Marktneuheiten und Nachahmerinnovationen betrachtet. Die Entwicklung der drei Indikatoren verlief in Ost- und in Westdeutschland weitgehend parallel: Nach einem rückläufigen Trend bis Mitte der 2010er Jahre nahmen sie tendenziell wieder leicht zu. Bei allen drei Indikatoren lag Ostdeutschland im betrachteten Zeitraum hinter Westdeutschland zurück.<sup>89</sup>

Strukturangeglichen hatten ostdeutsche gegenüber westdeutschen Unternehmen gegen Ende der 1990er und Anfang der 2000er Jahre einen höheren Umsatzanteil mit Produktinnovationen und Nachahmerinnovationen (vgl. Abbildung B 1-5). Der Umsatzanteil mit Marktneuheiten hingegen lag in diesem Zeitraum bei den westdeutschen Unternehmen höher. Seit Mitte der 2000er Jahre lassen sich jedoch kaum noch Unterschiede für die drei Indikatoren zwischen ost- und westdeutschen Unternehmen feststellen.<sup>90</sup>

### Raumstrukturelle Unterschiede in der Innovations-tätigkeit

Innovationstätigkeiten unterscheiden sich nicht nur zwischen Ost- und Westdeutschland, sondern auch nach regionalen Strukturen und Räumen. Eine Möglichkeit, Räume zu klassifizieren, ist die Einteilung in Siedlungstypen gemäß der Definition des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): überwiegend städtische Regionen, teilweise städtische Regionen und ländliche Regionen.<sup>91</sup> Ostdeutschland ist nach dieser Einteilung deutlich stärker durch ländliche Regionen geprägt als Westdeutschland.<sup>92</sup> Zwischen diesen drei Siedlungstypen gibt es über den Zeitraum von 1992 bis 2017 systematische Unterschiede in den Innovationstätigkeiten von Unternehmen, selbst wenn man alters-, größen- und branchenbedingte Unterschiede berücksichtigt. Dabei sind die Unterschiede zwischen ländlichen Regionen und städtischen Regionen im Osten stärker ausgeprägt als im Westen.<sup>93</sup> So ist beispielsweise die Innovatorenquote in Ostdeutschland in städtischen Regionen um

3,9 Prozentpunkte höher als in ländlichen Regionen. In Westdeutschland beträgt dieser Unterschied lediglich 3,1 Prozentpunkte.

Vergleicht man die Innovationstätigkeiten der ostdeutschen und westdeutschen Unternehmen, die im selben Siedlungstyp angesiedelt sind, so zeigt sich kein einheitliches Bild.

In ländlichen Regionen unterscheidet sich der Anteil kontinuierlich forschender Unternehmen zwischen Ost- und Westdeutschland kaum. In städtischen Regionen ist der Anteil im Osten dagegen signifikant höher als im Westen (2 Prozentpunkte). Der Anteil innovationsaktiver ostdeutscher Unternehmen hingegen ist in ländlichen und städtischen Regionen signifikant niedriger als der ihrer westdeutschen Pendanten, und zwar jeweils um rund 3 Prozentpunkte. Die Innovationsintensität ist bei ostdeutschen Unternehmen in allen drei Siedlungstypen signifikant höher als die bei ihren westdeutschen Pendanten. Der Unterschied beträgt jeweils rund 2 Prozentpunkte.

Die Innovatorenquote wiederum ist bei ostdeutschen Unternehmen in städtischen und ländlichen Regionen signifikant niedriger als bei ihren westdeutschen Pendanten. Die Unterschiede belaufen sich auf 2 bzw. 3 Prozentpunkte. Der Umsatzanteil mit Produktinnovationen hingegen ist bei ostdeutschen Unternehmen in allen drei Siedlungstypen höher als bei ihren westdeutschen Pendanten. In städtischen Regionen beträgt der Unterschied beispielsweise rund 4 Prozentpunkte, in ländlichen Regionen rund 2 Prozentpunkte. Das ist darauf zurückzuführen, dass ostdeutsche Unternehmen beim Umsatzanteil mit Nachahmerinnovationen deutlich vorne liegen (3 bis 4 Prozentpunkte). Beim Umsatzanteil mit Marktneuheiten hingegen liegen ostdeutsche Unternehmen in allen Siedlungstypen unter ihren westdeutschen Pendanten (1 bis 2 Prozentpunkte).

### Weitere Innovationskennzahlen

B 1–2

#### Weiterhin Rückstand bei Patentaktivitäten

Patente sind gewerbliche Schutzrechte für neue technische Erfindungen. Sie bilden die Grundlage für die Verwertung von Innovationen am Markt und unterstützen zugleich den Wissens- und Technologietransfer zwischen den Akteuren im Innovationssystem.<sup>94</sup> Im Folgenden werden Triade-Patentanmeldungen betrachtet, d. h. Patente, die gleichzeitig beim Euro-

päischen Patentamt, beim Japanischen Patentamt und beim US-Patentamt angemeldet werden. In Ostdeutschland hat sich die Anzahl der Triade-Patentanmeldungen von 2001 bis 2015 um rund 29 Prozent auf 2.428 erhöht.<sup>95</sup> In Westdeutschland fiel der Anstieg im selben Zeitraum, ausgehend von einem höheren Niveau, mit 8 Prozent auf 25.319 geringer aus.

Nicht nur bei der absoluten Zahl der Triade-Patentanmeldungen, sondern auch im Verhältnis zur Einwohnerzahl liegt Ostdeutschland deutlich hinter Westdeutschland zurück. Der Abstand konnte hier ebenfalls verringert werden. Im Jahr 2001 beliefen sich die Triade-Patentanmeldungen je 100.000 Einwohnerinnen bzw. Einwohner in Ostdeutschland auf rund 30 Prozent des westdeutschen Niveaus, 2015 auf 40 Prozent.<sup>96</sup> Berlin wies 2015 mit 26,7 Triade-Patentanmeldungen je 100.000 Einwohnerinnen bzw. Einwohner den mit Abstand höchsten Wert in Ostdeutschland auf.<sup>97</sup>

Die FuE-Beschäftigtenproduktivität bemisst die Anzahl der Triade-Patentanmeldungen je 1.000 FuE-Beschäftigte. Sie ist ein Indikator dafür, wie gut es FuE-Beschäftigten gelingt, neue, patentierbare Ideen hervorzubringen. Während die FuE-Beschäftigtenproduktivität in Ostdeutschland im Durchschnitt über den gesamten betrachteten Zeitraum leicht gestiegen ist, ging sie in Westdeutschland deutlich zurück.<sup>98</sup> So hat sich die Differenz zwischen Ost- und Westdeutschland von 35,8 im Jahr 2001 auf 21,9 im Jahr 2015 verringert. Am aktuellen Rand (2015) belief sich die FuE-Beschäftigtenproduktivität in Ostdeutschland auf 25,6. Dies entsprach nur etwa der Hälfte des westdeutschen Niveaus (47,5).

### **Gründungen in der FuE-intensiven Industrie auf westdeutschem Niveau**

Junge Unternehmen tragen dazu bei, das bestehende Angebot von Produkten und Dienstleistungen zu erweitern und zu modernisieren, und leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Wirtschaftswachstum und zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit eines Landes sowie zur lokalen Wertschöpfung einer Region.<sup>99</sup> Aus innovationspolitischer Perspektive sind vor allem Gründungen in der Wissenswirtschaft von Bedeutung.<sup>100</sup> Die Wissenswirtschaft umfasst die FuE-intensive Industrie sowie die wissensintensiven Dienstleistungen.<sup>101</sup>

Wie in vielen anderen Industrieländern gingen die Gründungen in der Wissenswirtschaft in Deutsch-

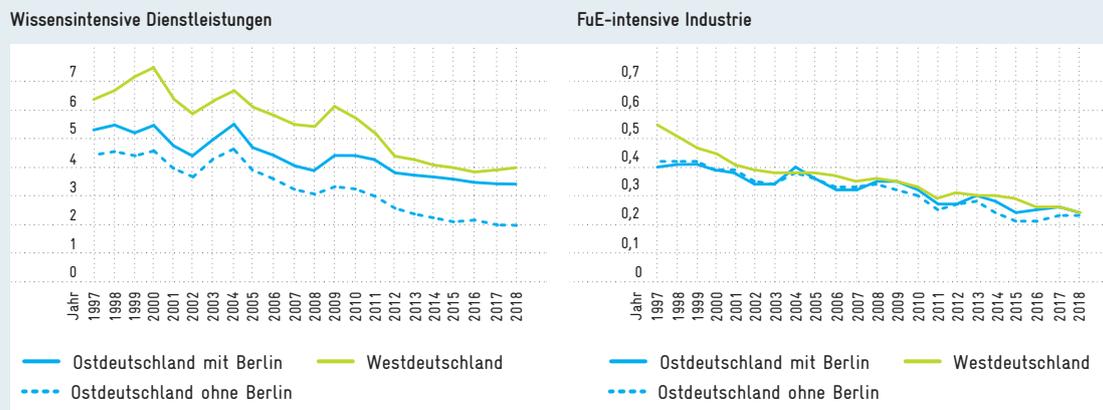
land zurück:<sup>102</sup> von über 35.400 im Jahr 1997 auf 21.300 im Jahr 2018. Ostdeutschland war dabei von dem Rückgang verhältnismäßig stärker betroffen als Westdeutschland.<sup>103</sup> Die Mehrheit der Unternehmensgründungen in der Wissenswirtschaft findet in den wissensintensiven Dienstleistungen statt. In den vergangenen 20 Jahren verringerte sich die Anzahl der Gründungen in diesem Bereich im Osten um 45 Prozent und damit stärker als im Westen (37 Prozent).<sup>104</sup> Ein anderes Ost-West-Bild ergibt sich bei der Betrachtung der FuE-intensiven Industrie. Während 1997 in Deutschland mehr als 2.700 Unternehmen in diesem Bereich gegründet wurden, beliefen sich die Gründungen 2018 nur mehr auf 1.250. Dabei haben sich die Gründungen in den vergangenen Jahren in Ostdeutschland auf einem Niveau von durchschnittlich 250 Gründungen pro Jahr stabilisiert, während sie in Westdeutschland kontinuierlich zurückgingen.<sup>105</sup>

Die Gründungsintensität gibt die jährliche Anzahl der Gründungen je 10.000 Erwerbsfähige an und ist ein Indikator für die Bereitschaft, ein Unternehmen zu gründen. Entsprechend den absoluten Gründungszahlen ist bei der Gründungsintensität in der Wissenswirtschaft ebenfalls ein starker Rückgang zu verzeichnen. In den vergangenen 20 Jahren ging sie in Ostdeutschland von 5,7 auf 3,7 zurück. Der Rückgang fiel dabei etwas schwächer aus als im Westen (von 6,9 auf 4,2). Der schwächere Rückgang im Osten ist u. a. auf die Gründungsaktivität in Berlin, die überdurchschnittlich hoch und stabil ist, zurückzuführen.<sup>106</sup> Die Gründungsintensitäten der ostdeutschen Flächenländer liegen entsprechend deutlich hinter denen der westdeutschen Länder zurück und sinken seit 2004 nahezu parallel zu diesen.<sup>107</sup> Am aktuellen Rand (2018) hat sich der Abstand zwischen Ost- und Westdeutschland im Vergleich zu 1997 halbiert.<sup>108</sup>

Bei der Gründungsintensität in den wissensintensiven Dienstleistungen liegt Ostdeutschland (ohne Berlin) deutlich hinter Westdeutschland zurück und hat einen etwas stärkeren Rückgang zu verzeichnen. So betrug die Gründungsintensität 2018 in Ostdeutschland (ohne Berlin) nur noch 2,0 und lag damit um 2,4 unter der Intensität von 1997 (4,4).<sup>109</sup> In Westdeutschland sank die entsprechende Gründungsintensität im selben Zeitraum um 2,4 auf 4,0 im Jahr 2018 (vgl. Abbildung B 1-6). Mit durchschnittlich 8,1 seit 1997 weist Berlin (neben Hamburg) bundesweit die mit Abstand höchste Gründungsintensität in den wissensintensiven Dienstleistungen auf.

## Gründungsintensität in den wissensintensiven Dienstleistungen und der FuE-intensiven Industrie in Ostdeutschland (mit und ohne Berlin) und Westdeutschland 1997–2018

Abb B 1-6

Download  
Daten

Wissensintensive Dienstleistungen: technologieorientierte Dienstleistungen sowie nicht-technische Beratungsdienstleistungen.

FuE-intensive Industrie: Spitzentechnologie und hochwertige Technologie.

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel. Eigene Berechnungen in Ihle et al. (2020).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

In der FuE-intensiven Industrie sank die Gründungsintensität im Zeitverlauf in den vergangenen 20 Jahren in Ost- und Westdeutschland von 0,40 respektive 0,55 auf jeweils 0,24 im Jahr 2018 (vgl. Abbildung B 1-6). Auch hier gibt es wiederum große regionale Unterschiede; so lagen die Gründungsintensitäten in Berlin, Sachsen-Anhalt und Thüringen über dem westdeutschen Durchschnitt.<sup>110</sup>

Ausgründungen aus Hochschulen tragen besonders zum Transfer neuer Ideen aus der anwendungsorientierten Grundlagenforschung in die innovative Anwendung bei.<sup>111</sup> 2017 gab es an ostdeutschen Hochschulen rund 460 Ausgründungen, was einem Anteil von über 25 Prozent an den bundesweiten Ausgründungen entsprach.<sup>112</sup> Während 2017 aus ostdeutschen Hochschulen durchschnittlich 11,5 Gründungen je 10.000 Studierende sowie Absolventinnen und Absolventen entfielen, waren es im Westen nur 9,6. Hochschulen in Brandenburg und Sachsen-Anhalt wiesen mit 22,2 und 18,4 je 10.000 Studierende sowie Absolventinnen und Absolventen die bundesweit höchsten Werte auf.

Besonders das EXIST-Programm hat zu einer positiven Entwicklung der Gründungskultur an deutschen Hochschulen beigetragen.<sup>113</sup> Mit der EXIST-Forschungstransferlinie unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) seit 2007 insbesondere Entwicklungsarbeiten, die für einen Nachweis der technischen Machbarkeit forschungs-

basierter Gründungsideen erforderlich sind.<sup>114</sup> Ein Drittel der EXIST-Forschungstransfer-Projekte wurde in Ostdeutschland gefördert.<sup>115</sup> Auf Sachsen, Berlin und Thüringen entfielen hierbei mit Abstand die meisten Projekte.<sup>116</sup> Mit der Förderlinie EXIST-Gründerstipendium werden innovative technologieorientierte Gründungsvorhaben in der Vorgründungsphase unterstützt.<sup>117</sup> 2017 wurde auch rund ein Drittel der Gründerstipendien an Stipendiatinnen und Stipendiaten in Ostdeutschland vergeben. Davon ging nahezu die Hälfte an Studierende, Absolventinnen und Absolventen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Berlin.<sup>118</sup>

### Geringer Anteil internationaler Innovationskooperationen

Für die Innovationstätigkeit von Unternehmen spielt die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen und Organisationen, vor allem aus der Wissenschaft, eine wichtige Rolle. So sind Kooperationen insbesondere für KMU wichtig, um deren begrenzte interne Innovationsaktivitäten zu ergänzen und Innovationsrisiken mit anderen zu teilen.<sup>119</sup>

In Ostdeutschland war die Innovationspolitik seit Ende der 1990er Jahre auf die Förderung von Kooperationen und Netzwerken ausgerichtet (vgl. Abbildung B 1-7), um besonders regionale Kooperationsbeziehungen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft,

die im Westen stärker ausgeprägt waren, zu initiieren bzw. zu stärken.<sup>120</sup> Dies zeigt sich auch im Hinblick auf Kooperationspartner und eine starke regionale Ausrichtung der Kooperationsaktivitäten.<sup>121</sup>

Werden nur innovationsaktive Unternehmen betrachtet, zeigt ein Blick auf die letzten 20 Jahre (1996-2016), dass deren Kooperationsaktivitäten in Ostdeutschland stärker ausgeprägt waren als in Westdeutschland. So wiesen ostdeutsche innovationsaktive Unternehmen einen deutlich höheren Anteil an Innovationskooperationen auf als ihre westdeutschen Pendanten.<sup>122</sup> 2016 lag die Quote in Ostdeutschland bei 26 Prozent, in Westdeutschland bei 17 Prozent.

Im Betrachtungszeitraum war auch auf Ebene der Sektoren der Anteil innovationsaktiver Unternehmen mit Innovationskooperationen im Osten höher als im Westen. So lag dieser Anteil in Ostdeutschland in der FuE-intensiven Industrie im Durchschnitt bei über 50 Prozent und damit deutlich über dem Anteil westdeutscher Unternehmen (37 Prozent). Auch in den wissensintensiven Dienstleistungen gingen ostdeutsche innovationsaktive Unternehmen mit 30 Prozent deutlich häufiger Innovationskooperationen ein als westdeutsche innovationsaktive Unternehmen mit 21 Prozent.<sup>123</sup>

Hochschulen und Forschungseinrichtungen sind die von innovationsaktiven Unternehmen in Ost- und Westdeutschland mit Abstand am häufigsten genannten Kooperationspartner.<sup>124</sup> Dieser Anteil der Innovationskooperationen mit Forschungseinrichtungen hat in den vergangenen Jahren bundesweit stark zugenommen. 2016 unterschieden sich Ost- und Westdeutschland hier nur kaum.<sup>125</sup>

Unterschiede finden sich hingegen bei Kooperationsaktivitäten innovationsaktiver Unternehmen mit Wettbewerbern. Während im Westen im Zeitraum von 1996 bis 2016 durchschnittlich 27 Prozent der innovationsaktiven Unternehmen mit einem Wettbewerber kooperierten, waren es in Ostdeutschland lediglich 23 Prozent.<sup>126</sup>

Auch bei der räumlichen Verteilung der Kooperationspartner zeigen sich Unterschiede zwischen Ost- und Westdeutschland. So kooperieren ostdeutsche innovationsaktive Unternehmen häufiger auf regionaler und deutlich seltener auf europäischer Ebene.<sup>127</sup> Dieser höhere Anteil bei regionalen Kooperationen in Ostdeutschland könnte die in den vergangenen Jahren stärker regional ausgerichtete Kooperationsförderung in Ostdeutschland widerspiegeln. Eine stär-

kere internationale Orientierung könnte jedoch den innovationsbezogenen Möglichkeitsraum erweitern.

## F&I-Förderung in Ostdeutschland

B 1-3

Der Bund hat in den vergangenen 30 Jahren erheblich in das F&I-System Ostdeutschlands investiert.<sup>128</sup> So beliefen sich die FuE-Ausgaben des Bundes für die ostdeutschen Länder und Berlin im Zeitraum von 1991 bis 2018 auf insgesamt 68,5 Milliarden Euro.<sup>129</sup> Dies entspricht rund 23 Prozent der gesamten FuE-Ausgaben des Bundes.

Mit dem Solidarpaket II stellte der Bund den ostdeutschen Ländern und Berlin im Zeitraum von 2005 bis 2018 für das Politikfeld „Innovation, FuE, Bildung“ insgesamt rund 10,6 Milliarden Euro an sogenannten überproportionalen Mitteln<sup>130</sup> zur Verfügung.<sup>131</sup>

Die Schwerpunkte und Maßnahmen der F&I-Förderung des Bundes für die ostdeutsche Wirtschaft haben sich im Laufe der Jahre verändert. Zu Beginn der 1990er Jahre sollten die Programme der F&I-Politik vorrangig dem Abbau von FuE-Personal entgegenwirken. Ab Mitte der 1990er Jahre erhielt die Projektförderung ein stärkeres Gewicht, im Rahmen dessen Kooperations- und Verbundprojekte zunehmend an Bedeutung gewannen (vgl. Abbildung B 1-7).<sup>132</sup> Diese Förderung erstreckte sich weiter in Richtung einer regionenorientierten Innovationspolitik zur Förderung des Innovationspotenzials ganzer Regionen. Dem allgemeinen Trend in der europäischen Innovationspolitik folgend, hat der Bund nach der Jahrtausendwende Netzwerke – also die langfristige Zusammenarbeit verschiedener Akteure in Forschung und Innovation – gefördert.

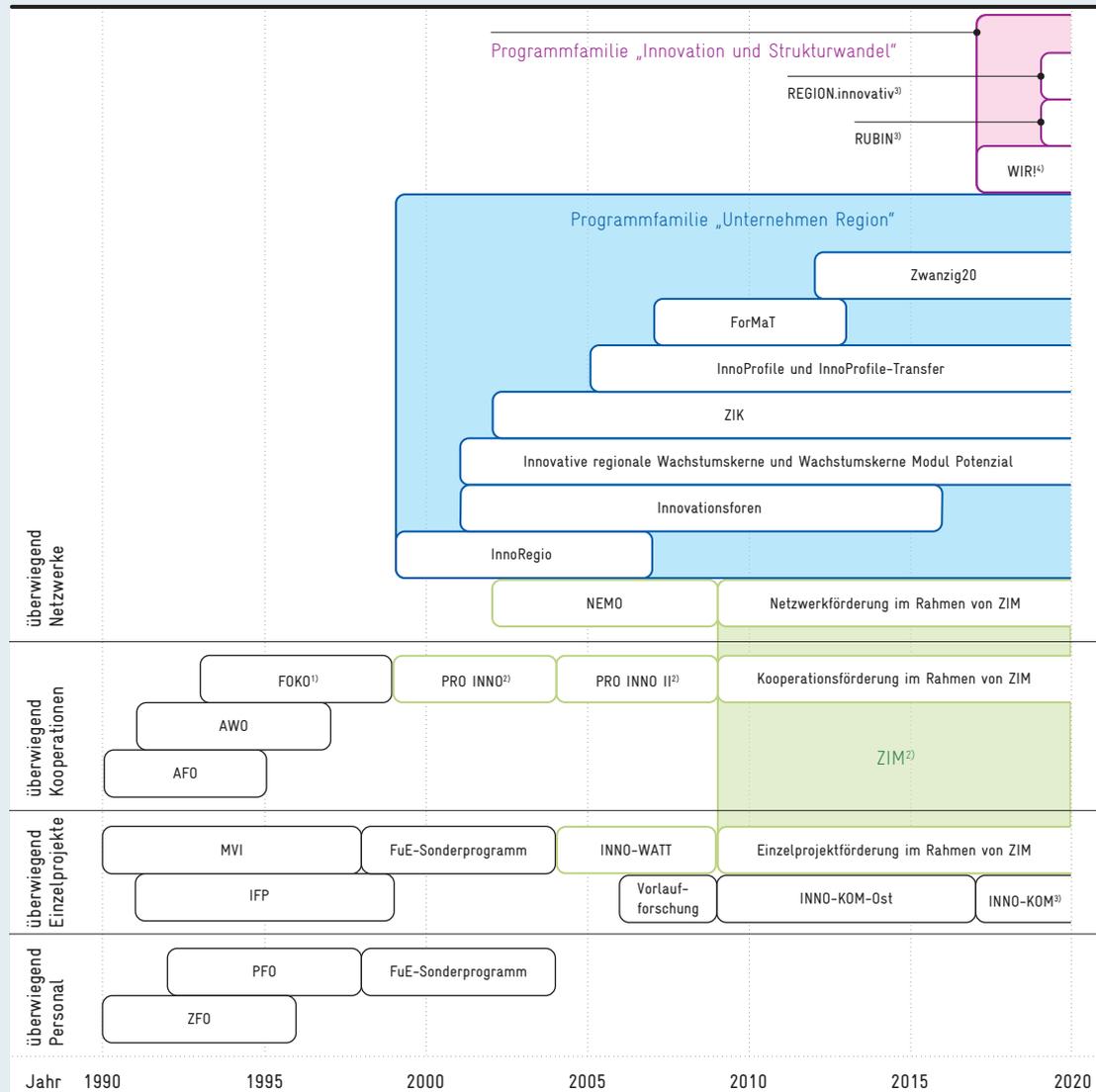
### Hoher Anteil geförderter Unternehmen in Ostdeutschland

Die öffentliche Innovationsförderung ist in Ostdeutschland deutlich stärker verbreitet als in Westdeutschland: 2016 wurden 26 Prozent der ostdeutschen und 15 Prozent der westdeutschen innovationsaktiven Unternehmen finanziell gefördert.<sup>133</sup> Der Fokus der F&I-Programme auf die Förderung von FuE-Aktivitäten schlägt sich in einem höheren Anteil von geförderten Unternehmen im Bereich der FuE-intensiven Industrie als im Bereich der sonstigen Industrie nieder (2016: 59 vs. 27 Prozent in Ostdeutschland, 31 vs. 14 Prozent in Westdeutschland). Differenziert nach FuE-Tätigkeit, war der

### F&I-Förderprogramme des Bundes (BMBF und BMWi) in der ostdeutschen Wirtschaft (mit Berlin) 1990–2019

Abb B 1-7

Download Daten



<sup>1)</sup> Bundesweites Programm mit ostspezifischem Teilprogramm „FuE-Gemeinschaftsvorhaben-Ost“ (FUEGO).  
<sup>2)</sup> Bundesweite Programme mit Förderpräferenzen zugunsten Ostdeutschlands. Überproportionale Mittel im Rahmen des Solidarpakts II.  
<sup>3)</sup> Förderung in strukturschwachen Regionen. INNO-KOM: überproportionale Mittel im Rahmen des Solidarpakts II.  
<sup>4)</sup> Seit 2019 Förderung in strukturschwachen Regionen.  
 Gründungsförderungsprogramme sowie die Programme „Externes Innovationsmanagement für Kleinunternehmen in den neuen Bundesländern“ (InnoMan) und „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ sind nicht enthalten. Ein weiteres bundesweites Vorgängerprogramm von ZIM ohne spezielle Regelungen für ostdeutsche Zuwendungsempfänger ist „Förderung von innovativen Netzwerken“ (InnoNet).  
 Personalförderung: ZFO: FuE-Personal-Zuwachsförderung Ost; PFO: FuE-Personalförderung Ost; FuE-Sonderprogramm: Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation in kleinen und mittleren Unternehmen und externen Industrieforschungseinrichtungen in den neuen Bundesländern. Einzelprojektförderung: MVI: Marktvorbereitende Industrieforschung; IFP: Innovationsförderprogramm; INNO-WATT: Förderung von Forschung und Entwicklung bei Wachstumsträgern in benachteiligten Regionen (INNOvative WAchsTums-Träger); Vorlauf-forschung: Förderung von industrieller Vorlauf-forschung in benachteiligten Regionen; ZIM: Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand; INNO-KOM-Ost: FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen in Ostdeutschland (Innovationskompetenz Ost); INNO-KOM: FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen (Innovationskompetenz). Kooperationsförderung: AFO: Auftrags-forschung und -entwicklung Ost; AWO: Auftragsforschung West-Ost; FOKO: Forschungskoooperation in der mittelständischen Wirtschaft; PRO INNO: Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen; PRO INNO II: Förderung der Erhöhung der Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen. Netzwerkförderung: NEMO: Netzwerkmanagement-Ost; ZIK: Zentren für Innovationskompetenz: Exzellenz schaffen – Talente sichern; ForMaT: Forschung für den Markt im Team; Zwanzig20: Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation; WIRI: WIRI – Wandel durch Innovation in der Region; RUBIN: RUBIN – Regionale unternehmerische Bündnisse für Innovation.  
 Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Günther et al. (2010). Vgl. auch Ihle et al. (2020).  
 © EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Anteil von geförderten Unternehmen unter den kontinuierlich forschenden Unternehmen am höchsten, wohingegen innovationsaktive Unternehmen ohne interne FuE kaum von der Förderung profitiert haben (2016: 57 vs. 9 Prozent in Ostdeutschland, 31 vs. 8 Prozent in Westdeutschland).<sup>134</sup> Tendenziell sind Unternehmen, die Innovationen ohne interne FuE hervorbringen, kleinere Unternehmen in nicht-forschungs- oder -wissensintensiven Branchen mit einem geringen Anteil von Hochqualifizierten und geringer Exportorientierung.<sup>135</sup> Auch die Förderung durch ZIM erreicht überwiegend FuE-erfahrenere Unternehmen;<sup>136</sup> dies gilt insbesondere für Ostdeutschland.<sup>137</sup> Ein weiterer Fokus der F&I-Politikmaßnahmen in Ostdeutschland liegt auf der Förderung regionaler Bündnisse (vgl. Abbildung B 1-7). Dies trifft insbesondere auf die Programme aus der Programmfamilie „Unternehmen Region“ zu, u. a. InnoRegio, Innovative Regionale Wachstumskerne und InnoProfile-Transfer.<sup>138</sup>

Generell lassen sich über die Wirkungen dieser Fördermaßnahmen keine umfassenden Aussagen treffen. Es fehlt an einer systematischen Evaluierung, die auch das Zusammenspiel der Programme mehrerer Fördermittelgeberinnen und -geber berücksichtigt. Bestehende Evaluationsstudien attestieren den im Rahmen des Solidarpakts II finanzierten F&I-Programmen – insbesondere in Bezug auf FuE-Aktivitäten, Beschäftigungs- und Umsatzkennzahlen sowie Kooperations- und Netzwerkbildung der geförderten Unternehmen – überwiegend positive Förderwirkungen.<sup>139</sup> Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass sich der Verwertungserfolg der Projekte in Einzelfällen zum Ende der Förderperiode noch nicht voll umfänglich eingestellt hat (z. B. ForMaT, ZIK).<sup>140</sup> Während in der Evaluation von ZIM auch Kontrollgruppenanalysen durchgeführt wurden, basieren bisherige Evaluationsstudien zum Großteil nur auf Unternehmensbefragungen, auf Einschätzungen der Fördermittelempfängerinnen und -empfänger sowie auf der Entwicklung ökonomischer Kennzahlen der geförderten Unternehmen.<sup>141</sup> Eine umfassende Wirkungsanalyse der Maßnahmen und ihrer Effekte in Bezug auf verschiedene Erfolgsgrößen unterblieb bisher bei den meisten Förderprogrammen.

### Neues gesamtdeutsches Fördersystem für strukturschwache Regionen

Nach dem Auslaufen des Solidarpakts II im Jahr 2019 fördert der Bund seit Beginn dieses Jahres strukturschwache Regionen auf gesamtdeutscher Ebene.<sup>142</sup>

unabhängig davon, ob in Ost oder West, Stadt oder Land. Die beschlossenen strukturpolitischen Maßnahmen, die von der Kommission „Gleichwertige Lebensverhältnisse“ entwickelt wurden, beinhalten u. a. Programme zur Stärkung von Innovation, technischer und sozialer Infrastruktur sowie zur Sicherung der Fachkräftebasis.<sup>143</sup>

Im gesamtdeutschen Fördersystem für strukturschwache Regionen sind u. a. mehrere Bundesprogramme bzw. Programmfamilien aus dem Bereich „Forschung und Innovation“ gebündelt.<sup>144</sup> Darunter finden sich erstens Programme, die eine Förderung ausschließlich in strukturschwachen Regionen vorsehen (Programmfamilie „Unternehmen Region“ und die daraus weiterentwickelte Programmfamilie „Innovation und Strukturwandel“ sowie INNO-KOM). Zweitens gibt es Programme, die nicht auf die strukturschwachen Regionen des Fördersystems beschränkt sind, jedoch Förderpräferenzen, z. B. erhöhte Fördersätze bzw. verringerte Eigenanteile, für diese Regionen enthalten (ZIM und „Kommunen innovativ“). Und drittens gehören dazu Programme, die ebenfalls nicht auf strukturschwache Regionen beschränkt sind, aufgrund ihrer Zielsetzungen und der regional unterschiedlich verteilten Problemlagen jedoch im Ergebnis zu einem überproportionalen Mitteleinsatz in strukturschwachen Regionen führen („EXIST-Potentiale“).<sup>145</sup>

## Handlungsempfehlungen

B 1-4

Zwischen Ost- und Westdeutschland bestehen auch 30 Jahre nach der Wiedervereinigung große strukturelle Unterschiede, die sich u. a. auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen auswirken. Werden nur strukturähnliche Unternehmen miteinander verglichen, so zeigt sich, dass sich die Innovationstätigkeit ostdeutscher Unternehmen in den vergangenen Jahren der Innovationstätigkeit der westdeutschen Unternehmen angeglichen hat. Aufholbedarf ostdeutscher Unternehmen besteht allerdings noch bei der Aufnahme von Innovationsaktivitäten und der Einführung von Innovationen in den Markt.

Sowohl innerhalb Ost- als auch innerhalb Westdeutschlands bestehen Unterschiede hinsichtlich der Innovationstätigkeit von Unternehmen in ländlichen und in städtischen Regionen. Diese sind im Osten stärker ausgeprägt als im Westen.

Die Gründungsintensität in der Wissenswirtschaft ist seit Jahren rückläufig. In der FuE-intensiven Industrie

besteht mittlerweile kein Unterschied mehr zwischen Ost- und Westdeutschland. In den wissensintensiven Dienstleistungen liegt die Gründungsintensität Ostdeutschlands hingegen noch immer unter derjenigen Westdeutschlands.

Ostdeutsche Unternehmen kooperieren im Rahmen ihrer Innovationsprojekte mehr als westdeutsche Unternehmen. Dabei sind ihre Kooperationen häufiger regional ausgerichtet.

### F&I-Politik für strukturschwache Regionen an Exzellenzkriterien ausrichten

- Vor dem Hintergrund der Angleichung der Innovationstätigkeit ost- und westdeutscher Unternehmen bei zentralen Indikatoren begrüßt die Expertenkommission, dass die Bundesregierung nach Auslaufen des Solidarpakts II von einer besonderen F&I-Förderung ostdeutscher Unternehmen absieht. Eine wichtige Aufgabe der F&I-Politik des Bundes ist es, die Position Deutschlands im globalen Wettbewerb zu stärken. Daher sollte der Fokus der F&I-Politik nach Auffassung der Expertenkommission auch weiterhin auf der Förderung exzellenter Innovationsprojekte liegen, die es sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland gibt.
- Die Expertenkommission erachtet eine F&I-Förderung strukturschwacher Regionen für sinnvoll, die sich an regionalen Merkmalen und nicht an Grenzen von Bundesländern orientiert. Auch bei dieser Förderung sollte nach Exzellenzkriterien ausgewählt werden. Das Anfang des Jahres eingeführte gesamtdeutsche Fördersystem für strukturschwache Regionen enthält bereits entsprechende Förderformate.
- Darüber hinaus befürwortet die Expertenkommission eine innovationsorientierte Strukturpolitik. Diese fördert etwa über Infrastrukturmaßnahmen die Potenziale strukturschwacher Regionen und soll darüber deren Innovationsbereitschaft und -fähigkeit insgesamt erhöhen. Beispiele dafür sind die Maßnahmen im Rahmen des geplanten Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen, Programme für die Bereiche Breitbandausbau und Digitalisierung im gesamtdeutschen Fördersystem für strukturschwache Regionen sowie Maßnahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW).<sup>146</sup> Die Expertenkommission mahnt eine rasche, wirksame und koordinierte Umsetzung solcher Programme an.

### Mehr Unternehmen zu Innovationen motivieren

- Der Fokus der F&I-Förderung des Bundes liegt derzeit auf der Förderung von FuE-Aktivitäten. Um mehr Unternehmen in strukturschwachen Regionen zu Innovationsaktivitäten zu motivieren, sollten Unternehmen ohne FuE stärker in die F&I-Förderung integriert werden. Das heißt, auch nicht-technische und soziale Innovationen sollten verstärkt unterstützt werden. Dies kann zum einen durch eine Öffnung bestehender Programme und zum anderen durch die Einführung spezifischer Programme für Innovationsprojekte ohne FuE erfolgen.<sup>147</sup>

### Markteinführung von Innovationen unterstützen

- Die Expertenkommission empfiehlt, die F&I-Politik zukünftig stärker darauf auszurichten, Unternehmen in strukturschwachen Regionen bei der Markteinführung von neuen Produkten und Dienstleistungen zu unterstützen, um so die Innovatorenquote zu erhöhen. Dies gilt insbesondere für KMU. Daher sollte die Förderung von Innovationsberatungsdiensten und innovationsbegleitenden Aktivitäten ausgebaut werden.

### Gründungen aus der Wissenschaft fördern

- Die Expertenkommission begrüßt, dass mit EXIST-Potentiale insbesondere kleine und mittlere Hochschulen in ihren Gründungsaktivitäten unterstützt und die Gesamtmittel für EXIST aufgestockt werden. Um Gründungen aus der Wissenschaft zu befördern, sollten die Gründungskultur und die Gründungsausbildung an Hochschulen weiter gestärkt werden.

### Anreize für überregionale und internationale Kooperationen setzen

- Die Expertenkommission erachtet die regionale Vernetzung von Innovationsakteuren als wichtig. Sie regt jedoch an, in der F&I-Förderung ein höheres Gewicht auf überregionale und internationale Kooperations- und Vernetzungsformen zu legen.

### Begleitforschung von F&I-Förderprogrammen verbessern

- Die Expertenkommission mahnt erneut an, die Begleitforschung von F&I-Förderprogrammen wirkungsorientiert auszurichten. Voraussetzungen hierfür sind eine ex-ante Definition von Ziel- und Messgrößen sowie eine umfassende Datenbasis zu wichtigen Merkmalen der geförderten bzw. nicht geförderten Antragstellenden und des Auswahlprozesses.



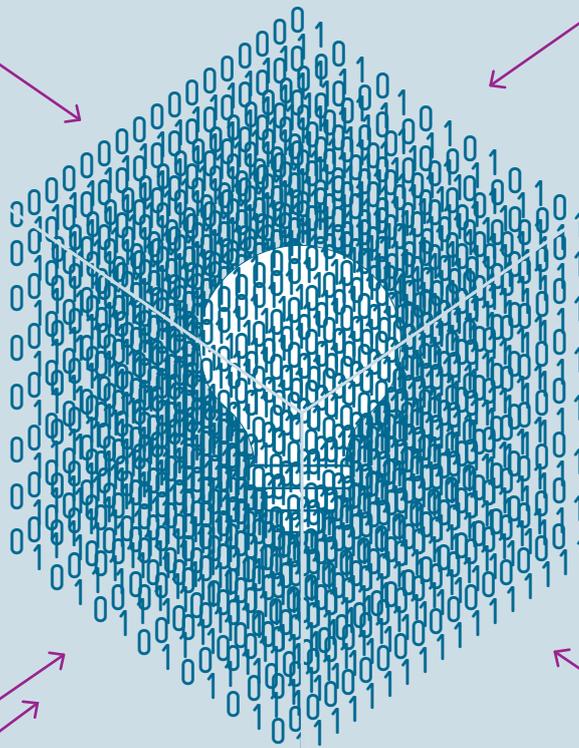
# B 2 Cybersicherheit

Download  
Daten

Die fortschreitende Digitalisierung und digitale Vernetzung bieten neue Angriffspunkte auf Unternehmen. Innovationsaktivitäten von Unternehmen sind von dieser Gefahr direkt betroffen.

Schadprogramme führen unerwünschte oder schadhafte Funktionen auf einem Computersystem aus.

Mit Ransomware verschlüsselt ein Angreifer die Daten eines IT-Systems, um die Nutzerinnen und Nutzer dazu zu bewegen, ein Lösegeld zu zahlen.



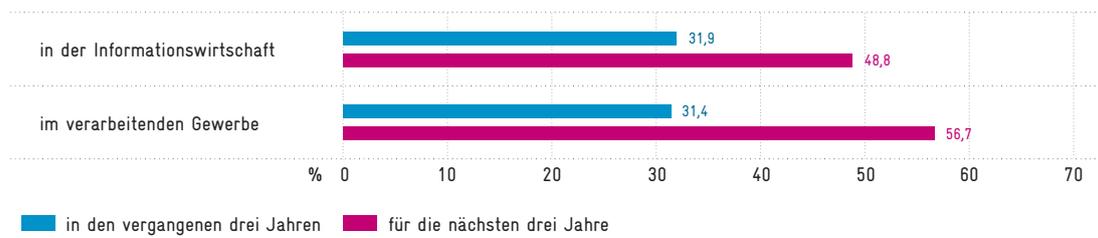
Advanced Persistent Threats weisen ein hohes Bedrohungspotenzial auf, weil die Angreifer gezielt und ausdauernd Schwachstellen ausfindig machen, um sie dann auszunutzen.

Durch Social Engineering werden Personen manipuliert, um sie dazu zu bringen, vertrauliche Informationen preiszugeben, Dateien oder Links mit hinterlegten Schadprogrammen zu öffnen oder Geld an unberechtigte Empfänger zu überweisen.

Bei DDoS-Angriffen fallen Netzwerkdienste aus, nachdem sie durch eine Vielzahl von Anfragen überlastet und somit blockiert wurden.

## Einschätzung von Unternehmen zur Entwicklung der Gefahr durch Cyberangriffe<sup>1)</sup>

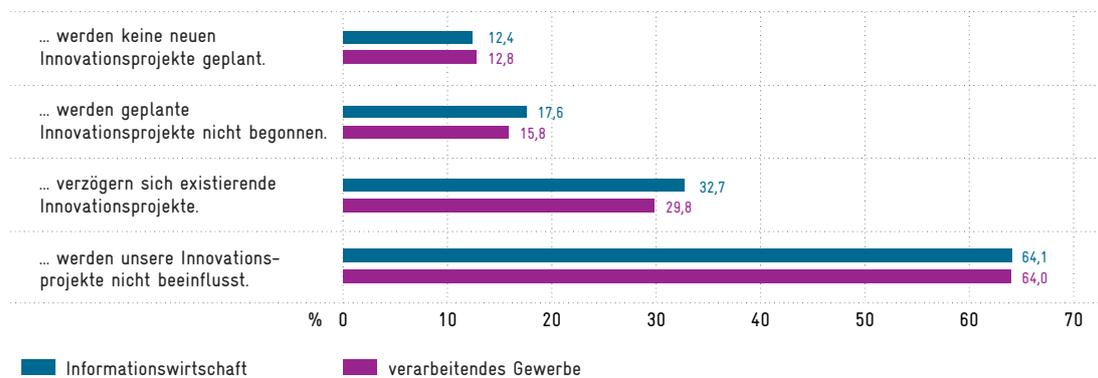
Anstieg oder starker Anstieg der Gefahr durch Cyberangriffe ...



Branchenspezifische Hochrechnung der Ergebnisse auf die Frage: „Wie schätzen Sie die Veränderung der Gefährdung durch Cyberangriffe für Ihr Unternehmen ein?“. Lesebeispiel: 56,7 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes erwarten einen Anstieg oder starken Anstieg der Gefährdung durch Cyberangriffe für die nächsten drei Jahre.

## Auswirkungen von Cyberbedrohungen auf Innovationsaktivitäten<sup>2)</sup>

Durch die Gefahr eines Cyberangriffs ...



Branchenspezifische Hochrechnung der Ergebnisse auf die Frage: „Welche Auswirkungen hat die Gefahr eines Cyberangriffs auf die Innovationstätigkeit Ihres Unternehmens?“. Mehrfachnennungen möglich. Lesebeispiel: 12,8 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes planen wegen der Gefahr eines Cyberangriffs keine neuen Innovationsprojekte.

## B 2 Cybersicherheit

Die fortschreitende Digitalisierung und digitale Vernetzung bieten neue Angriffspunkte auf innovative Unternehmen. Die Mehrheit der innovativen deutschen Unternehmen in der Informationswirtschaft und im verarbeitenden Gewerbe sieht deshalb einen hohen Schutzbedarf ihrer Informationstechnik (IT) für Innovationstätigkeiten.<sup>148</sup> Außerdem geht über die Hälfte dieser innovativen Unternehmen davon aus, dass die Gefahr durch Cyberangriffe für ihr Unternehmen in den kommenden Jahren weiter wächst.<sup>149</sup> Die Innovationsaktivitäten der Unternehmen sind von dieser Gefahr direkt betroffen (vgl. B 2-2).<sup>150</sup> Somit ergeben sich aus Cyberangriffen mittelbar negative Auswirkungen auf das wirtschaftliche Wachstum Deutschlands. Das gilt insbesondere auch für den Wachstumsbeitrag digitaler Zukunftstechnologien wie der künstlichen Intelligenz oder des Internets der Dinge, denn der Erfolg dieser Technologien hängt u. a. von ihrer Sicherheit ab.

Die Cybersicherheit ist wiederum selbst Gegenstand von Innovationen und trägt mit ihren Produkten und Dienstleistungen unmittelbar zu wirtschaftlichem Wachstum und Wohlstand in Deutschland bei. Die Bruttowertschöpfung der deutschen IT-Sicherheitswirtschaft belief sich im Jahr 2017 auf 15,5 Milliarden Euro und machte damit 14,3 Prozent an der gesamten IT-Branche mit einer Bruttowertschöpfung von 108,6 Milliarden Euro aus – im Jahr 2010 waren es 12,9 Prozent. Von 2010 bis 2017 wuchs die Bruttowertschöpfung in der IT-Sicherheitswirtschaft nominal um durchschnittlich 5,6 Prozent pro Jahr. Dagegen fiel das durchschnittliche nominale Wachstum der gesamten IT-Branche und der Gesamtwirtschaft schwächer aus und belief sich im selben Zeitraum auf jeweils 4,3 Prozent und 3,4 Prozent pro Jahr.<sup>151</sup>

Darüber hinaus kommt Cybersicherheit eine wichtige Rolle bei der Aufrechterhaltung der Dienste kritischer Infrastrukturen (KRITIS) zu. Kritische Infrastrukturen finden sich in den Sektoren Energie, Informationstechnik und Telekommunikation, Wasser, Ernäh-

rung, Gesundheit, Finanz- und Versicherungswesen sowie Transport und Verkehr.<sup>152</sup>

Einer Steigerung der Cybersicherheit – und damit einer Steigerung der Innovationsaktivitäten deutscher Unternehmen – stehen allerdings eine Reihe von Hemmnissen entgegen, die u. a. aus den Eigenschaften der Cybersicherheit resultieren. So besitzt die Cybersicherheit Eigenschaften eines öffentlichen Guts mit den damit verbundenen externen Effekten: Individuelle Akteure investieren zu wenig in Cybersicherheit, weil sie die positiven Effekte für andere Akteure nicht berücksichtigen. Außerdem haben Nutzerinnen und Nutzer von IT-Produkten wie Hard- oder Software nur begrenzt Einsicht in das Sicherheitsniveau, das von Anbietern bereitgestellt wird. Zudem fällt es Unternehmen oftmals schwer, das Risiko eines Cyberangriffs zu quantifizieren und daraus folgende Schäden abzuschätzen.

Aktuell sind sowohl Unternehmen als auch der Staat bestrebt, Cybersicherheitsfachleute einzustellen. Entsprechende Stellen bleiben jedoch für einen längeren Zeitraum unbesetzt. Gerade kleinere Unternehmen, die seltener über Cybersicherheitsfachleute in ihrer Belegschaft verfügen, haben daher Schwierigkeiten, auf externe Informationsangebote zu Cyberbedrohungen und deren Vermeidung einzugehen und Schutzmaßnahmen umzusetzen.

### Cybersicherheit und Innovationen

B 2-1

#### Varianten der Cyberbedrohung

Laut Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI, vgl. Box B 2-1) befasst sich Cybersicherheit mit allen Aspekten der Sicherheit in der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT).<sup>153</sup> Der Begriff der Cybersicherheit geht dabei über den Begriff der IT-Sicherheit hinaus. „Das Aktionsfeld der klassischen IT-Sicherheit wird auf den gesamten

Cyberraum erweitert. Dieser umfasst sämtliche mit dem Internet und vergleichbaren Netzen verbundene Informationstechnik und schließt darauf basierende Kommunikation, Anwendungen, Prozesse und verarbeitete Informationen mit ein.<sup>154</sup> Bei einem Cyberangriff handelt es sich um einen unberechtigten Zugriff auf IT-Systeme, der einen Datenabfluss oder eine Störung der Funktionsfähigkeit zum Ziel hat. Ein solcher Angriff auf IT-Systeme nutzt dabei selbst informationstechnische Mittel.<sup>155</sup>

Aufgrund der Fülle von unterschiedlichen Hardware- und Softwareprodukten existiert auch eine Vielzahl von Methoden für den unberechtigten Zugriff auf

IT-Systeme. In seinem jüngsten Lagebericht analysiert das BSI die von ihm beobachteten Angriffsmethoden. Dazu zählen Identitätsdiebstahl, Schadprogramme (auch Malware genannt), Ransomware, Distributed Denial of Service (DDoS), Botnetze, Spam, Advanced Persistent Threat-Angriffe (APT-Angriffe) und Angriffe durch die Ausnutzung von moderner Prozessorarchitektur (vgl. Box B 2-2). Angriffe mit Schadprogrammen sind mit einem Anteil von 53 Prozent die häufigste Angriffsart, gefolgt von DDoS-Angriffen mit einem Anteil von 18 Prozent und APT-Angriffen mit einem Anteil von 12 Prozent.<sup>156</sup>

### Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)<sup>157</sup>

Das BSI zählt zum Geschäftsbereich des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI). Es befasst sich mit allen Belangen rund um die IT-Sicherheit mit dem Ziel, einen sicheren Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik zu ermöglichen und voranzutreiben.

Neben dem Amtssitz des BSI in Bonn gibt es sogenannte Verbindungspersonen in sechs weiteren Städten. Dabei handelt es sich um zentrale Anlaufstellen für Länder und Kommunen, Bundes- und EU-Behörden in den jeweiligen Regionen, Unternehmen, Think Tanks und Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger aus der Gesellschaft. Darüber hinaus ist das Nationale Cyber-Abwehrzentrum (Cyber-AZ) beim BSI angesiedelt. Es soll die operative Zusammenarbeit verschiedener staatlicher Stellen optimieren und deren Maßnahmen koordinieren. Zu den Mitgliedern des Cyber-AZ gehören beispielsweise die Bundespolizei oder Geheimdienste.

Das „Gesetz zur Stärkung der Sicherheit in der Informationstechnik des Bundes“ (BSI-Gesetz) bestimmt die Aufgaben des BSI. Es soll in Verwaltung, Wirtschaft und Gesellschaft auf das Thema IT-Sicherheit aufmerksam machen und die genannten Institutionen darin unterstützen, eigenverantwortlich IT-Sicherheit umzusetzen. Dies erfolgt als Formulierung von Mindeststandards für die IT des Bundes und von Handlungsempfehlungen an Unternehmen sowie an Bürgerinnen und Bürger. Darüber hinaus ist das BSI

dafür verantwortlich, Computer und Netze der Bundesverwaltung zu schützen. Diesbezüglich berichtet das BSI einmal jährlich dem Innenausschuss des Deutschen Bundestages.

Zu den Aufgaben des BSI gehören weiterhin (i) die Prüfung, Zertifizierung und Akkreditierung von IT-Produkten und -Dienstleistungen, (ii) die Warnung vor Schadprogrammen oder Sicherheitslücken in IT-Produkten und -Dienstleistungen, (iii) die IT-Sicherheitsberatung für die Bundesverwaltung und andere Zielgruppen, (iv) die Information und Sensibilisierung der Bürgerinnen und Bürger für das Thema IT- und Internet-Sicherheit, (v) die Entwicklung einheitlicher und verbindlicher IT-Sicherheitsstandards und (vi) die Entwicklung von Kryptosystemen für die IT des Bundes.

Mit dem Umsetzungsgesetz zur EU-Richtlinie zur Gewährleistung einer hohen Netzwerk- und Informationssicherheit (NIS-Richtlinie)<sup>158</sup> wurden im Jahr 2017 auch neue Befugnisse für das BSI geschaffen. Einerseits wurden die Aufsichts- und Durchsetzungsbefugnisse des BSI gegenüber KRITIS-Betreibern erweitert und gegenüber Anbietern digitaler Dienste neu geschaffen. Andererseits wurde die Zusammenarbeit zwischen den Bundesländern und dem BSI gestärkt. Damit kann das BSI die Bundesländer noch umfassender unterstützen und ihnen mit technischer Expertise zur Seite stehen.<sup>159</sup>

Box B 2-1

## Aktuelle Angriffsmethoden gemäß BSI-Lagebericht<sup>160</sup>

Die folgende Beschreibung illustriert relevante Angriffsmethoden. Diese sind nicht überschneidungsfrei und können, z.B. in einem mehrstufigen Angriff, kombiniert werden.

Bei **Identitätsdiebstahl** handelt es sich um ein Phänomen mit hoher Bedeutung für Online-Geschäfte. Um Online-Dienste wie soziale Netzwerke, Streaming-Portale, Online-Shops oder Buchungsseiten zu nutzen, wird oft ein Zugang benötigt. Die Identifizierung beim Anbieter erfolgt über individuelle Zugangsdaten. Wenn diese Zugangsdaten entwendet werden, können Unbefugte umfangreichen Einblick in die Privatsphäre gewinnen und diese Informationen missbräuchlich verwenden. So konnten im Jahr 2013 durch einen Angriff die Namen, E-Mail-Adressen und Passwörter von drei Milliarden Yahoo-Kundinnen und -Kunden entwendet werden.<sup>161</sup> Die Hotelkette Marriott war über einen Zeitraum von fünf Jahren einem unberechtigten Zugriff auf Kundendaten ausgesetzt, durch den Namen, Passnummern und Kreditkartendaten von etwa 500 Millionen Kundinnen und Kunden entwendet wurden.<sup>162</sup> Daten aus Identitätsdiebstählen können genutzt werden, um Erkenntnisse für andere Angriffsarten wie z.B. Social Engineering zu gewinnen oder Kreditkartenbetrug zu begehen. Häufig werden entwendete Datensätze auf Online-Marktplätzen verkauft. Ob die eigenen Zugangsdaten entwendet und veröffentlicht wurden, kann online geprüft werden.<sup>163</sup>

**Schadprogramme** umfassen alle Arten von Computerprogrammen, die unerwünschte oder schädliche

Funktionen auf einem Computersystem ausführen können.<sup>164</sup> Wie das BSI berichtet, erfasste das IT-Sicherheitsunternehmen AV-TEST im letzten BSI-Berichtszeitraum zwischen dem 1. Juni 2018 und dem 31. Mai 2019 ca. 114 Millionen Schadprogrammvarianten, was etwa 312.000 Schadprogrammen täglich entspricht.<sup>165</sup> Laut Cybersicherheitsumfrage des BSI handelte es sich bei 53 Prozent der berichteten Angriffe um Schadprogramme.<sup>166</sup> Darüber hinaus gehören Angriffe mit Schadprogrammen zu den zehn größten Bedrohungen für Systeme zur Fertigungs- und Prozessautomatisierung (Industrial Control Systems).<sup>167</sup>

Mit **Ransomware** verschlüsselt ein Angreifer die Daten eines IT-Systems, um die Nutzerinnen und Nutzer dazu zu bewegen, ein Lösegeld zu zahlen. Allerdings führte das Zahlen von Lösegeld in der Vergangenheit nicht immer dazu, dass die Täter die Daten auch wieder entschlüsselten. Schadenshöhen auf einem aggregierten Level liegen nicht vor. Trotzdem veranschaulichen einzelne Schadensfälle das Schadenspotenzial von Ransomware-Angriffen. So meldete ein norwegisches Aluminiumunternehmen im März 2019 einen Ransomware-Angriff und stellte bereits nach einer Woche Verluste von ca. 40 Millionen Euro fest. Das Unternehmen zahlte, wie auch das BSI empfiehlt, kein Lösegeld, sondern stellte Daten aus Back-ups wieder her.

Eine Störung der IT-Systeme kann darüber hinaus über sogenannte **DDoS-Angriffe** (Distributed Denial of Service) erfolgen. Bei diesen Angriffen fallen Netz-

### Cyberisiken als Bedrohung für Innovationsaktivitäten

Cyberangriffe können verschiedenen Zwecken dienen, die Unternehmen allgemein und auch in Bezug auf ihre Innovationsaktivitäten treffen. Dabei werden Angriffe auf die Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit unterschieden.<sup>170</sup>

Bei Angriffen auf die Vertraulichkeit versuchen Täter, vertrauliche Informationen auszuspionieren, indem sie z. B. ein Funknetz abhören oder gelöschte Informationen wiederherstellen. Angriffe auf die Integrität

können Manipulationen z. B. an Informationen, Software oder Schnittstellen sein. Bei Angriffen auf die Verfügbarkeit zielen Täter darauf ab, Informationen oder IT-Dienste zu sabotieren, beispielsweise durch DDoS-Angriffe.

Cyberangriffe verringern die potenziellen Erlöse und erhöhen die potenziellen Kosten von Innovationsaktivitäten. Dadurch reduzieren sich die Erträge dieser Aktivitäten und die Anreize für FuE. Der Cyberschutz von Innovationsaktivitäten ist mit Kosten verbunden, erhöht aber die Anreize für FuE in dem Maße, in dem die zusätzlichen Erträge der abgesicherten Innova-

werkdienste aus, nachdem sie durch eine Vielzahl von Anfragen überlastet und somit blockiert wurden. Zu solchen Diensten zählen z.B. E-Mail-Dienste oder die Internetseiten von Unternehmen. Mit einem Anteil von 18 Prozent an allen berichteten Angriffen sind DDoS-Angriffe laut Cybersicherheits-Umfrage die zweithäufigste Angriffsart.<sup>168</sup> Für eine Schätzung der Schäden verweist das BSI auf das Unternehmen Netscout, das für deutsche Unternehmen im Jahr 2018 einen DDoS-Gesamtschaden von etwa vier Milliarden Euro ermittelt hat. Für DDoS-Angriffe werden immer häufiger Cloud-Server angemietet. Im Winter 2018 wurden 59 Prozent der DDoS-Angriffe über Cloud-Server durchgeführt, während es zwei Jahre vorher noch 2 Prozent waren.

**Botnetze** bestehen aus einer Vielzahl vernetzter Geräte wie Computer, Smartphones oder IoT-Geräte (Internet of Things), über die ein Angreifer Kontrolle erlangt hat. Dadurch kann der Angreifer die Geräte für seine Ziele zweckentfremden. Bei Zielen finanzieller Natur können Geräte z.B. für das Schürfen von Kryptowährungen missbraucht werden.<sup>169</sup> Botnetze können aber auch der Sabotage dienen, indem sie für DDoS-Angriffe genutzt werden.

Unter **Spam** werden unerwünscht zugesandte E-Mails verstanden, die Werbung enthalten können, auf einen Betrug abzielen, Schadprogramme enthalten oder die Empfängerin bzw. den Empfänger dazu verleiten sollen, Zugangsdaten preiszugeben. Das BSI hat im Vergleich zum vorigen Berichtszeitraum einen Rückgang von Spam in Höhe von 40 Prozent

registriert. Spam mit Schadprogrammen ging gar um 96 Prozent zurück. Allerdings ist die Effektivität von Spam erheblich gestiegen, sodass nicht davon ausgegangen werden kann, dass das Schadenspotenzial abgenommen hat. So existieren Schadprogramme, die den E-Mail-Verkehr eines infizierten Systems analysieren und neue Spam-Nachrichten an Kontakte des infizierten Systems senden, indem sie sich auf den bisherigen E-Mail-Verkehr beziehen. Solche E-Mails können auch sensibilisierte Personen täuschen.

Eine besondere Bedrohung stellen **APT-Angriffe** (Advanced Persistent Threat, auf Deutsch „fortgeschrittene, andauernde Bedrohung“) dar. Sie zeichnen sich durch ein hohes Bedrohungspotenzial aus, weil die Angreifer gezielt und ausdauernd Schwachstellen ausfindig machen, um sie dann auszunutzen. Die Bedrohungslage wird dadurch verschärft, dass sich potenzielle Täter immer leichter Zugang zu leistungsfähigen Werkzeugen für APT-Angriffe verschaffen können.

Neben dem Ausnutzen von Schwachstellen in Software können auch Schwächen in der Hardware für Angriffe genutzt werden. Ein Beispiel hierfür sind **Angriffe unter Ausnutzung moderner Prozessorarchitektur** wie die Spectre-Varianten, Meltdown oder Foreshadow. Diese Schwachstellen können vermutlich nicht vollständig behoben werden. Allerdings waren dem BSI bisher keine Anzeichen dafür bekannt, dass diese Angriffsmethode aktiv ausgenutzt wurde.

tionsaktivitäten die zusätzlichen Kosten der Cybersicherheit decken.

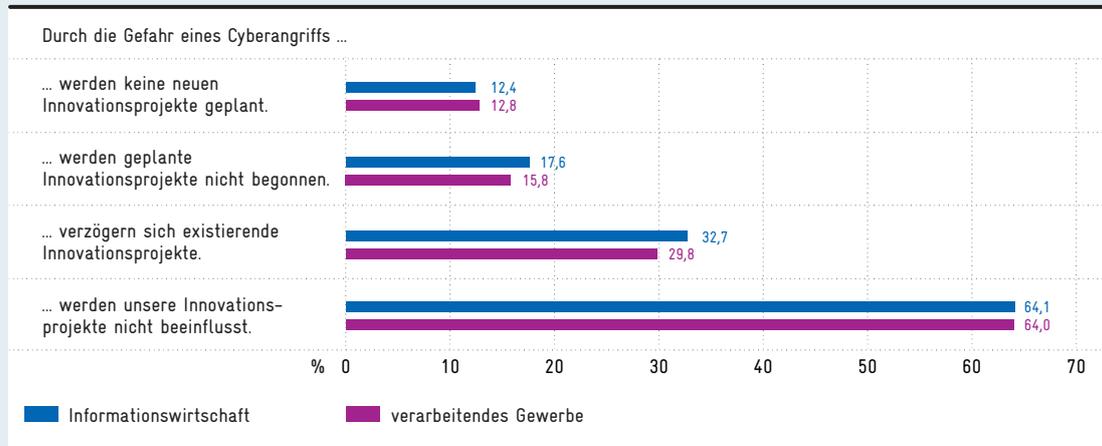
Eine im Auftrag der EFI durchgeführte repräsentative Umfrage<sup>171</sup> zeigt, wie sich die Bedrohung durch Cyberangriffe auf die Innovationsaktivitäten der Unternehmen auswirken kann. Jeweils 64 Prozent der Unternehmen der Informationswirtschaft<sup>172</sup> und des verarbeitenden Gewerbes<sup>173</sup> sehen keine Beeinflussung ihrer Innovationsprojekte durch die Gefahr eines Cyberangriffs (vgl. Abbildung B 2-3). Bei 32,7 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft und 29,8 Prozent der Unternehmen im verarbeitenden

Gewerbe verzögern sich existierende Innovationsprojekte durch die Gefahr eines Cyberangriffs. Diese Anteile sind bei Unternehmen, die von einem Anstieg oder starken Anstieg der Gefährdung durch Cyberangriffe in den nächsten drei Jahren ausgehen, deutlich höher als bei Unternehmen, die einen solchen Anstieg nicht erwarten.<sup>174</sup> Bei 17,6 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft und 15,8 Prozent der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe werden geplante Innovationsprojekte durch die Gefahr eines Cyberangriffs nicht begonnen. Bei 12,4 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft und 12,8 Prozent der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe

Abb B 2-3

### Auswirkungen von Cyberbedrohungen auf Innovationsaktivitäten

Download  
Daten



Branchenspezifische Hochrechnung der Ergebnisse auf die Frage: „Welche Auswirkungen hat die Gefahr eines Cyberangriffs auf die Innovationstätigkeit Ihres Unternehmens?“. Mehrfachnennungen möglich. Lesebeispiel: 12,8 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes planen wegen der Gefahr eines Cyberangriffs keine neuen Innovationsprojekte.

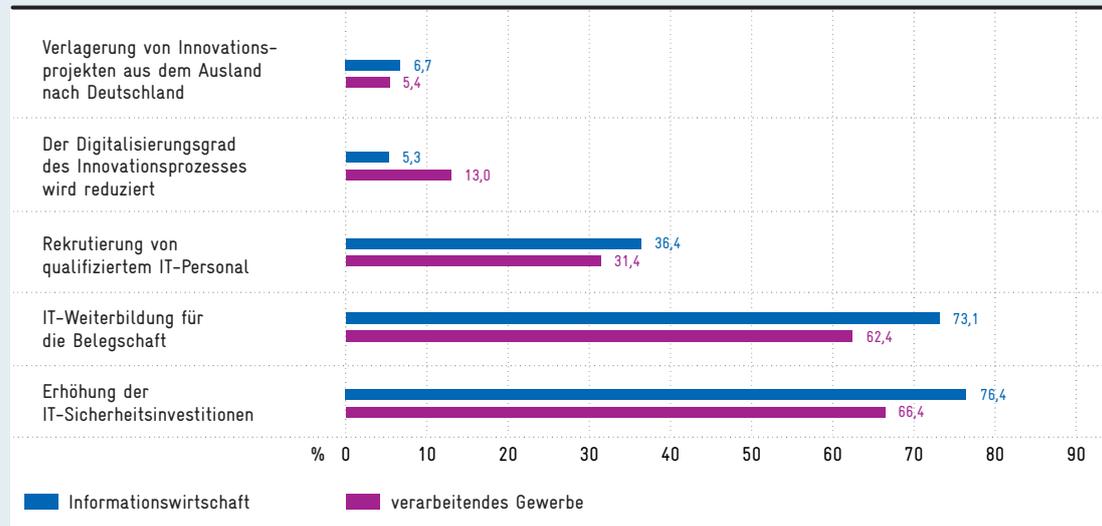
Quelle: ZEW Konjunkturumfrage Informationswirtschaft 3. Quartal 2019. Berechnungen in ZEW (2020).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb B 2-4

### Maßnahmen der Unternehmen zur Minimierung von Cyberrisiken

Download  
Daten

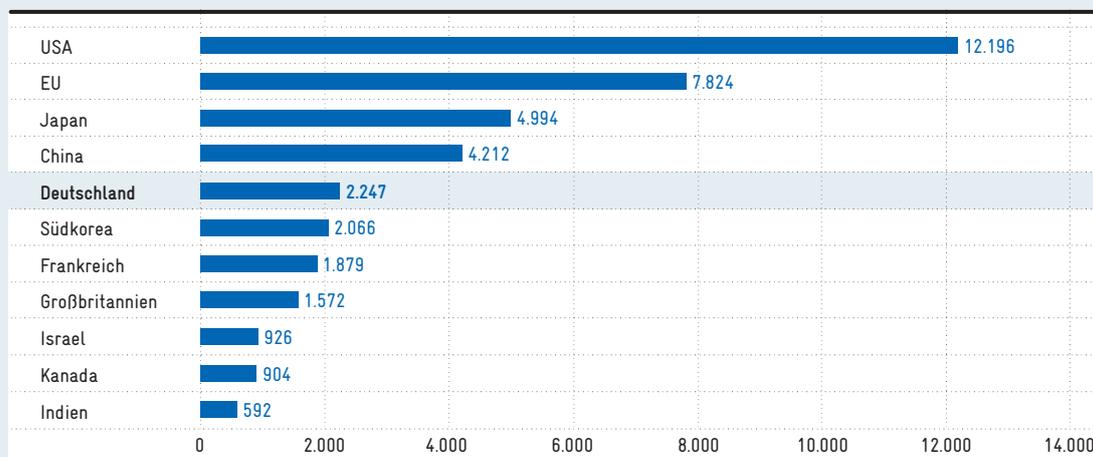


Branchenspezifische Hochrechnung der Ergebnisse auf die Frage: „Werden in Ihrem Unternehmen die folgenden Maßnahmen zur Minimierung von Cyberrisiken vorgenommen?“. Mehrfachnennungen möglich. Lesebeispiel: 13,0 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes reduzieren den Digitalisierungsgrad des Innovationsprozesses, um Cyberrisiken zu minimieren.

Quelle: ZEW Konjunkturumfrage Informationswirtschaft 3. Quartal 2019. Berechnungen in ZEW (2020).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Anzahl transnationaler Patente im Bereich Cybersicherheit (Top 10 Länder und EU) 2000–2017



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Berechnungen des Max-Planck-Instituts für Innovation und Wettbewerb.  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb B 2-5

Download  
Daten

werden durch die Gefahr eines Cyberangriffs keine neuen Innovationsprojekte geplant.

Die Befragung zeigt zudem, dass auch bei Unternehmen ohne laufende Innovationsprojekte die Gefahr eines Cyberangriffs bei der Entscheidung, keine neuen Innovationsprojekte zu planen, eine Rolle spielt. So verzichten aus diesem Grund 14,5 Prozent der Unternehmen der Informationswirtschaft und 16,2 Prozent der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe ohne laufende Innovationsprojekte darauf, neue Innovationsprojekte zu planen.

Um Cyberrisiken zu minimieren, setzen die Unternehmen der Informationswirtschaft und des verarbeitenden Gewerbes vor allem auf Investitionen in die IT-Sicherheit, auf IT-Weiterbildung der Belegschaft und auf die Rekrutierung von qualifiziertem IT-Personal (vgl. Abbildung B 2-4). Vereinzelt wird auch der Digitalisierungsgrad von Innovationsprozessen zurückgefahren oder es werden Innovationsprojekte aus dem Ausland nach Deutschland verlagert. Um Cyberrisiken zu minimieren, verringern 19,2 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit 5 bis 19 Beschäftigten den Digitalisierungsgrad ihres Innovationsprozesses. Dies trifft nur auf 4,7 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit 20 bis 99 Beschäftigten zu und auf 3,6 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit mindestens 100 Beschäftigten. Eine Reduktion des Digitalisierungsgrads als Antwort auf Cyberbedrohungen erscheint insbesondere dann kritisch, wenn dadurch Produktivitätspotenziale verloren zu gehen drohen.

### Patentaktivitäten in der Cybersicherheit

In Anbetracht der zunehmenden und sich stetig verändernden Cyberrisiken<sup>175</sup> besteht ein hoher Bedarf, diesen Risiken mit innovativen Cybersicherheitslösungen zu begegnen. Innovationen in der Cybersicherheit ermöglichen sowohl die Erhöhung des Schutzniveaus als auch eine Ausweitung von Wertschöpfungspotenzialen.<sup>176</sup> Einen Hinweis auf Innovationsaktivitäten können Patentanmeldungen geben.<sup>177</sup> Für die folgende Analyse bezieht sich die Expertenkommission auf internationale Patentierungsaktivitäten, die sich durch transnationale Patentanmeldungen abbilden lassen. Die Zuordnungen der Patente zu Ländern erfolgt dabei über die Nationalität der Erstanmelderin bzw. des Erstanmelders. Abbildung B 2-5 zeigt die Verteilung transnationaler Patentfamilien aus dem Bereich der Cybersicherheit der Jahre 2000 bis 2017 für die zehn Länder mit den meisten Patenten sowie für die EU.<sup>178</sup> Deutsche Erfinderinnen und Erfinder liegen mit 6,2 Prozent der Patente mit deutlichem Abstand hinter Erfinderinnen und Erfindern aus den USA (33,5 Prozent), Japan (13,7 Prozent) und China (11,6 Prozent). Die Erfinderinnen und Erfinder aus Ländern der EU kommen zusammen auf 21,5 Prozent. Die USA und China haben im Laufe des betrachteten Zeitraums immer mehr an Bedeutung gewonnen und weisen insbesondere am aktuellen Rand einen überdurchschnittlichen Anstieg der Patentanmeldungen auf.<sup>179</sup>

Vergleicht man die Patentaktivitäten eines Landes im Bereich Cybersicherheit mit den Patentaktivitäten eines Landes insgesamt, fällt auf, dass Deutschland im Gegensatz zu den USA und Israel nicht auf den Bereich der Cybersicherheit spezialisiert ist.<sup>180</sup> Die Spezialisierung der USA und Israels spiegelt sich auch in Auswertungen des amerikanischen Branchendienstes Cybersecurity Ventures wider. Dort sind unter den 150 innovativsten Cybersicherheits-Unternehmen der Welt 112 Unternehmen aus den USA, 18 Unternehmen aus Israel und nur eines aus Deutschland.<sup>181</sup>

## B 2-2 Herausforderungen auf der Unternehmens-ebene

Eine Reihe von Hemmnissen kann dazu beitragen, dass Unternehmen eine für sie wünschenswerte Absicherung gegen Cyberrisiken nicht erreichen. Hierzu zählt insbesondere das Problem, Cybersicherheitsfachleute zu rekrutieren, die Unternehmen besser schützen, Angriffe erkennen und abwehren. Zusätzlich bestehen Informationsdefizite zur jeweils aktuellen Bedrohungslage, zum Ausmaß von Schäden und zur Qualität von IT-Sicherheitsprodukten.

### Bedarf an Fachkräften und Kompetenzen

Für zahlreiche Unternehmen stellt der Mangel an qualifizierten IT-Sicherheitsfachkräften eine Bedrohung für die IT-Sicherheit ihres Unternehmens dar.<sup>182</sup>

Die EU-Kommission hat für die EU-Mitgliedsstaaten untersucht, wie lange es dauert, Stellen, die digitale Fähigkeiten erfordern, zu besetzen.<sup>183</sup> Diese Analyse zeigt, dass ein relativ hoher Anteil von offenen Stellen im Bereich Cybersicherheit auch nach 90 Tagen noch unbesetzt ist. In den Bereichen Machine Learning oder Internet der Dinge ist nach 90 Tagen ein deutlich größerer Anteil dieser Stellen besetzt als im Bereich Cybersicherheit.<sup>184</sup>

Dem hohen Bedarf an Cybersicherheitsfachleuten stehen in Deutschland nur wenige Studiengänge für Cybersicherheit gegenüber.<sup>185</sup> Studierendenstatistiken für das relativ junge Studienfach Cybersicherheit liegen nicht vor. Bislang wurden Studieninhalte zum Thema Cybersicherheit zumeist in Informatik-Studiengängen vermittelt. Die Anzahl Studierender des Studienfachs Informatik ist vom Studienjahr 2010/2011 bis zum Studienjahr 2017/2018 von 69.559 auf 115.005, also um fast zwei Drittel, gestiegen.

Weil der Cyberraum viele Bereiche des Lebens berührt, ist es wichtig, Cybersicherheit nicht nur als rein technische Disziplin zu verstehen. Schnittstellen bestehen u. a. mit den Sozial-, Wirtschafts- und Rechtswissenschaften und sollten dementsprechend in Studienangeboten berücksichtigt werden.

Um Cybersicherheit flächendeckend erhöhen zu können, bedarf es nicht nur akademisch ausgebildeter Fachkräfte; Cybersicherheit sollte auch verstärkt in die berufliche Aus- und Weiterbildung integriert werden. Damit kann dem Umstand Rechnung getragen werden, dass das Cybersicherheitsniveau nicht nur durch technische Innovationen determiniert wird, sondern auch durch den Umgang mit Hardware und Software. Es existiert derzeit kein spezifischer Ausbildungsgang für IT-Sicherheitsfachleute. Aktuell werden auch die Ausbildungsgänge zu den IT-Berufen Fachinformatiker/in, Informatikkaufmann/-frau, IT-System-Elektroniker/in und IT-System-Kaufmann/-frau modernisiert.<sup>186</sup> Seit August 2018 werden verstärkt Ausbildungsinhalte zur IT-Sicherheit vermittelt.

Im Jahr 2017 wurden in diesen vier IT-Berufen insgesamt 16.869 neue Ausbildungsverträge geschlossen. Außerdem wurde mit der neu geschaffenen Berufsbildposition „Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit“ eine integrative Vermittlung von Inhalten zur Informationssicherheit in die Ausbildung für industrielle Metall- und Elektroberufe sowie für Mechatronik aufgenommen.

Um Cybersicherheitskompetenzen auszubauen und an sich ändernde Anforderungen anzupassen, ist es im Eigeninteresse der Unternehmen, ihren Cybersicherheitsfachleuten Weiterbildungen zu ermöglichen und bestehende Personalressourcen zu nutzen. Dabei können neben klassischen Weiterbildungsangeboten auch innovative Ansätze einen Beitrag leisten. So existieren Angebote, die mit Methoden wie Gamification das Abwehren von Angriffen trainieren (vgl. Box B 2-6).

Neben Fachkräften für Cybersicherheit haben auch alle anderen Beschäftigten Einfluss auf das Cybersicherheitsniveau eines Unternehmens. So werden oftmals E-Mails, die für die meisten Beschäftigten in Unternehmen wichtiger Bestandteil des Arbeitsalltags sind, als Einfallstor für Cyberangriffe genutzt.<sup>187</sup> In einer Unternehmensbefragung von KPMG<sup>188</sup> wurden Unachtsamkeit von 90 Prozent der Unternehmen und unzureichend geschultes Personal von 83 Prozent der Unternehmen zu den Faktoren gezählt, die E-Crime<sup>189</sup>

## Box B 2-6

**Beispiel: Weiterbildung durch Gamification**

Fähigkeiten für die Abwehr von Cyberangriffen müssen regelmäßig trainiert und auf den neuesten Stand gebracht werden. Anbieter von sogenannten Cyber Ranges bieten solche Trainings an. Allerdings befinden sich Cyber Ranges häufig in den Räumlichkeiten der Anbieter, sodass die Cybersicherheitsfachleute wegen des Trainings einige Zeit im Unternehmen ausfallen und sich damit die Kosten des Trainings erhöhen.

Das israelische Unternehmen Cypire hat eine softwarebasierte Umgebung zum Training der Abwehr von Cyberangriffen entwickelt, die die IT-Infrastruktur der Kundinnen und Kunden nachbilden kann. Dadurch können Trainings standortunabhängig stattfinden und der dafür notwendige Zeitbedarf reduziert werden. Zusätzlich enthält das Angebot von Cypire innovative Elemente wie Gamification, die geeignet sind, die Motivation der Fachleute für Trainings zu erhöhen.

begünstigen. Deshalb sind Sensibilisierung und Weiterbildung der gesamten Belegschaft in Bezug auf Cybersicherheit wichtig. In vielen Unternehmen gibt es bereits entsprechende Maßnahmen. Allerdings zeigen Befragungen, dass kleinere Unternehmen hier weniger aktiv sind.<sup>190</sup>

**Abbau von Informationsdefiziten**

Informationsdefizite erschweren Unternehmen den Umgang mit Cyberbedrohungen.<sup>191</sup> Zum einen können Unternehmen das Risiko von Cyberangriffen und daraus folgenden Schäden nicht verlässlich abschätzen. Zum anderen können sie als Nachfrager aufgrund der hohen und zunehmenden Komplexität von IT-Systemen sowie der sich rasch ändernden Sicherheitsanforderungen die Qualität von Cybersicherheitsprodukten und -dienstleistungen häufig nur schwer beurteilen.

Informationsdefizite zu den Risiken von Cyberangriffen und den daraus folgenden Schäden können durch verschiedene Maßnahmen verringert werden. Betreiber kritischer Infrastrukturen, Anbieter von Online-

Diensten und Telemedienanbieter sind gesetzlich verpflichtet, Cyberangriffe an das BSI zu melden. Das BSI stellt seinerseits über das Computer Emergency Response Team des Bundes (CERT-Bund) Warn- und Informationsdienste bereit.<sup>192</sup> Daneben existieren Initiativen, in denen Unternehmen untereinander oder mit staatlichen Stellen Informationen zu Cyberangriffen austauschen.<sup>193</sup> Gerade kleine und mittlere Unternehmen (KMU) verfügen aber oft nicht über die nötigen Ressourcen, um sich in solche Initiativen einzubringen.

Weitere Maßnahmen, um Informationsasymmetrien auf dem Markt für Cybersicherheitsprodukte und -dienstleistungen zu verringern, sind Zertifizierungen und Gütesiegel sowie Mindeststandards. Eine weitere Möglichkeit, mit Informationsasymmetrien umzugehen, sind Haftungsregeln, die im Schadensfall die Hersteller für Sicherheitslücken verantwortlich machen. Dies schafft Anreize, schon bei der Produktentwicklung stärker auf Sicherheit zu achten (Security-by-design), um Entschädigungszahlungen oder teure Versicherungspolicen zu vermeiden.<sup>194</sup>

In Deutschland existiert mit dem BSI eine nationale Zertifizierungsstelle für IT-Sicherheit. Dort können Unternehmen für bestimmte Produkte oder Leistungen eine Sicherheits- oder Personenzertifizierung oder eine Zertifizierung als IT-Sicherheitsdienstleister beantragen.<sup>195</sup> Sowohl für Zertifizierungen als auch für Mindestanforderungen an IT-Sicherheit hat die Umsetzung auf europäischer Ebene erst vor Kurzem begonnen und stellt eine sehr komplexe Herausforderung dar. Der im Juni 2019 in Kraft getretene EU Cyber Security Act<sup>196</sup> bildet die Grundlage für Zertifizierungen. Das New Legislative Framework<sup>197</sup> als Rechtsrahmen für die Markt- und Produktüberwachung dient als Basis für Mindestanforderungen an Cybersicherheit in Produkten.

**Versicherungen gegen Cyberrisiken**

Neben Investitionen in Cybersicherheit können Unternehmen Cyberversicherungen nutzen, um ihre Kosten durch Cyberangriffe zu begrenzen. Cyberversicherungen sind oft eine Kombination aus Haftpflicht-, Betriebsausfall- und Datenversicherung für Dritt- und Eigenschäden.<sup>198</sup> Zu den Leistungen einer Cyberversicherung können gehören<sup>199</sup>: Entschädigung bei Betriebsunterbrechungen, Erstattung der Kosten für die Datenwiederherstellung, Übernahme von Drittschäden, Bezahlung der IT-Forensik, Angebot einer Rechtsberatung für Datenschutzverletzungen,

Bezahlung von Krisenkommunikation und von Call-center-Kosten.

Die ersten Cybersicherheitspolice in Deutschland wurden 2011 angeboten.<sup>200</sup> Demnach handelt es sich um einen vergleichsweise jungen Versicherungsmarkt. Laut einer Bitkom-Befragung haben 14 Prozent der Industrieunternehmen eine Cyberversicherung abgeschlossen.<sup>201</sup> Dabei fällt dieser Anteil bei kleinen, mittleren und großen Unternehmen unterschiedlich aus. 10 Prozent der Unternehmen mit 10 bis 99 Beschäftigten haben eine Cyberversicherung. Bei Unternehmen mit 100 bis 499 Beschäftigten sind dies 23 Prozent und bei Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten 32 Prozent.

Gründe gegen den Abschluss einer Cyberversicherung sind z. B. die Einschätzung, nur einem geringen Risiko von Cyberangriffen ausgesetzt zu sein, ein ungünstiges Kosten-Nutzenverhältnis sowie ein zu hoher Aufwand für die Risikobeurteilung.<sup>202</sup>

## B 2-3 Cybersicherheit und die Rolle des Staates

Dem Staat kommen bei der Wahrung der Cybersicherheit verschiedene Rollen zu. Er trägt durch die Förderung von FuE in der Cybersicherheit dazu bei, die notwendige Expertise für den Schutz vor Cyberangriffen zu schaffen. Gleichzeitig unterstützt er damit die Rolle der Cybersicherheit als Innovations-treiber, durch den neue Produkte und Dienste entstehen können. Der Staat stellt zudem verlässliche Informationen zur Bedrohungslage und zu Schutzmaßnahmen bereit. Aufbauend auf diesen Informationen können Unternehmen ihre Aktivitäten zur Cybersicherheit besser steuern und ihre Innovations-tätigkeit schützen. Darüber hinaus liegt es in der Verantwortung des Staates, durch rechtliche und regulatorische Maßnahmen sowie durch Strafverfolgung für Sicherheit im Cyberraum zu sorgen.<sup>203</sup>

### F&I-Förderung für Cybersicherheit

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert Forschung in der IT-Sicherheit über das Forschungsrahmenprogramm „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt 2015–2020“ mit rund 180 Millionen Euro.<sup>204</sup> Schwerpunkte des Forschungs-

rahmenprogramms sind Hightech-Technologien für die IT-Sicherheit, sichere und vertrauenswürdige IKT-Systeme, Anwendungsfelder der IT-Sicherheit sowie Privatheit und der Schutz von Daten. Als Teil des Forschungsrahmenprogramms werden seit 2011 die drei Kompetenzzentren CISPA<sup>205</sup> (Saarbrücken), KASTEL<sup>206</sup> (Karlsruhe) und CRISP<sup>207</sup> (Darmstadt) durch das BMBF gefördert. Aus dem Kompetenzzentrum CRISP ist im Dezember 2019 das Nationale Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit ATHENE hervorgegangen, das die Arbeit von mehr als 500 Forschenden der Fraunhofer-Institute SIT und IGD, der Technischen Universität Darmstadt und der Hochschule Darmstadt bündelt.<sup>208</sup>

Das BMBF fördert zudem von 2017 bis 2020 den Gründungsinkubator StartUpSecure mit zwei Millionen Euro jährlich. Partner sind CISPA, CRISP, KASTEL und das Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit an der Ruhr-Universität Bochum.<sup>209</sup> Nach Angaben des BMBF wurden mit StartUpSecure bisher zehn Start-ups initiiert.

Die Zentrale Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich (ZITiS) forscht und entwickelt in den Bereichen digitale Forensik, Telekommunikationsüberwachung, Krypto- und Big-Data-Analyse. Das Budget der ZITiS betrug im Jahr 2019 ca. 36 Millionen Euro. Mit der Schaffung der Agentur für Innovation in der Cybersicherheit (Cyberagentur) investiert die Bundesregierung darüber hinaus bis 2023 bis zu 402,5 Millionen Euro in neue Technologien der Cybersicherheit.<sup>210</sup> Die Cyberagentur soll als GmbH gegründet werden und in diesem Jahr den Geschäftsbetrieb aufnehmen.<sup>211</sup> Mit der Cyberagentur sollen F&I-Projekte im Bereich der Cybersicherheit initiiert und gefördert sowie Beschaffungsverfahren<sup>212</sup> beschleunigt werden.<sup>213</sup> Allerdings wird die Cyberagentur eine engere Anbindung an die Politik erfahren als die zivile SprinD (vgl. Kapitel A 1). Zu dieser stärkeren Anbindung an die Politik gehört eine Transparenzpflicht gegenüber dem Deutschen Bundestag, dessen Haushaltsausschuss beispielsweise auch über neue Geschäftszweige oder Ausgründungen entscheidet. Daneben wird die Cyberagentur in der Auswahl ihrer Projekte wesentlich durch die Bedarfe der beiden aufsichtführenden Ministerien, Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) und Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI), geleitet.

## Aufklärung und Sensibilisierung

Mit der Initiative „IT-Sicherheit in der Wirtschaft“ unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) seit 2011 Maßnahmen zur nachhaltigen Verbesserung des Bewusstseins für IT-Sicherheit speziell bei KMU.<sup>214</sup> Zu den Angeboten dieser Initiative gehören u. a. IT-Sicherheitschecks<sup>215</sup> und ein IT-Sicherheitsnavigator<sup>216</sup>, die Unternehmen dabei helfen sollen, ihren Datenschutz zu verbessern, oder einen Überblick über Hilfsangebote liefern. Kampagnen wie „KMU aware – Awareness im Mittelstand“<sup>217</sup> oder die Posterkampagne „IT-Sicherheit ist KEIN Spiel“<sup>218</sup> sollen dazu beitragen, Unternehmen für die Cybersicherheit zu sensibilisieren. Weitere Programme wie „KMU innovativ IKT“<sup>219</sup> des BMBF oder „go-digital“ und die „Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren“ des BMWi sowie der „ERP-Digitalisierungs- und Innovationskredit“ der KfW enthalten ebenfalls Elemente zur Förderung der IT-Sicherheit.

Eine zentrale Aufgabe im Bereich der Cybersicherheit übernimmt das BSI (vgl. Box B 2-1), zu dessen vorrangigen Aufgaben die Informationsbereitstellung und Beratung zu allen wichtigen Themen der IT-Sicherheit und die Unterstützung beim Ergreifen geeigneter Maßnahmen gehören.<sup>220</sup> Das BSI richtet sich mit Informationen und Beratung an Bürgerinnen und Bürger<sup>221</sup>, Unternehmen<sup>222</sup> und die Verwaltung von Bund und Ländern<sup>223</sup>. Es nutzt unterschiedliche Formate wie jährliche Lageberichte, Meldungen des CERT-Bund<sup>224</sup> oder Bürger-CERT und Kooperationsplattformen wie die Allianz für Cybersicherheit.<sup>225</sup>

Daneben stellt die Initiative „Deutschland sicher im Netz“, ein Verein unter Schirmherrschaft des BMI, eine Vielzahl von Angeboten für Verbraucherinnen und Verbraucher sowie kleine Unternehmen zum sicheren und souveränen Umgang mit der digitalen Welt bereit.<sup>226</sup>

## Maßnahmen für sichere digitale Infrastrukturen

Es ist Aufgabe der Bundesregierung – und ihrer europäischen Partner – für die Sicherheit digitaler Infrastrukturen zu sorgen. Mit dem Ausbau des Mobilfunknetzes auf den neuen 5G-Standard hat das Thema Sicherheit von digitalen Infrastrukturen eine hohe Aufmerksamkeit in Politik und Öffentlichkeit erlangt.

Eine Empfehlung der Europäischen Kommission zielt darauf ab, eine Toolbox zu entwickeln, die sowohl technische als auch nicht-technische Kriterien für die Bewertung von Cyberrisiken für 5G-Netze definiert und Maßnahmen für die Sicherung der 5G-Netze umfasst.<sup>227</sup> Nicht-technische Kriterien für Cyberrisiken können beispielsweise die Vertrauenswürdigkeit von Herstellern oder Bezugsquellen betreffen und deren regulatorisches Umfeld berücksichtigen. Die Förderung der Hersteller- bzw. Anbietervielfalt im europäischen Binnenmarkt kann zur Resilienz von Netzen beitragen.<sup>228</sup> Zudem haben multilaterale Projekte wie die Datencloud GAIA-X (vgl. Kapitel A 1) das Ziel, Impulse für die Schaffung sicherer digitaler Infrastrukturen auf nationaler und EU-Ebene zu geben.

## Handlungsempfehlungen

Die Bundesregierung hat frühzeitig die Bedeutung von Cybersicherheit erkannt und u. a. FuE-Programme sowie Informationsmaßnahmen zur Stärkung der Cybersicherheit auf den Weg gebracht. Zudem wurde das BSI zur zentralen Institution für die Gewährleistung von Cybersicherheit ausgebaut. Die Bedrohungslage von Unternehmen ist allerdings einem steten Wandel unterzogen, sodass bestehende Programme zur Förderung der Cybersicherheit auf den Prüfstand gestellt und, falls nötig, angepasst werden müssen. Aus innovationspolitischer Sicht ist es insbesondere kritisch, dass sich bei Unternehmen aufgrund der Gefahr von Cyberangriffen Innovationsprojekte verzögern oder Unternehmen Innovationsprojekte erst gar nicht beginnen. Vor diesem Hintergrund empfiehlt die Expertenkommission:

### Bedarf an Fachkräften und Kompetenzen decken

- Die Vermittlung von Cybersicherheitskenntnissen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie an Hochschulen ist weiter voranzutreiben, um der zunehmenden Nachfrage nach Cybersicherheitsfachleuten zu begegnen. Dabei sollten nicht nur technische Aspekte abgedeckt, sondern auch juristische Fragestellungen (Cyber-Law) und ethische Aspekte (Cyber-Ethik) berücksichtigt werden.

B 2–4

### Sicherheit digitaler Infrastrukturen gewährleisten

- Die Zulassung von Komponenten digitaler Infrastrukturen sollte auf Basis von Kriterien erfolgen, die im gesamten europäischen Binnenmarkt gelten. Diese Kriterien sollten technische und nicht-technische Aspekte berücksichtigen und für Anbieter aus EU- und Nicht-EU-Ländern gleichermaßen gelten. Entsprechende Initiativen der EU-Kommission, z. B. für den Aufbau der 5G-Netze, sollten unterstützt werden.
- Die Bundesregierung sollte multilaterale Initiativen wie die Datencloud GAIA-X forcieren, um so Impulse für die Schaffung sicherer digitaler Infrastrukturen auf nationaler und EU-Ebene zu geben.

### Cyberagentur zügig starten

- Die Cyberagentur sollte den Geschäftsbetrieb zügig aufnehmen und durch bedarfsorientierte Beschaffung innovative Projekte fördern, die der Sicherung der Technologiesouveränität Deutschlands in der Cybersicherheit dienen. Dabei ist es wichtig, stetig und offen neue technologische Entwicklungen zu verfolgen, um flexibel auf sich verändernde Bedarfe reagieren zu können. Eine Evaluierung der Cyberagentur sollte überprüfen, welche Impulse sie für F&I-Aktivitäten in der Cybersicherheit setzt.

### Informationslage zu Cyberbedrohungen verbessern

- Insbesondere für KMU ist es wichtig, niedrigschwellige Informations- und Beratungsangebote zur Verfügung zu stellen. Bestehende Programme zur Förderung von Cybersicherheit in KMU sollten auf ihre Wirksamkeit überprüft und an die sich ständig verändernde Bedrohungslage angepasst werden.
- Um die Informationslage zur Qualität von Cybersicherheitsprodukten und -dienstleistungen zu verbessern, sollten Initiativen zur Entwicklung von Mindeststandards und Zertifizierungen insbesondere auf europäischer Ebene unterstützt werden.
- Es ist zu prüfen, ob die bestehenden Meldepflichten bei Cyberangriffen ausgeweitet werden müssen, um die Informationslage über Cyberrisiken zu verbessern und effektiver mit Cyberbedrohungen umgehen zu können.



# B 3 Wissens- und Technologie- austausch zwischen Deutschland und China

Download  
Daten

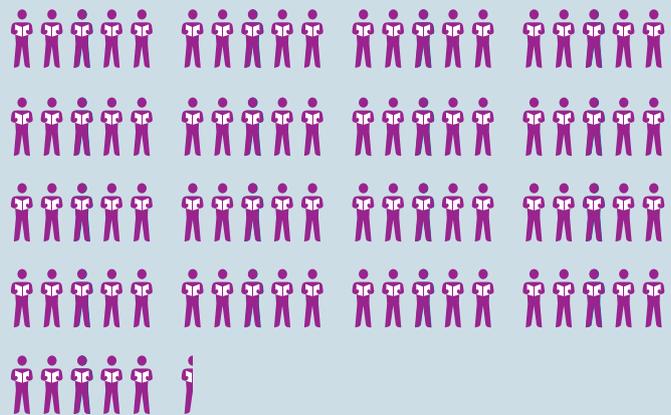
Der internationale Wissens- und Technologieaustausch ist ein wesentlicher Treiber für Innovation und Wertschöpfung. Deutschland hat daher ein großes Interesse an guten Kooperationsbeziehungen in Wissenschaft und Wirtschaft mit dem aufstrebenden Innovationsstandort China. Mit der rasch wachsenden Bedeutung Chinas ist auch der Umfang der Direktinvestitionen sowie der Wissenschaftskooperationen in den letzten Jahren deutlich gestiegen.



## Deutschland

- FuE-Intensität: 3,13 % (2018)<sup>1)</sup>
- Anteil Forschende an der Erwerbsbevölkerung: 0,9 % (2017)<sup>2)</sup>
- Anzahl Publikationen: 74.000 (2018)<sup>3)</sup>
- Transnationale Patentanmeldungen: 30.000 (2017)<sup>4)</sup>

42.700 Studierende



2.900 Forschende



6.800 Ko-Publikationen



7,8 Mrd. Euro Direktinvestitionen



340 Unternehmen





entspricht 500 Studierenden<sup>9)</sup>

- chinesische Studierende in Deutschland (Wintersemester 2018/19)
- deutsche Studierende in China (2018)



entspricht 500 Forschenden<sup>10)</sup>

- Publizierende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit einer Affiliation an einer Institution des jeweils anderen Landes (2006 bis 2016)



entspricht 500 Ko-Publikationen<sup>11)</sup>

- Ko-Publikationen chinesischer und deutscher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (2017)



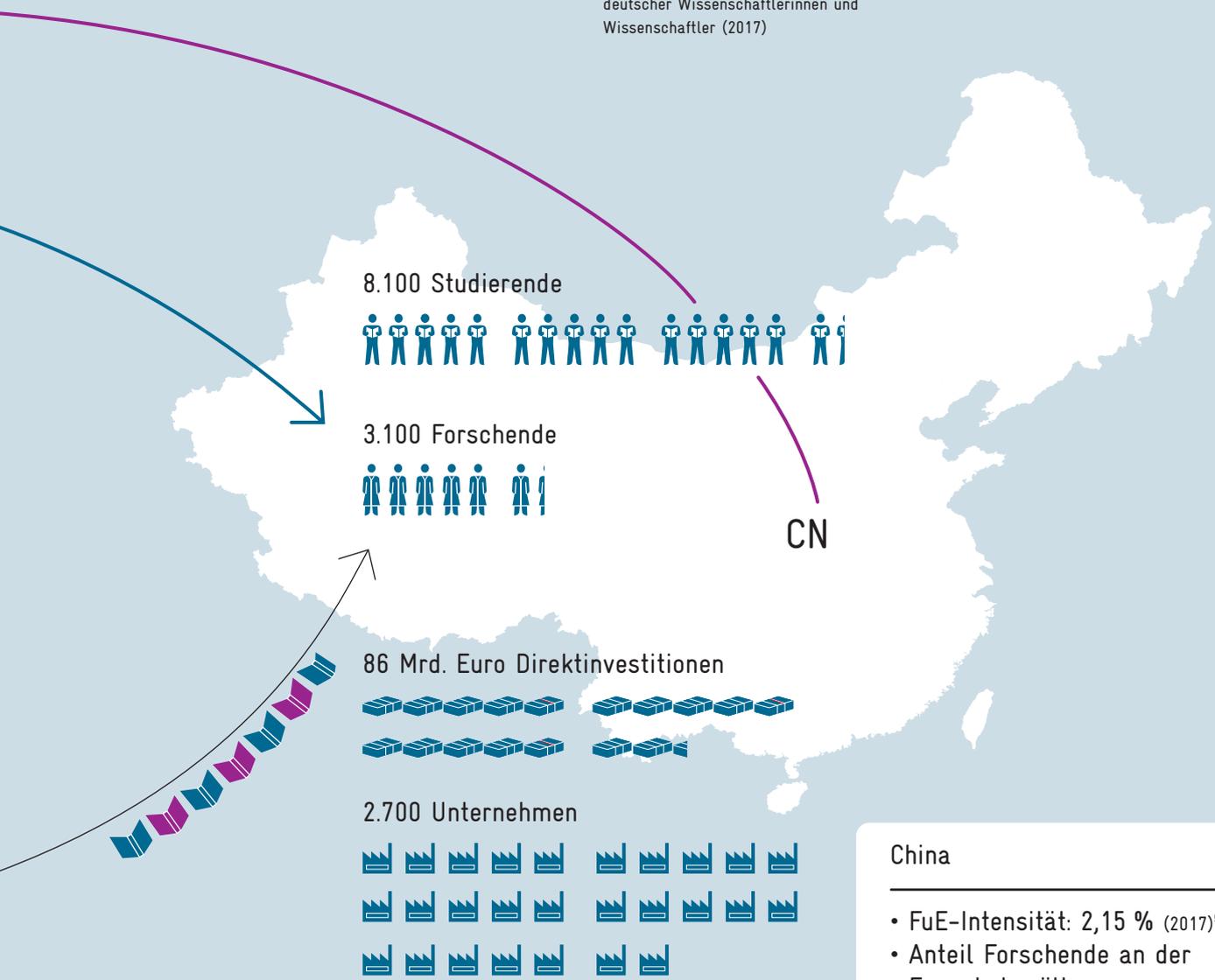
entspricht fünf Milliarden Euro<sup>12)</sup> ausländischer Direktinvestitionen (FDI)

- Bestand chinesischer FDI in Deutschland (2017)
- Bestand deutscher FDI in China (2017)



entspricht 100 Unternehmen<sup>13)</sup>

- Bestand von Unternehmen in China mit Beteiligung, Übernahme oder Neugründung durch deutschen Investor (2017)
- Bestand von Unternehmen in Deutschland mit Beteiligung, Übernahme oder Neugründung durch chinesischen Investor (2017)



### China

- FuE-Intensität: 2,15 % (2017)<sup>5)</sup>
- Anteil Forschende an der Erwerbsbevölkerung: 0,2 % (2017)<sup>6)</sup>
- Anzahl Publikationen: 355.000 (2018)<sup>7)</sup>
- Transnationale Patentanmeldungen: 52.000 (2017)<sup>8)</sup>

Quellenverzeichnis Infografiken siehe Kapitel D 7.

## B 3 Wissens- und Technologieaustausch zwischen Deutschland und China

Die Volksrepublik China (im Folgenden China) hat sich zu einer der weltweit führenden Wirtschaftsnationen und einem der wichtigsten Handelspartner Deutschlands entwickelt.<sup>229</sup> Die chinesische Regierung arbeitet konsequent daran, die regionale und globale Machtposition des Landes zu stärken. Dazu verfolgt sie u.a. das Ziel, in den kommenden Jahren die Technologieführerschaft in entscheidenden Zukunftsbranchen zu erwerben und zum weltweit führenden Innovationsstandort aufzusteigen.<sup>230</sup>

Die chinesische Forschungs- und Innovationspolitik (F&I-Politik) ist gekennzeichnet durch eine ausgeprägte staatliche Steuerung. Die Kommunistische Partei Chinas hat in allen Politikfeldern eine zentrale Planungs- und Entscheidungsrolle. Sie bestimmt auch

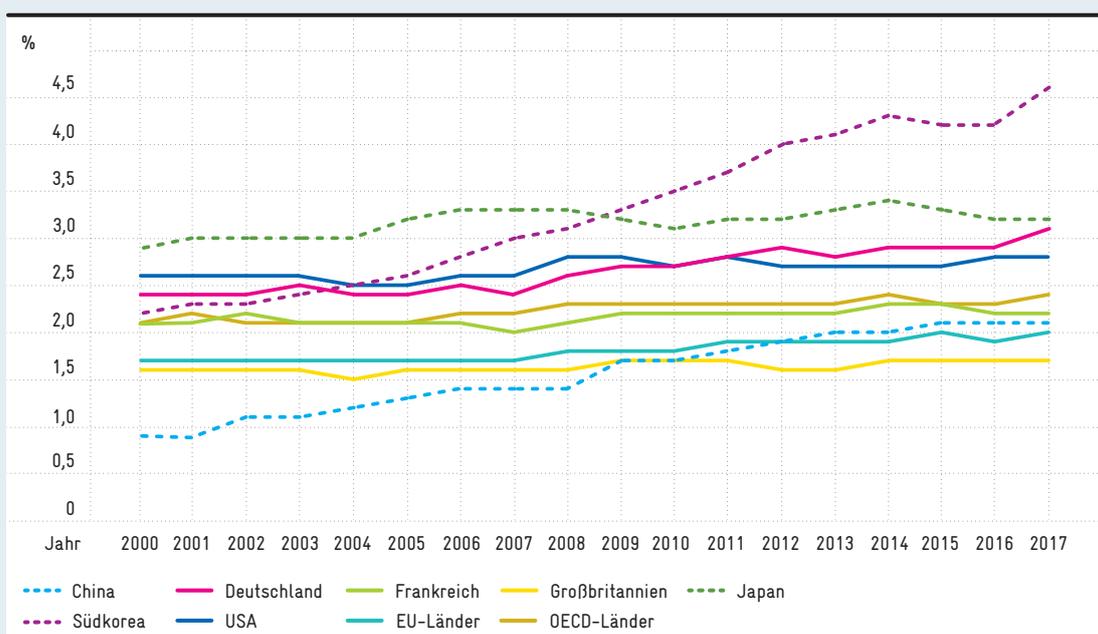
die Strategie und die Instrumente einer F&I-Politik, die durch langfristige Pläne mit sehr ambitionierten Zielvorgaben gekennzeichnet ist.<sup>231</sup> Beispielhaft hierfür sind der strategische Plan Made in China 2025, der auf die Entwicklung der Hightech-Bereiche ausgerichtet ist, sowie die Belt and Road Initiative, die den Ausbau interkontinentaler Handels- und Infrastrukturnetze bis zum Jahr 2049 betreibt.<sup>232</sup>

Der internationale Wissens- und Technologieaustausch ist ein wesentlicher Treiber für Innovation und Wertschöpfung. Deutschland hat daher ein großes Interesse an guten Kooperationsbeziehungen in Wissenschaft und Wirtschaft mit dem aufstrebenden Innovationsstandort China. Aus Sicht von Entscheidungsträgerinnen und -trägern auf nationaler und

Abb B 3-1

Download  
Daten

FuE-Ausgaben als Anteil am Bruttoinlandsprodukt 2000–2017 in Prozent

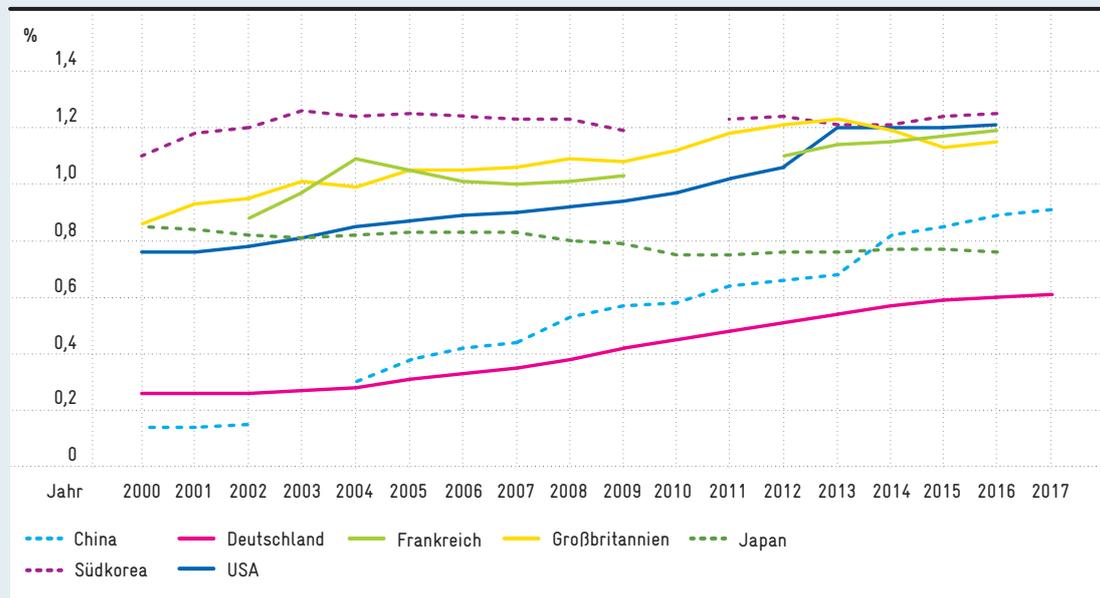


Quelle: Gehrke et al. (2020b).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Anteil der Hochschulabsolventinnen und -absolventen pro Jahr an der Gesamtbevölkerung 2000–2017 in Prozent

Abb B 3-2

Download  
Daten

Quelle: Conlé et al. (2018). Daten zum APRA-Monitoring unter Nutzung von Daten von Destatis und Weltbank.  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

europäischer Ebene belastet aber eine zunehmende Einflussnahme der chinesischen Regierung auf Wissenschaft und Wirtschaft diese Kooperationsbeziehungen.<sup>233</sup> Es besteht die Sorge, dass durch den einseitigen Abfluss von wissenschaftlichem und innovations- oder sicherheitsrelevantem Know-how<sup>234</sup> sowie ungleiche Wettbewerbsbedingungen die wissenschaftliche und wirtschaftliche Leistungskraft Deutschlands geschwächt werden könnte.<sup>235</sup>

Vor diesem Hintergrund untersucht die Expertenkommission verschiedene Dimensionen des Wissens- und Technologieaustauschs zwischen Deutschland und China und zeigt, welchen Rahmenbedingungen die Beziehungen zwischen beiden Ländern in Wissenschaft und Wirtschaft unterliegen.

### B 3-1 Das Forschungs- und Innovationssystem Chinas

China ist ein rasch aufstrebender Innovationsstandort, wie ein Blick auf ausgewählte Input- und Output-Indikatoren für das Forschungs- und Innovationssystem (F&I-System) zeigt.<sup>236</sup>

Ein wichtiger Input-Indikator für die Leistungsfähigkeit eines F&I-Systems sind die Ausgaben für For-

schung und Entwicklung (FuE). Die FuE-Ausgaben Chinas haben sich von rund 33 Milliarden US-Dollar im Jahr 2000 auf rund 496 Milliarden US-Dollar im Jahr 2017 vervielfacht.<sup>237</sup> China liegt damit bei den absoluten FuE-Ausgaben nur noch hinter den USA<sup>238</sup> und investiert inzwischen im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt mehr in FuE als der Durchschnitt der EU-Länder (vgl. Abbildung B 3-1). Im Bereich der forschungsintensiven Güter ist China zum weltweit größten Exportland aufgestiegen.<sup>239</sup>

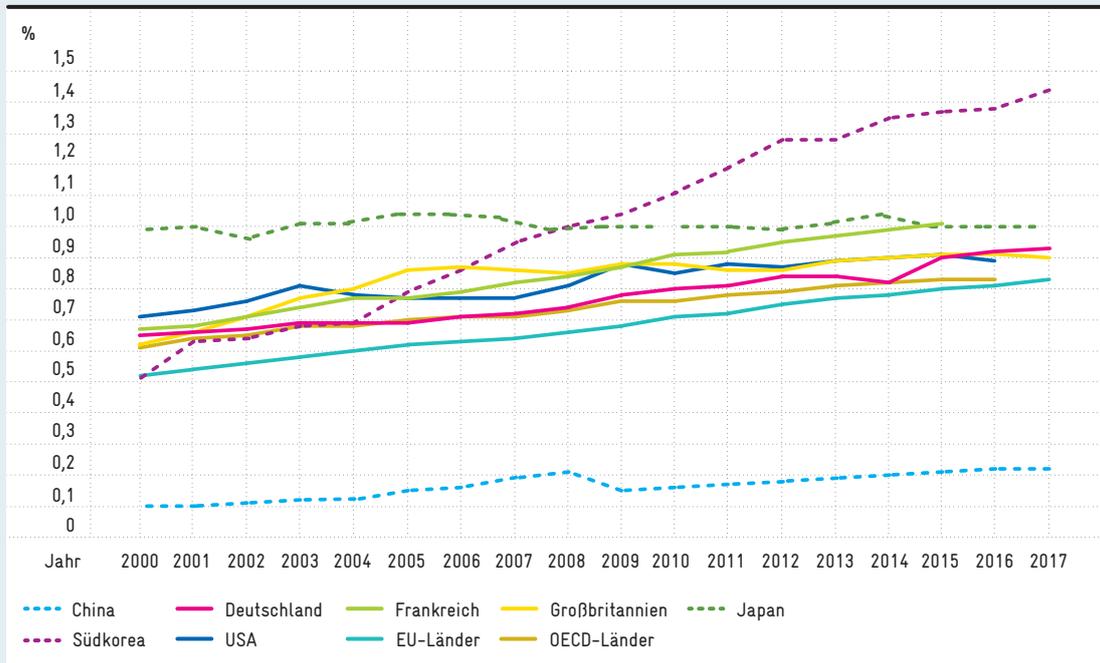
Eine Besonderheit des chinesischen F&I-Systems ist der geringe Anteil an Ausgaben für Grundlagenforschung, der im Jahr 2017 nur 5,5 Prozent ausmachte. Dagegen wurden 10,5 Prozent für angewandte Forschung und 84 Prozent für die Produktentwicklung und Kommerzialisierung aufgewendet.<sup>240</sup>

Der Großteil der staatlichen chinesischen Forschungsförderung konzentriert sich auf eine im Verhältnis zur Bevölkerungsgröße relativ kleine Zahl von ausgewählten Spitzenforschungseinrichtungen, darunter die Institute der Chinesischen Akademie der Wissenschaften (CAS) und einige Spitzenuniversitäten. In internationalen Hochschul-Rankings erreicht eine Handvoll chinesischer Universitäten Platzierungen unter den ersten 100.<sup>241</sup> Seit 2015 hat die chinesische Regierung mehrere Förderprogramme

Abb B 3-3

### Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler pro 100 Beschäftigte 2000–2017

Download  
Daten

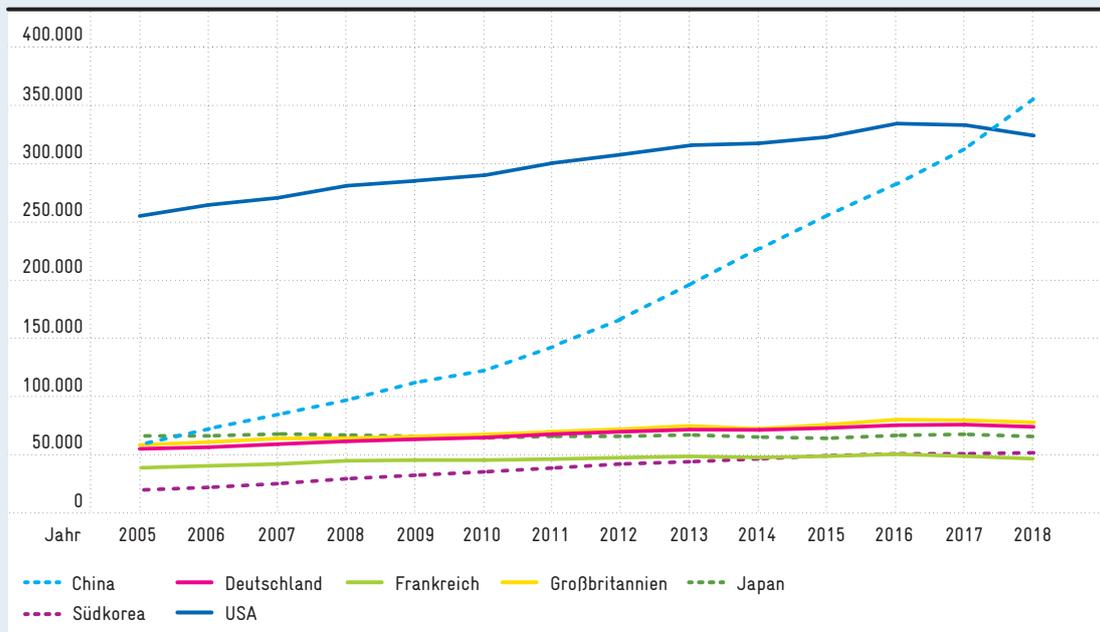


Quelle: <https://data.oecd.org/rd/researchers.htm> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb B 3-4

### Anzahl wissenschaftlicher Publikationen, fraktionierte Zählweise, 2005–2018<sup>1)2)</sup>

Download  
Daten



<sup>1)</sup> Publikationsentwicklung, die über die Anschrift der Autorinnen und Autoren einzelnen Ländern zugeordnet werden kann.

<sup>2)</sup> Fraktionierte Zählweise: Sind an einer Publikation mehrere Autorinnen und Autoren aus verschiedenen Ländern beteiligt, so gehen diese in fraktionierter Zählweise in die Berechnungen ein. Bei vier Autorinnen bzw. Autoren aus vier Ländern bekommt jedes Land 0,25 an einer Publikation angerechnet.

Quelle: Web of Science. Berechnungen des DZHW.

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

eingerrichtet, bei denen ausgewählte Hochschulen zusätzliche finanzielle Förderung erhalten und zu weltweit führenden Universitäten ausgebaut werden sollen.<sup>242</sup>

Ein weiterer wichtiger Indikator für die Leistungsfähigkeit eines F&I-Systems ist der Anteil der Hochschulabsolventinnen und -absolventen an der Gesamtbevölkerung. Dieser wächst seit 1997 in China schneller als in wichtigen OECD-Staaten (vgl. Abbildung B 3-2). Im Jahr 2017 schlossen mehr als sieben Millionen Hochschulstudierende ihr Studium ab, davon mehr als 40 Prozent in MINT-Fächern.<sup>243</sup> Der rasante Anstieg der Absolventenzahlen bringt allerdings den Arbeitsmarkt an die Grenzen der Aufnahmefähigkeit. Viele der Hochschulabgängerinnen und Hochschulabgänger haben Schwierigkeiten, eine qualifikationsadäquate Beschäftigung zu finden.<sup>244</sup>

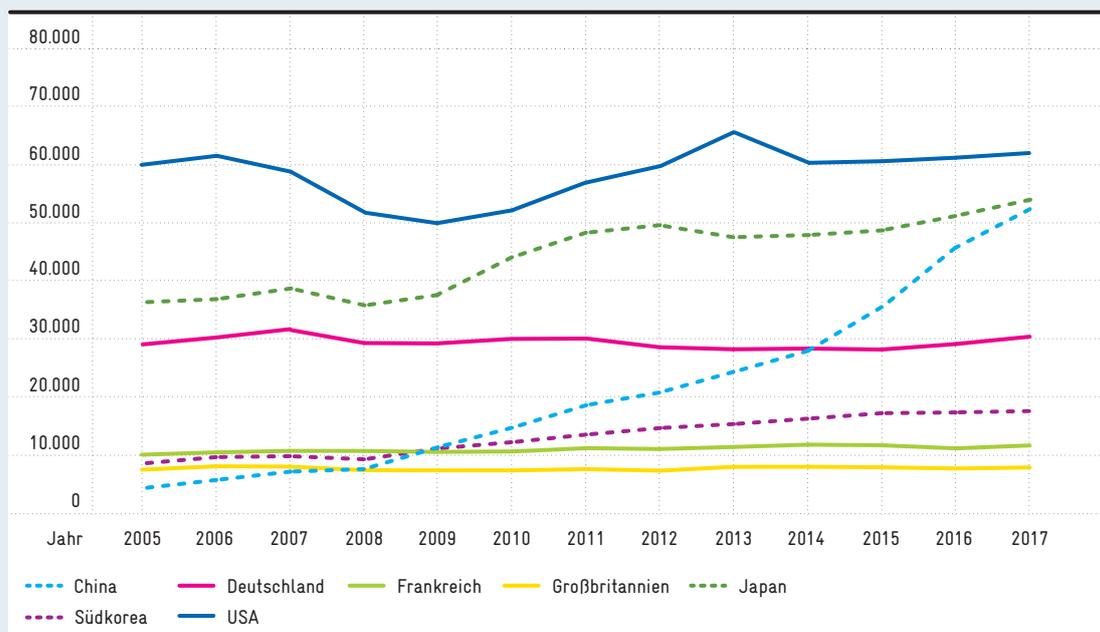
Neben dem Anteil der Hochschulabsolventinnen und -absolventen an der Gesamtbevölkerung ist der Anteil der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Erwerbsbevölkerung ein weiterer Indikator für die Leistungsfähigkeit eines F&I-Systems. Dieser Anteil liegt in China trotz steigender Tendenz mit 0,2 Prozent immer noch deutlich unter dem OECD-Durchschnitt (vgl. Abbildung B 3-3). In Deutschland

liegt der Anteil der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Erwerbsbevölkerung bei etwa 1 Prozent, beim Spitzenreiter Südkorea sogar bei 1,4 Prozent.

Ein relevanter Output-Indikator für die Leistungsfähigkeit eines F&I-Systems ist die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen. Für das Jahr 2018 wurden 355.000 wissenschaftliche Publikationen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit Affiliation in China zugerechnet – eine Steigerung gegenüber 2005 um das Sechsfache (vgl. Abbildung B 3-4).<sup>245</sup> China hat damit erstmals die USA als Land mit den meisten wissenschaftlichen Publikationen überholt. Diese Steigerung war mit einer – gemessen an der Exzellenzrate<sup>246</sup> – Zunahme der durchschnittlichen Publikationsqualität verbunden. Die Exzellenzrate chinesischer Publikationen stieg von 2005 bis 2016 von 6,7 auf 9,7 Prozent. Sie lag damit zuletzt über der Exzellenzrate japanischer (5,8) und südkoreanischer Publikationen (6,3), jedoch noch unter der Exzellenzrate deutscher (10,9 Prozent), US-amerikanischer (13,2) und britischer Publikationen (13,5 Prozent).<sup>247</sup>

Auch die Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen Chinas ist seit 2005 massiv gestiegen (vgl. Abbildung B 3-5). Mit rund 52.000 transnationalen

Transnationale Patentanmeldungen 2005–2017



Quelle: EPA (PATSTAT). Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäusler et al. (2020).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb B 3-5

Download  
Daten

## Erklärung zentraler Begriffe

**Ausländische Direktinvestitionen bzw. Foreign Direct Investments (FDI):** Grenzüberschreitende Kapitalanlagen mit dem Ziel, Kontrolle über oder einen maßgeblichen Einfluss auf die Führung des Direktinvestitionsobjektes ausüben zu können. Als Direktinvestitionen sind grenzüberschreitende Beteiligungen am Kapital und an den Rücklagen von Unternehmen anzusehen, sofern dem Kapitalgeber unmittelbar mindestens 10 Prozent oder mittelbar und unmittelbar zusammen mehr als 50 Prozent der Anteile oder Stimmrechte zuzurechnen sind.<sup>248</sup> FDI umfassen im Wesentlichen vier Arten von Transaktionen: Fusionen und Übernahmen (M&A), Neugründungen (Greenfield-Investitionen), Ausweitung des Kapitals (zusätzliche neue Investitionen) oder finanzielle Umstrukturierung.<sup>249</sup>

**Netto-Direktinvestitionen:** Zufluss an Beteiligungskapital, reinvestierten Gewinnen, Grundstückskäufen und neu vergebenen Direktinvestitionskrediten abzüglich der Liquidation von früher eingezahltem Beteiligungskapital, Gewinnentnahmen sowie Rückzahlung von Direktinvestitionskrediten.<sup>250</sup>

**Mehrheitsbeteiligung:** Beteiligung an einem Unternehmen, bei der ein Investor mehr als 50 Prozent der Kapitalanteile hält.<sup>251</sup>

**Akquisition bzw. Übernahme:** Der Kauf eines Unternehmens durch ein anderes Unternehmen. Das erwerbende Unternehmen erhält alle Vermögenswerte und Schulden des Zielunternehmens.<sup>252</sup>

**Joint Venture:** Eine vertragliche Vereinbarung zwischen zwei oder mehr Parteien mit dem Ziel, ein Geschäft durchzuführen, bei dem die Parteien Gewinne und Verluste des Geschäfts teilen und gemeinsam für die Kapitalbereitstellung sowie die Bereitstellung von Betriebsmitteln und Kosten aufkommen. Ein Joint Venture muss nicht notwendigerweise zu der Gründung einer neuen juristischen Person führen.<sup>253</sup>

Patentanmeldungen lag China im Jahr 2017 vor Deutschland (30.000), jedoch noch hinter den USA (64.000) und Japan (54.000).<sup>254</sup> Pro eine Million Erwerbstätige wurden 2017 in China allerdings lediglich 69 transnationale Patente angemeldet. In Deutschland (730), Japan (826) und den USA (404) waren es deutlich mehr.<sup>255</sup> Die chinesischen transnationalen Patentanmeldungen konzentrieren sich insbesondere auf Informations- und Telekommunikationstechnologien.<sup>256</sup>

Es gibt Indizien dafür, dass die Qualität der chinesischen transnationalen Patentanmeldungen im Durchschnitt noch eher niedrig ist. Dafür spricht, dass sie im Ausland vergleichsweise wenig zitiert werden.<sup>257</sup> Inhaltlich betrachtet, geben sie häufig nur den aktuellen Stand der Technik wieder oder beschreiben einfache technische Lösungen.<sup>258</sup>

## Wissens- und Technologieaustausch durch Direktinvestitionen

B 3-2

### Chinesische Direktinvestitionen in Deutschland

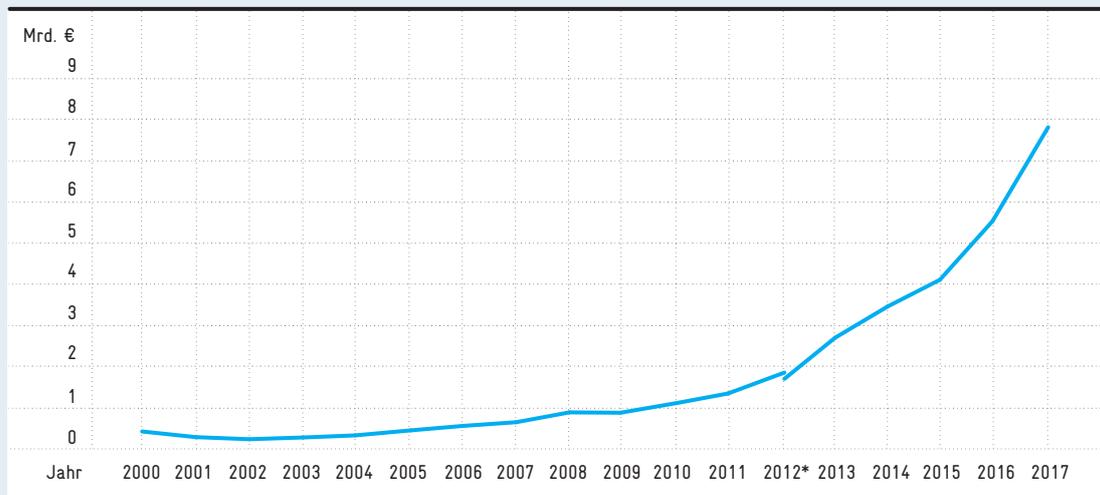
In den letzten zehn Jahren hat der Bestand an chinesischen Direktinvestitionen in Deutschland stark zugenommen.<sup>259</sup> In Europa und den USA besteht der Eindruck, dass diese FDI-Aktivitäten dem strategischen Ziel der chinesischen Politik dienen, in zentralen Technologiebereichen eine dominante Position aufzubauen. Damit ist die Sorge verbunden, dass die betroffenen Länder auf längere Sicht erheblich an technologischer Souveränität und an internationaler Wettbewerbsfähigkeit verlieren werden (vgl. S. 58).<sup>260</sup>

Im Vergleich zu Investoren aus anderen Ländern akquirieren chinesische Investoren weltweit häufiger Unternehmen, die größer sind und mehr Patente halten. Sie übernehmen außerdem öfter weniger profitable und stärker verschuldete Unternehmen.<sup>261</sup> Dies könnte bedeuten, dass chinesische Investoren mit ihren Übernahmen andere Ziele als nur Rentabilität verfolgen. Andere Erklärungsmöglichkeiten sind, dass sie sich bei ihren Investitionsentscheidungen an längeren Zeithorizonten orientieren oder durch staatliche Hilfen günstigere Finanzierungsmöglichkeiten haben, sodass sie risikoreichere Investitionsstrategien verfolgen können.<sup>262</sup>

Laut einer aktuellen empirischen Studie unterscheiden sich die Ausrichtungen chinesischer Unterneh-

## Chinesischer Direktinvestitionsbestand in Deutschland 2000–2017 in Milliarden Euro

Abb B 3-7

Download  
Daten

\* ab 2012: Berechnung nach der OECD Benchmark Definition 4. Auflage.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dürr et al. (2020: 9) auf Basis von Daten der Deutschen Bundesbank.

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

mensübernahmen im Ausland signifikant, je nachdem, ob es sich um private oder staatliche Investoren handelt. Unternehmen im Staatsbesitz engagieren sich bevorzugt in den Branchen, die für die politisch gesetzten Strategien Made in China 2025 und Belt and Road Initiative Schlüsselindustrien darstellen. Bei den privaten Investoren ist diese Ausrichtung des Investitionsverhaltens nicht festzustellen.<sup>263</sup>

Die Direktinvestitionsstatistik der Deutschen Bundesbank verzeichnete 2017 einen Bestand von insgesamt 342 Unternehmen mit chinesischen Anteilseignern in Deutschland. Der Bestand an chinesischen Direktinvestitionen ist seit Mitte der 2000er Jahre immer schneller gewachsen (vgl. Abbildung B 3-7). Er überschritt im Jahr 2010 erstmals die Grenze von einer Milliarde Euro und erreichte 2017 einen Wert von 7,8 Milliarden Euro.<sup>264</sup> Damit lag er aber immer noch deutlich hinter dem Direktinvestitionsbestand in Deutschland aus anderen EU-Ländern (320 Milliarden Euro) und den USA (98 Milliarden Euro).<sup>265</sup>

Eine Studie des ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) untersucht für den Zeitraum 2002 bis Anfang 2019 eine Auswahl von insgesamt 261 deutschen Unternehmen, die von chinesischen Investoren übernommen wurden oder an denen sich chinesische Investoren beteiligten;<sup>266</sup> 187 davon wurden vollständig von chinesischen Investoren übernommen oder wiesen eine chinesische Mehrheitsbeteiligung auf.

Von den 261 untersuchten Unternehmen hatten zum Zeitpunkt der Übernahme 48 Prozent weniger als 100 Beschäftigte, 38 Prozent eine mittlere Größe (100 bis 1.000 Beschäftigte) und die übrigen mehr als 1.000 Beschäftigte.<sup>267</sup> Jedes zehnte Unternehmen befand sich in einem Insolvenzverfahren.<sup>268</sup> Die betrachteten chinesischen Übernahmen und Beteiligungen konzentrieren sich zu etwas mehr als drei Vierteln auf das verarbeitende Gewerbe. 28 Prozent der hier betrachteten Unternehmen zählen zur Maschinenbau-, 16 Prozent zur Automotive- und 10 Prozent zur Elektronikbranche (vgl. Abbildung B 3-8).<sup>269</sup>

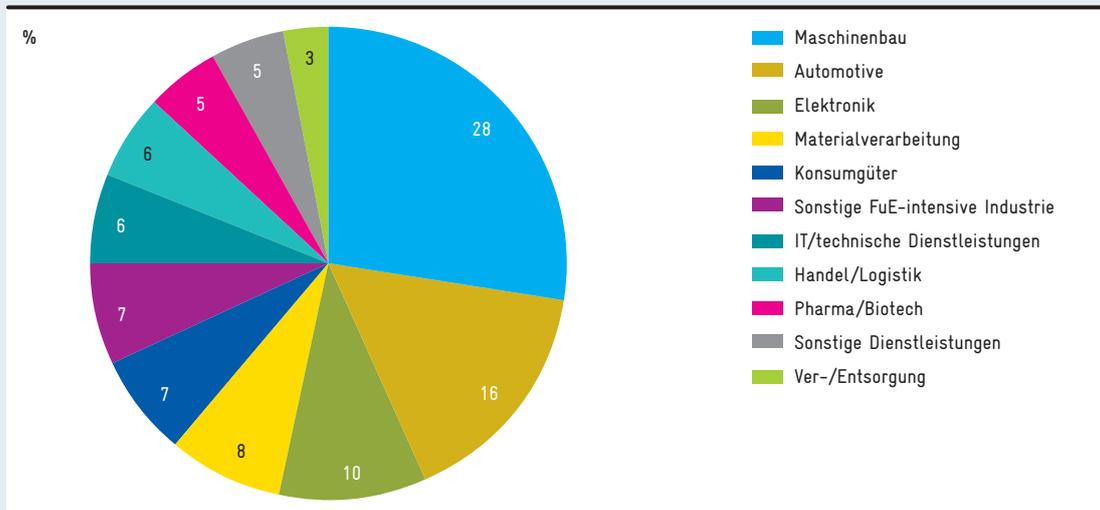
Einer Studie der Bertelsmann Stiftung zufolge entfallen knapp zwei Drittel der chinesischen Beteiligungen und Übernahmen in Deutschland auf Unternehmen, die sich einer der zehn Schlüsselbranchen der Strategie Made in China 2025 zuordnen lassen.<sup>270</sup>

72 Prozent der in der ZEW-Studie erfassten Unternehmen mit chinesischen FDI betreiben FuE. Der Anteil dieser FuE-aktiven Unternehmen ist damit deutlich höher als der der deutschen Wirtschaft insgesamt. Allerdings liegt die FuE-Intensität<sup>271</sup> dieser Unternehmen unter dem jeweiligen Branchendurchschnitt der deutschen Wirtschaft (vgl. Abbildung B 3-9). Eine Ausnahme bilden die Unternehmen im Maschinenbau. In dieser Branche ist die FuE-Intensität der Unternehmen mit chinesischen Investoren (5,2 Prozent)

Abb B 3-8

Download  
Daten

### Anteile von deutschen Unternehmen mit Übernahme oder Beteiligung durch chinesische Investoren nach Branchen in Prozent

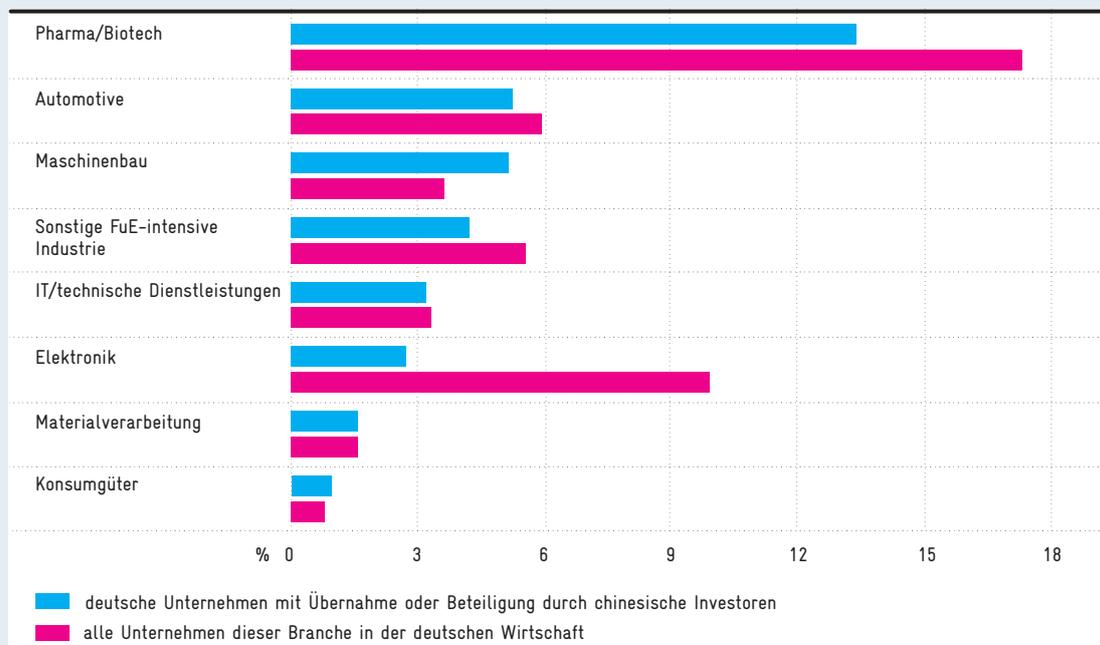


Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dürr et al. (2020: 22) auf Basis von Daten des Mannheimer Innovationspanels.  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb B 3-9

Download  
Daten

### FuE-Intensität von Unternehmen mit Übernahme oder Beteiligung durch chinesische Investoren und aller Unternehmen in der deutschen Wirtschaft nach Branchen in Prozent



Berücksichtigt sind nur Unternehmen, die Anfang 2019 noch Teil einer chinesischen Unternehmensgruppe und wirtschaftsaktiv waren. FuE-Intensität: gesamte FuE-Ausgaben in Prozent des Umsatzes, bei international tätigen Unternehmen nur bezogen auf den Standort Deutschland; für deutsche Unternehmen mit chinesischer Übernahme oder Beteiligung 2018 oder jüngstes verfügbares Jahr, für deutsche Wirtschaft insgesamt 2017.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dürr et al. (2020: 26) auf Basis von Daten des Mannheimer Innovationspanels.  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

deutlich höher als im deutschen Maschinenbau insgesamt (3,6 Prozent).<sup>272</sup>

Gut die Hälfte der betrachteten Unternehmen hat in den zehn Jahren vor dem Engagement der Investoren Patente angemeldet.<sup>273</sup> Zusammen meldeten sie konsolidiert rund 5.700 Patente an.<sup>274</sup> Das entspricht im Durchschnitt rund 43 Patenten pro patentaktivem Unternehmen.<sup>275</sup> Dieser hohe Wert ergibt sich allerdings durch eine sehr hohe Anzahl von Patenten bei wenigen Unternehmen. Der Median der Patentanmeldungen der patentaktiven Unternehmen lag vor der chinesischen Übernahme oder Beteiligung bei nur zwei Patenten pro Jahr.

In der ZEW-Studie wird zudem analysiert, ob sich die 187 Unternehmen, die zu mehr als 50 Prozent oder vollständig von chinesischen Investoren übernommen wurden, nach der Übernahme anders entwickelt haben als von Investoren aus der übrigen EU, Japan oder den USA übernommene Unternehmen. Dabei zeigen sich keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die Entwicklung der Anzahl der Beschäftigten, des Umsatzes und der Anzahl der Patentanmeldungen.<sup>276</sup>

Auch eine im Auftrag der Expertenkommission durchgeführte deskriptive Datenauswertung der FuE-Statistik der Wissenschaftsstatistik GmbH des Stifterverbandes für den Zeitraum 2007 bis 2017 legt nahe, dass Unternehmen, die von chinesischen Investoren übernommen wurden oder eine chinesische Beteiligung aufweisen, ihre FuE-Ausgaben und ihr FuE-Personal nicht zurückfahren.<sup>277</sup>

### **Aktuelle Maßnahmen zur Kontrolle chinesischer Direktinvestitionen**

Chinesische FDI unterliegen genauso wie FDI aus anderen Nicht-EU-Staaten einer Reihe von staatlichen Regulierungen auf nationaler und europäischer Ebene. Aktuelle Bemühungen zielen darauf ab, die Kontrollmechanismen für FDI zu verstärken.<sup>278</sup>

In Deutschland wurde 2017 und 2018 die Außenwirtschaftsverordnung novelliert. Mit den Novellierungen verband die Bundesregierung die Absicht, deutsche Unternehmen besser vor Übernahmen zu schützen, wenn dadurch wichtiges Know-how verloren gehen könnte.<sup>279</sup> Ferner sollte die nationale

Sicherheit gestärkt werden.<sup>280</sup> Die novellierte Außenwirtschaftsverordnung sieht vor, dass der Erwerb von Unternehmensanteilen durch Nicht-EU-Investoren geprüft wird, wenn diese mindestens 25 Prozent der Stimmrechte an einem in Deutschland ansässigen Unternehmen erlangen möchten. Prüfungsmaßstab ist, ob der Erwerb die öffentliche Ordnung oder Sicherheit bzw. wesentliche Sicherheitsinteressen Deutschlands gefährdet. Des Weiteren wurde die Prüfschwelle für Beteiligungen an Betreibern kritischer Infrastrukturen, an sicherheits- und verteidigungsrelevanten Unternehmen sowie an Medienunternehmen von 25 auf 10 Prozent der Stimmrechte abgesenkt.<sup>281</sup>

Weitere Vorschläge zur Kontrolle von FDI hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im November 2019 mit seiner Industriestrategie 2030 vorgestellt. Ziel der Investitionskontrolle ist der Erhalt der technologischen Souveränität Deutschlands. FDI sollen daraufhin überprüft werden, ob sie sicherheitsrelevante oder sogenannte sensible Technologien betreffen. Um ein schnelles Agieren zu ermöglichen, schlägt das BMWi die Einrichtung eines Ständigen Ausschusses „Nationale Rückgriffoption“ auf Staatssekretärsbene vor.<sup>282</sup>

Die Europäische Union (EU) hat im April 2019 die Verordnung zur Schaffung eines Rahmens für die Überprüfung ausländischer Direktinvestitionen in der Union in Kraft gesetzt. Diese soll insbesondere den Informationsaustausch und die Zusammenarbeit der Mitgliedsstaaten bei der Prüfung von Direktinvestitionen aus Nicht-EU-Ländern verbessern. Des Weiteren kann die EU-Kommission Stellungnahmen abgeben, wenn eine Investition eine Gefahr für die Sicherheit oder die öffentliche Ordnung in mehr als einem Mitgliedsstaat darstellt.<sup>283</sup> Die EU-Mitgliedsstaaten sind nicht verpflichtet, diesen Stellungnahmen zu folgen; bei einer Nicht-Befolgung muss dies aber ausdrücklich begründet werden.<sup>284</sup> Nationale Prüfverfahren, wie sie bereits in Deutschland und einigen anderen Mitgliedsländern existieren, bleiben davon unberührt.<sup>285</sup>

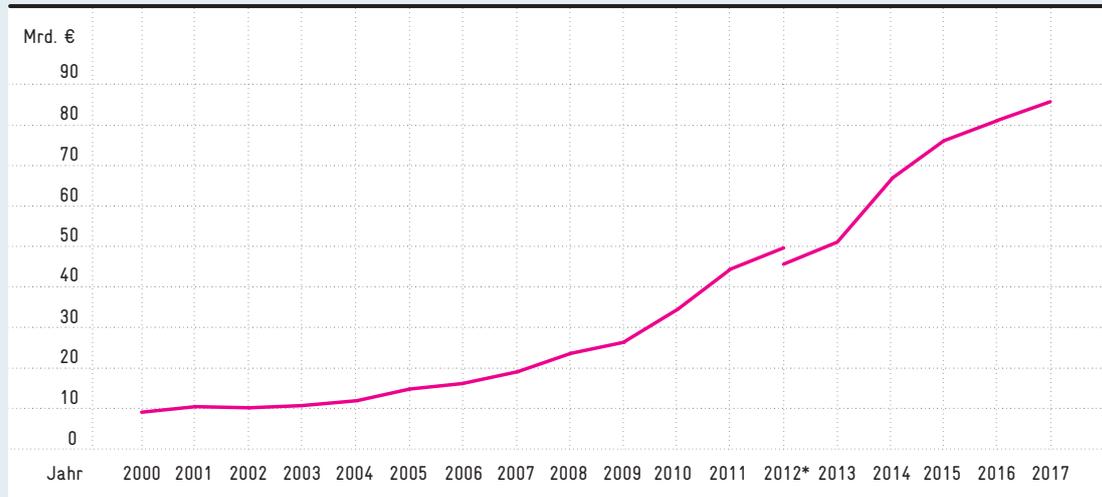
### **Deutsche Direktinvestitionen in China**

Der Bestand deutscher Direktinvestitionen in China hat seit Anfang der 2000er Jahre deutlich zugenommen. Im Jahr 2017 erreichte er einen Wert von

Abb B 3-10

### Deutscher Direktinvestitionsbestand in China 2000–2017 in Milliarden Euro

Download  
Daten



\* ab 2012: Berechnung nach der OECD Benchmark Definition 4. Auflage.

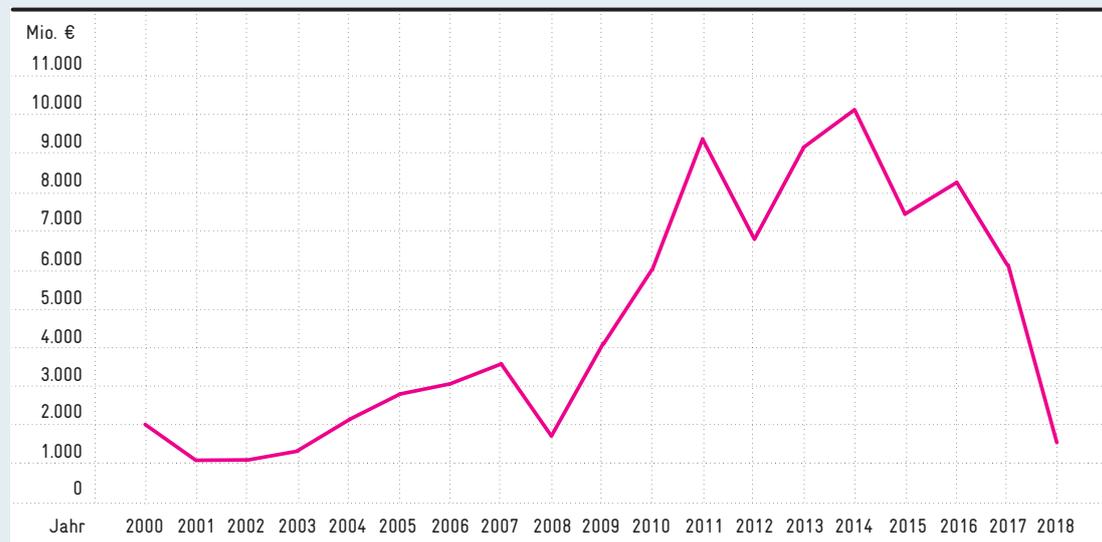
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dürr et al. (2020: 9) auf Basis von Daten der Deutschen Bundesbank.

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb B 3-11

### Netto-Direktinvestitionen deutscher Unternehmen in China 2000–2018 in Millionen Euro

Download  
Daten



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dürr et al. (2020: 14) auf Basis von Daten der Deutschen Bundesbank.

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

86 Milliarden Euro – ein Anstieg um gut 75 Milliarden Euro (vgl. Abbildung B 3-10). Damit war der Bestand der deutschen FDI in China zuletzt etwa elf Mal so hoch wie der Bestand der chinesischen FDI in Deutschland.<sup>286</sup>

Die Entwicklung deutscher FDI in China lässt sich in mehrere Phasen einteilen (vgl. Abbildung B 3-11). Von 2000 bis 2008 waren vergleichsweise geringe Aktivitäten zu verzeichnen; das jährliche Volumen der Netto-Direktinvestitionen bewegte sich um die zwei Milliarden Euro. Danach kam es zu einer starken Expansion. In einer von 2010 bis 2016 reichenden Hochphase lagen die deutschen FDI in China praktisch durchgehend bei über sieben Milliarden Euro im Jahr. Der Höchstwert wurde im Jahr 2014 mit einem Volumen von zehn Milliarden Euro erreicht. Zuletzt war das Volumen der jährlichen Netto-Direktinvestitionen stark rückläufig und erreichte im Jahr 2018 nur noch 1,6 Milliarden Euro.

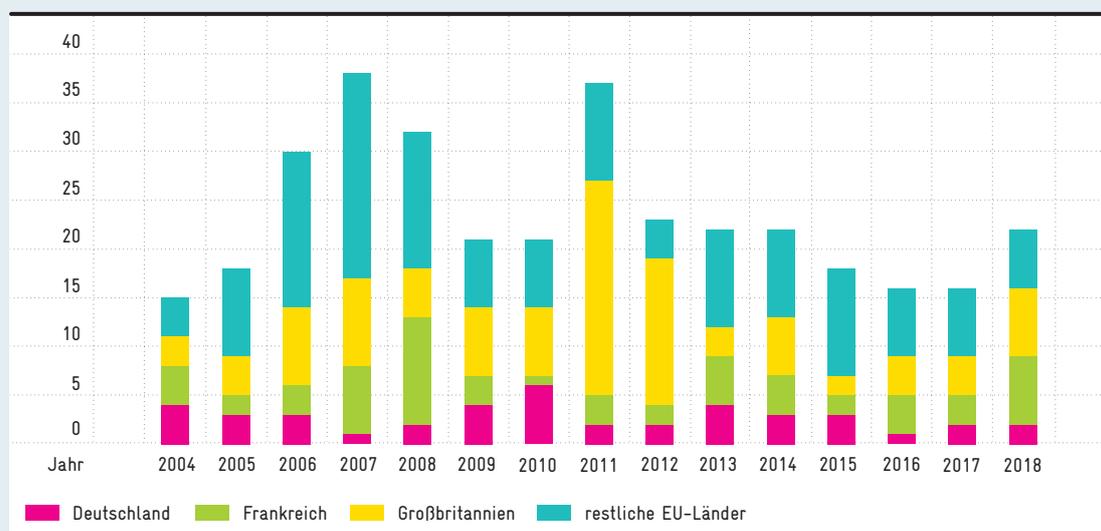
Laut Direktinvestitionsstatistik der Deutschen Bundesbank gab es im Jahr 2017 in China fast 2.700 Unternehmen mit deutschen Investoren oder einer deutschen Beteiligung – etwa achtmal so viel wie Unternehmen mit chinesischen Investoren oder einer chinesischen Beteiligung in Deutschland. Dabei handelte es sich größtenteils um Gründungen von Vertriebsniederlassungen und Repräsentanzen deutscher Unternehmen.

Übernahmen chinesischer Unternehmen durch deutsche Investoren oder Mehrheitsbeteiligungen an Unternehmen in China sind eine Ausnahme. Im gesamten Zeitraum 2004 bis 2018 erlangten deutsche Investoren nur in 42 Fällen auf diese Weise weitreichende Möglichkeiten, chinesische Unternehmen zu steuern. Aus allen EU-Ländern zusammen gab es im selben Zeitraum 351 Mehrheitsbeteiligungen oder Übernahmen in China. Gemessen an der Wirtschaftsleistung Deutschlands ist der Anteil der deutschen Investoren an diesen Übernahmen und Beteiligungen deutlich unterdurchschnittlich. Im Vergleich dazu waren Investoren vor allem aus Großbritannien, aber auch aus Frankreich, in diesem Bereich aktiver als deutsche Investoren (vgl. Abbildung B 3-12).

Die zwischen 2004 und 2018 erfolgten Übernahmen oder Mehrheitsbeteiligungen bei chinesischen Unternehmen durch deutsche Investoren konzentrierten sich auf den Technologiesektor (vgl. Abbildung B 3-13). Ein gutes Drittel entfiel auf den Bereich der Spitzentechnologie und der hochwertigen Technologie, ein knappes Drittel auf den Bereich der nicht-forschungsintensiven Technologie.

Ein weiterer Teil der deutschen FDI in China fließt in Joint Ventures mit chinesischen Unternehmen. Die Bildung von Joint Ventures war lange Zeit fast die einzige Möglichkeit für ausländische Unternehmen, um in China zu produzieren. In einigen Branchen –

Anzahl der Übernahmen von chinesischen Unternehmen durch europäische Investoren nach ausgewählten Herkunftsländern 2004–2018



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dürr et al. (2020: 47) auf Basis von Daten von Bureau van Dijk, Zephyr-Datenbank.  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

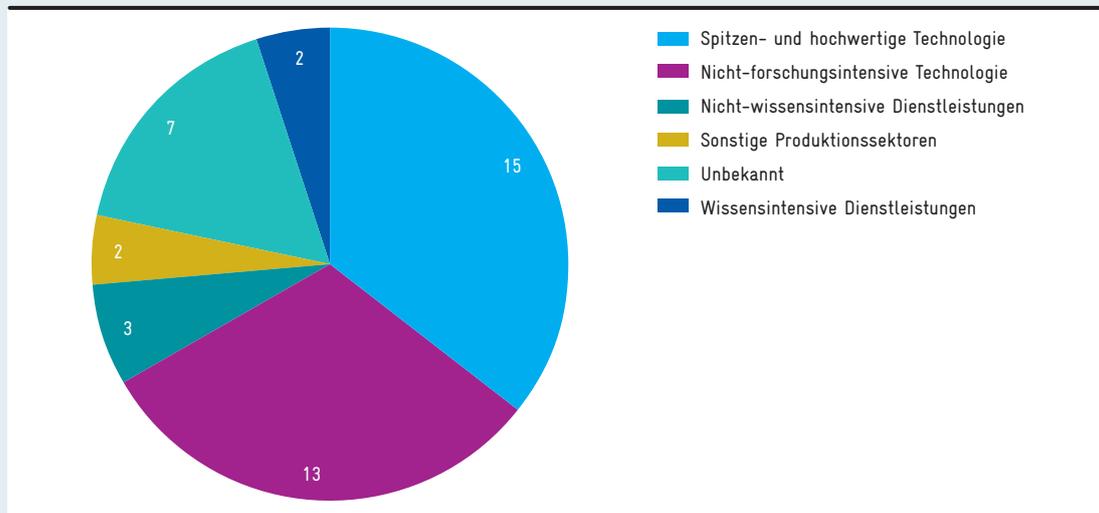
Abb B 3-12

Download  
Daten

Abb B 3-13

Download  
Daten

### Anzahl der Übernahmen von chinesischen Unternehmen durch Investoren aus Deutschland 2004–2018 nach Sektoren



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Dürr et al. (2020: 48) auf Basis von Daten von Bureau van Dijk, Zephyr-Datenbank.  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

beispielsweise Automobilbau, Bergbau, Energie und Telekommunikation, Gesundheitswesen, Verlags- und Erziehungswesen – besteht weiterhin ein Joint-Venture-Zwang. Dieser soll in der Automobilbau-branchen aber bis zum Jahr 2022 fallen.<sup>287</sup>

Zwischen 2004 und 2018 entstanden in China insgesamt 32 Joint Ventures chinesischer und deutscher Partner. Diese Form der Kooperation hat jedoch in jüngerer Zeit merklich an Bedeutung verloren. 20 der chinesisch-deutschen Joint Ventures wurden bis 2008 geschaffen; in den darauffolgenden zehn Jahren kamen nur noch zwölf neue Joint Ventures hinzu.<sup>288</sup>

#### Aktuelle Maßnahmen zur Kontrolle deutscher Direktinvestitionen

Die Aktivitäten deutscher Unternehmen in China werden bisher durch Beschränkungen ausländischer FDI und Regelungen zu einem erzwungenen Technologietransfer behindert.

Mit dem Beitritt zur WTO im Jahr 2001 hat China zwar weitgehende Verpflichtungen zur Marktöffnung übernommen. Jedoch ist die Öffnung für FDI in China immer noch recht gering.<sup>289</sup> Die regulatorischen Hemmnisse in China werden durch die OECD mit ihrem FDI Regulatory Restrictiveness Index für

das Jahr 2018 auf einer von 0 bis 1 reichenden Skala – höhere Indexwerte zeigen dabei eine stärkere regulatorische Beschränkung ausländischer Direktinvestitionen an – mit 0,251 bewertet. Der Indexwert für den Durchschnitt der OECD-Länder lag bei 0,065 – und für Deutschland bei 0,023.<sup>290</sup>

Mit dem am 1. Januar 2020 in Kraft getretenen Investitionsgesetz sollen die in China bestehenden regulatorischen Hemmnisse für FDI abgebaut werden. Es sieht erstmals eine prinzipielle Gleichstellung von ausländischen und chinesischen Unternehmen bei Investitionen auf dem chinesischen Markt vor. Diese Gleichstellung wird jedoch durch eine sogenannte Negativliste substanziell eingeschränkt. Sie untersagt oder beschränkt Aktivitäten ausländischer Unternehmen in 40 Sektoren,<sup>291</sup> etwa durch Beteiligungshöchstgrenzen oder den Joint-Venture-Zwang.<sup>292</sup>

Das Gesetz lockert zudem die Vorschriften für die Ein- und Ausfuhr von Technologien und reduziert die Anforderungen zum Transfer von Technologien. Darüber hinaus ist es den chinesischen Behörden untersagt, den Technologietransfer mit administrativen Mitteln zu erzwingen. Die chinesische Regierung geht damit auf Bedenken ausländischer Investoren hinsichtlich eines erzwungenen Technologietransfers ein.<sup>293</sup>

Neben den ungleichen Rahmenbedingungen für FDI wird häufig kritisiert, dass der Schutz der Rechte an geistigem Eigentum – trotz gewisser Fortschritte in den letzten Jahren – in China nicht ausreichend gewährleistet ist.<sup>294</sup> Dieses Problem betrifft auch deutsche Investoren in China. So kommt eine Umfrage der deutschen Außenhandelskammer in China aus dem Jahr 2019 zu dem Ergebnis, dass dort aktive deutsche Unternehmen die Durchsetzung von Rechten an intellektuellem Eigentum auf dem chinesischen Markt weiterhin als eine zentrale Herausforderung ansehen.<sup>295</sup>

Außerdem berichten deutsche Unternehmen zunehmend über die Herausforderung, dass die Bereitschaft ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, für einen längeren Zeitraum nach China zu gehen, gesunken ist. Hierzu trägt bei, dass bei diesen das Image Chinas als Entsendungsziel in jüngerer Zeit gelitten hat. Sie haben Vorbehalte hinsichtlich der Internetzensur, der staatlichen Überwachung und der Einführung des sogenannten Sozialkredit-Systems.<sup>296</sup>

### B 3-3 Wissenschaftskooperationen zwischen Deutschland und China

Mit der rasch wachsenden wissenschaftlichen Bedeutung Chinas ist auch die Anzahl von Kooperationen zwischen deutschen und chinesischen Wissenschaftseinrichtungen in den letzten Jahren deutlich gestiegen. So wuchs die Zahl der Kooperationsvereinbarungen zwischen deutschen und chinesischen Hochschulen von etwa 900 im Jahr 2013<sup>297</sup> auf knapp 1.400 im Jahr 2019.<sup>298</sup> Auch die außeruniversitären Forschungseinrichtungen (AUF) unterhalten Kooperationen mit China und sind dort zum Teil mit eigenen Repräsentanzen vertreten.<sup>299</sup>

Der Austausch von Studierenden zwischen Deutschland und China hat sich ebenfalls intensiviert. So stieg die Zahl der chinesischen Studierenden in Deutschland von 24.000 im Wintersemester 2010/11 auf 42.700 im Wintersemester 2018/19.<sup>300</sup> Die Zahl deutscher Studierender in China ist von 4.200 im Jahr 2010 auf 8.200 im Jahr 2014 gewachsen<sup>301</sup> und seitdem nahezu unverändert.<sup>302</sup>

Der Umfang des deutsch-chinesischen Wissenschaftler austauschs hat ebenfalls zugenommen. Zur Mobilität von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gibt es zwar keine offiziellen Statistiken, sie kann aber mit bibliometrischen Verfah-

ren geschätzt werden.<sup>303</sup> Im Zeitraum 1996 bis 2011 publizierten insgesamt weniger als 2.000 deutsche und chinesische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit einer Affiliation an einer Institution des jeweils anderen Landes. Im nächsten erfassten Zeitfenster von 2006 bis 2016 waren es insgesamt über 6.000, die sich ungefähr gleich auf beide Länder verteilten.<sup>304</sup> Die verstärkte Zusammenarbeit schlägt sich auch in der Zahl der gemeinsam publizierten Forschungsarbeiten nieder.<sup>305</sup> Im Jahr 2017 wurden 6.800 chinesisch-deutsche Ko-Publikationen gezählt – eine Steigerung um das Vierfache im Vergleich zu 2005 (1.700). Bei gemeinsamen Publikationen ist China nach den USA, Großbritannien und Frankreich das viertwichtigste Partnerland für Forschende mit Affiliation in Deutschland; in umgekehrter Richtung rangiert Deutschland für Forschende mit Affiliation in China – gemeinsam mit Japan – auf Platz drei.<sup>306</sup>

Bei Wissenschaftskooperationen zwischen Deutschland und China stellen sich eine Reihe von Herausforderungen. So gestalten sich die Auswahl von geeigneten institutionellen chinesischen Partnern sowie die Anbahnung und Gestaltung von Kooperationsverträgen häufig schwierig, wozu auch mangelnde Sprach- und Rechtskenntnisse sowie kulturelle Unterschiede beitragen.<sup>307</sup> Derzeit gibt es in Deutschland keine zentrale Anlaufstelle, die systematisch Informationen zu Problemen bei der Implementierung und Gestaltung von deutsch-chinesischen Wissenschaftskooperationen sammelt und auswertet, um deutsche Akteure und Wissenschaftseinrichtungen zu informieren, zu beraten und aufzuklären. Aktuell wird zwischen dem BMBF, dem BMWi, dem Auswärtigen Amt und der Allianz der Wissenschaftsorganisationen über eine zentrale Anlaufstelle zur Beratung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in Deutschland diskutiert. Diese ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht umgesetzt.<sup>308</sup>

Außerdem unterliegt die Wissenschaftslandschaft in China einer zunehmenden staatlichen Steuerung und Kontrolle.<sup>309</sup> Davon sind auch die Aktivitäten deutscher Wissenschaftsorganisationen in China betroffen. Ein Beispiel hierfür ist das 2017 in Kraft getretene Gesetz zur Regulierung von ausländischen Nichtregierungsorganisationen (NRO). Deutsche AUF, die auf Grundlage des NRO-Gesetzes registriert sind, müssen seitdem intensive Genehmigungsverfahren durchlaufen, die ihre inhaltliche Arbeit einschränken und große Personalkapazitäten binden.<sup>310</sup>

Eine weitere Herausforderung bei der Gestaltung von deutsch-chinesischen Wissenschaftskooperationen

## Beispiele für vom BMBF geförderte Projekte zum Ausbau der China-Kompetenz an deutschen Hochschulen

### China-Kompetenz in Hohenheim (CHIKOH) an der Universität Hohenheim

Das von Oktober 2017 bis September 2020 geförderte Projekt „China-Kompetenz in Hohenheim“ an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hohenheim dient dem Austausch und der Vernetzung zwischen deutschen und chinesischen Universitäts- und Industriepartnern. Dieses Ziel wird für die verschiedenen Zielgruppen unterschiedlich umgesetzt. So werden z.B. für Studierende Workshops, themenspezifische Seminare, Fallstudienreisen und interkulturelle Trainings angeboten. Unternehmer und Forschende können am jährlich stattfindenden Hohenheimer China Dialog zum interkulturellen Austausch teilnehmen.<sup>311</sup>

### Das KIT-Kompetenz-Netzwerk für innovatives kulturelles Lernen und Training im Umfeld von Universität und Forschung (CuLTURE China) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Das Projekt „CuLTURE China“ am KIT wird von März 2018 bis Februar 2021 vom BMBF gefördert. Das Ziel von CuLTURE China ist der Aufbau eines Kompetenz-Netzwerks mit China-Fokus und im Zuge dessen die Förderung einer interkulturellen und internationalen Vernetzung der involvierten Akteure. Dabei richtet sich das Projekt primär an Studierende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Fachrichtungen Maschinenbau, Elektro- und Informationstechnik, Geo- und Umweltwissenschaften sowie den Querschnittswissenschaften in den Feldern Energie und Entrepreneurship. Die Zielumsetzung erfolgt u. a. durch die Einrichtung einer deutsch-chinesischen Summer School, die Etablierung von Tandem-Feldforschungsprojekten in China und Karlsruhe und die Entwicklung eines China-Kompetenzzentrums in Suzhou.<sup>312</sup>

ist der Umgang mit Dual Use.<sup>313</sup> Die chinesische Regierung fördert die Verbindung von ziviler und militärischer Forschung gezielt. Dagegen wird in Deutschland militärbezogene Forschung durch umfassende Regulierungen eingeschränkt;<sup>314</sup> auch unterliegen Güter und Technologien, die für militärische Zwecke genutzt werden können, strengen Ausfuhrkontrollen. Die Bundesregierung und die deutschen Wissenschaftsorganisationen arbeiten daran, deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler durch Aufklärungsmaßnahmen für die Dual-Use-Problematik zu sensibilisieren. Damit soll der Abfluss von Dual-Use-relevantem Wissen ins Ausland – und damit auch nach China – im Zuge internationaler Wissenschaftskooperationen verhindert werden.<sup>315</sup>

## China-Kompetenz in Deutschland

B 3-4

Ein produktiver wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Austausch mit China braucht Köpfe, die mit der chinesischen Sprache und Kultur gut vertraut sind sowie die dortigen Märkte, institutionellen Rahmenbedingungen und politischen Strukturen gut kennen. Eine solche umfassende China-Kompetenz ist in Deutschland bisher aber kaum anzutreffen.<sup>316</sup> Dieser Mangel betrifft sowohl Wissenschaft als auch Wirtschaft. Er ist aber für große Unternehmen häufig leichter zu bewältigen als für andere Akteure wie KMU oder Hochschulen.

Das BMBF hatte in seiner gerade ausgelaufenen China-Strategie 2015-2020 die Schaffung einer breiteren China-Kompetenz in Deutschland zum Ziel erklärt.<sup>317</sup> Um dies zu erreichen, fördert das BMBF im Rahmen der Maßnahme „Innovative Konzepte zum Ausbau der China-Kompetenz an deutschen Hochschulen“ im Zeitraum 2017 bis 2022 insgesamt elf Projekte,<sup>318</sup> von denen zwei in Box B 3-14 näher vorgestellt werden. Die Fördermaßnahme zielt darauf ab, die Handlungsfähigkeit, bezogen auf den wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Austausch mit China, zu steigern und so die deutsch-chinesische Zusammenarbeit in Wissenschaft und Wirtschaft auszubauen und zu festigen.<sup>319</sup> Derzeit ist noch unklar, ob und in welchem Rahmen eine Fortführung dieser Initiative seitens des BMBF nach 2022 angestrebt wird.

Eine aktuelle Studie führt 19 Universitäten und sechs Fachhochschulen bzw. Hochschulen für Angewandte Wissenschaften mit insgesamt 66 Studiengängen mit einem Chinabezug auf, die sich hälftig auf den

Bachelor- und den Master-Bereich verteilen.<sup>320</sup> Ein Drittel dieser Studiengänge entfällt auf die klassische Sinologie. Jeweils ein weiteres Drittel nehmen die Studiengänge der modernen Sinologie sowie interdisziplinäre Studiengänge mit einem China-Schwerpunkt ein.<sup>321</sup> In der vergangenen Dekade haben durchschnittlich 500 Studierende jährlich ein Studium der Sinologie begonnen. Im Gegensatz zu den anderen Ostasienwissenschaften (Japanologie, Koreanistik), deren Anfängerzahlen steigen, stagniert die Anzahl der Studienanfängerinnen und -anfänger der Sinologie in Deutschland.<sup>322</sup>

Nur wenige Studierende erlangen gute Sprach-, Lese- und Schreibkompetenzen der chinesischen Sprache. Dies liegt u. a. daran, dass die Curricula – insbesondere der interdisziplinären Studiengänge mit einem China-Schwerpunkt – häufig keine konkreten Anforderungen an das Sprachniveau festlegen.<sup>323</sup>

## B 3-5 Handlungsempfehlungen

### Gleiche Wettbewerbsbedingungen für deutsche und chinesische Unternehmen schaffen

Chinesische Direktinvestitionen in Deutschland sind ein relativ junges Phänomen und machen bislang nur einen geringen Anteil der FDI in Deutschland aus. Die sektoralen und technologischen Schwerpunkte bei chinesischen Investitionen werden durch wirtschafts- und innovationspolitische Strategien wie Made in China 2025 oder Belt and Road Initiative beeinflusst. Die bisher vorliegende Evidenz unterstützt nicht die Vermutung, dass chinesische Direktinvestitionen in Deutschland zu einer Schwächung der wirtschaftlichen Leistungskraft der betroffenen Unternehmen geführt haben. Nichtsdestotrotz sind Unternehmensbeteiligungen und -übernahmen durch chinesische Investoren grundsätzlich mit der Möglichkeit einer politstrategischen Einflussnahme verbunden. China ist für deutsche Direktinvestitionen im Vergleich zu anderen Ländern schwer zugänglich; der Technologieaustausch gestaltet sich noch schwierig und der Schutz von Rechten an intellektuellem Eigentum ist nicht immer gegeben.

- Die Bundesregierung sollte sich nachdrücklich für gleiche Wettbewerbsbedingungen bzw. ein Level Playing Field bei Direktinvestitionen für deutsche und chinesische Unternehmen einsetzen.

- Die Expertenkommission befürwortet die Pläne des BMWi, Unternehmensübernahmen durch ausländische Investoren im Bereich sensibler Technologien umfassender zu prüfen. Die hierbei einbezogenen Technologiebereiche sollten zunächst benannt werden. Außerdem sind klare und transparente Prüfkriterien zu entwickeln. Dies sollte mit den laufenden europäischen Bemühungen zur Schaffung eines Rahmens für die Überprüfung ausländischer Direktinvestitionen koordiniert werden.

### Wissenschaftskooperationen mit China zu beiderseitigem Nutzen gestalten

Wissenschaft in China dient den politstrategischen und wirtschaftlichen Zielen der Regierung. Darum bedarf es einer angemessenen Aufklärung und Sensibilisierung der beteiligten deutschen Akteure, um die Wissenschaftskooperation mit China zu beiderseitigem Nutzen zu gestalten.

- Die von der Bundesregierung angestrebten Maßnahmen für eine bessere Aufklärung und Sensibilisierung deutscher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über Besonderheiten bei Wissenschaftskooperationen mit China sind zu intensivieren und in die Breite zu tragen. Dabei ist insbesondere auf die Dual-Use-Problematik hinzuweisen.
- Es sollte eine zentrale Kompetenzstelle zur Beratung deutscher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eingerichtet werden, die Expertise zu kooperations- und forschungsrelevanten Rechtsfragen bereitstellt, etwa in Hinblick auf den Schutz geistigen Eigentums und den Datenschutz. Diese Kompetenzstelle sollte zudem Informationen über Erfahrungen und Probleme bei deutsch-chinesischen Kooperationen systematisch sammeln, auswerten und für das forschende und administrative Personal an Forschungseinrichtungen aufbereiten. Die Kompetenzstelle sollte ebenfalls Kapazitäten vorhalten, um den erhöhten Informations- und Beratungsbedarf von KMU bei deutsch-chinesischen Forschungsprojekten zu decken.
- Forschung und Lehre, die zum Verständnis von aktuellen politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen in China beitragen, sollten gestärkt werden. Hierbei ist auf die Vermittlung von guten Kenntnissen der chinesischen

Sprache zu achten. Die laufende BMBF-Fördermaßnahme „Innovative Konzepte zum Ausbau der China-Kompetenz an deutschen Hochschulen“ sollte, basierend auf einer Evaluation, weiterentwickelt werden.

- Es sollte einen intensiven und kontinuierlichen Austausch über die Rahmenbedingungen und Perspektiven der Wissenschaftskooperation zwischen Deutschland und China geben, welcher mit den europäischen Partnern abgestimmt ist. Die Expertenkommission empfiehlt, nach Auslaufen der China-Strategie des BMBF und Beenden der Deutsch-Chinesischen Plattform Innovation (DCPI) zeitnah adäquate Formate für die weitere Kooperation zu schaffen.

STRUKTUR  
UND  
TRENDS



# Inhalt

Überblick .....	77
-----------------	----

## C 1 Bildung und Qualifikation

Abb C 1-1	Qualifikationsniveau der Erwerbstätigen in ausgewählten EU-Ländern 2018 in Prozent .....	80
Tab C 1-2	Anteil der Studienanfängerinnen und -anfänger an der alterstypischen Bevölkerung in ausgewählten OECD-Ländern und China 2006–2017 in Prozent .....	81
Abb C 1-3	Studienberechtigte in Deutschland 1970–2030, ab 2019 Projektion .....	82
Tab C 1-4	Anzahl der Erstabsolventinnen und -absolventen sowie Fächerstrukturquote 2010–2018 .....	83
Abb C 1-5	Ausländische Studierende an deutschen Hochschulen 2001–2019 .....	84
Tab C 1-6	Weiterbildungsbeteiligung von Personen und Betrieben 2008–2018 in Prozent .....	85

## C 2 Forschung und Entwicklung

Abb C 2-1	FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 2008–2018 in Prozent .....	87
Abb C 2-2	Haushaltsansätze des Staates für zivile FuE 2008–2018 .....	88
Tab C 2-3	Verteilung der Bruttoinlandsausgaben für FuE (GERD) nach durchführendem Sektor in ausgewählten OECD-Ländern und China 2007 und 2017 .....	88
Tab C 2-4	FuE-Intensität der Bundesländer 2007 und 2017 in Prozent .....	89
Tab C 2-5	Interne FuE-Ausgaben der Unternehmen nach Herkunft der Mittel, Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017 .....	90
Abb C 2-6	Interne FuE-Ausgaben in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2016–2018 .....	91

## C 3 Innovationsverhalten der Wirtschaft

Abb C 3-1	Innovationsintensität im europäischen Vergleich 2016 ..... in Prozent	93
Abb C 3-2	Innovationsintensität in der Industrie und den ..... unternehmensorientierten Dienstleistungen Deutschlands 2003-2018 in Prozent	93
Abb C 3-3	Anteil des Umsatzes mit neuen Produkten ..... in der Industrie und den unternehmensorientierten Dienstleistungen 2003-2018 in Prozent	94
Abb C 3-4	Anzahl der bei den Technischen Komitees bzw. .... Subkomitees der International Organization for Standardization (ISO) geführten Sekretariate	94

## C 4 Finanzierung von Forschung und Innovation

Abb C 4-1	FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor, die direkt und ..... indirekt durch den Staat finanziert werden, als Anteil am nationalen Bruttoinlandsprodukt 2016 in Prozent	96
Abb C 4-2	Anteil der Wagniskapitalinvestitionen am nationalen ..... Bruttoinlandsprodukt 2017 und 2018 in Prozent	96
Abb C 4-3	Entwicklung der Wagniskapitalinvestitionen in ..... Deutschland 2009-2018 in Milliarden Euro	97

## C 5 Unternehmensgründungen

Abb C 5-1	Gründungsraten im internationalen Vergleich 2017 ..... in Prozent	99
Abb C 5-2	Gründungsraten in der Wissenswirtschaft in ..... Deutschland 2008-2018 in Prozent	99
Abb C 5-3	Schließungsraten in der Wissenswirtschaft in ..... Deutschland 2008-2018 in Prozent	100
Abb C 5-4	Gründungsraten nach Bundesländern ..... 2016-2018 in Prozent	100

## C 6 Patente

Abb C 6-1	Zeitliche Entwicklung der Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen in ausgewählten Ländern 1995–2017	102
Tab C 6-2	Absolute Zahl, Intensität und Wachstumsraten transnationaler Patentanmeldungen im Bereich der FuE-intensiven Technologie 2017	102
Abb C 6-3	Zeitliche Entwicklung des Spezialisierungsindex ausgewählter Länder im Bereich hochwertige Technologie 1995–2017	103
Abb C 6-4	Zeitliche Entwicklung des Spezialisierungsindex ausgewählter Länder im Bereich Spitzentechnologie 1995–2017	103

## C 7 Fachpublikationen

Abb C 7-1	Publikationsanteile ausgewählter Länder und Regionen an allen Publikationen im Web of Science 2008 und 2018 in Prozent	105
Abb C 7-2	Internationale Ausrichtung (IA) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Web of Science 2008 und 2016 (Indexwerte)	106
Abb C 7-3	Zeitschriftenspezifische Beachtung (ZB) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Web of Science 2008 und 2016 (Indexwerte)	107

## C 8 Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung

Tab C 8-1	Komparative Vorteile (Revealed Comparative Advantage, RCA) ausgewählter Länder im Außenhandel mit forschungsintensiven Gütern 2005–2018	109
Abb C 8-2	Anteil der FuE-intensiven Industrien sowie der wissensintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung 2000 und 2017 in Prozent	109
Abb C 8-3	Entwicklung der Bruttowertschöpfung in verschiedenen gewerblichen Wirtschaftsbereichen in Deutschland 2006–2017 in Milliarden Euro	110
Abb C 8-4	Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in verschiedenen gewerblichen Wirtschaftsbereichen in Deutschland 2011–2018 in Millionen	110

# Überblick

Die Erfassung der Leistungsfähigkeit des Forschungs- und Innovationsstandortes Deutschland ist ein fester Bestandteil der jährlichen Berichterstattung der Expertenkommission Forschung und Innovation. Die Erfassung erfolgt anhand der Darstellung verschiedener Indikatoren, die einen Rückschluss auf die Dynamik und Leistungsfähigkeit des Forschungs- und Innovationssystems zulassen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Indikatoren in acht thematisch geordnete Indikatorensets aufgeteilt. Anhand dieser Indikatorensets wird die Leistungsfähigkeit des deutschen Forschungs- und Innovationssystems im intertemporalen Vergleich sowie im Vergleich mit den wichtigsten nationalen Wettbewerbern dargestellt. Einzelne Indikatoren werden zudem auf Bundesländerebene ausgewiesen, um innerdeutsche Leistungsunterschiede aufzuzeigen. Die Indikatoren sind mehrheitlich den von der Expertenkommission in Auftrag gegebenen Studien zum deutschen Innovationssystem entnommen. Die Studien umfassen neben den hier aufgeführten Indikatoren noch weiteres umfangreiches Indikatoren- und Analysematerial. Sie können auf der Internetseite der Expertenkommission eingesehen und heruntergeladen werden. Gleiches gilt für sämtliche Abbildungen und Tabellen des Jahresgutachtens sowie für die dazugehörigen Datensätze.

## C 1 Bildung und Qualifikation

Investitionen in Bildung und ein hohes Qualifikationsniveau stärken die mittel- und langfristige Innovationsfähigkeit und das wirtschaftliche Wachstum eines Landes. Die in Abschnitt C 1 aufgeführten Indikatoren geben Auskunft über den Qualifikationsstand und liefern einen Überblick über die Stärken und Schwächen des Innovationsstandortes Deutschland. Der internationale Vergleich erlaubt eine Einschätzung, wie diese Befunde im Vergleich zu anderen Industrienationen einzuordnen sind.

## C 2 Forschung und Entwicklung

Forschungs- und Entwicklungsprozesse sind eine wesentliche Voraussetzung für die Entstehung von neuen Produkten und Dienstleistungen. Prinzipiell gehen von einer hohen FuE-Intensität positive Effekte auf Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung aus. FuE-Investitionen und -Aktivitäten von Unternehmen, Hochschulen und Staat liefern daher wesentliche Anhaltspunkte zur Beurteilung der technologischen Leistungsfähigkeit eines Landes. Wie Deutschland hinsichtlich seiner FuE-Aktivitäten im internationalen Vergleich abschneidet, in welchem Umfang die einzelnen Bundesländer investieren und welche Wirtschaftszweige besonders forschungsintensiv sind, wird in Abschnitt C 2 dargestellt.

## C 3 Innovationsverhalten der Wirtschaft

Innovationsaktivitäten von Unternehmen zielen darauf ab, Wettbewerbsvorteile durch Innovationen zu schaffen. Im Falle einer Produktinnovation wird ein neues oder verbessertes Gut auf den Markt gebracht, dessen Eigenschaften sich von den bisher am Markt angebotenen Gütern unterscheiden. Die Einführung eines neuen oder verbesserten Herstellungsverfahrens wird als Prozessinnovation bezeichnet. Anhand der Innovationsintensität

in der Industrie und in den wissensintensiven Dienstleistungen sowie anhand des Anteils des Umsatzes mit neuen Produkten wird das Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft im internationalen Vergleich in Abschnitt C 3 dargestellt.

#### **C 4 Finanzierung von Forschung und Innovation**

Die Finanzierung von Geschäfts- und insbesondere FuE-Tätigkeiten ist eine zentrale Herausforderung vor allem für junge, innovative Unternehmen. Da diese Unternehmen zu Beginn keine oder kaum Umsätze erwirtschaften, ist eine Finanzierung aus eigenen Mitteln kaum möglich. Eine Fremdkapitalfinanzierung ist schwierig, da es für Kapitalgeber wie beispielsweise Banken schwer ist, die Erfolgsaussichten innovativer Unternehmensgründungen zu beurteilen. Alternative Wege der Unternehmensfinanzierung sind die Einwerbung von Beteiligungskapital bzw. Wagniskapital sowie die Finanzierung durch staatliche Förderung. Abschnitt C 4 beschreibt die Verfügbarkeit von Wagniskapital und staatlicher FuE-Förderung in Deutschland und im internationalen Vergleich.

#### **C 5 Unternehmensgründungen**

Unternehmensgründungen – insbesondere in forschungs- und wissensintensiven Sektoren – fordern mit innovativen Produkten, Prozessen und Geschäftsmodellen etablierte Unternehmen heraus. Die Gründung neuer Unternehmen und der Austritt nicht (mehr) erfolgreicher Unternehmen aus dem Markt ist Ausdruck des Innovationswettbewerbs um die besten Lösungen. Die in Abschnitt C 5 beschriebene Unternehmensdynamik ist deshalb ein wichtiger Aspekt des Strukturwandels. Gerade in neuen Technologiefeldern, beim Aufkommen neuer Nachfragetrends und in der frühen Phase der Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse auf die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren können junge Unternehmen neue Märkte erschließen und innovativen Ideen zum Durchbruch verhelfen.

#### **C 6 Patente**

Patente sind gewerbliche Schutzrechte für neue technische Erfindungen. Sie bilden somit oftmals die Grundlage für die Verwertung von Innovationen am Markt und unterstützen zugleich die Koordination und den Wissens- und Technologietransfer zwischen den Akteuren im Innovationssystem. Abschnitt C 6 stellt die Patentaktivitäten ausgewählter Länder dar. Zudem wird untersucht, inwieweit sich diese Länder in den Bereichen der hochwertigen Technologie und der Spitzentechnologie spezialisiert haben.

#### **C 7 Fachpublikationen**

Die stetige Generierung neuen Wissens hängt besonders von der Leistungsfähigkeit des jeweiligen Forschungs- und Wissenschaftssystems ab. Mit Hilfe der Bibliometrie wird diese Leistungsfähigkeit in Abschnitt C 7 im internationalen Vergleich dargestellt. Hierbei wird die Leistung eines Landes anhand der Publikationen seiner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Fachzeitschriften ermittelt. Die Wahrnehmung und Bedeutung dieser Veröffentlichungen wird durch die Anzahl der Zitate erfasst.

#### **C 8 Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung**

Der Anteil von Arbeitseinsatz und Wertschöpfung in den forschungs- und wissensintensiven Branchen in einem Land spiegelt deren wirtschaftliche Bedeutung wider und lässt Rückschlüsse auf die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes zu. Abschnitt C 8 stellt die Entwicklung von Wertschöpfung und Produktivität in forschungsintensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen im internationalen Vergleich dar. Darüber hinaus wird die Position Deutschlands im Welthandel mit forschungsintensiven Gütern und wissensintensiven Dienstleistungen aufgezeigt.

# Bildung und Qualifikation<sup>324</sup>

## C 1

Der Anteil der Erwerbstätigen mit tertiärer Qualifikation (ISCED 5+6 und ISCED 7+8) ist in Deutschland erneut leicht gestiegen. Im Jahr 2018 lag der Anteil bei 31,7 Prozent und damit um 0,3 Prozentpunkte höher als im Jahr zuvor (C 1-1). Der Anteil der Geringqualifizierten (ISCED 0-2) sank dagegen leicht von 10,1 auf 10,0 Prozent. Auch in allen Vergleichsländern – mit Ausnahme von Großbritannien – ist der Anteil der Geringqualifizierten an allen Erwerbstätigen zurückgegangen.

Der Anteil der Studienanfängerinnen und -anfänger an der alterstypischen Bevölkerung (C 1-2) lag in Deutschland 2017 bei 60 Prozent und damit auf demselben Niveau wie im Jahr 2016. Auch die bereinigte Quote für unter 25-Jährige und ohne internationale Studienanfängerinnen und -anfänger blieb mit 45 Prozent konstant. Für China waren 2017 erstmals Daten nach ISCED 2011 verfügbar.

Die Studienberechtigtenquote, d. h. der Anteil der Studienberechtigten an der Bevölkerung des entsprechenden Alters, ist erneut leicht zurückgegangen und lag 2018 bei 50,6 Prozent (C 1-3). Die Anzahl der Studienberechtigten lag 2018 bei 432.414 Personen. Für das Jahr 2019 rechnet die Kultusministerkonferenz mit einem Anstieg der Studienberechtigtenquote. Laut Vorausberechnungen der Kultusministerkonferenz wird die Zahl der Studienberechtigten bis zum Jahr 2030 weitgehend konstant bleiben.

Die Zahl der Erstabsolventinnen und -absolventen (C 1-4) ist 2018 gegenüber dem Vorjahr von 311.441 auf 303.155 gesunken. Dabei stieg der Anteil der Erstabsolventinnen leicht auf 53,0 Prozent. Zugleich ging der Anteil der Erstabsolventinnen und -absolventen, die ihren Abschluss an einer Universität gemacht haben, erneut zurück – von 53,9 Prozent auf 53,0 Prozent.

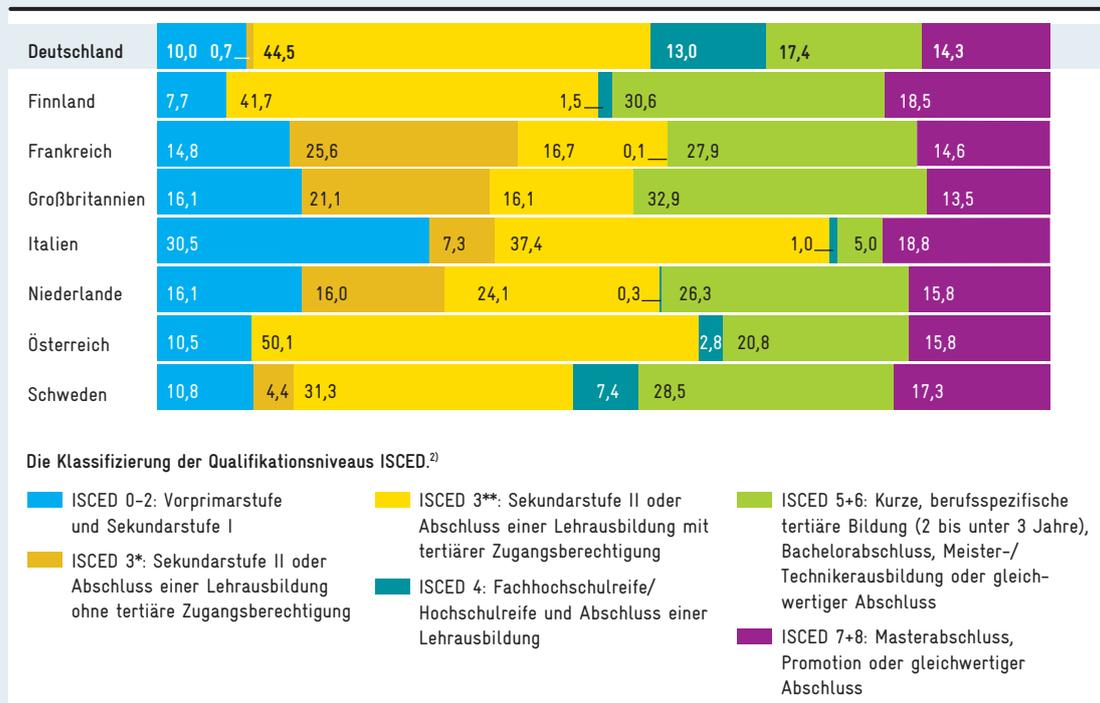
Die Anzahl der Bildungsinländerinnen und -inländer, also derjenigen Studierenden ohne deutsche Staatsangehörigkeit, die ihre Studienberechtigung im Inland erworben haben, lag mit 92.508 im Wintersemester 2018/19 nahezu auf dem gleichen Niveau wie im Wintersemester 2017/18. Die Gesamtzahl der ausländischen Studierenden in Deutschland ist dagegen im Vergleich zum Vorjahr um über 5 Prozent gestiegen (C 1-5). Im Wintersemester 2018/19 waren erstmals mehr als 300.000 Bildungsausländerinnen und -ausländer, d. h. Studierende ohne deutsche Staatsbürgerschaft, die ihre Studienberechtigung im Ausland erworben haben, an deutschen Hochschulen immatrikuliert. Ihre Anzahl war damit 38 Prozent höher als im Wintersemester fünf Jahre davor.

Die Weiterbildungsbeteiligung von Personen im Alter von 25 bis 64 Jahren (C 1-6) ist gegenüber dem Jahr 2017 leicht gesunken und lag 2018 bei 4,9 Prozent. Die Weiterbildungsbeteiligungsquoten der niedrig- und mittelqualifizierten Erwerbstätigen sind jeweils um 0,2 Prozentpunkte zurückgegangen. Die Weiterbildungsbeteiligung von Betrieben erreichte im Jahr 2017 53,0 Prozent und lag damit um 0,2 Prozentpunkte niedriger als im Jahr zuvor.

Abb C 1-1

Download  
Daten

### Qualifikationsniveau der Erwerbstätigen in ausgewählten EU-Ländern 2018 in Prozent<sup>1)</sup>



<sup>1)</sup> An 100 Prozent fehlende Werte: Abschlussniveau unbekannt.

<sup>2)</sup> Die Bildungsstufen nach ISCED gelten als Standards der UNESCO für internationale Vergleiche der länderspezifischen Bildungssysteme. Sie werden auch von der OECD genutzt.

Quelle: Eurostat, Europäische Arbeitskräfteerhebung. Berechnung des CWS in Gehrke et al. (2020a).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

## Anteil der Studienanfängerinnen und -anfänger an der alterstypischen Bevölkerung in ausgewählten OECD-Ländern und China 2006–2017 in Prozent

Tab C 1-2

[Download Daten](#)

Studienanfängerquote: Anteil der Studienanfängerinnen und -anfänger an der Bevölkerung des entsprechenden Alters.

OECD-Länder <sup>1)</sup>	2006	2009	2012	2013 <sup>2)</sup>	2014 <sup>2)</sup>	2015 <sup>2)</sup>	2016 <sup>2)</sup>	2017 <sup>2)</sup>	2013 <sup>3)</sup>	2014 <sup>3)</sup>	2015 <sup>3)</sup>	2016 <sup>3)</sup>	2017 <sup>3)</sup>
Belgien	35	31	34	67	67	69	72	76	54	57	59	62	67
China	-	17	18	-	-	-	-	67	-	-	-	-	-
<b>Deutschland</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>53</b>	<b>59</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>45</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>45</b>	<b>45</b>
Finnland	76	69	66	55	53	56	58	59	41	40	42	42	43
Großbritannien	57	61	67	58	61	69	64	74	42	44	50	48	53
Italien	56	50	47	42	44	46	48	50	-	-	41	41	43
Japan	45	49	52	-	80	80	80	79	-	-	-	-	-
Schweden	76	68	60	56	62	62	62	63	40	42	41	40	41
Schweiz	38	41	44	-	-	-	-	-	-	36	47	47	47
USA	64	70	71	52	52	52	52	49	47	47	46	46	44
<b>OECD-Durchschnitt</b>	<b>56</b>	<b>59</b>	<b>58</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>

<sup>1)</sup> Für die Länder Frankreich und Südkorea liegen bisher keine Werte nach ISCED 2011 vor. Diese Länder sind in der Tabelle deshalb nicht enthalten. Stattdessen wurden drei europäische OECD-Staaten ergänzend hinzugenommen: Belgien, Finnland und Italien.

<sup>2)</sup> Angegeben sind die Studienanfängerquoten nach ISCED 2011-Klassifikation für die Stufen 5, 6, 7 und 8. Hinweis: Werte ab 2013 wurden nach ISCED 2011 erfasst, Werte vor 2013 wurden nach ISCED 1997 erfasst, deshalb ist diese Tabelle mit vorhergehenden Jahren nicht vergleichbar. Die hier verwendete ISCED 2011 verfügt über neun Stufen, während ISCED 1997 nur über sieben Stufen verfügte.

ISCED 2011 hat vier statt zwei Niveaus im Hochschulbereich (ISCED 1997: Stufe 5A und 6; ISCED 2011: Stufen 5 bis 8) und ermöglicht zudem eine Unterscheidung zwischen Sekundarstufe II oder Abschluss einer Lehrausbildung ohne tertiäre Zugangsberechtigung (ISCED 3\*) einerseits und Sekundarstufe II oder Abschluss einer Lehrausbildung mit tertiärer Zugangsberechtigung (ISCED 3\*\*) andererseits.

<sup>3)</sup> Bereinigte Quote für unter 25-Jährige, ohne internationale Studienanfängerinnen und -anfänger.

Quellen: OECD (Hrsg.): Bildung auf einen Blick. OECD-Indikatoren, div. Jahrgänge in Gehrke et al. (2020a).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

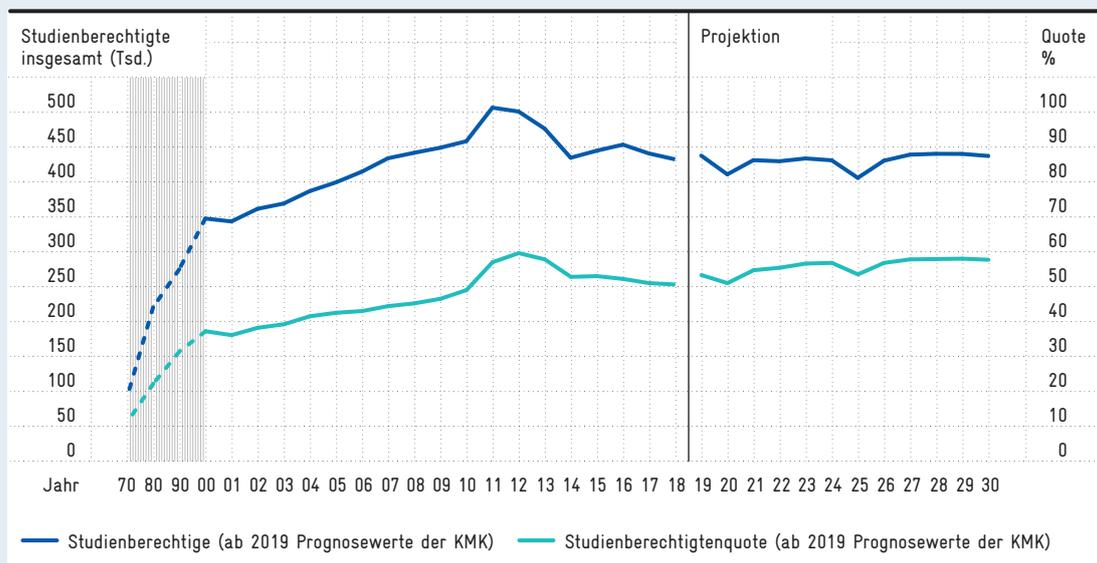
Abb C 1-3

Download  
Daten

## Studienberechtigte in Deutschland 1970–2030, ab 2019 Projektion

Studienberechtigte: Studienberechtigte sind diejenigen Schulabgängerinnen und -abgänger, die eine allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife bzw. eine Fachhochschulreife\* erworben haben.

Studienberechtigtenquote: Anteil der Studienberechtigten an der Bevölkerung des entsprechenden Alters.



\* Seit 2013 Istwerte ohne Schulabgängerinnen und -abgänger, die den schulischen Teil der Fachhochschulreife erworben haben.

Quelle Istwerte: Statistisches Bundesamt in Gehrke et al. (2020a).

Quelle Prognosewerte: Statistische Veröffentlichungen der Kultusministerkonferenz (KMK) in Gehrke et al. (2020a).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Anzahl der Erstabsolventinnen und -absolventen sowie Fächerstrukturquote<sup>1)</sup> 2010–2018

Tab C 1-4

Erstabsolventinnen und -absolventen und Fächerstrukturquote: Die Fächerstrukturquote gibt den Anteil von Erstabsolventinnen und -absolventen an, die ihr Studium innerhalb eines bestimmten Faches bzw. einer Fächergruppe absolviert haben. Erstabsolventinnen und -absolventen sind Personen, die ein Erststudium erfolgreich abgeschlossen haben.

Download  
Daten

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Absolvierende insgesamt<sup>2)</sup></b>	<b>294.330</b>	<b>307.271</b>	<b>309.621</b>	<b>309.870</b>	<b>313.796</b>	<b>317.102</b>	<b>315.168</b>	<b>311.441</b>	<b>303.155</b>
Anteil Frauen in Prozent	52,1	51,4	51,3	51,5	51,2	51,1	52,0	52,6	53,0
Anteil Universität in Prozent	62,0	62,1	61,3	59,9	59,0	56,8	54,7	53,9	53,0
<b>Geisteswissenschaften</b>	<b>38.385</b>	<b>39.435</b>	<b>38.444</b>	<b>38.247</b>	<b>38.788</b>	<b>37.135</b>	<b>34.886</b>	<b>32.205</b>	<b>30.491</b>
Anteil Fächergruppe in Prozent	13,0	12,8	12,4	12,3	12,4	11,7	11,1	10,3	10,1
<b>Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften</b>	<b>119.289</b>	<b>122.294</b>	<b>122.239</b>	<b>123.171</b>	<b>125.628</b>	<b>128.273</b>	<b>132.737</b>	<b>134.605</b>	<b>131.832</b>
Anteil Fächergruppe in Prozent	40,5	39,8	39,5	39,7	40,0	40,5	42,1	43,2	43,5
<b>Humanmedizin, Gesundheitswissenschaften</b>	<b>15.222</b>	<b>15.686</b>	<b>15.856</b>	<b>16.534</b>	<b>17.331</b>	<b>17.935</b>	<b>19.521</b>	<b>20.308</b>	<b>20.101</b>
Anteil Fächergruppe in Prozent	5,2	5,1	5,1	5,3	5,5	5,7	6,2	6,5	6,6
<b>Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften, Veterinärmedizin</b>	<b>7.125</b>	<b>7.521</b>	<b>7.345</b>	<b>7.158</b>	<b>7.008</b>	<b>7.442</b>	<b>6.978</b>	<b>7.148</b>	<b>7.252</b>
Anteil Fächergruppe in Prozent	2,4	2,4	2,4	2,3	2,2	2,3	2,2	2,3	2,4
<b>Kunst, Kunstwissenschaften</b>	<b>11.820</b>	<b>12.525</b>	<b>12.866</b>	<b>12.542</b>	<b>11.913</b>	<b>11.514</b>	<b>11.268</b>	<b>11.119</b>	<b>10.892</b>
Anteil Fächergruppe in Prozent	4,0	4,1	4,2	4,0	3,8	3,6	3,6	3,6	3,6
<b>Mathematik, Naturwissenschaften</b>	<b>32.800</b>	<b>34.096</b>	<b>32.793</b>	<b>31.665</b>	<b>31.635</b>	<b>30.001</b>	<b>28.081</b>	<b>26.261</b>	<b>25.677</b>
Anteil Fächergruppe in Prozent	11,1	11,1	10,6	10,2	10,1	9,5	8,9	8,4	8,5
<b>Ingenieurwissenschaften</b>	<b>65.621</b>	<b>71.128</b>	<b>75.697</b>	<b>77.049</b>	<b>78.018</b>	<b>81.300</b>	<b>78.552</b>	<b>76.133</b>	<b>73.849</b>
Anteil Fächergruppe in Prozent	22,3	23,1	24,4	24,9	24,9	25,6	24,9	24,4	24,4

<sup>1)</sup> Seit dem Wintersemester 2015/16 wird die neue Fächergruppengliederung des Statistischen Bundesamtes verwendet. Neben kleineren Änderungen wie der Umbenennung von Studienfächern oder der Zusammenlegung des Faches Veterinärmedizin mit den Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften wurden zwei größere Neuordnungen vorgenommen. Die Fächergruppe Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften enthält nun auch die bisher der Fächergruppe Sprach- und Kulturwissenschaften (jetzt: Geisteswissenschaften) zugeordneten Studienbereiche Psychologie, Erziehungswissenschaft und Sonderpädagogik. Der Studienbereich Informatik wird seit der Umstellung als Teil der Ingenieurwissenschaften gezählt und nicht, wie vorher, als Teil der Fächergruppe Mathematik, Naturwissenschaften. In den Ingenieurwissenschaften wurde außerdem ein neuer Studienbereich Materialwissenschaft und Werkstofftechnik eingeführt, zu dem die beiden Fächer Materialwissenschaften und Werkstofftechnik gehören, die zuvor dem Studienbereich Maschinenbau zugeordnet waren. Alle Zeitreihen wurden rückwirkend auf die neue Fächersystematik umgestellt. Dadurch werden Brüche in der Zeitreihe vermieden. Ein Vergleich mit den Tabellen aus den EFI-Jahresgutachten bis 2017 ist jedoch nur noch eingeschränkt möglich.

<sup>2)</sup> Absolventinnen und Absolventen mit erstem Studienabschluss.

Quelle: Statistisches Bundesamt sowie Recherche des DZHW-ICE in Gehrke et al. (2020a).

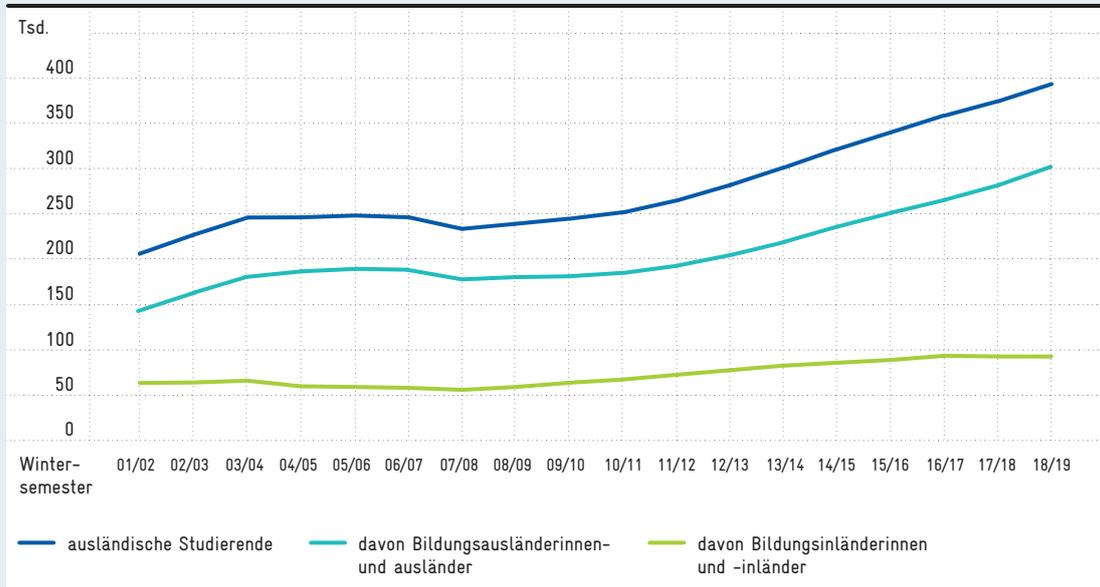
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 1-5

### Ausländische Studierende an deutschen Hochschulen 2001-2019

Download  
Daten

Ausländische Studierende sind Personen ohne deutsche Staatsangehörigkeit. Sie werden eingeteilt in Bildungsinländerinnen und -inländer, deren Hochschulzugangsberechtigung aus Deutschland stammt, und Bildungsausländerinnen und -ausländer, die diese im Ausland erworben haben.



Quelle: Statistisches Bundesamt sowie Recherche des DZHW-ICE in Gehrke et al. (2020a).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

## Weiterbildungsbeteiligung von Personen und Betrieben 2008–2018 in Prozent

Tab C 1-6

Individuelle Weiterbildungsquote: Teilnahme an einer Weiterbildungsmaßnahme in den letzten vier Wochen vor dem Befragungszeitpunkt.  
 Betriebliche Weiterbildungsbeteiligung: Anteil der Betriebe, in denen Arbeitskräfte für Weiterbildung freigestellt oder Kosten für Weiterbildung übernommen wurden.\*

Download  
Daten

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>a) Individuelle</b>											
Weiterbildungsquote	5,5	5,0	4,9	4,9	5,1	4,9	4,8	4,9	5,2	5,0	4,9
<b>Erwerbstätige</b>	6,4	5,8	5,6	5,6	5,9	5,6	5,5	5,5	5,8	5,4	5,3
niedrig (ISCED 0-2)	1,7	1,4	1,3	1,0	1,4	1,4	1,3	1,2	1,5	1,5	1,3
mittel (ISCED 3-4)	4,4	4,2	3,9	3,9	4,1	3,9	4,2	4,3	4,5	4,2	4,0
hoch (ISCED 5-8)	12,2	10,6	10,5	10,3	10,6	10,1	9,4	9,3	9,7	8,9	8,9
<b>Erwerbslose</b>	4,9	4,3	3,9	4,6	3,8	3,6	3,7	3,7	4,2	5,3	5,1
niedrig (ISCED 0-2)	2,4	2,7	3,5	3,6	3,1	2,9	2,8	2,6	3,3	5,1	4,9
mittel (ISCED 3-4)	5,3	4,0	3,2	4,0	3,6	3,4	3,3	3,4	3,6	4,3	4,2
hoch (ISCED 5-8)	8,1	8,4	8,3	10,0	6,6	5,4	6,4	6,3	7,2	8,6	7,7
<b>Nichterwerbspersonen</b>	2,3	1,9	2,0	1,9	1,6	1,8	1,8	2,0	2,4	3,2	2,9
niedrig (ISCED 0-2)	1,4	1,8	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,7	2,5	4,0	3,8
mittel (ISCED 3-4)	1,8	1,5	1,8	1,9	1,4	1,5	1,6	1,6	1,8	2,2	2,0
hoch (ISCED 5-8)	5,4	3,4	3,6	2,7	2,8	3,5	3,4	3,7	4,4	4,9	4,2
<b>b) Betriebliche</b>											
Weiterbildungsbeteiligung <sup>1)</sup>	49,0	44,6	44,1	52,6	53,1	52,1	53,6	52,8	53,2	53,0	-
<b>Nach Branchen</b>											
Wissensintensives produzierendes Gewerbe	65,1	52,6	55,9	62,9	65,5	66,7	69,9	70,6	64,0	65,0	-
Nicht-wissensintensives produzierendes Gewerbe	37,8	32,5	33,3	41,2	43,2	41,8	43,0	44,5	46,3	45,4	-
Wissensintensive Dienstleistungen	68,3	58,7	57,1	68,7	67,2	67,4	67,0	67,5	69,2	66,1	-
Nicht-wissensintensive Dienstleistungen	39,4	38,0	37,5	44,9	45,3	44,3	46,0	43,8	43,7	45,2	-
Nicht-gewerbliche Wirtschaft	53,8	51,9	51,2	59,0	60,3	58,4	61,9	60,1	59,3	59,3	-
<b>Nach Betriebsgrößen</b>											
< 50 Beschäftigte	46,9	42,5	41,8	50,5	50,9	49,8	51,4	50,5	50,8	50,6	-
50–249 Beschäftigte	86,7	81,3	83,3	90,8	89,7	90,1	90,8	89,3	89,5	89,0	-
250–499 Beschäftigte	95,9	92,0	93,3	95,9	96,5	97,0	96,9	96,8	96,4	96,0	-
≥ 500 Beschäftigte	97,8	96,0	97,9	98,4	97,8	99,1	99,1	97,1	97,9	97,2	-

\* Fragestellung im IAB-Betriebspanel: „Wurden Arbeitskräfte zur Teilnahme an inner- oder außerbetrieblichen Maßnahmen freigestellt bzw. wurden die Kosten für Weiterbildungsmaßnahmen ganz oder teilweise vom Betrieb übernommen?“

Zu ISCED vgl. C 1-1.

Grundgesamtheit a): Alle Personen im Alter von 25 bis 64 Jahren.

Grundgesamtheit b): Alle Betriebe mit mindestens einer sozialversicherungspflichtig beschäftigten Person.

<sup>1)</sup> Die Daten für die betriebliche Weiterbildungsbeteiligung im Jahr 2018 lagen zum Redaktionsschluss noch nicht vor.

Quelle a): Europäische Arbeitskräfteerhebung (Sonderauswertung). Berechnungen des CWS in Gehrke et al. (2020a). Daten ab 2016 durch methodische Umstellungen und verschärfte Geheimhaltungsregeln bei den Erwerbslosen und den Inaktiven nur eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar.

Quelle b): IAB-Betriebspanel (Sonderauswertung). Berechnungen des CWS in Gehrke et al. (2020a).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

## C 2 Forschung und Entwicklung<sup>325</sup>

Statistiken zu Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) geben an, in welchem Ausmaß Aktivitäten zur Generierung neuer Ideen entfaltet werden. Die FuE-Intensität, als Anteil der FuE-Ausgaben am Bruttoinlandsprodukt (bei Ländern) bzw. am Umsatz (bei Unternehmen) gibt Aufschluss über die Bereitschaft, in FuE zu investieren; die Verteilung der FuE-Ausgaben auf Sektoren und Industrien zeigt Schwerpunkte der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit an.

Die FuE-Intensität (C 2-1) in Deutschland lag im Jahr 2018 bei 3,13 Prozent. Im Jahr 2008 hatte sie noch bei 2,62 Prozent gelegen. Sie stieg damit in den vergangenen zehn Jahren um 0,51 Prozentpunkte. Die FuE-Intensität in China und der Schweiz ist im Zeitraum 2008 bis 2017 – für das Jahr 2018 liegen noch keine Daten vor –w in ähnlichem Maße gestiegen (China: 0,71 Prozentpunkte; Schweiz: 0,64 Prozentpunkte). Die mit Abstand größte Steigerung verzeichnete Südkorea; hier wuchs die FuE-Intensität zwischen 2008 und 2017 um 1,43 Prozentpunkte von 3,12 auf 4,55 Prozent.

Deutschlands Haushaltsansatz für zivile FuE (C 2-2) erreichte im Jahr 2018 einen Indexwert von 176 Prozent. Das bedeutet, dass das im deutschen Staatshaushalt festgesetzte Budget zur Finanzierung von FuE zwischen 2008 und 2018 um 76 Prozent gestiegen ist. Ebenfalls stark gestiegen ist der Haushaltsansatz für zivile FuE in Schweden, der Schweiz und Südkorea.

Die Verteilung der Bruttoinlandsausgaben für FuE nach durchführendem Sektor (C 2-3) zeigt, dass der Anteil der Ausgaben für die im Sektor Staat durchgeführte FuE in allen dargestellten Ländern zwischen 2007 und 2017 zurückgegangen ist oder stagnierte. Besonders deutlich sank der Ausgabenanteil in China, nämlich von 19,2 auf 15,2 Prozent, und in Frankreich (von 16,4 auf 12,7 Prozent). In Deutschland sank der Anteil der Ausgaben für die im Sektor Staat durchgeführte FuE im genannten Zeitraum leicht von 13,9 auf 13,5 Prozent.

Die FuE-Intensität der Bundesländer (C 2-4) ist zwischen 2007 und 2017 deutlich gestiegen, und zwar ausnahmslos in allen Bundesländern. Den mit Abstand höchsten Ausgabenanteil für FuE am Bruttoinlandsprodukt verzeichnete Baden-Württemberg. Das Bundesland erreichte bereits im Jahr 2007 eine FuE-Intensität von 4,16 Prozent und steigerte diese auf 5,63 Prozent im Jahr 2017 – die höchste Steigerungsrate unter den Bundesländern.

Die internen FuE-Ausgaben der Unternehmen (C2-5) erreichten 2017 einen Wert von 68,8 Milliarden Euro. Auf den Fahrzeugbau entfielen allein 27,4 Milliarden Euro, auf die Wirtschaftszweige Elektrotechnik/Elektronik sowie Maschinenbau entfielen 10,4 Milliarden bzw. 7,1 Milliarden Euro.

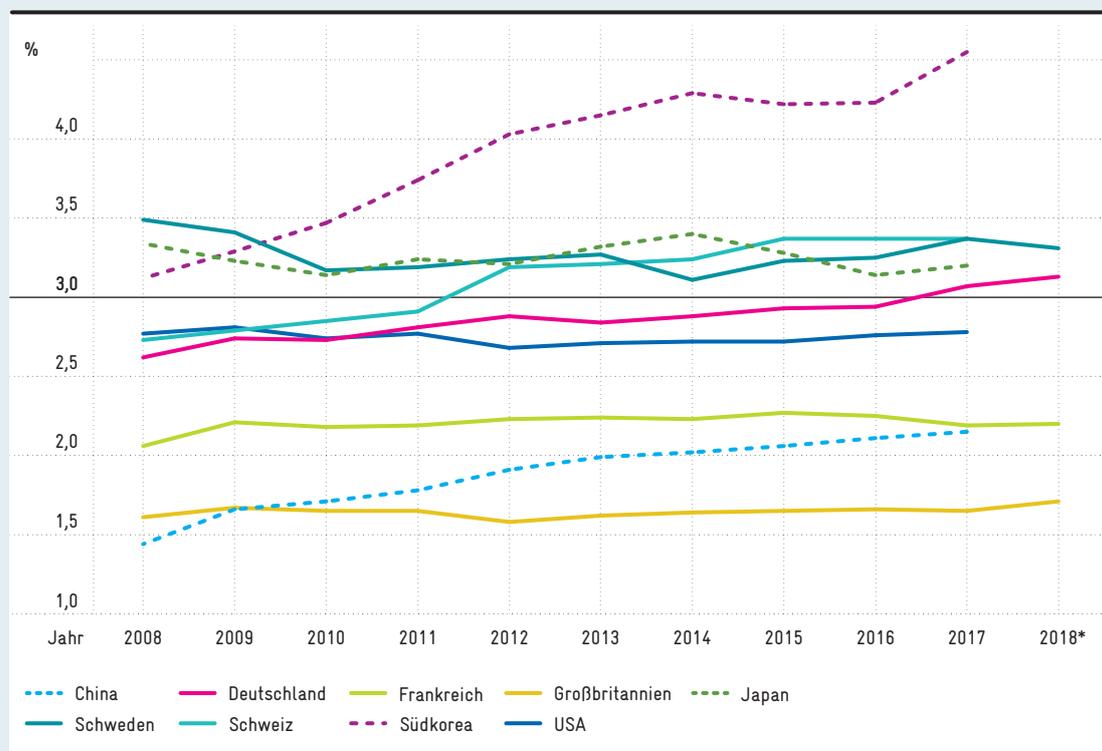
Der Indikator interne FuE-Ausgaben in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen (C 2-6) dokumentiert für die Jahre 2016, 2017 und 2018 einen Anstieg der durchschnittlichen FuE-Intensität des verarbeitenden Gewerbes. Sie stieg von 3,5 im Jahr 2016 auf 3,8 Prozent im Jahr 2018.

### FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 2008–2018 in Prozent

Abb C 2-1

FuE-Intensität: Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung einer Volkswirtschaft am Bruttoinlandsprodukt (BIP).

Download Daten



\* Daten für 2018 vorläufig.

Quelle: OECD, Eurostat. Berechnungen und Schätzungen des CWS in Gehrke et al. (2020b).

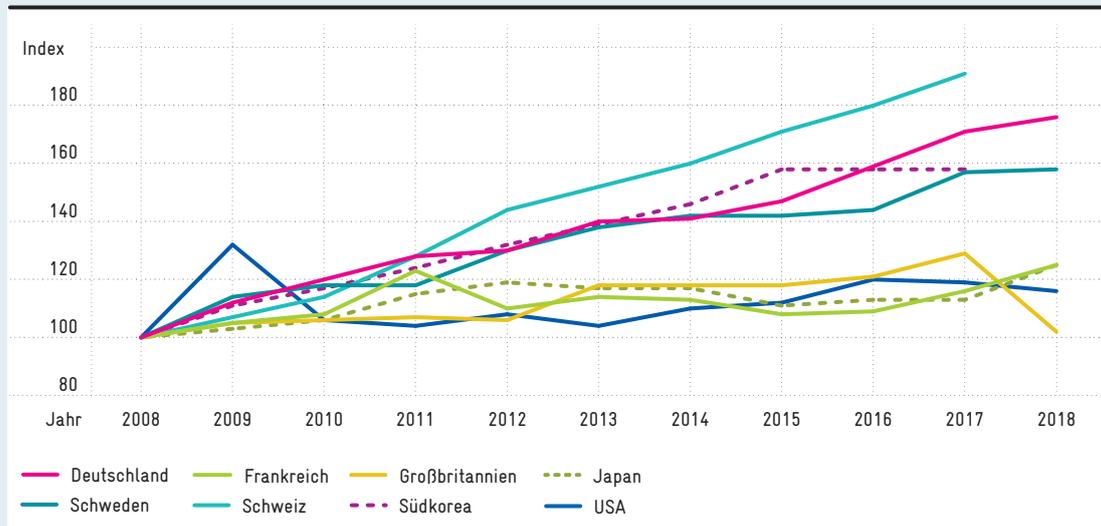
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 2-2

## Haushaltsansätze des Staates für zivile FuE 2008-2018

Download  
Daten

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



Index: 2008 = 100, Daten zum Teil geschätzt.

Quelle: OECD, Eurostat. Berechnungen und Schätzungen des CWS in Gehrke et al. (2020b).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Tab C 2-3

## Verteilung der Bruttoinlandsausgaben für FuE (GERD) nach durchführendem Sektor in ausgewählten OECD-Ländern und China 2007 und 2017

Download  
Daten

Die Bruttoinlandsausgaben für FuE (Gross Domestic Expenditure on R&D – GERD) sind Ausgaben für Forschung und Entwicklung der Sektoren Wirtschaft, Hochschulen, Staat und private Nonprofit-Organisationen.

Länder	2007					2017				
	GERD in Mio. US-Dollar	davon durchgeführt von ... (in Prozent)				GERD in Mio. US-Dollar	davon durchgeführt von ... (in Prozent)			
		Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat	Private Nonprofit		Wirt- schaft	Hoch- schulen	Staat	Private Nonprofit
Deutschland	73.358	70,0	16,1	13,9	-	131.339	69,1	17,4	13,5	-
Frankreich	44.179	63,0	19,5	16,4	1,2	64.672	65,0	20,7	12,7	1,7
Großbritannien	35.211	62,5	26,1	9,2	2,2	49.345	67,6	23,7	6,5	2,2
Japan	147.484	77,9	12,6	7,8	1,7	170.901	78,8	12,0	7,8	1,4
Schweden	12.089	73,0	21,9	4,9	0,2	17.201	71,3	24,9	3,6	0,1
Schweiz <sup>1)</sup>	10.017	73,6	23,8	0,8	1,7	18.738	69,4	27,6	0,8	2,2
Südkorea	40.639	76,2	10,7	11,7	1,5	90.980	79,4	8,5	10,7	1,4
USA	380.316	70,8	13,4	11,8	4,0	543.249	73,1	13,0	9,7	4,1
China	124.199	72,3	8,5	19,2	-	495.981	77,6	7,2	15,2	-

Datenstand 09/2019. <sup>1)</sup> 2006 statt 2007

Deutschland und China: Private Nonprofit-Organisationen in „Staat“ enthalten.

Quelle: OECD, Eurostat. Berechnungen des CWS in Gehrke et al. (2020b).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

## FuE-Intensität der Bundesländer 2007 und 2017 in Prozent

Tab C 2-4

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

Download  
Daten

Bundesländer	2007				2017			
	Gesamt	Wirtschaft	Staat	Hochschulen	Gesamt	Wirtschaft	Staat	Hochschulen
Baden-Württemberg	4,16	3,38	0,37	0,40	5,63	4,71	0,41	0,51
Bayern	2,81	2,21	0,25	0,35	3,09	2,34	0,31	0,43
Berlin	3,02	1,25	1,00	0,77	3,40	1,37	1,19	0,84
Brandenburg	1,22	0,32	0,64	0,26	1,68	0,57	0,74	0,37
Bremen	2,14	0,85	0,71	0,58	2,75	0,88	1,10	0,76
Hamburg	1,80	1,07	0,40	0,33	2,14	1,24	0,38	0,53
Hessen	2,49	2,03	0,15	0,31	2,91	2,20	0,28	0,43
Mecklenburg-Vorpommern	1,38	0,40	0,56	0,42	1,79	0,58	0,64	0,58
Niedersachsen	2,41	1,67	0,33	0,41	3,10	2,20	0,37	0,53
Nordrhein-Westfalen	1,70	1,07	0,25	0,38	2,09	1,23	0,30	0,55
Rheinland-Pfalz	1,78	1,32	0,14	0,32	2,43	1,78	0,18	0,47
Saarland	1,03	0,42	0,28	0,33	1,74	0,86	0,36	0,53
Sachsen	2,58	1,34	0,66	0,58	2,78	1,21	0,79	0,78
Sachsen-Anhalt	1,17	0,35	0,42	0,40	1,49	0,41	0,51	0,57
Schleswig-Holstein	1,18	0,53	0,31	0,34	1,55	0,83	0,34	0,38
Thüringen	1,87	0,96	0,43	0,48	2,19	1,10	0,48	0,61
<b>Deutschland</b>	<b>2,44</b>	<b>1,71</b>	<b>0,34</b>	<b>0,39</b>	<b>3,03</b>	<b>2,10</b>	<b>0,41</b>	<b>0,52</b>

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik und statistische Ämter des Bundes und der Länder in Gehrke et al. (2020b).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Tab C 2-5

Download  
Daten

## Interne FuE-Ausgaben der Unternehmen nach Herkunft der Mittel, Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017

Interne FuE: FuE, die innerhalb des Unternehmens durchgeführt wird, unabhängig davon, ob für eigene Zwecke oder im Auftrag anderer.

	Interne FuE-Ausgaben				
	insgesamt	davon finanziert von			
		Wirtschaft	Staat	andere Inländer	Ausland
in 1.000 Euro	in Prozent				
<b>Alle forschenden Unternehmen</b>	<b>68.787.323</b>	<b>90,4</b>	<b>3,2</b>	<b>0,1</b>	<b>6,3</b>
Verarbeitendes Gewerbe	58.493.502	91,6	1,8	0,1	6,5
Chemische Industrie	4.065.084	91,1	1,4	0,0	7,5
Pharmazeutische Industrie	4.630.940	80,2			18,9
Kunststoff-, Glas- u. Keramikindustrie	1.468.445	94,9	2,7	0,2	2,2
Metallerzeugung und -bearbeitung	1.499.201	80,2	8,3	0,3	11,2
Elektrotechnik/Elektronik	10.431.420	89,7	2,7	0,0	7,6
Maschinenbau	7.116.706	95,6	2,3	0,1	2,0
Fahrzeugbau	27.431.531	93,7	1,0	0,2	5,2
Übriges verarbeitendes Gewerbe	1.850.175	93,0	4,3	0,1	2,6
Übrige Wirtschaftszweige	10.293.822	86,1	9,5	0,1	4,2
<b>weniger als 100 Beschäftigte</b>	<b>3.153.908</b>	<b>70,8</b>	<b>21,6</b>	<b>0,5</b>	<b>7,1</b>
<b>100 bis 499 Beschäftigte</b>	<b>5.731.228</b>	<b>84,5</b>	<b>8,0</b>	<b>0,2</b>	<b>7,3</b>
<b>500 bis 999 Beschäftigte</b>	<b>4.098.690</b>	<b>88,5</b>	<b>6,2</b>	<b>0,1</b>	<b>5,2</b>
<b>1.000 und mehr Beschäftigte</b>	<b>55.803.497</b>	<b>92,3</b>	<b>1,4</b>	<b>0,1</b>	<b>6,2</b>
<b>Technologieklassen in der Industrie</b>					
Spitzentechnologie (> 9 Prozent FuE-Aufwand/Umsatz)	14.263.536	84,5	3,4	0,0	12,0
Hochwertige Technologie (3-9 Prozent FuE-Aufwand/Umsatz)	38.768.519	94,3	0,9	0,1	4,6

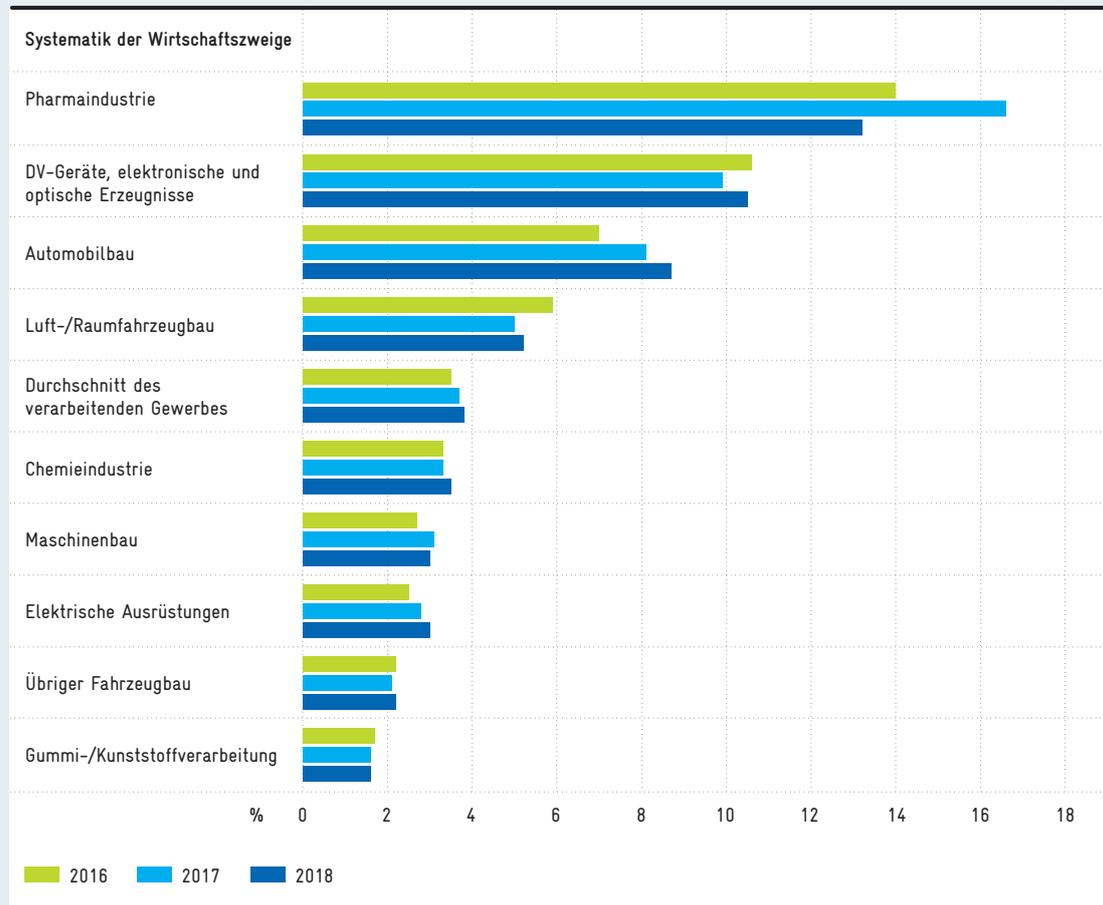
Quelle: SV Wissenschaftsstatistik in Gehrke et al. (2020b).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Interne FuE-Ausgaben in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen<sup>1)</sup> 2016–2018

Abb C 2-6

Download  
Daten

Interne FuE: FuE, die innerhalb des Unternehmens durchgeführt wird, unabhängig davon, ob für eigene Zwecke oder im Auftrag anderer.



<sup>1)</sup> Angaben ohne Vorsteuer.

Quelle: SV Wissenschaftsstatistik, Statistisches Bundesamt, Unternehmensergebnisse Deutschland. Berechnungen des CWS in Gehrke et al. (2020b).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

## C 3 Innovationsverhalten der Wirtschaft

Die alle zwei Jahre durchgeführte europaweite Innovationserhebung Community Innovation Surveys (CIS) bildet die Datengrundlage für den internationalen Vergleich des Innovationsverhaltens der Unternehmen (C 3-1).<sup>326</sup> Die CIS werden von allen Mitgliedsstaaten der EU sowie von einigen anderen europäischen Ländern auf einer harmonisierten methodischen Grundlage und unter Koordination von Eurostat durchgeführt. Die CIS basieren auf einem weitgehend einheitlichen Fragebogen und richten sich an Unternehmen mit zehn oder mehr Beschäftigten in der produzierenden Industrie und in ausgewählten Dienstleistungssektoren.

Die aktuelle Auswertung bezieht sich auf 2016 (CIS 2016). In dem Jahr betrug die Innovationsintensität der forschungsintensiven Industrie in Deutschland 7,4 Prozent. Sie lag damit über den Quoten der meisten Vergleichsländer. Allerdings wiesen Schweden mit 8,2 Prozent und Dänemark mit 7,8 Prozent in der forschungsintensiven Industrie etwas höhere Innovationsintensitäten auf.

Die in den Grafiken C 3-2 und C 3-3 dargestellten Daten zum Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft im Zeitraum 2003 bis 2018 beruhen auf der seit 1993 jährlich durchgeführten Innovationserhebung des ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), dem Mannheimer Innovationspanel (MIP).<sup>327</sup> Daten aus dem MIP stellen den deutschen Beitrag zu den CIS dar. Das MIP umfasst aber über die an Eurostat zu meldenden Daten hinaus auch Daten zu Unternehmen mit fünf bis neun Beschäftigten.

Die Innovationsintensität (C 3-2) wies in den letzten Jahren in allen betrachteten Sektoren der Industrie und der unternehmensorientierten Dienstleistungen nur geringe Schwankungen auf. Am aktuellen Rand stieg sie jedoch in den wissensintensiven Dienstleistungen relativ stark an. Hier war die Innovationsintensität mit 6,3 Prozent im Jahr 2018 um 1,1 Prozentpunkte höher als im Jahr zuvor.

Der Anteil des Umsatzes mit neuen Produkten (C 3-3) ging 2018 gegenüber dem Vorjahr in der FuE-intensiven Industrie (von 34,5 auf 33,0 Prozent), in der sonstigen Industrie (von 8,4 auf 7,6 Prozent) und in den wissensintensiven Dienstleistungen (von 13,4 auf 12,8 Prozent) leicht zurück. Nur in den sonstigen Dienstleistungen war eine Erhöhung der Quote zu verzeichnen (von 6,2 auf 7,3 Prozent).

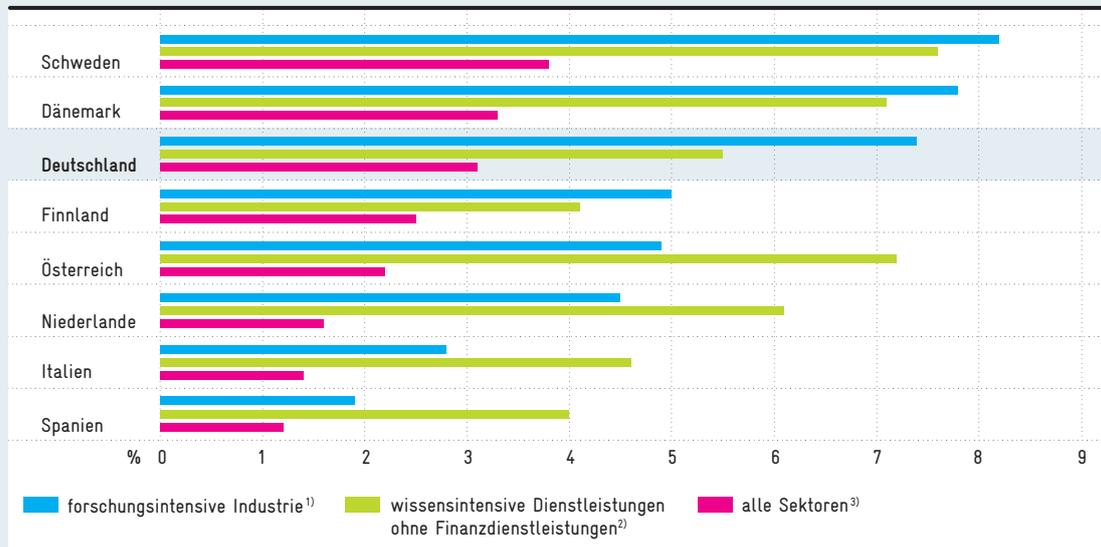
Ein wichtiger Aspekt bei der Kommerzialisierung innovativer Technologien ist die Normung und Standardisierung. Auf internationaler Ebene werden Normen und Standards in den Komitees der International Organization for Standardization (ISO) entwickelt. Durch das Engagement in diesen Komitees kann ein Land maßgeblich Einfluss auf die globalen technischen Infrastrukturen nehmen (C 3-4).<sup>328</sup> Deutsche Unternehmen brachten sich 2019 in die Arbeit der ISO deutlich häufiger ein als Vertreterinnen und Vertreter anderer Länder.<sup>329</sup> Japan und vor allem China konnten im Zeitraum 2009 bis 2019 die Anzahl der von ihnen geführten Sekretariate bei der ISO deutlich erhöhen.

### Innovationsintensität im europäischen Vergleich 2016 in Prozent

Abb C 3-1

Innovationsintensität: Innovationsausgaben der Unternehmen bezogen auf den Gesamtumsatz.

Download Daten



<sup>1)</sup> Forschungsintensive Industrie: WZ 19-22, 25-30. Da nicht für alle Länder Daten für alle Wirtschaftszweige zur Verfügung stehen, weicht beim europäischen Vergleich die Abgrenzung der forschungsintensiven Industrie von der sonst von der EFI verwendeten Definition ab.

<sup>2)</sup> Wissensintensive Dienstleistungen ohne Finanzdienstleistungen: WZ 58-63, 71-73. Da nicht für alle Länder Daten für alle Wirtschaftszweige zur Verfügung stehen, weicht beim europäischen Vergleich die Abgrenzung der wissensintensiven Dienstleistungen von der sonst von der EFI verwendeten Definition ab.

<sup>3)</sup> Alle Sektoren: WZ 5-39, 46, 49-53, 58-66, 71-73.

Quelle: Eurostat, Community Innovation Surveys 2016. Berechnungen des ZEW.

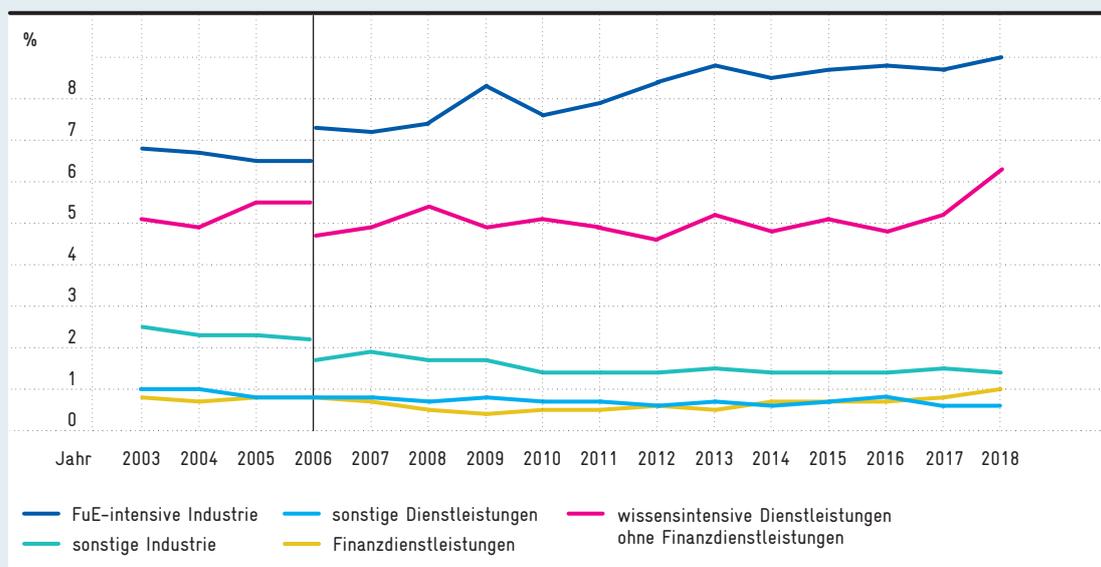
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Innovationsintensität in der Industrie und den unternehmensorientierten Dienstleistungen Deutschlands 2003-2018 in Prozent

Abb C 3-2

Innovationsintensität: Innovationsausgaben der Unternehmen bezogen auf den Gesamtumsatz.

Download Daten



2006: Bruch der Zeitreihe.

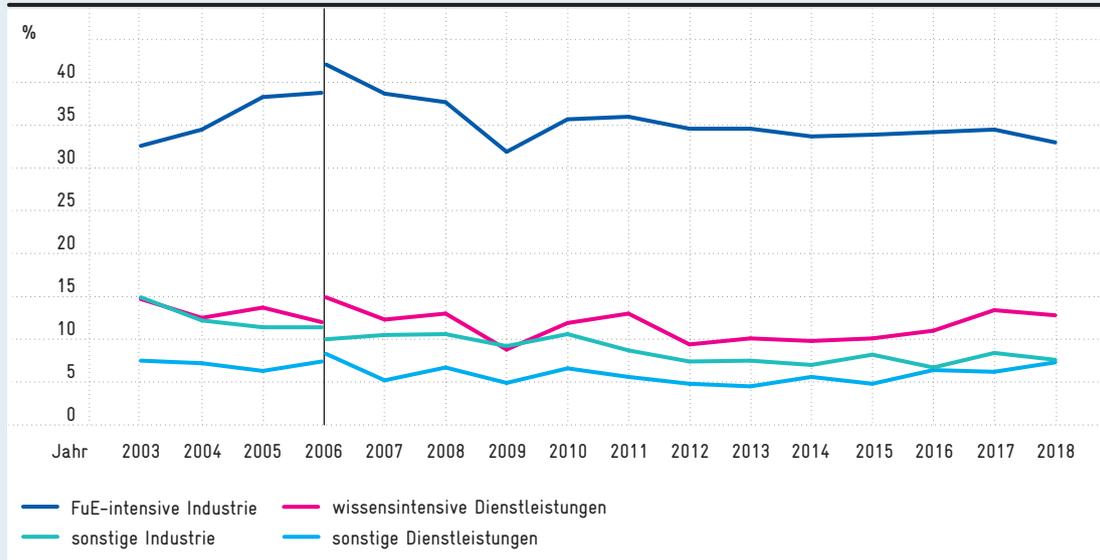
Quelle: Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 3-3

Download  
Daten

### Anteil des Umsatzes mit neuen Produkten in der Industrie und den unternehmensorientierten Dienstleistungen 2003-2018 in Prozent



2006: Bruch in der Zeitreihe.

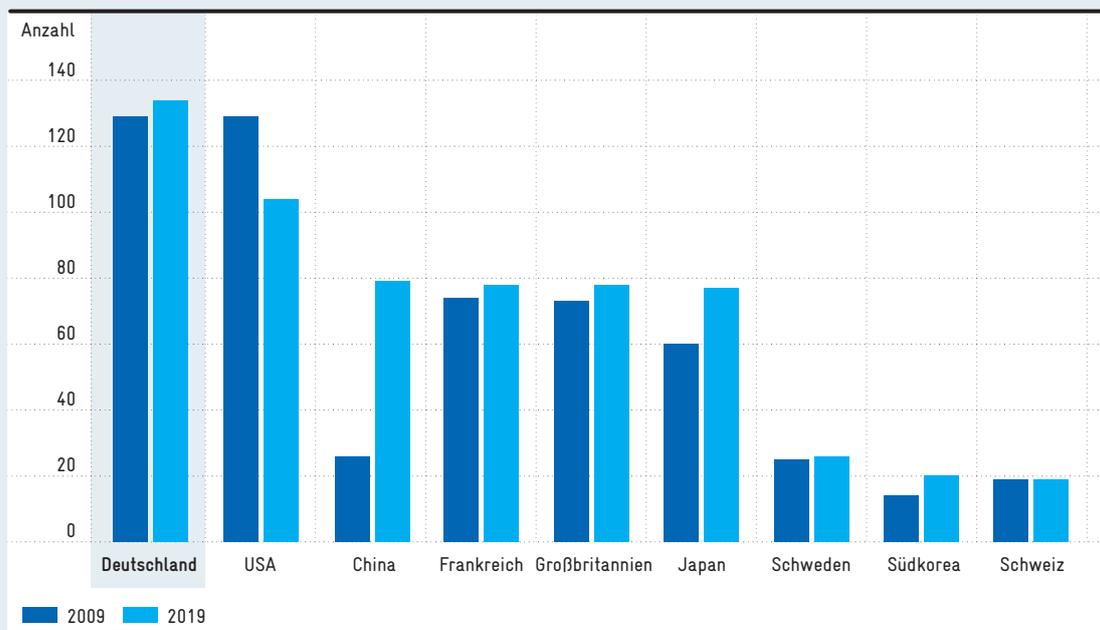
Quelle: Mannheimer Innovationspanel. Berechnungen des ZEW.

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 3-4

Download  
Daten

### Anzahl der bei den Technischen Komitees bzw. Subkomitees der International Organization for Standardization (ISO) geführten Sekretariate



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von ISO (2010: 33) sowie <https://www.iso.org/members.html> (Abruf am 16. Dezember 2019).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

# Finanzierung von Forschung und Innovation<sup>330</sup>

## C 4

Die öffentliche Finanzierung von Forschung und Entwicklung (FuE) im Wirtschaftssektor kann über eine direkte FuE-Förderung (Projektförderung) oder eine indirekte FuE-Förderung (insbesondere steuerliche FuE-Förderung) erfolgen. Abbildung C 4-1 zeigt den Anteil der direkten und indirekten FuE-Förderung am Bruttoinlandsprodukt (BIP) in ausgewählten Ländern. Das Instrument der steuerlichen FuE-Förderung stand Unternehmen im betrachteten Jahr (2016) in den meisten der aufgeführten Länder zur Verfügung, Deutschland machte 2016 von dieser Förderungsmöglichkeit noch keinen Gebrauch. Zu Beginn des Jahres 2020 trat in Deutschland das Forschungszulagengesetz in Kraft. Damit ist das Instrument der steuerlichen FuE-Förderung mittlerweile auch in Deutschland verfügbar.

Sowohl in der Gründungs- als auch in der Wachstumsphase stellt die Finanzierung für viele innovative Unternehmen eine zentrale Herausforderung dar.<sup>331</sup> Junge, innovative Unternehmen können sich häufig nur dann erfolgreich am Markt etablieren, wenn sich in der Gründungs- und Aufbauphase private Investoren mit Wagniskapital beteiligen.

Abbildung C 4-2 gibt einen Überblick über den Anteil der Wagniskapitalinvestitionen am nationalen BIP ausgewählter europäischer Länder. Für den Vergleich werden Daten von Invest Europe, vormals European Private Equity and Venture Capital Association (EVCA), herangezogen, die aufgrund der harmonisierten Erfassung und Aufbereitung eine gute internationale Vergleichbarkeit ermöglichen.<sup>332</sup> Deutschland nimmt dabei im europäischen Vergleich nur eine Position im Mittelfeld ein. Die höchsten Wagniskapitalinvestitionen relativ zum BIP verzeichneten im Jahr 2018 Finnland und Schweden. In Deutschland stieg 2018 der Anteil der Wagniskapitalinvestitionen am BIP im Vergleich zum Vorjahr nur leicht an.

Da bei den Invest-Europe-Daten nur Wagniskapitalinvestitionen der im Verband organisierten Unternehmen erfasst werden, besteht die Gefahr, das Volumen zu unterschätzen.<sup>333</sup> Für die Analyse der Wagniskapitalinvestitionen in Deutschland werden daher neben den Invest-Europe-Daten auch Daten aus Transaktionsdatenbanken<sup>334</sup> verwendet. Deren Vorteil besteht darin, dass die Beobachtungseinheit die einzelne Transaktion ist, wodurch die Wahrscheinlichkeit erhöht wird, dass auch Ko-Investitionen von untypischen Marktteilnehmern<sup>335</sup> und außereuropäischen Investoren erfasst werden.

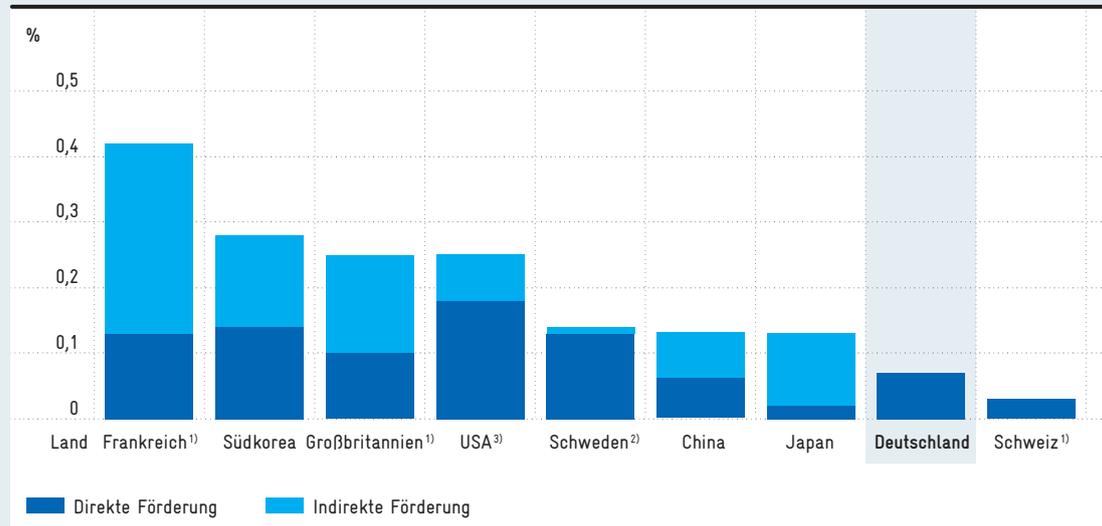
Abbildung C 4-3 liefert einen Überblick über die Entwicklung der Wagniskapitalinvestitionen in Deutschland. Bei den Invest-Europe-Daten ist 2018 ein leichter Anstieg der Wagniskapitalinvestitionen im Vergleich zum Vorjahr zu verzeichnen, der auf eine Zunahme der Wagniskapitalinvestitionen in der Early Stage zurückzuführen ist. Bei den Transaktionsdaten ist im Zeitraum 2009 bis 2018 ein erheblicher Anstieg zu erkennen. Unter Verwendung dieser Daten kommt es zu einer deutlichen Veränderung der Struktur der Wagniskapitalinvestitionen. Allerdings würde eine solche Veränderung vermutlich auch für andere Länder festzustellen sein. Die erweiterte Datenbasis lässt also keine Rückschlüsse darauf zu, ob die im internationalen Vergleich schwache Position Deutschlands bei der Verfügbarkeit von Wagniskapital inzwischen relativ zu anderen Ländern verbessert werden konnte.

Abb C 4-1

Download  
Daten

### FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor, die direkt und indirekt durch den Staat finanziert werden, als Anteil am nationalen Bruttoinlandsprodukt 2016 in Prozent

Die öffentliche Finanzierung von FuE im Wirtschaftssektor wird in direkte FuE-Förderung (Projektförderung) und indirekte (steuerliche) FuE-Förderung unterteilt.



<sup>1)</sup> 2015. <sup>2)</sup> 2014. <sup>3)</sup> 2013.

Quelle: OECD R&D Tax Incentive Database, Recherche Dezember 2019.

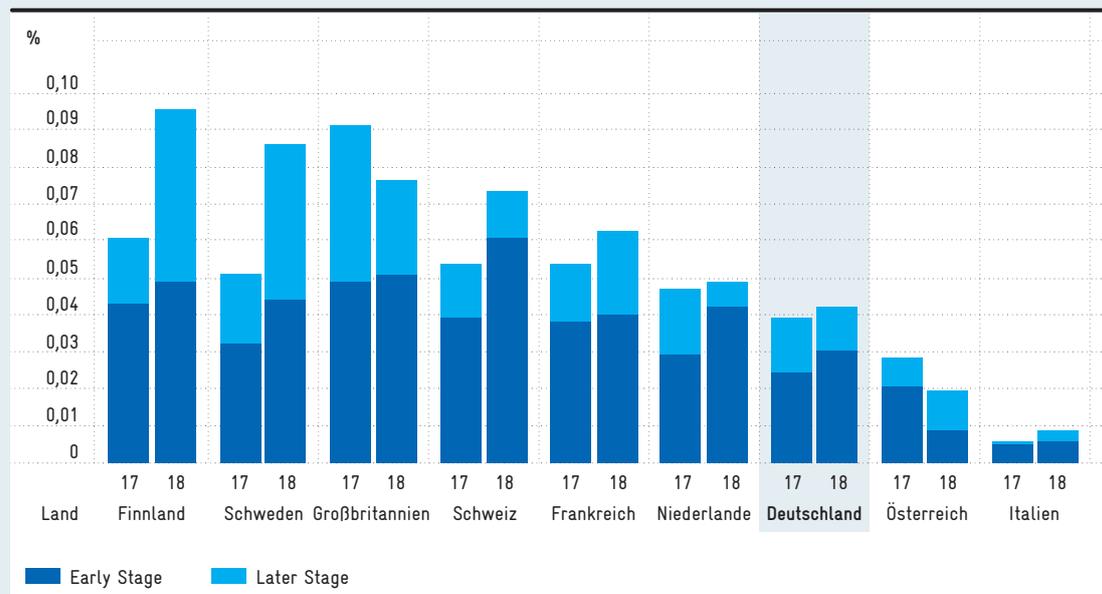
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 4-2

Download  
Daten

### Anteil der Wagniskapitalinvestitionen am nationalen Bruttoinlandsprodukt 2017 und 2018 in Prozent

Wagniskapital bezeichnet zeitlich begrenzte Kapitalbeteiligungen an jungen, innovativen, nicht-börsennotierten Unternehmen.



Daten für 2017 teils revidiert.

Investitionen nach Sitz der Portfoliounternehmen. Early Stage umfasst die Phasen Seed und Start-up.

Quelle: Invest Europe. Berechnungen des ZEW in Bersch et al. (2020).

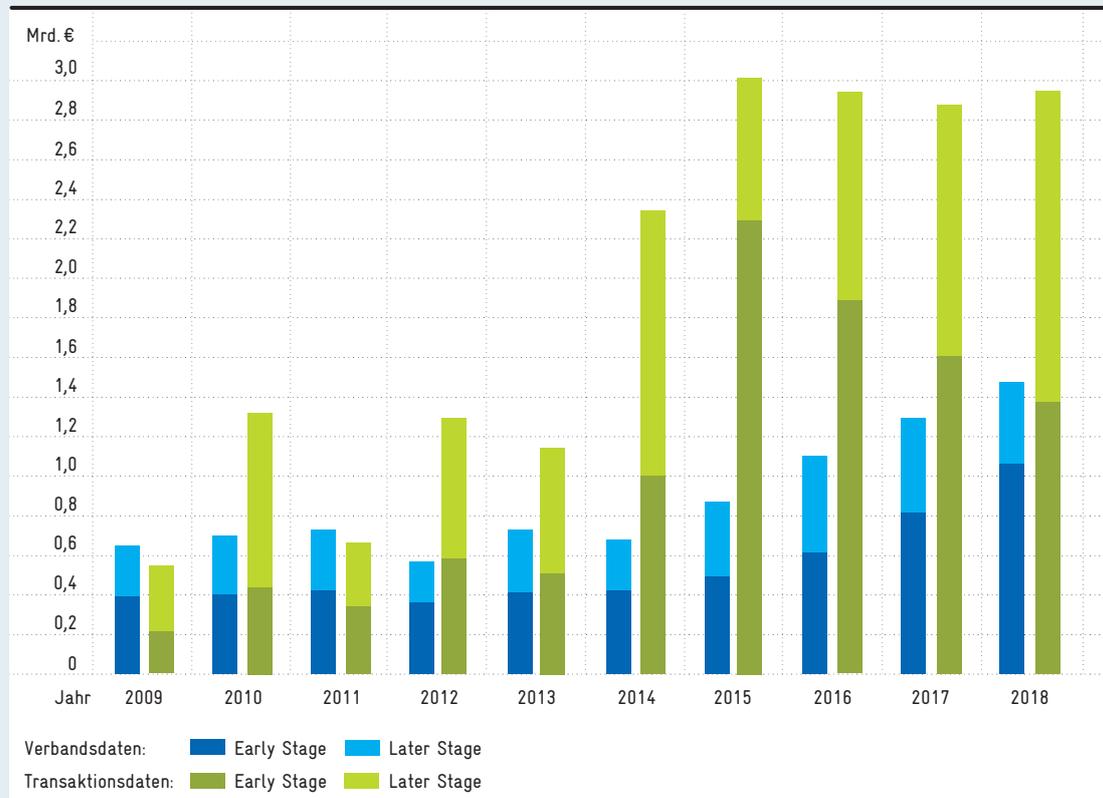
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Entwicklung der Wagniskapitalinvestitionen in Deutschland 2009–2018 in Milliarden Euro

Abb C 4–3

Download  
Daten

Wagniskapital bezeichnet zeitlich begrenzte Kapitalbeteiligungen an jungen, innovativen, nicht-börsennotierten Unternehmen.



Daten revidiert.

Investitionen nach Sitz der Portfoliounternehmen. Early Stage umfasst die Phasen Seed und Start-up.

Quelle Verbandsdaten: Invest Europe. Berechnungen des ZEW in Bersch et al. (2020).

Quelle Transaktionsdaten: Bureau van Dijk, Majunke. Berechnungen des ZEW in Bersch et al. (2020).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

## C 5 Unternehmensgründungen

Ein internationaler Vergleich der Gründungsraten, also der Zahl der Gründungen im Verhältnis zum Gesamtbestand der Unternehmen, ist nur auf europäischer Ebene möglich.<sup>336</sup> Hierzu werden die Business Demography Statistics von Eurostat herangezogen (C 5-1), die einen Teilbereich der Strukturellen Unternehmensstatistik (SUS) der Europäischen Union darstellen. Diese amtliche Datenbank basiert auf Auswertungen der Unternehmensregister in den einzelnen Mitgliedsstaaten. Die Werte für Deutschland stammen aus der Unternehmensdemografiestatistik des Statistischen Bundesamts, die eine Auswertung des Unternehmensregisters darstellt.<sup>337</sup> Im Jahr 2017 betrug die Gründungsrate in Deutschland 6,8 Prozent und lag damit deutlich unter den Gründungsraten in Großbritannien (13,5 Prozent), Frankreich (10 Prozent) und den Niederlanden (9,5 Prozent).<sup>338</sup> In der FuE-intensiven Industrie wies Deutschland mit 3,4 Prozent die niedrigste Gründungsrate der hier betrachteten Länder auf. Auch bei den wissensintensiven Dienstleistungen konnte Deutschland mit einer Gründungsrate von 8 Prozent keine Spitzenposition erreichen.

Grundlage der in den Grafiken C 5-2 bis C 5-4 dargestellten Ergebnisse zur Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft ist eine vom ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) durchgeführte Auswertung des Mannheimer Unternehmenspanels (MUP). Das MUP ist ein Paneldatensatz des ZEW zu Unternehmen in Deutschland, der in Kooperation mit Creditreform, der größten deutschen Kreditauskunftei, erstellt wird.<sup>339</sup> Der im MUP verwendete Unternehmensbegriff umfasst ausschließlich wirtschaftsaktive Unternehmen; als Unternehmensgründungen gelten nur originäre Neugründungen.<sup>340</sup> Die in Abbildung C 5-2 dargestellte Gründungsrate wird demnach auf einer anderen Datenbasis berechnet als bei den Business Demography Statistics, sodass hier kein direkter Vergleich möglich ist.<sup>341</sup> Das heißt, die Werte weichen von den in Abbildung C 5-1 für Deutschland angegebenen Werten ab. Nachdem die Gründungsrate in der Wissenswirtschaft in den Jahren nach der Finanz- und Wirtschaftskrise deutlich sank, ist sie in den letzten Jahren relativ konstant geblieben. Sie betrug 2018 wie in den beiden Jahren zuvor 4,3 Prozent.<sup>342</sup>

Erfreulich ist, dass die Schließungsrate, also die Marktaustritte, in der Wissenswirtschaft zuletzt vier Jahre in Folge sank und 2018 nur noch 2,7 Prozent (C 5-3) betrug.<sup>343</sup> In allen betrachteten Bereichen der Wissenswirtschaft war die Quote am aktuellen Rand so niedrig wie noch nie im Beobachtungszeitraum.

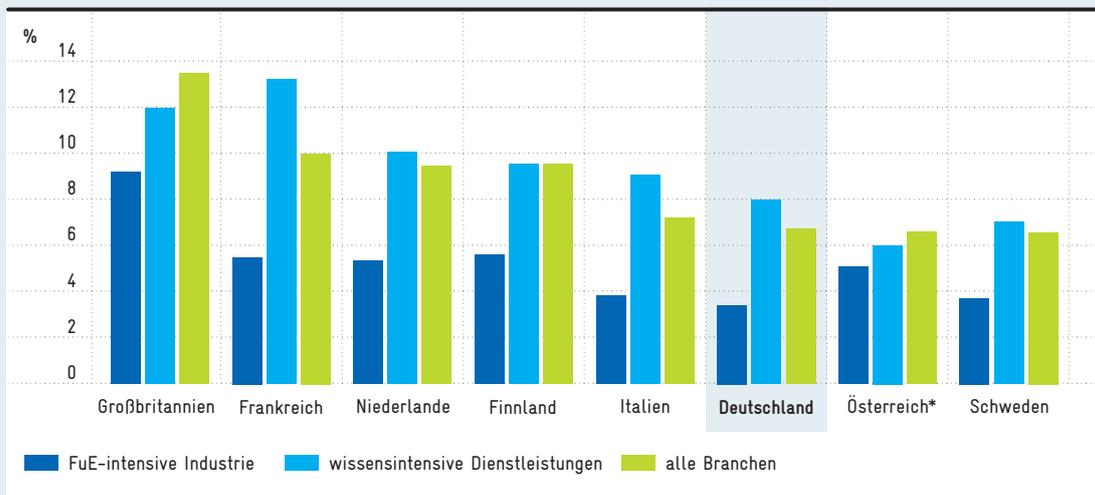
Der Vergleich der Bundesländer für den Zeitraum 2016 bis 2018 zeigt, dass die Gründungsrate über alle Branchen gesehen in den ostdeutschen Flächenländern geringer waren als in den westdeutschen Flächenländern und in den Stadtstaaten (C 5-4).<sup>344</sup> Wird jedoch die FuE-intensive Industrie betrachtet, wiesen Sachsen-Anhalt und Brandenburg Gründungsrate (4,2 und 3,6 Prozent) auf, die nur von Berlin und Hamburg übertroffen wurden. Berlin und Hamburg verzeichneten sowohl über alle Branchen gesehen (6,8 und 5,4 Prozent) als auch in der FuE-intensiven Industrie (4,7 und 4,1 Prozent) und in den wissensintensiven Dienstleistungen (6,8 und 4,7 Prozent) die höchsten Gründungsrate aller Bundesländer.

### Gründungsraten im internationalen Vergleich 2017 in Prozent

Abb C 5-1

Gründungsrate: Zahl der Gründungen in Relation zum Unternehmensbestand.

Download Daten



\* 2016.

Quelle: Business Demography Statistics (Eurostat). Berechnungen des ZEW in Bersch et al. (2020).

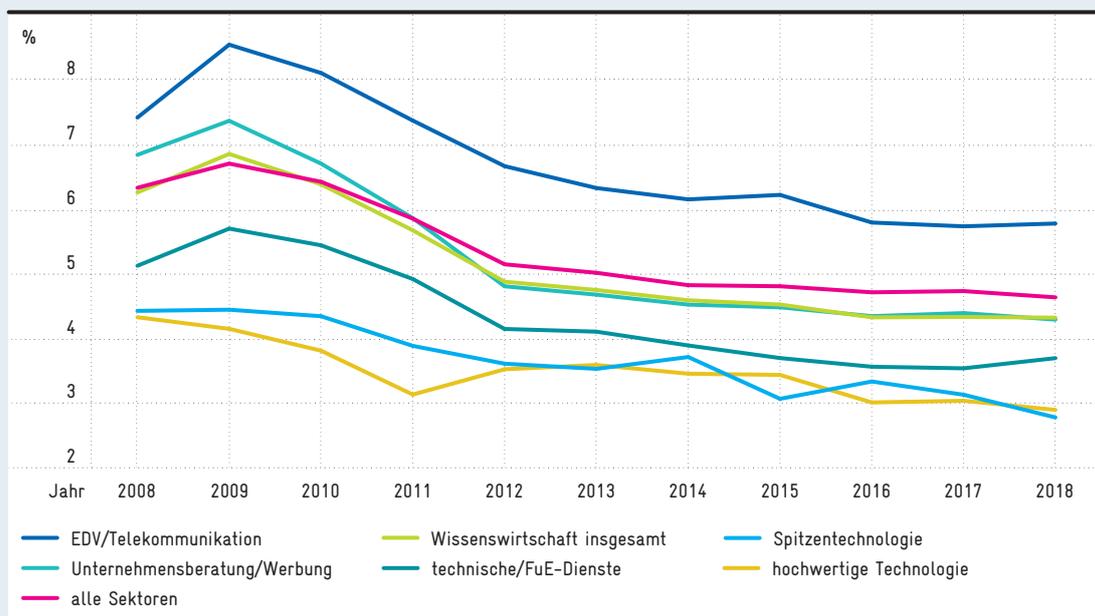
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Gründungsraten in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2008–2018 in Prozent

Abb C 5-2

Gründungsrate: Zahl der Gründungen in Relation zum Unternehmensbestand.

Download Daten



Alle Werte sind vorläufig.

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel. Berechnungen des ZEW in Bersch et al. (2020).

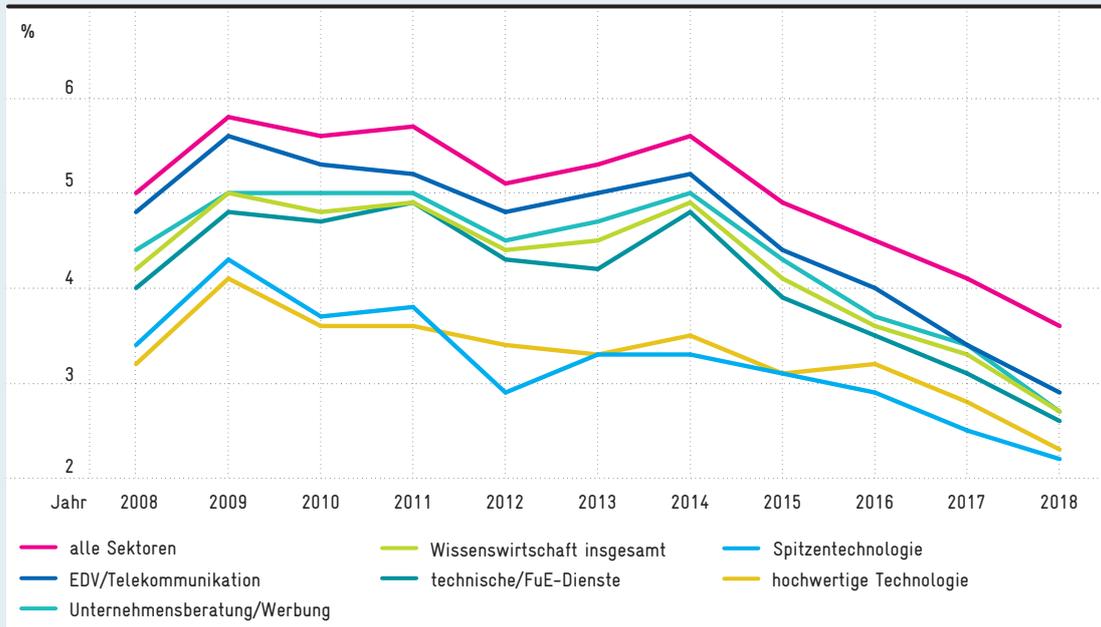
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 5-3

### Schließungsraten in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2008-2018 in Prozent

Download  
Daten

Schließungsrate: Anzahl der Unternehmen, die während eines Jahres stillgelegt wurden, in Relation zum Unternehmensbestand.



Alle Werte sind vorläufig.

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel. Berechnungen des ZEW in Bersch et al. (2020).

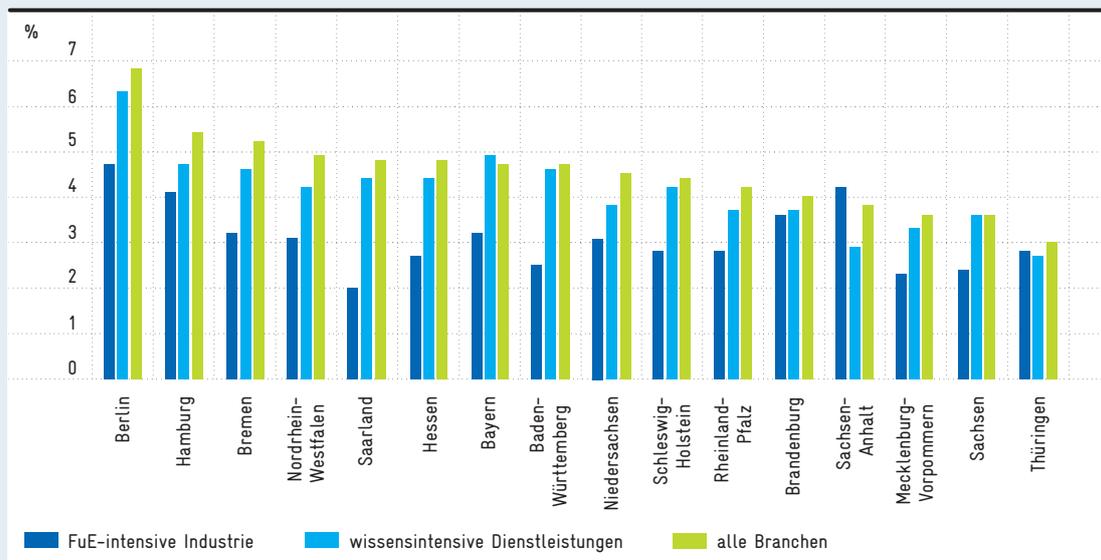
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 5-4

### Gründungsraten nach Bundesländern 2016-2018 in Prozent

Download  
Daten

Gründungsrate: Zahl der Gründungen in Relation zum Unternehmensbestand.



Alle Werte sind vorläufig.

Quelle: Mannheimer Unternehmenspanel. Berechnungen des ZEW in Bersch et al. (2020).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

# Patente<sup>345</sup>

## C 6

Seit Mitte der 2000er Jahre stagnieren die transnationalen Patentanmeldungen Deutschlands und auch die anderer großer europäischer Volkswirtschaften wie Großbritannien, Schweden und der Schweiz (C 6-1). Demgegenüber weisen insbesondere China, Japan und Südkorea hohe Wachstumsraten auf. China hat Deutschland mittlerweile überholt und zählt nun neben Deutschland, den USA und Japan zu den vier führenden Nationen bei transnationalen Patentanmeldungen.

Während die USA im Jahr 2017 bei den absoluten Anmeldungen führend waren, belegten sie hinsichtlich der Patentintensität (Patentanmeldungen pro Million Erwerbstätige) keinen der vorderen Ränge (C 6-2). Hier liegen die Schweiz, Schweden und Japan an der Spitze, gefolgt von Finnland, Deutschland und Südkorea. Patente sind ein wichtiges Instrument zur Sicherung von Marktanteilen im Rahmen des internationalen Technologiehandels. Eine hohe Patentintensität zeugt daher sowohl von einer starken internationalen Ausrichtung als auch von einer ausgeprägten Exportfokussierung der jeweiligen Volkswirtschaft.

Weitere Rückschlüsse auf die technologische Leistungsfähigkeit eines Landes lassen sich aus den Patentaktivitäten im Bereich der FuE-intensiven Technologie ziehen. Dieser Bereich umfasst Industriebranchen, die mehr als 3 Prozent ihres Umsatzes in FuE investieren (FuE-Intensität). Die FuE-intensive Technologie umfasst die Bereiche der hochwertigen Technologie (FuE-Intensität zwischen 3 und 9 Prozent) sowie der Spitzentechnologie (FuE-Intensität über 9 Prozent).

Im internationalen Vergleich wird eine starke Spezialisierung Deutschlands auf hochwertige Technologie deutlich (C 6-3), was durch die traditionellen Stärken in der Automobilindustrie, dem Maschinenbau und der chemischen Industrie begründet ist. Deutschland verzeichnet in der Vergleichsgruppe die höchste Spezialisierung auf hochwertige Technologie.

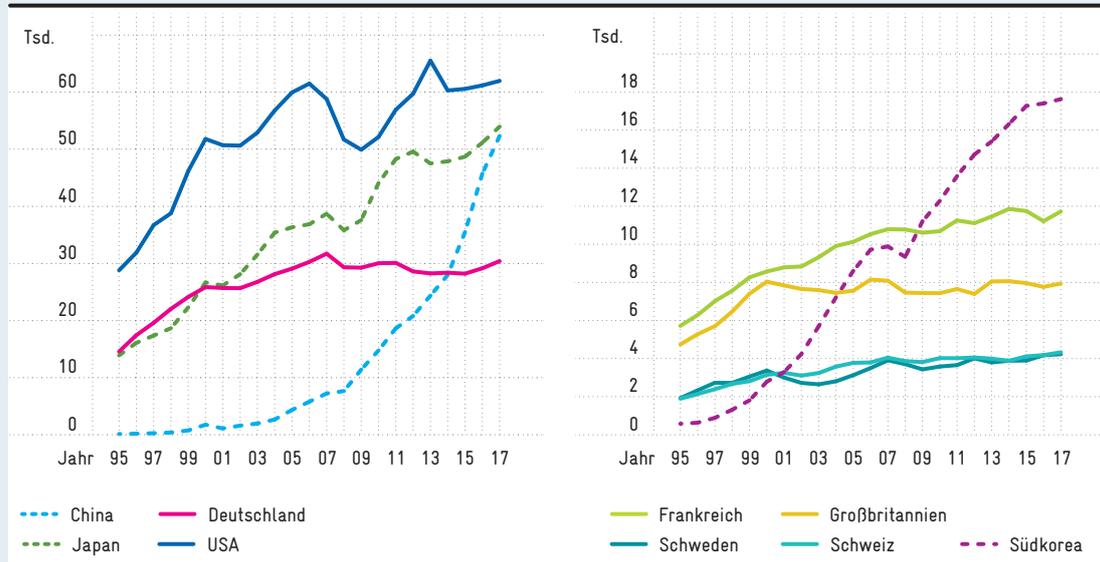
Dagegen sind China, Schweden, Südkorea und die USA auf den Bereich der Spitzentechnologie spezialisiert (C 6-4).

Abb C 6-1

Download  
Daten

### Zeitliche Entwicklung der Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen in ausgewählten Ländern 1995–2017

Die transnationalen Patentanmeldungen umfassen Anmeldungen in Patentfamilien mit mindestens einer Anmeldung bei der World Intellectual Property Organization (WIPO) über das PCT-Verfahren oder einer Anmeldung am Europäischen Patentamt.



Quelle: EPA (PATSTAT). Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäuser et al. (2020).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Tab C 6-2

Download  
Daten

### Absolute Zahl, Intensität und Wachstumsraten transnationaler Patentanmeldungen im Bereich der FuE-intensiven Technologie 2017<sup>1)</sup>

Der Industriesektor der FuE-intensiven Technologie umfasst Industriebranchen, die mehr als 3 Prozent ihres Umsatzes in Forschung und Entwicklung investieren. Die Intensität ist die Anzahl der Patente pro eine Million Erwerbstätige.

	absolut <sup>1)</sup>	Intensitäten <sup>1)</sup>	Intensitäten FuE-intensive Technologie	Wachstum (2007 = 100) <sup>1)</sup>	Wachstum FuE-intensive Technologie (2007 = 100)
<b>Gesamt</b>	<b>289.834</b>	-	-	<b>136</b>	<b>135</b>
China	52.320	69	47	723	689
<b>Deutschland</b>	<b>30.409</b>	<b>730</b>	<b>423</b>	<b>96</b>	<b>98</b>
EU-28	79.355	349	199	103	103
Finnland	1.962	793	454	101	87
Frankreich	11.729	436	255	109	107
Großbritannien	7.942	248	147	98	100
Italien	5.735	249	118	92	90
Japan	53.949	826	494	139	128
Kanada	3.374	183	112	85	79
Niederlande	4.903	570	310	114	113
Schweden	4.231	843	594	108	119
Schweiz	4.331	934	480	107	100
Südkorea	17.627	660	413	178	161
USA	61.960	404	264	105	104

<sup>1)</sup> Zahlen beziehen sich auf alle Industriebranchen.

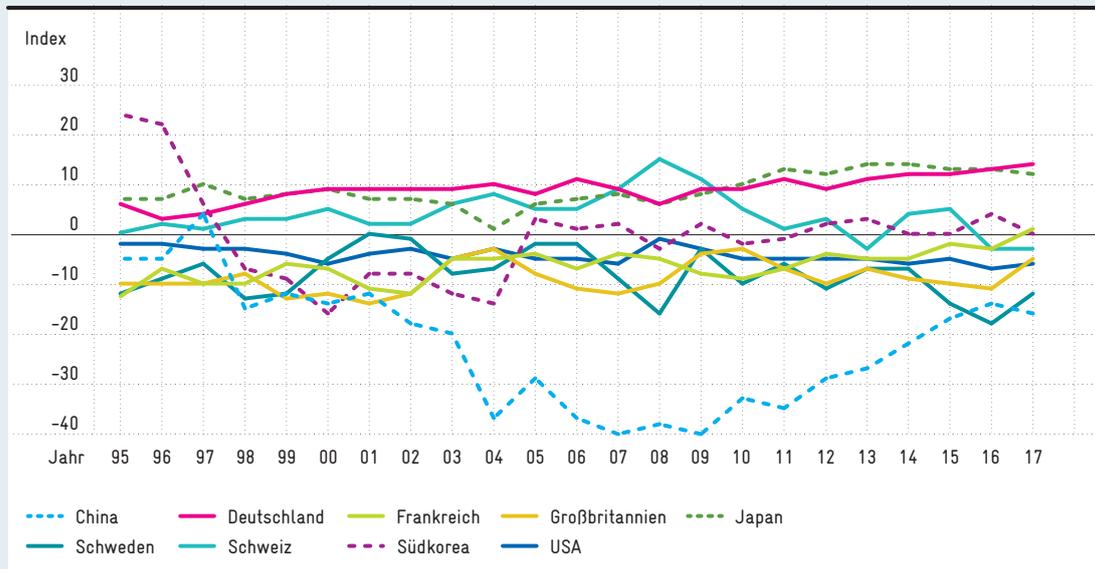
Quelle: EPA (PATSTAT), OECD (MSTI), Weltbank. Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäuser et al. (2020).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Zeitliche Entwicklung des Spezialisierungsindex ausgewählter Länder im Bereich hochwertige Technologie 1995–2017

Abb C 6-3

Der Spezialisierungsindex wird mit Referenz auf alle weltweiten transnationalen Patentanmeldungen errechnet. Positive bzw. negative Werte geben an, ob das betrachtete Land im jeweiligen Feld im Vergleich zum Weltdurchschnitt über- bzw. unterproportional aktiv ist.

Download Daten



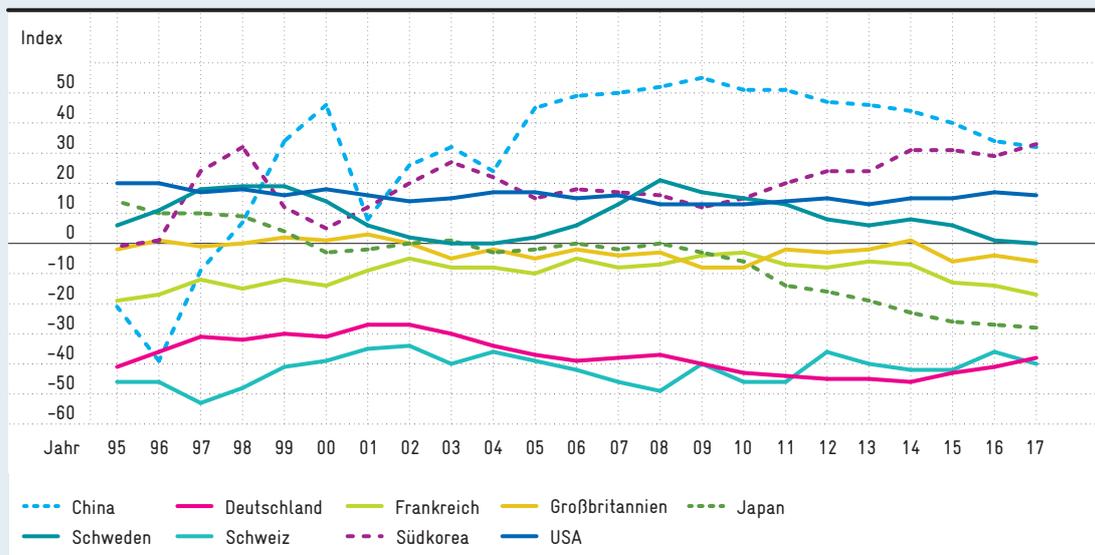
Quelle: EPA (PATSTAT). Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäuser et al. (2020).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Zeitliche Entwicklung des Spezialisierungsindex ausgewählter Länder im Bereich Spitzentechnologie 1995–2017

Abb C 6-4

Der Spezialisierungsindex wird mit Referenz auf alle weltweiten transnationalen Patentanmeldungen errechnet. Positive bzw. negative Werte geben an, ob das betrachtete Land im jeweiligen Feld im Vergleich zum Weltdurchschnitt über- bzw. unterproportional aktiv ist.

Download Daten



Quelle: EPA (PATSTAT). Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäuser et al. (2020).  
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

## C 7 Fachpublikationen<sup>346</sup>

Ein Großteil neuer Technologien und Dienstleistungen basiert auf Entwicklungen und Ergebnissen aus der Wissenschaft. Bibliometrische Indikatoren und Metriken werden daher regelmäßig als Bewertungsmaßstab für wissenschaftliche Leistungen herangezogen, um die Leistungsstärke eines Forschungs- und Wissenschaftssystems in quantitativer und qualitativer Hinsicht abzuschätzen.

Die bibliometrische Datenbank Web of Science erfasst weltweit Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften und Zitationen dieser Publikationen. Die Angabe zum Ort der Forschungseinrichtung der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ermöglicht eine Zuordnung einzelner Publikationen zu Ländern. Sind an einer Publikation mehrere Autorinnen und Autoren aus verschiedenen Ländern beteiligt, so gehen diese in fraktionierter Zählweise in die Berechnungen ein. Zur Bewertung der Leistungsstärke eines Forschungs- und Wissenschaftssystems können Indikatoren zur Quantität und Qualität von Fachpublikationen herangezogen werden.

Die Publikationsanteile ausgewählter Länder und Regionen an allen Publikationen im Web of Science (C 7-1) weisen für die Vergleichsbetrachtung der Jahre 2008 und 2018 deutliche Veränderungen auf. So haben die meisten Länder, u.a. die großen westeuropäischen Länder Deutschland, Frankreich und Großbritannien sowie die USA, Publikationsanteile verloren. Der deutsche Publikationsanteil ist von 5,4 auf 4,3 Prozent gesunken, der britische von 5,6 auf 4,5 Prozent, der französische von 3,9 auf 2,7 Prozent und der US-amerikanische von 24,4 auf 18,6 Prozent. Dementgegen steht ein enormer Zuwachs des Publikationsanteils Chinas von 8,4 auf 20,4 Prozent. Als einziges europäisches Land konnte Dänemark seine Publikationsanteile steigern. Es hat seinen Publikationsanteil zwischen 2008 und 2018 von 0,6 auf 0,7 Prozent ausgebaut.

Die Internationale Ausrichtung (IA) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Web of Science (C 7-2) ist ein Indikator für die Qualität von Fachpublikationen. Der Indexwert Deutschlands stieg zwischen 2008 und 2016 von 13 auf 16. Die Publikationen von Autorinnen und Autoren aus Deutschland haben also an Qualität gewonnen. Publikationen aus der Schweiz, den USA und den Niederlanden weisen gemäß diesem Indikator die höchste Qualität auf. China hat seine Publikationsqualität erheblich verbessern können und erreichte für das Jahr 2016 mit einem Indexwert von 3 erstmals einen überdurchschnittlichen Wert.

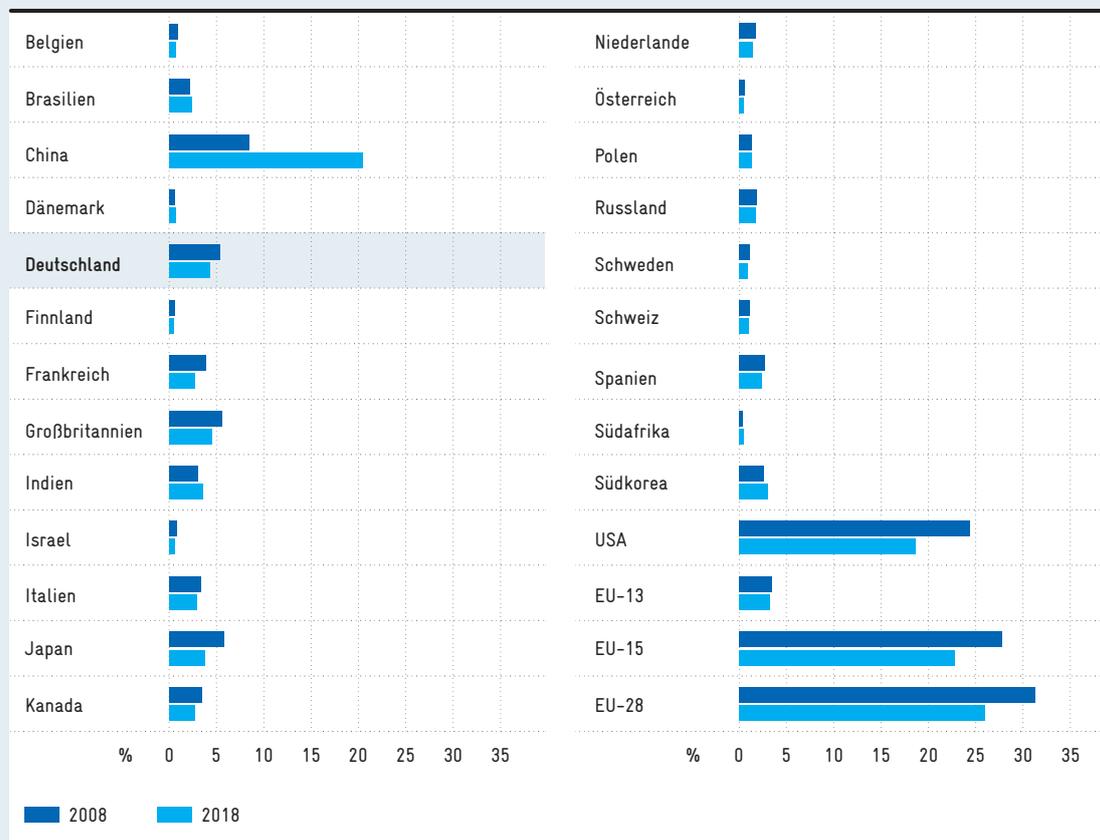
Der Indikator Zeitschriftenspezifische Beachtung (ZB) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Web of Science (C 7-3) zeigt, dass der Indexwert für Artikel aus Deutschland zwischen 2008 und 2016 von 9 auf 3 gesunken ist. Artikel aus Deutschland wurden also im Jahr 2016 im Vergleich zu 2008 seltener zitiert als andere Artikel in den Zeitschriften, in denen sie erschienen sind.

### Publikationsanteile ausgewählter Länder und Regionen an allen Publikationen im Web of Science 2008 und 2018 in Prozent

Abb C 7-1

Download Daten

Es werden Anteile von Ländern und nicht absolute Zahlen betrachtet, um Änderungen, insbesondere die ständige Ausweitung in der Datenerfassung, auszugleichen.



Fraktionierte Zählweise.

Quelle: Web of Science. Recherchen und Berechnungen des DZHW in Stephen et al. (2020).

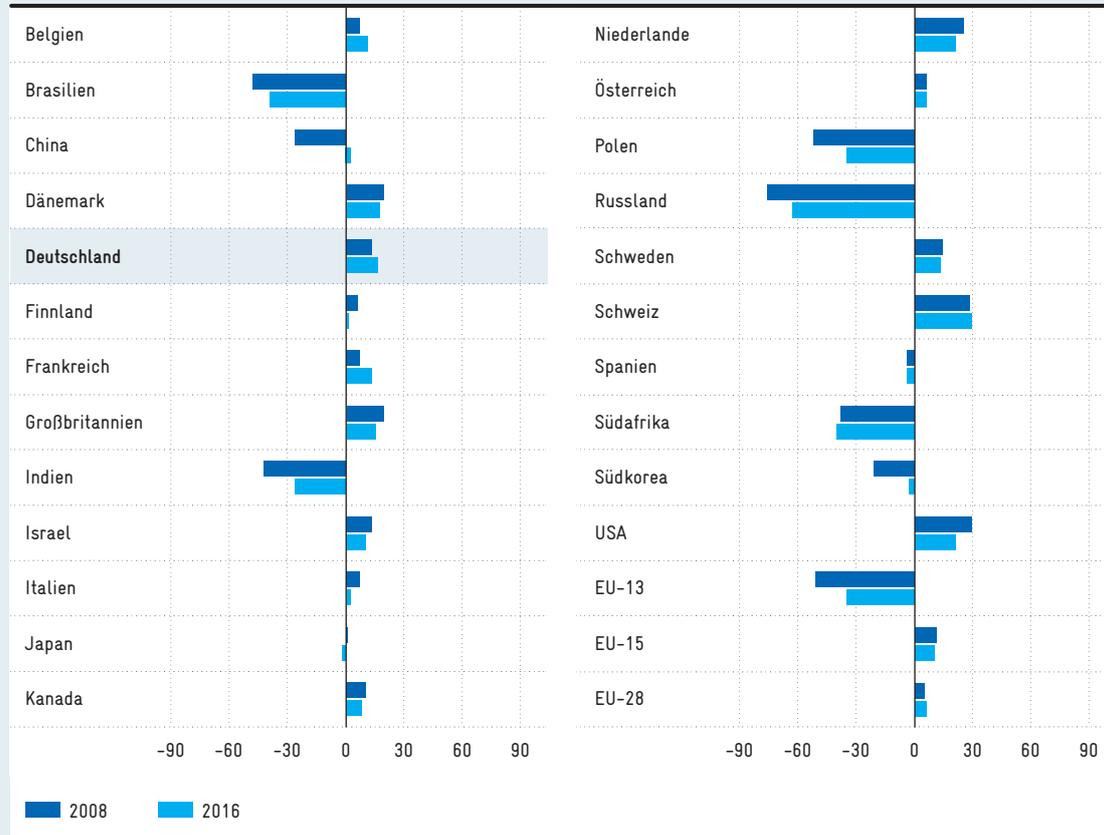
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 7-2

Download  
Daten

### Internationale Ausrichtung (IA) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Web of Science 2008 und 2016 (Indexwerte)

Der IA-Index zeigt an, ob Autorinnen bzw. Autoren eines Landes in Relation zum Weltdurchschnitt in international beachteten oder aber weniger beachteten Zeitschriften publizieren. Positive bzw. negative Werte weisen auf eine über- bzw. unterdurchschnittliche IA hin.



Fraktionierte Zählweise.

Quelle: Web of Science. Recherchen und Berechnungen des DZHW in Stephen et al. (2020).

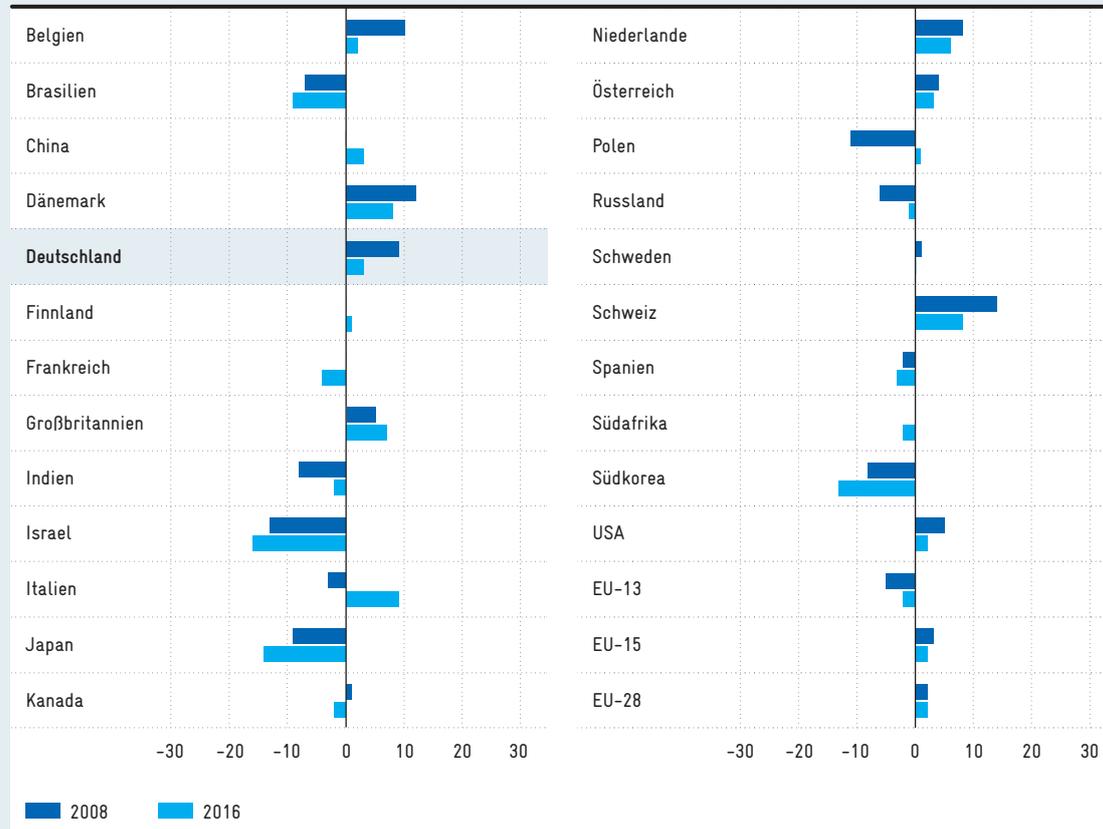
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Zeitschriftenspezifische Beachtung (ZB) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Web of Science 2008 und 2016 (Indexwerte)

Abb C 7-3

Download Daten

Der ZB-Index gibt an, ob die Artikel eines Landes im Durchschnitt häufiger oder seltener zitiert werden als andere Artikel in den Zeitschriften, in denen sie erschienen sind. Positive bzw. negative Werte weisen auf eine über- bzw. unterdurchschnittliche wissenschaftliche Beachtung hin. Berechnung des Index ohne Eigenzitate.



Fraktionierte Zählweise.

Quelle: Web of Science. Recherchen und Berechnungen des DZHW in Stephen et al. (2020).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

## C 8 Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung<sup>347</sup>

Das Spezialisierungsmuster eines Landes im Außenhandel kann mithilfe des RCA-Indikators<sup>348</sup> gemessen werden. Er erfasst die Export/Import-Relation einer Produktgruppe im Verhältnis zur Export/Import-Relation der verarbeiteten Industriegüter insgesamt. Wie bereits in den Vorjahren wies Deutschland auch im Jahr 2018 einen komparativen Vorteil beim Handel mit FuE-intensiven Gütern auf (C 8-1). FuE-intensive Güter setzen sich aus Gütern der hochwertigen Technologie und Gütern der Spitzentechnologie zusammen. Bei einer genaueren Analyse dieser beiden Gütergruppen zeigt sich, dass Deutschlands komparativer Vorteil nur beim Handel mit Gütern der hochwertigen Technologie positiv war, beim Handel mit Gütern der Spitzentechnologie hingegen fiel er negativ aus, wenn auch mit einem leicht positiven Trend. Frankreich, Großbritannien, die Schweiz, Südkorea und die USA verzeichneten im Bereich Spitzentechnologie positive Werte des RCA-Indikators; China und Japan wiesen hier im gesamten Betrachtungszeitraum einen negativen RCA-Indikator auf. Schweden verzeichnet seit 2010 negative Werte.

Der Anteil der forschungs- und wissensintensiven Branchen an der Wertschöpfung eines Landes erlaubt Rückschlüsse auf dessen technologische Leistungsfähigkeit im internationalen Vergleich (C 8-2). Im Bereich der hochwertigen Technologie wies Deutschland relativ zu den betrachteten Ländern den höchsten Wertschöpfungsanteil auf. Er betrug im Jahr 2017 9,3 Prozent. Im Bereich der Spitzentechnologie lag Deutschland mit 3,0 Prozent deutlich hinter den Spitzenreitern Schweiz (8,8 Prozent) und Südkorea (7,8 Prozent). Die wissensintensiven Dienstleistungen trugen in allen betrachteten Ländern wesentlich mehr zur nationalen Wertschöpfung bei als die forschungsintensiven Industrien. Mit einem Wertschöpfungsanteil von 24,4 Prozent spielten sie 2017 in Deutschland im Vergleich zu den anderen betrachteten Ländern (Ausnahme: Südkorea) jedoch eine geringere Rolle.

Nach dem Rückgang der Bruttowertschöpfung in den verschiedenen gewerblichen Wirtschaftsbereichen im Krisenjahr 2009 ist die Wertschöpfung in Deutschland seit dem Jahr 2010 wieder kontinuierlich gestiegen (C 8-3). Dabei fiel das Wachstum in den wissensintensiven Dienstleistungen 2017 mit 3,3 Prozent höher aus als im Vorjahr (2,3 Prozent). Auch bei den nicht-wissensintensiven Dienstleistungen war eine höhere Steigerung der Wertschöpfung zu verzeichnen (4,2 Prozent versus 3,0 Prozent). Im produzierenden Gewerbe hingegen war die Steigerung der Wertschöpfung 2016 höher als 2017. Im wissensintensiven produzierenden Gewerbe lag sie 2017 bei 4,3 Prozent (2016: 6,0 Prozent), im nicht-wissensintensiven produzierenden Gewerbe lag sie 2017 bei 2,2 Prozent (2016: 4,1 Prozent).

Der Anstieg der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung in verschiedenen gewerblichen Wirtschaftsbereichen in Deutschland zwischen 2011 und 2018 ist vor allem auf den Dienstleistungssektor zurückzuführen (C 8-4). In den nicht-wissensintensiven Dienstleistungen stieg die Beschäftigung in diesem Zeitraum um 15,4 Prozent, in den wissensintensiven Dienstleistungen um 19,8 Prozent. Im nicht-wissensintensiven produzierenden Gewerbe erhöhte sich die sozialversicherungspflichtige Beschäftigung um 7,5 Prozent, im wissensintensiven produzierenden Gewerbe um 10,7 Prozent.

### Komparative Vorteile (Revealed Comparative Advantage, RCA) ausgewählter Länder im Außenhandel mit forschungsintensiven Gütern 2005–2018

Tab C 8-1

Download Daten

Jahr	China <sup>1)</sup>	Deutschland	Frankreich	Großbritannien	Japan	Schweden	Schweiz	Südkorea	USA
<b>FuE-intensive Güter</b>									
2005	-29	10	7	14	42	-1	18	17	17
2010	-27	12	6	11	33	-6	22	19	1
2015	-27	13	5	3	31	-5	28	13	2
2018	-29	12	5	8	30	-3	29	16	-2
<b>Güter der hochwertigen Technologie</b>									
2005	0	27	6	4	75	-2	24	11	-5
2010	-16	30	-2	15	61	-3	21	7	-10
2015	-3	27	-6	1	63	1	21	13	-14
2018	-2	23	-9	5	64	7	29	3	-18
<b>Güter der Spitzentechnologie</b>									
2005	-53	-34	8	33	-14	1	4	24	55
2010	-35	-35	20	1	-22	-11	25	33	22
2015	-46	-23	21	8	-35	-22	41	12	27
2018	-51	-17	29	13	-44	-35	29	30	23

Positives Vorzeichen bedeutet, dass die Exp./Imp.-Relation bei dieser Produktgruppe höher ist als bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt.

<sup>1)</sup> inkl. Hongkong.

Quelle: UN COMTRADE Datenbank, Recherche November 2019. Berechnungen und Schätzungen des CWS in Gehrke und Schiersch (2020).

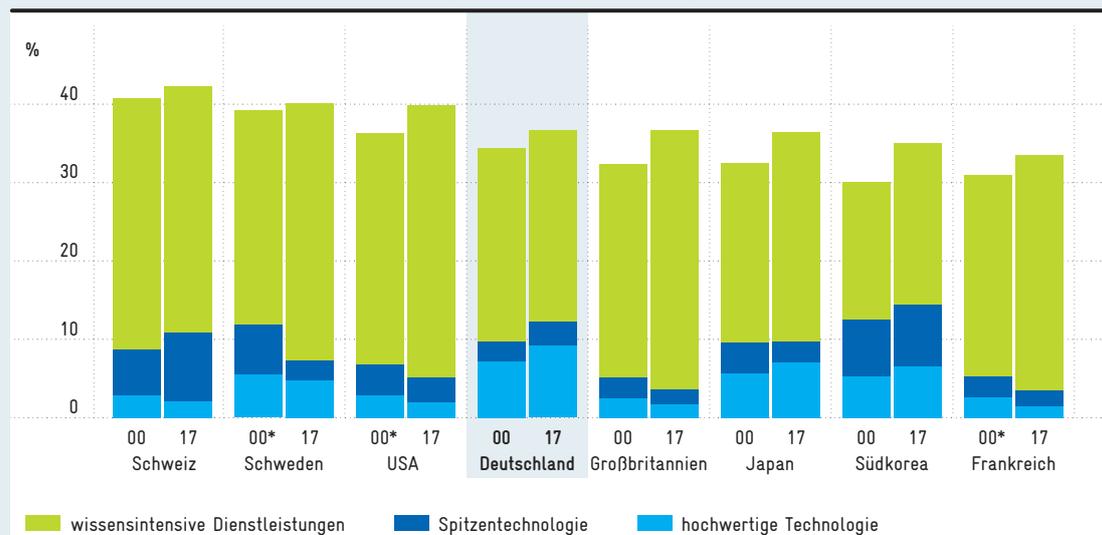
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

### Anteil der FuE-intensiven Industrien sowie der wissensintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung 2000 und 2017 in Prozent

Abb C 8-2

Download Daten

FuE-intensive Industrien weisen eine überdurchschnittliche FuE-Intensität auf, während wissensintensive Dienstleistungen durch einen überdurchschnittlichen Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss gekennzeichnet sind.



\* Daten teils revidiert.

Quelle: OECD-NA, OECD-STAN, OECD-SBS, Eurostat-NA, Eurostat-SBS, EU KLEMS. Berechnungen und Schätzungen des DIW Berlin in Gehrke und Schiersch (2020).

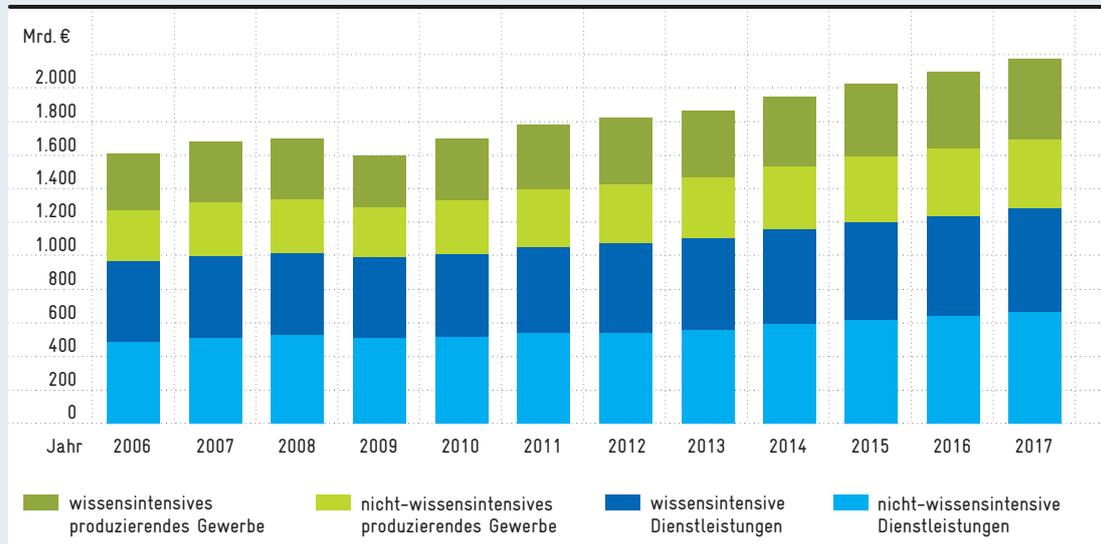
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 8-3

Download  
Daten

### Entwicklung der Bruttowertschöpfung in verschiedenen gewerblichen Wirtschaftsbereichen in Deutschland 2006–2017 in Milliarden Euro

Bruttowertschöpfung bezeichnet die Differenz zwischen dem Gesamtwert aller produzierten Waren und Dienstleistungen und der für die Produktion erbrachten Vorleistungen.



Ohne Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, öffentliche Verwaltung und Dienstleistungen, Grundstücks- und Wohnungswesen, Bildung, private Haushalte, Sozialversicherungen, religiöse und andere Vereinigungen, Verbände und Gewerkschaften.

Daten aufgrund einer grundlegenden Revision der VGR im Jahr 2019 leicht revidiert.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 1.4. Berechnungen des CWS in Gehrke und Schiersch (2020).

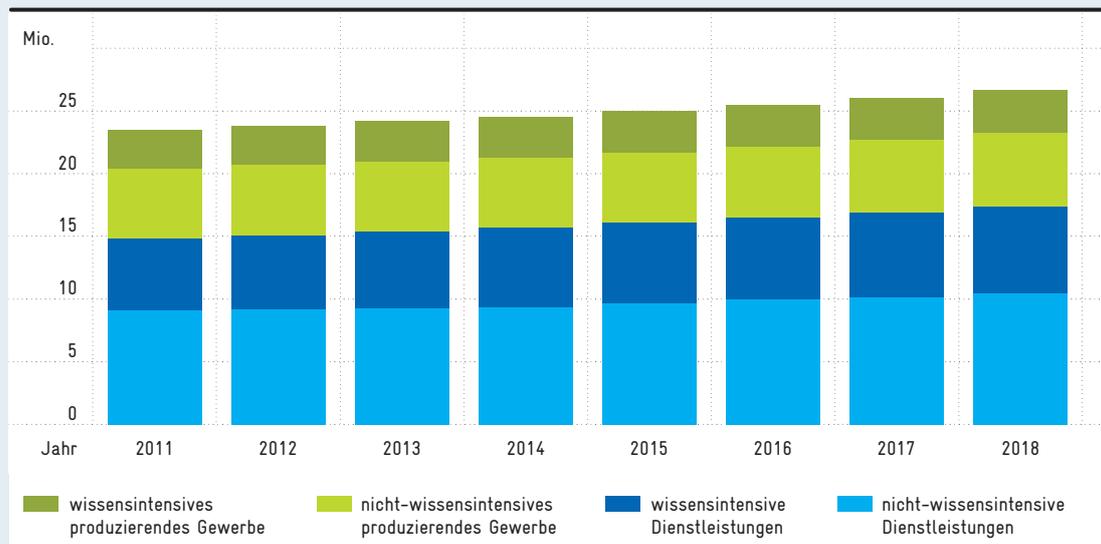
© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

Abb C 8-4

Download  
Daten

### Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in verschiedenen gewerblichen Wirtschaftsbereichen in Deutschland 2011–2018 in Millionen

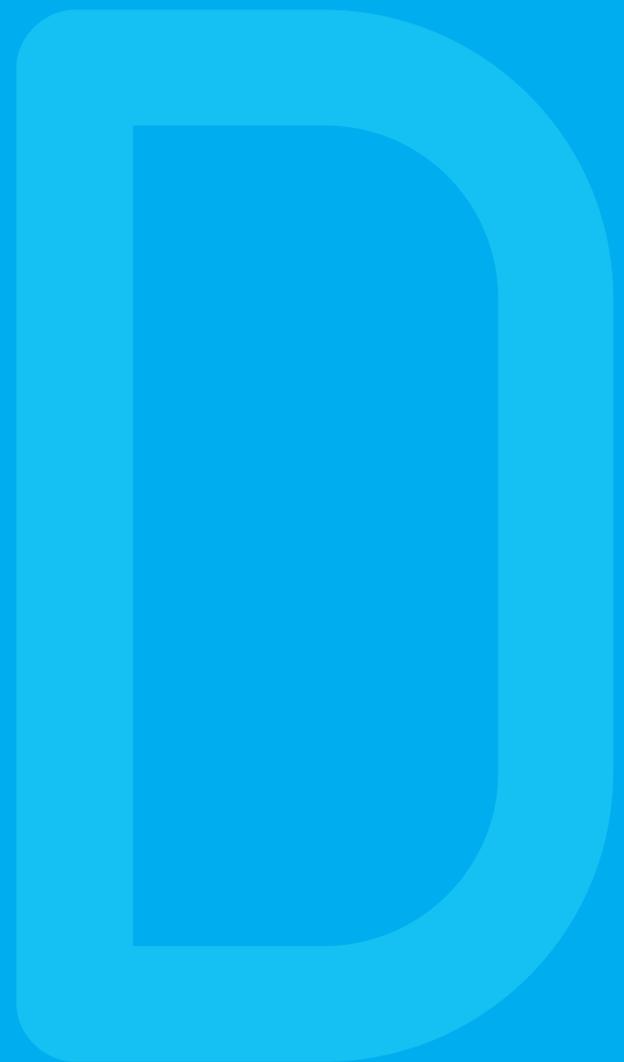
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte umfassen alle Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, die kranken-, renten-, pflegeversicherungspflichtig und/oder beitragspflichtig nach dem Recht der Arbeitsförderung sind oder für die Beitragsanteile zur gesetzlichen Rentenversicherung oder nach dem Recht der Arbeitsförderung zu zahlen sind.



Quelle: Bundesagentur für Arbeit. Berechnungen des CWS in Gehrke und Schiersch (2020).

© EFI-Expertenkommission Forschung und Innovation 2020.

# VERZEICHNISSE



# Inhalt

D 1	Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Boxen .....	113
D 2	Abkürzungsverzeichnis .....	116
D 3	Glossar .....	119
D 4	Wirtschaftszweige der FuE-intensiven Industrie und der wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen .....	125
D 5	Aktuelle Studien zum deutschen Innovationssystem .....	127
D 6	Literaturverzeichnis .....	128
D 7	Quellenverzeichnis Infografiken .....	133
D 8	Endnoten .....	134

# Verzeichnis der Abbildungen, Tabellen und Boxen

<b>Box B 1-1</b> .....	29	<b>Abb B 2-3</b> .....	48
FuE in Ostdeutschland		Auswirkungen von Cyberbedrohungen auf Innovationsaktivitäten	
<b>Abb B 1-2</b> .....	29	<b>Abb B 2-4</b> .....	48
FuE-Ausgaben pro Kopf nach durchführenden Sektoren für Ost- und Westdeutschland 1997–2017 in Euro		Maßnahmen der Unternehmen zur Minimierung von Cyberrisiken	
<b>Box B 1-3</b> .....	30	<b>Abb B 2-5</b> .....	49
Innovationsindikatoren		Anzahl transnationaler Patente im Bereich Cybersicherheit (Top 10 Länder und EU) 2000–2017	
<b>Abb B 1-4</b> .....	31	<b>Box B 2-6</b> .....	51
Strukturangeglichene Abweichung der Innovationsinputindikatoren 1997–2017 in Prozentpunkten		Beispiel: Weiterbildung durch Gamification	
<b>Abb B 1-5</b> .....	32	<b>Abb B 3-1</b> .....	58
Strukturangeglichene Abweichung der Innovationsoutputindikatoren 1997–2017 in Prozentpunkten		FuE-Ausgaben als Anteil am Bruttoinlands- produkt 2000–2017 in Prozent	
<b>Abb B 1-6</b> .....	35	<b>Abb B 3-2</b> .....	59
Gründungsintensität in den wissensintensiven Dienstleistungen und der FuE-intensiven Industrie in Ostdeutschland (mit und ohne Berlin) und Westdeutschland 1997–2018		Anteil der Hochschulabsolventinnen und -absolventen pro Jahr an der Gesamt- bevölkerung 2000–2017 in Prozent	
<b>Abb B 1-7</b> .....	37	<b>Abb B 3-3</b> .....	60
F&I-Förderprogramme des Bundes (BMBF und BMWi) in der ostdeutschen Wirtschaft (mit Berlin) 1990–2019		Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler pro 100 Beschäftigte 2000–2017	
<b>Box B 2-1</b> .....	45	<b>Abb B 3-4</b> .....	60
Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)		Anzahl wissenschaftlicher Publikationen, fraktionierte Zählweise, 2005–2018	
<b>Box B 2-2</b> .....	46	<b>Abb B 3-5</b> .....	61
Aktuelle Angriffsmethoden gemäß BSI-Lagebericht		Transnationale Patentanmeldungen 2005–2017	
		<b>Box B 3-6</b> .....	62
		Erklärung zentraler Begriffe	
		<b>Abb B 3-7</b> .....	63
		Chinesischer Direktinvestitionsbestand in Deutschland 2000–2017 in Milliarden Euro	
		<b>Abb B 3-8</b> .....	64
		Anteile von deutschen Unternehmen mit Übernahme oder Beteiligung durch chinesische Investoren nach Branchen in Prozent	

<b>Abb B 3-9</b> .....	64	<b>Abb C 1-5</b> .....	84
FuE-Intensität von Unternehmen mit Übernahme oder Beteiligung durch chinesische Investoren und aller Unternehmen in der deutschen Wirtschaft nach Branchen in Prozent		Ausländische Studierende an deutschen Hochschulen 2001–2019	
<b>Abb B 3-10</b> .....	66	<b>Tab C 1-6</b> .....	85
Deutscher Direktinvestitionsbestand in China 2000–2017 in Milliarden Euro		Weiterbildungsbeteiligung von Personen und Betrieben 2008–2018 in Prozent	
<b>Abb B 3-11</b> .....	66	<b>Abb C 2-1</b> .....	87
Netto-Direktinvestitionen deutscher Unternehmen in China 2000–2018 in Millionen Euro		FuE-Intensität in ausgewählten OECD-Ländern und China 2008–2018 in Prozent	
<b>Abb B 3-12</b> .....	67	<b>Abb C 2-2</b> .....	88
Anzahl der Übernahmen von chinesischen Unternehmen durch europäische Investoren nach ausgewählten Herkunftsländern 2004–2018		Haushaltsansätze des Staates für zivile FuE 2008–2018	
<b>Abb B 3-13</b> .....	68	<b>Tab C 2-3</b> .....	88
Anzahl der Übernahmen von chinesischen Unternehmen durch Investoren aus Deutschland 2004–2018 nach Sektoren		Verteilung der Bruttoinlandsausgaben für FuE (GERD) nach durchführendem Sektor 2007 und 2017 in ausgewählten OECD-Ländern und China	
<b>Box B 3-14</b> .....	70	<b>Tab C 2-4</b> .....	89
Beispiele für vom BMBF geförderte Projekte zum Ausbau der China-Kompetenz an deutschen Hochschulen		FuE-Intensität der Bundesländer 2007 und 2017 in Prozent	
<b>Abb C 1-1</b> .....	80	<b>Tab C 2-5</b> .....	90
Qualifikationsniveau der Erwerbstätigen in ausgewählten EU-Ländern 2018 in Prozent		Interne FuE-Ausgaben der Unternehmen nach Herkunft der Mittel, Wirtschaftszweigen, Größen- und Technologieklassen 2017	
<b>Tab C 1-2</b> .....	81	<b>Abb C 2-6</b> .....	91
Anteil der Studienanfängerinnen und -anfänger an der alterstypischen Bevölkerung in ausgewählten OECD-Ländern und China 2006–2017 in Prozent		Interne FuE-Ausgaben in Prozent des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen 2016–2018	
<b>Abb C 1-3</b> .....	82	<b>Abb C 3-1</b> .....	93
Studienberechtigte in Deutschland 1970–2030, ab 2019 Projektion		Innovationsintensität im europäischen Vergleich 2016 in Prozent	
<b>Tab C 1-4</b> .....	83	<b>Abb C 3-2</b> .....	93
Anzahl der Erstabsolventinnen und -absolventen sowie Fächerstrukturquote 2010–2018		Innovationsintensität in der Industrie und den unternehmensorientierten Dienstleistungen Deutschlands 2003–2018 in Prozent	
		<b>Abb C 3-3</b> .....	94
		Anteil des Umsatzes mit neuen Produkten in der Industrie und den unternehmensorientierten Dienstleistungen 2003–2018 in Prozent	

<b>Abb C 3-4</b> .....	94	<b>Abb C 6-3</b> .....	103
Anzahl der bei den Technischen Komitees bzw. Subkomitees der International Organization for Standardization (ISO) geführten Sekretariate		Zeitliche Entwicklung des Spezialisierungsindex ausgewählter Länder im Bereich hochwertige Technologie 1995–2017	
<b>Abb C 4-1</b> .....	96	<b>Abb C 6-4</b> .....	103
FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor, die direkt und indirekt durch den Staat finanziert werden, als Anteil am nationalen Bruttoinlandsprodukt 2016 in Prozent		Zeitliche Entwicklung des Spezialisierungsindex ausgewählter Länder im Bereich Spitzentechnologie 1995–2017	
<b>Abb C 4-2</b> .....	96	<b>Abb C 7-1</b> .....	105
Anteil der Wagniskapitalinvestitionen am nationalen Bruttoinlandsprodukt 2017 und 2018 in Prozent		Publikationsanteile ausgewählter Länder und Regionen an allen Publikationen im Web of Science 2008 und 2018 in Prozent	
<b>Abb C 4-3</b> .....	97	<b>Abb C 7-2</b> .....	106
Entwicklung der Wagniskapitalinvestitionen in Deutschland 2009–2018 in Milliarden Euro		Internationale Ausrichtung (IA) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Web of Science 2008 und 2016 (Indexwerte)	
<b>Abb C 5-1</b> .....	99	<b>Abb C 7-3</b> .....	107
Gründungsraten im internationalen Vergleich 2017 in Prozent		Zeitschriftenspezifische Beachtung (ZB) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Web of Science 2008 und 2016 (Indexwerte)	
<b>Abb C 5-2</b> .....	99	<b>Tab C 8-1</b> .....	109
Gründungsraten in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2008–2018 in Prozent		Komparative Vorteile (Revealed Comparative Advantage, RCA) ausgewählter Länder im Außenhandel mit forschungsintensiven Gütern 2005–2018	
<b>Abb C 5-3</b> .....	100	<b>Abb C 8-2</b> .....	109
Schließungsraten in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2008–2018 in Prozent		Anteil der FuE-intensiven Industrien sowie der wissensintensiven Dienstleistungen an der Wertschöpfung 2000 und 2017 in Prozent	
<b>Abb C 5-4</b> .....	100	<b>Abb C 8-3</b> .....	110
Gründungsraten nach Bundesländern 2016–2018 in Prozent		Entwicklung der Bruttowertschöpfung in verschiedenen gewerblichen Wirtschaftsbereichen in Deutschland 2006–2017 in Milliarden Euro	
<b>Abb C 6-1</b> .....	102	<b>Abb C 8-4</b> .....	110
Zeitliche Entwicklung der Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen in ausgewählten Ländern 1995–2017		Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in verschiedenen gewerblichen Wirtschaftsbereichen in Deutschland 2011–2018 in Millionen	
<b>Tab C 6-2</b> .....	102		
Absolute Zahl, Intensität und Wachstumsraten transnationaler Patentanmeldungen im Bereich der FuE-intensiven Technologie 2017			

## D 2 Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
AFO	Auftrags- und Entwicklungsforschung Ost
AI	Artificial Intelligence
APRA	Asia-Pacific Research Area
APT	Advanced Persistent Threat
Art.	Artikel
AUF	Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen
AV-DFG	Ausführungsvereinbarung zum GWK-Abkommen über die gemeinsame Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft
AWO	Auftragsforschung West-Ost
BA	Bundesagentur für Arbeit
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBDC	Berlin Big Data Center
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.
BIFOLD	Berlin Institute for the Foundations of Learning and Data
BIP	Bruttoinlandsprodukt
Bitkom	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMFSFJ	Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMI	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BZML	Berliner Zentrum für Maschinelles Lernen
CAS	Chinese Academy of Sciences
CERT	Computer Emergency Response Team
CHIKOH	China-Kompetenz in Hohenheim
CIS	Community Innovation Surveys
CISPA	Helmholtz Center for Information Security
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CPS	Cyber-Physical Systems
CRISP	Center for Research in Security and Privacy
CWS	Center für Wirtschaftspolitische Studien
Cyber-AZ	Nationales Cyber-Abwehrzentrum

DCPI	Deutsch-Chinesische Plattform Innovation
DDoS	Distributed Denial of Service
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V.
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.
DZHW-ICE	Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH-Information, Controlling, Entscheidung
EDC	European Data Cooperative
EFI	Expertenkommission Forschung und Innovation
EPA	Europäisches Patentamt
ERP	Enterprise Resource Planning
EU ETS	European Union Emissions Trading System
EU	Europäische Union
EUROSTAT	Statistisches Amt der Europäischen Kommission
EVCA	European Private Equity and Venture Capital Association
EXIST	EXIST – Existenzgründungen aus der Wissenschaft
F&I	Forschung und Innovation
FDI	Foreign Direct Investments
FOKO	Forschungskooperation in der mittelständischen Wirtschaft
ForMaT	Forschung für den Markt im Team
FuE	Forschung und Entwicklung
FUEGO	FuE-Gemeinschaftsvorhaben-Ost
FZI	Forschungszentrum Informatik
GERD	Gross Domestic Expenditure on Research and Development
GG	Grundgesetz
GRW	Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur
GWK	Gemeinsame Wissenschaftskonferenz
HTS	Hightech-Strategie
IA	Internationale Ausrichtung
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit
IFP	Innovationsförderprogramm
IGD	(Fraunhofer-) Institut für Graphische Datenverarbeitung
IGP	Innovationsprogramm für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen
IHK	Industrie- und Handelskammer
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik bzw. -technologie
IMW	(Fraunhofer-Zentrum für) Internationales Management und Wissensökonomie
INNO-KOM	FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen – Innovationskompetenz
InnoMan	Externes Innovationsmanagement für Kleinunternehmen in den neuen Bundesländern
Inno-Net	Förderung von innovativen Netzwerken
InnoProfile	Förderung von wirtschaftsorientierten Nachwuchsforschungsgruppen in den neuen Ländern
InnoRegio	Förderung der Bildung regionaler Innovationsnetzwerke und deren Innovationsvorhaben in den neuen Ländern
INNO-Watt	Innovative Wachstumsträger
IOSB	(Fraunhofer-) Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung
IoT	Internet of Things
ISCED	International Standard Classification of Education
ISI	(Fraunhofer-) Institut für System und Innovationsforschung
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
IWH	Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle
KASTEL	Kompetenzzentrum für angewandte Sicherheitstechnologie
KI	Künstliche Intelligenz

KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KLEMS	Capital, Labour, Energy, Materials and Service
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
KRITIS	Schutz Kritischer Infrastrukturen
M&A	Mergers & Acquisitions
MCML	Munich Center for Machine Learning
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik
MIP	Mannheimer Innovationspanel
ML2R	Kompetenzzentrum Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr
MOFCOM	Ministry of Commerce
MPI-INF	Max-Planck-Institut für Informatik
MPI-SWS	Max-Planck-Institut für Softwaresysteme
MSTI	Main Science and Technology Indicators
MUP	Mannheimer Unternehmenspanel
MVI	Marktvorbereitende Industrieforschung
NA	National Accounts
NAFTA	North American Free Trade Agreement
NDRC	National Development and Reform Commission
NEMO	Netzwerkmanagement Ost
NESTI	National Experts on Science and Technology Indicators
NIS	Netzwerk- und Informationssicherheit
NRO	Nichtregierungsorganisation
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PATSTAT	Patent Statistical Database
PCT	Patent Cooperation Treaty
PFI	Pakt für Forschung und Innovation
PFO	FuE-Personalförderung Ost
PRO INNO	Programm zur Förderung der Erhöhung der Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen
PtJ	Projekträger Jülich
RCA	Revealed Comparative Advantage
ROR	Raumordnungsregion
RUBIN	Regionale unternehmerische Bündnisse für Innovation
SBS	Structural Business Statistics
ScaDS	Competence Center for Scalable Data Services and Solutions
SIT	(Fraunhofer Institut für) Sichere Informationstechnologie
SoBEZ	Sonderbedarfs-Bundesergänzungszuweisungen
SprinD	Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen GmbH
STAN	Structural Analysis Database
SUS	Strukturelle Unternehmensstatistik
SV	Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
WIPO	World Intellectual Property Organization
WIR!	Wandel durch Innovation in der Region
WoS	Web of Science
WTO	World Trade Organisation
ZB	Zeitschriftenspezifische Beachtung
ZEW	ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim
ZFO	FuE-Personalzuwachsförderung Ost
ZIK	Zentren für Innovationskompetenz
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand
ZITIS	Zentrale Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich

# Glossar

# D 3

## **Bildungsinländerinnen und -inländer, Bildungsausländerinnen und -ausländer**

Studienanfängerinnen und -anfänger mit ausländischer Staatsangehörigkeit, die ihre Studienberechtigung in Deutschland erworben haben, werden als Bildungsinländerinnen bzw. -inländer bezeichnet; Personen mit im Ausland erworbener Studienberechtigung, die zum Studium nach Deutschland kommen, als Bildungsausländerinnen bzw. -ausländer.

## **Bruttoinlandsprodukt**

Als Bruttoinlandsprodukt (BIP) bezeichnet man den Wert aller erstellten Güter und Dienstleistungen einer Volkswirtschaft innerhalb eines Jahres. Dabei ist unerheblich, ob Inländerinnen bzw. Inländer oder Ausländerinnen bzw. Ausländer an der Herstellung des BIP beteiligt sind, es kommt nur auf den Standort der Wertschöpfung an. Das BIP ist ein Indikator für die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft im internationalen Vergleich.

## **Cluster**

Wirtschaftliche Cluster sind Agglomerationen und Kooperationsnetzwerke aus Wirtschafts- und Wissenschaftsakteuren in FuE und Produktion, die sich zu meist durch eine inhaltliche und räumliche Nähe der Akteure zueinander auszeichnen.

## **Community Innovation Surveys**

Die Community Innovation Surveys (CIS) sind Innovationserhebungen in der Europäischen Union, die seit dem Jahr 1993 regelmäßig nach einem einheitlichen methodischen Standard durchgeführt werden.

## **Cyber-Physische Systeme**

Cyber-Physische Systeme (englisch: cyber-physical systems – CPS) entstehen aus der Vernetzung eingebetteter Systeme durch Kommunikationsnetze. Cyber-Physische Systeme sind demnach gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsver-

arbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze wie das Internet.

## **DFG-Programmpauschale**

Die DFG-Programmpauschale dient der Deckung der mit einer DFG-Förderung verbundenen indirekten Projektkosten. Sie beträgt derzeit 22 Prozent.

## **E-Government**

E-Government (Electronic Government) steht für die Abwicklung von Regierungs- und Verwaltungsprozessen mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien über elektronische Medien. Im Rahmen von E-Government werden Behördendienstleistungen und Verwaltungsangelegenheiten digitalisiert und online angeboten.

## **Early Stage**

Early Stage beschreibt die Finanzierung der Frühphasenentwicklung eines Unternehmens, angefangen mit der Finanzierung der Forschung und Produktkonzeption (Seed-Phase) über die Unternehmensgründung bis hin zum Beginn der operativen Geschäftstätigkeit einschließlich Produktentwicklung und erster Vermarktung (Start-up-Phase). Die Seed-Phase begrenzt sich auf FuE bis zur Ausreifung und ersten Umsetzung einer Geschäftsidee mit einem Prototyp, während innerhalb der Start-up-Phase ein Businessplan entworfen wird sowie der Produktionsstart und die Produktvermarktung erfolgen.

## **Externalitäten**

Externalitäten sind definiert als Auswirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten auf Dritte, für die keine Kompensation geleistet wird.

## **Forschung und Entwicklung (FuE)**

Forschung und Entwicklung (FuE) sowie Forschung und Innovation (F&I) (vgl. dort) werden nicht synonym verwendet. Das sogenannte Frascati-Handbuch der OECD (vgl. dort) definiert FuE als systematische, schöpferische Arbeit zur Erweiterung des Kenntnisstandes – auch mit dem Ziel, neue Anwendungen zu finden. Der Begriff FuE umfasst die drei Bereiche Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung.

## **Forschung und Innovation (F&I)**

Forschung und Innovation (F&I) sowie Forschung und Entwicklung (FuE, vgl. dort) werden nicht synonym verwendet. FuE stellt nur einen Teilaspekt der F&I-Aktivitäten dar. Innovationen beinhalten gemäß

der Definition im Oslo-Handbuch der OECD (vgl. dort) die Einführung von neuen oder wesentlich verbesserten Produkten (Güter und Dienstleistungen) oder Prozessen.

#### **Frascati-Handbuch**

Das sogenannte Frascati-Handbuch der OECD enthält methodische Vorgaben für die Erhebung und Analyse von Daten zu Forschung und Entwicklung. Im Jahr 1963 trafen sich erstmals Expertinnen und Experten der OECD mit Mitgliedern der NESTI-Gruppe (National Experts on Science and Technology Indicators) in Frascati, Italien, um wesentliche Begriffe wie Forschung und Entwicklung zu definieren. Das Resultat dieser Gespräche wurde als erstes Frascati-Handbuch bekannt. Seither ist das Frascati-Handbuch mehrmals überarbeitet worden. Die jüngste Ausgabe stammt aus dem Jahr 2015.

#### **Fremdkapital**

Fremdkapital wird Unternehmen von Kapitalgebern befristet zur Verfügung gestellt. Als Gegenleistung erwarten diese die Rückzahlung des Kapitals zuzüglich Zinszahlungen. Um die Bedienung eines Kredits sicherzustellen, setzen Banken für die Vergabe von Fremdkapital die hinreichende Planung sicherer künftiger Unternehmensergebnisse und/oder aber die Stellung von Sicherheiten voraus.

#### **FuE-Beschäftigtenproduktivität**

Die FuE-Beschäftigtenproduktivität bemisst die Anzahl der Triade-Patentanmeldungen (vgl. dort) je 1.000 FuE-Beschäftigte. Sie ist ein Indikator dafür, wie gut es FuE-Beschäftigten gelingt, neue, patentierbare Ideen hervorzubringen.

#### **FuE-intensive Güter**

FuE-intensive Güter setzen sich zusammen aus Gütern der Spitzentechnologie (vgl. dort) und der hochwertigen Technologie (vgl. dort).

#### **FuE-intensive Industrie**

Die FuE-intensive Industrie umfasst die Branchen der Spitzentechnologie (vgl. dort) und der hochwertigen Technologie (vgl. dort).

#### **FuE-Intensität**

Als FuE-Intensität bezeichnet man den Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) am Umsatz eines Unternehmens oder einer Branche bzw. am Bruttoinlandsprodukt eines Landes.

#### **Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW)**

Zentrales Instrument der Regionalpolitik in Deutschland ist die Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW). Seit 1969 nimmt der Bund im Rahmen der GRW seine Mitverantwortung für eine ausgewogene regionale Entwicklung in Deutschland wahr. Die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern in der GRW ist verfassungsrechtlich in Art. 91 a GG geregelt und im Gesetz über die GRW konkretisiert.

#### **Gesamtdeutsches Fördersystem für strukturschwache Regionen**

Nach dem Auslaufen des Solidarpakts II (vgl. dort) fördert der Bund seit Beginn des Jahres 2020 strukturschwache Regionen im Rahmen eines gesamtdeutschen Fördersystems. Mit dem gesamtdeutschen Fördersystem soll die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit in strukturschwachen Regionen verbessert werden. Es umfasst 22 Förderprogramme unterschiedlicher Bundesressorts – darunter auch sechs Programme der F&I-Politik.

#### **Gründungsintensität**

Die Gründungsintensität gibt die jährliche Anzahl der Gründungen je 10.000 Erwerbsfähige an und ist ein Indikator für die Bereitschaft, ein Unternehmen zu gründen.

#### **Gründungsradar**

Der Gründungsradar des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft und der Heinz Nixdorf Stiftung vergleicht Hochschulprofile in der Gründungsförderung an deutschen Hochschulen.

#### **Gründungsrate**

Als Gründungsrate wird die Zahl der Gründungen in Relation zum Unternehmensbestand bezeichnet.

#### **Hightech-Strategie (HTS)**

Der Politikansatz der Bundesregierung zur Integration der Innovationsförderung über alle Bundesministerien hinweg ist die sogenannte Hightech-Strategie. Die aktuelle HTS 2025 wurde vom Bundeskabinett im September 2018 beschlossen.

#### **Hochschulpakt 2025**

Der Hochschulpakt 2025 ist eine Vereinbarung zwischen Bund und Ländern, die zum einen ein der Nachfrage entsprechendes Studienangebot sicherstellen und zum anderen durch die Finanzierung der DFG-Programmpauschale den Wettbewerb um

Forschungsmittel stärken soll. Der Hochschulpakt 2025 läuft zum Ende des Jahres 2020 aus. Nachfolvereinbarung ist der „Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken“ (vgl. dort).

#### **Hochwertige Technologie**

Als Güter der hochwertigen Technologie werden diejenigen FuE-intensiven Güter bezeichnet, bei deren Herstellung jahresdurchschnittlich mehr als 3 Prozent, aber nicht mehr als 9 Prozent des Umsatzes für Forschung und Entwicklung ausgegeben werden.

#### **Innovation in der Hochschullehre**

Die Verwaltungsvereinbarung „Innovation in der Hochschullehre“ von Bund und Ländern zielt darauf ab, die Hochschulen bei der qualitätsorientierten Weiterentwicklung von Studium und Lehre zu unterstützen. Die Verwaltungsvereinbarung wurde auf Grundlage des Art. 91b Abs. 1 GG auf unbestimmte Zeit geschlossen und löst ab 2021 den Qualitätspakt Lehre ab. Zur Umsetzung der in der Verwaltungsvereinbarung genannten Ziele werden Bund und Länder eine rechtlich unselbstständige Organisationseinheit finanzieren.

#### **Innovationsausgaben**

Innovationsausgaben umfassen sämtliche FuE-Ausgaben (interne plus externe) sowie weitere interne und externe Ausgaben, die zur Umsetzung von Innovationsvorhaben erforderlich sind. Hierzu gehören beispielsweise konzeptionelle Arbeiten, Produktionsvorbereitung, Marktforschung und Marketingkonzepte, Weiterbildung sowie der Erwerb von Sachanlagen für Innovationen.

#### **Innovationsintensität**

Die Innovationsintensität beschreibt die Innovationsausgaben relativ zum Umsatz der Unternehmen in einem entsprechenden Jahr.

#### **Innovationssystem**

Ein Innovationssystem ist ein Netzwerk von Institutionen im öffentlichen und privaten Sektor, deren Aktivitäten und Wechselwirkungen neue Technologien initiieren, modifizieren und unterbreiten. Dabei hängen die Geschwindigkeit des technischen Wandels in den verschiedenen Ländern und die Effektivität der Unternehmen im weltwirtschaftlichen Wettbewerb nicht nur vom Ausmaß der FuE und anderer technischer Aktivitäten ab, sondern werden auch von der Art und Weise beeinflusst, mit der die verfügbaren Ressourcen sowohl durch die Unternehmen selbst als auch auf nationaler Ebene gemanagt und organisiert werden (Freeman 1987).

#### **Innovatorenquote**

Die Innovatorenquote bemisst den Anteil der Unternehmen an allen Unternehmen, die im zurückliegenden Dreijahreszeitraum zumindest eine Produktinnovation (d. h. neues oder merklich verbessertes Produkt) oder eine Prozessinnovation (d. h. neuer oder merklich verbesserter Prozess) eingeführt hat.

#### **Internet der Dinge**

Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in Alltagsgegenständen hat die Verbindung von realer und virtueller Welt hergestellt. Diese Vernetzung von Geräten mit Menschen wird als das Internet der Dinge (englisch: Internet of Things – IoT) oder auch Internet der Dinge und Dienste bezeichnet. Beispiele sind eingebettete Computersysteme, die in Kleidungsstücken die Vitalfunktionen des Tragenden überwachen, aufgedruckte Chipcodes, die die Paketverfolgung über das Internet erlauben, und Kühlschränke, die autonom die Nachbestellung von Nahrungsmitteln bei sinkendem Vorratsbestand regeln.

#### **Körperschaftsteuergesetz**

Das Körperschaftsteuergesetz ist das Gesetz zur Einkommensbesteuerung juristischer Personen, das u. a. die Steuerpflicht, die Ermittlung des Einkommens sowie den Steuertarif beinhaltet. Juristische Personen sind dabei Personenvereinigungen, die laut Gesetz rechtsfähig und selbst Träger von Rechten und Pflichten sind, jedoch keine natürlichen Personen.

#### **Later Stage**

Later Stage beschreibt die Finanzierung der Ausweitung der Geschäftstätigkeit eines jungen Unternehmens, dessen Produkt marktreif ist und das bereits Umsätze erzielt.

#### **Pakt für Forschung und Innovation**

Der Pakt für Forschung und Innovation (PFI) regelt die Finanzierungszuwächse der fünf außeruniversitären Wissenschaftsorganisationen durch den Bund und die Länder. Im Gegenzug verpflichten sich die außeruniversitären Wissenschaftsorganisationen, ausgewählte forschungspolitische Ziele umzusetzen. Der derzeit gültige, dritte PFI wird ab 2021 durch den PFI IV abgelöst. Dieser läuft bis zum Jahr 2030.

#### **Patentfamilie**

Eine Patentfamilie bezeichnet eine Gruppe von Patenten oder Patentanmeldungen, die direkt oder indirekt durch eine gemeinsame Priorität miteinander verbunden sind, mindestens eine gemeinsame Priorität

haben oder genau dieselbe Priorität oder Kombination von Prioritäten aufweisen.

#### **PCT-Anmeldung**

1970 wurde mit Abschluss des Patent Cooperation Treaty (PCT) unter dem Dach der 1969 gegründeten World Intellectual Property Organization (WIPO) das Verfahren zur Anmeldung internationaler Patentansprüche vereinfacht. Erfinder aus PCT-Staaten können – anstelle mehrerer getrennter nationaler oder regionaler Anmeldungen – bei der WIPO oder einem anderen zugelassenen Amt eine einzige Voranmeldung einreichen und haben so die Möglichkeit, einen Schutz in allen 148 Vertragsstaaten zu erhalten. Als Prioritätsdatum wird der Zeitpunkt der Einreichung bei der WIPO gewertet. Die endgültige Entscheidung, in welchen Ländern ein Schutz erlangt werden soll, muss nach 30 Monaten (bzw. an einzelnen Ämtern wie dem EPA nach 31 Monaten) getroffen werden. Für die Patenterteilung im eigentlichen Sinne sind jedoch weiterhin die nationalen oder regionalen Patentämter zuständig.

#### **Qualitätspakt Lehre**

Das „Programm für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre“ (Qualitätspakt Lehre) ist eine Vereinbarung zwischen Bund und Ländern, deren Ziel es ist, die Personalausstattung der Hochschulen für Lehre, Betreuung und Beratung zu verbessern bzw. das vorhandene Personal weiter zu qualifizieren. Der Qualitätspakt Lehre läuft zum Ende des Jahres 2020 aus. Es folgt die Verwaltungsvereinbarung „Innovation in der Hochschullehre“ (vgl. dort).

#### **Raumordnungsregionen**

Raumordnungsregionen (ROR) stellen das Beobachtungs- und Analyse-Raster der Bundesraumordnung dar. Sie decken sich weitgehend mit den Oberbereichen der Länder; daher sind sie auch fast deckungsgleich mit deren Planungsregionen. Im Prinzip werden damit ein ökonomisches Zentrum und sein Umland beschrieben, wobei insbesondere Pendlerverflechtungen herangezogen werden.

#### **RCA-Index**

Der RCA-Index (Revealed Comparative Advantage) beschreibt die Relation von Aus- und Einfuhren bei einer Gütergruppe im Verhältnis zur gesamtwirtschaftlichen Relation von Aus- und Einfuhren. Für die mathematische Darstellung wird dieses Verhältnis logarithmiert und mit dem Faktor 100 multipliziert.

#### **Recht an geistigem Eigentum**

Geistiges Eigentum bezeichnet Rechte an immateriellen Gütern wie Ideen, Konzepten oder Erfindungen. Diese Güter sind rechtlich geschützt, wenn die Rechtsordnung z. B. durch Patente oder Urheberrechte entsprechende Rechte zuweist. Inhaberin bzw. Inhaber eines solchen Rechts ist z. B. die Anmelderin bzw. der Anmelder eines Patents oder die Schöpferin bzw. der Schöpfer eines urheberrechtlichen Werks.

#### **Schließungsrate**

Den Anteil stillgelegter Unternehmen an der Zahl der im Jahresdurchschnitt in einem Land aktiven Unternehmen (Unternehmensbestand) bezeichnet man als Schließungsrate.

#### **Solidarpakt II**

Mit dem Solidarpakt II stellte der Bund den neuen Ländern und Berlin im Zeitraum 2005 bis 2019 insgesamt 156 Milliarden Euro zur Verfügung. Er bestand aus zwei Teilen – Korb I und Korb II. Korb I umfasste Sonderbedarfs-Bundesergänzungszuweisungen (SoBEZ) nach dem Finanzausgleichsgesetz in Höhe von rund 105 Milliarden Euro, die dazu dienten, teilungsbedingte Rückstände bei der Infrastruktur zu überwinden und die vergleichsweise schwache kommunale Finanzkraft auszugleichen. Korb II beinhaltete rund 51 Milliarden Euro sogenannte überproportionale Mittel, die in sieben vorab definierte Politikfelder flossen. Hierzu gehörten die Politikfelder „Wirtschaft“, „Innovation, FuE, Bildung“, „Verkehr“, „Wohnungs- und Städtebau“, „EU-Strukturfonds“, „Altlasten- und Standortsanierung“ und „Sport“. Nach dem Auslaufen des Solidarpakts II fördert der Bund seit Beginn des Jahres 2020 strukturschwache Regionen im Rahmen eines gesamtdeutschen Fördersystems für strukturschwache Regionen (vgl. dort).

#### **Soziale Innovationen**

Veränderungen in der Nutzung der Technologien sowie Veränderungen von Lebensstilen, Geschäfts- und Finanzierungsmodellen, Arbeitsweisen oder Organisationsformen werden als soziale Innovationen bezeichnet und umfassen grundsätzlich Veränderungen sozialer Praktiken. Soziale Innovationen können sowohl komplementär zu als auch eine Folge von einer technologischen Innovation sein oder aber völlig unabhängig davon.

#### **Spitzentechnologie**

Als Güter der Spitzentechnologie werden diejenigen FuE-intensiven Güter bezeichnet, bei deren Herstellung jahresdurchschnittlich mehr als 9 Prozent des

Umsatzes für Forschung und Entwicklung aufgewendet werden.

#### **Sprunginnovationen**

Sprunginnovationen sind Neuerungen, die in Märkten, Organisationen und Gesellschaften weitreichenden Wandel nach sich ziehen und große Wertschöpfungspotenziale eröffnen.

#### **Start-ups**

Start-ups sind neu gegründete Unternehmen mit einer innovativen Geschäftsidee.

#### **Studienanfängerquote**

Dieser Wert meint den Anteil der Studienanfängerinnen und -anfänger im ersten Hochschulsesemester (Studierende im Erststudium) an der Bevölkerung des entsprechenden Alters. Die Kennziffer veranschaulicht den Wandel der relativen Bildungsbeteiligung im Hochschulbereich. Die Studienanfängerquote wird berechnet als Zahl der Studienanfängerinnen und -anfänger eines Altersjahrgangs, dividiert durch die Bevölkerung in diesem Altersjahrgang, mit anschließender Aufsummierung der Anteilswerte.

#### **Studienberechtigtenquote**

Dieser Wert bemisst den Anteil der Studienberechtigten eines Jahres, bezogen auf die Bevölkerung im Alter von 18 bis einschließlich 20 Jahren. Als Bevölkerungszahl in dieser Altersgruppe wird der Durchschnitt der letzten drei Jahrgänge zugrunde gelegt.

#### **Totale Faktorproduktivität**

Die Totale Faktorproduktivität gibt an, welcher Teil des Wirtschaftswachstums nicht auf der Steigerung der Produktionsfaktoren wie Arbeit und Kapital basiert. Dieses Residuum wird gewöhnlich dem technologischen Fortschritt oder Effizienzsteigerungen zugeordnet.

#### **Transnationale Patentanmeldungen**

Transnationale Patentanmeldungen sind Anmeldungen in Patentfamilien mit mindestens einer Anmeldung bei der World Intellectual Property Organization (WIPO) über das PCT-Verfahren oder einer Anmeldung am Europäischen Patentamt. Für die exportorientierte deutsche Wirtschaft sind solche Patente von besonderer Bedeutung, weil sie den Schutz der Erfindung auch jenseits des Heimatmarktes betreffen.

#### **Triade-Länder**

Triade-Länder sind die drei zur Zeit der Einführung des Begriffes Anfang der 1990er Jahre stärksten Wirtschaftsregionen der Welt, also die Nordamerikanische

Freihandelszone (NAFTA), die EU sowie das industrialisierte Ostasien (Hongkong, Japan, Singapur, Südkorea und Taiwan).

#### **Triade-Patentanmeldungen**

Triade-Patentanmeldungen sind Patentanmeldungen, die sowohl am US-amerikanischen als auch am Europäischen und am Japanischen Patentamt angemeldet werden. Sie gelten als Indiz für Expansionsabsichten auf innovativen Märkten.

#### **Vollzeitäquivalent**

Vollzeitäquivalente entsprechen der Zahl der auf Vollzeitstellen umgerechneten Beschäftigungsverhältnisse.

#### **Wagniskapital**

Unter Wagnis- oder Risikokapital, auch Venture Capital genannt, versteht man das Startkapital für Existenzgründende und junge Unternehmen. Dazu zählen auch Mittel, die zur Stärkung der Eigenkapitalbasis kleinerer und mittlerer Unternehmen eingesetzt werden, damit diese expandieren und innovative, teilweise mit hohem Risiko behaftete Projekte realisieren können. Für die Kapitalgebenden ist die Investition von Wagniskapital ebenfalls mit hohem Risiko behaftet, daher der Begriff Risikokapital. Beteiligungskapital in Form von Wagniskapital wird oftmals von speziellen Risikokapitalgesellschaften (Kapitalbeteiligungsgesellschaften) zur Verfügung gestellt. Man unterscheidet die Phasen Seed, Start-up und Later stage.

#### **Wertschöpfung**

Wertschöpfung ist die Summe aller in einer Periode entstandenen Faktoreinkommen (Löhne, Gehälter, Zinsen, Mieten, Pachten, Vertriebsgewinne) der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und entspricht dem Volkseinkommen (Sozialprodukt). Im betrieblichen Sinne beinhaltet Wertschöpfung den Produktionswert je Periode abzüglich der in dieser Periode von anderen Unternehmen empfangenen Vorleistungen.

#### **Wissensintensive Dienstleistungen**

Wissensintensive Dienstleistungen zeichnen sich im Wesentlichen dadurch aus, dass der Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss überdurchschnittlich ist.

#### **Wissenswirtschaft**

Die Wissenswirtschaft umfasst die FuE-intensiven Industrien (vgl. dort) und die wissensintensiven Dienstleistungen (vgl. dort).

### **Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken**

Der „Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken“ ist eine Vereinbarung zwischen Bund und Ländern, die auf eine flächendeckend hohe Qualität von Studium und Lehre, gute Studienbedingungen in der Breite der deutschen Hochschullandschaft sowie den bedarfsgerechten Erhalt von Studienkapazitäten abzielt. Er wurde auf Basis des Art. 91b Abs. 1 GG unbefristet geschlossen. Der Zukunftsvertrag löst ab dem Jahr 2021 den Hochschulpakt 2025 (vgl. dort) ab.

# Wirtschaftszweige der FuE-intensiven Industrie und der wissensintensiven gewerblichen Dienstleistungen<sup>349</sup>

D 4

## FuE-intensive Industriezweige WZ 2008 (4-stellige Klassen)

- Spitzentechnologie**
- 20.20 Herstellung von Schädlingsbekämpfung-, Pflanzenschutz- und Desinfektionsmitteln
  - 21.10 Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen
  - 21.20 Herstellung von pharmazeutischen Spezialitäten und sonstigen pharmazeutischen Erzeugnissen
  - 25.40 Herstellung von Waffen und Munition
  - 26.11 Herstellung von elektronischen Bauelementen
  - 26.20 Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten
  - 26.30 Herstellung von Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik
  - 26.51 Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- und ähnlichen Instrumenten und Vorrichtungen
  - 26.60 Herstellung von Bestrahlungs- und Elektrotherapiegeräten und elektromedizinischen Geräten
  - 26.70 Herstellung von optischen und fotografischen Instrumenten und Geräten
  - 29.31 Herstellung von elektrischen und elektronischen Ausrüstungsgegenständen für Kraftwagen
  - 30.30 Luft- und Raumfahrzeugbau
  - 30.40 Herstellung von militärischen Kampffahrzeugen
- Hochwertige Technologie**
- 20.13 Herstellung von sonstigen anorganischen Grundstoffen und Chemikalien
  - 20.14 Herstellung von sonstigen organischen Grundstoffen und Chemikalien
  - 20.52 Herstellung von Klebstoffen
  - 20.53 Herstellung von etherischen Ölen
  - 20.59 Herstellung von sonstigen chemischen Erzeugnissen anderweitig nicht genannt
  - 22.11 Herstellung und Runderneuerung von Bereifungen
  - 22.19 Herstellung von sonstigen Gummiwaren
  - 23.19 Herstellung, Veredlung und Bearbeitung von sonstigem Glas einschließlich technischer Glaswaren
  - 26.12 Herstellung von bestückten Leiterplatten
  - 26.40 Herstellung von Geräten der Unterhaltungselektronik
  - 27.11 Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren
  - 27.20 Herstellung von Batterien und Akkumulatoren
  - 27.40 Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten
  - 27.51 Herstellung von elektrischen Haushaltsgeräten
  - 27.90 Herstellung von sonstigen elektrischen Ausrüstungen und Geräten anderweitig nicht genannt
  - 28.11 Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge)
  - 28.12 Herstellung von hydraulischen und pneumatischen Komponenten und Systemen

- 28.13 Herstellung von Pumpen und Kompressoren anderweitig nicht genannt
- 28.15 Herstellung von Lagern, Getrieben, Zahnrädern und Antriebsselementen
- 28.23 Herstellung von Büromaschinen (ohne Datenverarbeitungsgeräte und periphere Geräte)
- 28.24 Herstellung von handgeführten Werkzeugen mit Motorantrieb
- 28.29 Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen anderweitig nicht genannt
- 28.30 Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
- 28.41 Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung
- 28.49 Herstellung von sonstigen Werkzeugmaschinen
- 28.93 Herstellung von Maschinen für die Nahrungs- und Genussmittelerzeugung und die Tabakverarbeitung
- 28.94 Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung und die Lederverarbeitung
- 28.95 Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung
- 28.99 Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige anderweitig nicht genannt
- 29.10 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
- 29.32 Herstellung von sonstigen Teilen und sonstigem Zubehör für Kraftwagen
- 30.20 Schienenfahrzeugbau
- 32.50 Herstellung von medizinischen und zahnmedizinischen Apparaten und Materialien

## Wissensintensive gewerbliche Dienstleistungen WZ 2008 (3-stellige Klassen)

- Wissensintensive Dienstleistungen**  
*Schwerpunkt Finanzen und Vermögen*
- 411 Erschließung von Grundstücken; Bauträger
  - 641 Zentralbanken und Kreditinstitute
  - 642 Beteiligungsgesellschaften
  - 643 Treuhand- und sonstige Fonds und ähnliche Finanzinstitutionen
  - 649 Sonstige Finanzierungsinstitutionen
  - 651 Versicherungen
  - 652 Rückversicherungen
  - 653 Pensionskassen und Pensionsfonds
  - 661 Mit Finanzdienstleistungen verbundene Tätigkeiten
  - 663 Fondsmanagement
  - 681 Kauf und Verkauf von eigenen Grundstücken, Gebäuden und Wohnungen
  - 683 Vermittlung und Verwaltung von Grundstücken, Gebäuden und Wohnungen für Dritte
  - 774 Leasing von nichtfinanziellen immateriellen Vermögensgegenständen

<i>Schwerpunkt Kommunikation</i>	
611	Leitungsgebundene Telekommunikation
612	Drahtlose Telekommunikation
613	Satellitentelekommunikation
619	Sonstige Telekommunikation
620	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie
631	Datenverarbeitung, Hosting und damit verbundene Tätigkeiten; Webportale
639	Erbringung von sonstigen Informationsdienstleistungen Schwerpunkt technische Beratung und Forschung
711	Architektur- und Ingenieurbüros
712	Technische, physikalische und chemische Untersuchung
721	Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin
749	Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten, anderweitig nicht genannt
<i>Schwerpunkt nichttechnische Beratung und Forschung</i>	
691	Rechtsberatung
692	Wirtschaftsprüfung und Steuerberatung; Buchführung
701	Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben
702	Public-Relations- und Unternehmensberatung
722	Forschung und Entwicklung im Bereich Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie im Bereich Sprach-, Kultur- und Kunstwissenschaften
731	Werbung
732	Markt- und Meinungsforschung
821	Sekretariats- und Schreibdienste, Copy-Shops
<i>Schwerpunkt Medien und Kultur</i>	
581	Verlegen von Büchern und Zeitschriften; sonstiges Verlagswesen
582	Verlegen von Software
591	Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen und Fernsehprogrammen; Kinos
592	Tonstudios; Herstellung von Hörfunkbeiträgen; Verlegen von bespielten Tonträgern und Musikalien
601	Hörfunkveranstalter
602	Fernsehveranstalter
741	Ateliers für Textil-, Schmuck-, Grafik- und ähnliches Design
743	Übersetzen und Dolmetschen
823	Messe-, Ausstellungs- und Kongressveranstalter
900	Kreative, künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten
910	Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten
<i>Schwerpunkt Gesundheit</i>	
750	Veterinärwesen
861	Krankenhäuser
862	Arzt- und Zahnarztpraxen
869	Gesundheitswesen, anderweitig nicht genannt

# Aktuelle Studien zum deutschen Innovationssystem

Im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation werden regelmäßig Studien zu innovationspolitisch relevanten Themen erarbeitet. Sie sind im Rahmen der Reihe „Studien zum deutschen Innovationssystem“ über die Homepage der EFI ([www.e-fi.de](http://www.e-fi.de)) zugänglich. Die Ergebnisse fließen in das Gutachten der Expertenkommission ein.

## 1-2020

Gehrke, B.; Kerst, C.; Weilage, I. (2020): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2020. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 2-2020

Gehrke, B.; Schasse, U.; Belitz, H.; Eckl, V.; Stenke, G. (2020): Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft – Deutschland im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 3-2020

Bersch, J.; Berger, M.; Egel, J. (2020): Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2018, Gründungen und Schließungen von Unternehmen, Gründungsdynamik in den Bundesländern, Internationaler Vergleich, Wagniskapital-Investitionen in Deutschland und im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 4-2020

Neuhäusler, P.; Rothengatter, O. (2020): Patent Applications – Structures, Trends and Recent Developments 2019. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 5-2020

Stephen, D.; Stahlschmidt, S.; Hinze, S. (2020): Performance and Structures of the German Science System 2020. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 6-2020

Gehrke, B.; Schiersch, A. (2020): FuE-intensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 7-2020

Rammer, C.; Gottschalk, S.; Trunschke, M. (2020): Innovationstätigkeit der Unternehmen in Ostdeutschland seit der Wiedervereinigung. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 8-2020

Dürr, N.; Rammer, C.; Böing, P. (2020): Direktinvestitionen zwischen Deutschland und China aus einer innovationspolitischen Sicht. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 9-2020

Heinrichs, G.; Shen, X.; Dierkes, N.; Döring, Z.; Lange, C.; Löffler, I.; Münchenhagen, J.; Rohde, O.; Sattler, J.; Zhan, S.; Wignjosaputro, A. (2020): Vergleich der Innovationssysteme China und Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## 10-2020

Ihle, D.; Meurer, P.; Stolz, C. (2020): Entwicklung des Innovationsstandortes Ostdeutschland: Eine Analyse der FuE- und Patentaktivitäten, der Gründungen sowie der F&I-Förderung. Studien zum deutschen Innovationssystem. Berlin: EFI.

## D6 Literatur- verzeichnis

### A

Alecke, B.; Otto, A.; Untiedt, G. (2010): FuE und Innovationen in Ostdeutschland: Strukturelle Unterschiede bestimmen den Rückstand. Informationen zur Raumentwicklung. 10/11. S. 759–771.

Asghari, H.; van Eeten, M.; Bauer, J. (2016): Economics of cybersecurity. In: Bauer, J.; Latzer, M.: Handbook on the Economics of the Internet: Edward Elgar Publishing.

### B

BA – Bundesagentur für Arbeit (2019): Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt – IT-Fachleute. Nürnberg: BA.

BAFA – Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2019): Handbuch Exportkontrolle und Academia. Berlin: BAFA.

BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (2019): Anhörung Ausschuss für Wirtschaft und Energie des Bundestags zum Umgang mit Auslandsinvestitionen. Stellungnahme. Berlin: BDI.

Belitz, H.; Gornig, M.; Schiersch, A. (2019): Produktivitätsentwicklung in Deutschland. Regionale und sektorale Heterogenität. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

Bersch, J. (2019): Gründungstätigkeit wieder rückläufig. Junge Unternehmen. 8. Mannheim: ZEW.

Bersch, J.; Berger, M.; Egel, J. (2020): Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2018. Gründungen und Schließungen von Unternehmen, Gründungsdynamik in den Bundesländern, Internationaler Vergleich, Wagniskapital-Investitionen in Deutschland und im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 3-2020. Berlin: EFI.

Bersch, J.; Gottschalk, S. (2019): Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2017, Gründungen und Schließungen von Unternehmen, Gründungsdyna-

mik in den Bundesländern, Internationaler Vergleich, Wagniskapital-Investitionen in Deutschland und im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 3-2019. Berlin: EFI.

BfV – Bundesamt für Verfassungsschutz (2016): Studierende, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Visier chinesischer Geheimdienste. Köln: BfV.

BIGS – Brandenburgisches Institut für Gesellschaft und Sicherheit (2017): Cyberversicherungen als Beitrag zum IT-Risikomanagement. Eine Analyse der Märkte für Cyberversicherungen in Deutschland, der Schweiz, den USA und Großbritannien. Potsdam: BIGS.

Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (2018): Spionage, Sabotage und Datendiebstahl – Wirtschaftsschutz im digitalen Zeitalter. Studienbericht 2018. Berlin: Bitkom.

Blind, K. (2002): Normen als Indikatoren für die Diffusion neuer Technologien. Endbericht für das BMBF. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

BluSpecs Innovation SL; CIVITTA UAB; Universidad Politécnica de Cartagena (2019): Digital Skills. New Professions, New Educational Methods, New Jobs. Luxemburg.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2005): Das BMBF-Förderprogramm InnoRegio – Ergebnisse der Begleitforschung. Berlin: BMBF.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2015): China-Strategie des BMBF 2015-2020. Strategischer Rahmen für die Zusammenarbeit mit China in Forschung, Wissenschaft und Bildung. Bonn: BMBF.

BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019): Sachstand künstliche Intelligenz. Berlin/Bonn: BMBF.

BMBF, Senatskanzlei Berlin, TUB – Bundesministerium für Bildung und Forschung; Senatskanzlei Berlin; Technische Universität Berlin (2020): Millionenförderung von Bund und Land für KI-Leuchtturm in Berlin. Berlin Institute for the Foundation of Learning and Data (BIFOLD) bündelt KI-Expertise in der Hauptstadt. Pressemitteilung vom 15. Januar 2020.

BMI – Bundesministerium des Innern (2016): Verordnung zur Bestimmung kritischer Infrastrukturen nach dem BSI-Gesetz (BSI-Kritisverordnung – BSI-KritisV). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil 1 Nr. 20: BMI.

BMI – Bundesministerium des Innern (2017): Erste Verordnung zur Änderung der BSI-Kritisverordnung. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil 1 Nr. 40: BMI.

BMI – Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2018): Verfassungsschutzbericht 2018. Berlin: BMI.

BMI – Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2019): Unser Plan für Deutschland – Gleichwertige Lebensverhältnisse überall – Schlussfolgerungen von Bundesminister Horst Seehofer als Vorsitzendem sowie Bundesministerin Julia Klöckner und Bundesministerin Dr. Franziska Giffey als Co-Vorsitzenden zur Arbeit der Kommission „Gleichwertige Lebensverhältnisse“. Berlin: BMI.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Berlin: BMU.

BMVg – Bundesministerium der Verteidigung: Kabinett beschließt Agentur für Cybersicherheit. Pressemitteilung vom 29. August 2018.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019a): Förderrichtlinie Innovationsprogramm für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen (IGP). Berlin: BMWi.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019b): Industriestrategie 2030. Leitlinien für eine deutsche und europäische Industriepolitik. Berlin: BMWi.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019c): Innovationswettbewerb „Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme“. Förderaufruf auf Grundlage des Förderrahmens „Entwicklung digitaler Technologien“. Berlin: BMWi.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019d): Jahresbericht der Bundesregierung zum Stand der Deutschen Einheit 2019. Berlin: BMWi.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2019e): Gewinner des KI-Innovationswettbewerbs stehen fest. Pressemitteilung vom 19. September 2019.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020a): Das gesamtdeutsche Fördersystem für strukturschwache Regionen. Berlin: BMWi.

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020b): Koordinierungsrahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ ab 1. Januar 2020. Berlin: BMWi.

BMWi; BMBF – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019): Das Projekt GAIA-X. Eine vernetzte Dateninfrastruktur

als Wiege eines vitalen, europäischen Ökosystems. Berlin: BMWi; BMBF.

BMWi; BMF – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Bundesministerium der Finanzen (2019): Blockchain-Strategie der Bundesregierung. Wir stellen die Weichen für die Token-Ökonomie. Berlin: BMWi; BMF.

BMWi; Die Bundesregierung – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; Die Bundesregierung (2019): Ein Jahr Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Pressemitteilung vom 15. November 2019.

Boeing, P.; Mueller, E. (2019): Measuring China's Patent Quality: Development and Validation of ISR Indices. Discussion Paper. Mannheim/Beijing: ZEW.

Braun, G.; Gura, T.; Henn, S.; Lang, T.; Schürmann, C.; Voß, K.; Warszycki, P. (2013): Atlas der Industrialisierung der neuen Bundesländer. Rostock: HIE-RO.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2012): Cyber-Bedrohungen – ein Einstieg. BSI-Veröffentlichungen zur Cyber-Sicherheit. Bonn: BSI.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2019a): Cyber-Sicherheits-Umfrage –Cyber-Risiken & Schutzmaßnahmen in Unternehmen. Betrachtungszeitraum 2018. Bonn: BSI.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2019b): Die Lage der IT-Sicherheit in Deutschland 2019. Bonn: BSI.

BSI – Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2019c): Industrial Control System Security. Top 10 Bedrohungen und Gegenmaßnahmen. BSI-CS 005 Version 1.30. Bonn: BSI.

Bundesanzeiger (2019a): Bekanntmachung zum Förderrahmen „Entwicklung digitaler Technologien“ 2019 bis 2022. BANz AT 17.01.2019 B1.

Bundesanzeiger (2019b): Gesetz zur steuerlichen Förderung von Forschung und Entwicklung. Bundesgesetzblatt 2019 Teil I Nr. 51.

Bundesanzeiger (2019c): Richtlinie zur Förderung von regionalen Innovationsnetzwerken: „Zukunftcluster-Initiative“. BANz AT 14.08.2019 B2.

Bundesnetzagentur (2019): Katalog von Sicherheitsanforderungen für das Betreiben von Telekommunikations- und Datenverarbeitungssystemen sowie für die Verarbeitung personenbezogener Daten nach § 109 Telekommunikationsgesetz (TKG). Version 2.0.

## C

Conlé, M.; Frietsch, R.; Karpenstein, A.; Neuhäusler, P.; Schüler-Zhou, Y.; Schüller, M.; Wiczorek, I. (2018): Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) mit Schwerpunkt China. Bonn: DLR-Projektträger; ISI; GIGA; DAAD.

## D

DAAD – Deutscher Akademischer Austauschdienst (2019): Daten & Analysen zum Hochschul- und Wissenschaftsstandort 2019. Bonn: DAAD.

DCPI – Deutsch-Chinesische Plattform Innovation (2018): Policy Briefs 2018 der deutschen Expertengruppe. Würzburg: DCPI.

Deloitte (2018): European Cyber Defense. Teil 2: Cybersicherheit in Europa 2030. München: Deloitte.

Deutsche Bundesbank (2005): Statistik über die Struktur und die Tätigkeit von Auslandsunternehmen (FATS). Frankfurt am Main: Deutsche Bundesbank.

Deutsche Bundesbank (2019): Direktinvestitionen lt. Zahlungsbilanzstatistik. Für den Berichtszeitraum 2015 bis 2018.

Deutscher Bundestag (2017): Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2016/1148 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2016 über Maßnahmen zur Gewährleistung eines hohen gemeinsamen Sicherheitsniveaus von Netz- und Informationssystemen in der Union. NIS-Umsetzungsgesetz.

Deutscher Bundestag (2019a): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Joana Cotar, Uwe Schulz und der Fraktion der AfD – Drucksache 19/15042 – Gründung der Agentur für Innovation in der Cybersicherheit (Cyberagentur) der Bundesministerien des Innern, für Bau und Heimat und der Verteidigung. Drucksache 19/15961.

Deutscher Bundestag (2019b): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Kai Gehring, Margarete Bause, Jürgen Trittin, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 19/11403 – Wissenschaftsfreiheit als Grundlage der akademischen Zusammenarbeit mit China. Drucksache 19/11839.

Deutscher Bundestag (2019c): Beschlussempfehlung des Vermittlungsausschusses zu dem Gesetz zur Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 im Steuerrecht. Drucksache 19/16060.

Deutscher Bundestag (2019d): Entwurf eines Gesetzes zur steuerlichen Förderung von

Forschung und Entwicklung (Forschungszulagengesetz – FZulG). Drucksache 19/10940.

Deutscher Bundestag (2019e): Für ein innovationsfreundliches Steuersystem – Steuerliche Forschungs- und Entwicklungsförderung einführen. Beschlussempfehlung und Bericht des Finanzausschusses. Drucksache 19/14875.

Deutscher Bundestag (2019f): Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen. Drucksache 19/13398.

DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft (2019a): Pakt für Forschung und Innovation. Monitoring-Bericht 2019. Berlin: DFG.

DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft (2019b): Künstliche Intelligenz: DFG beschließt strategische Förderinitiative. Pressemitteilung vom 7. Oktober 2019.

d'Hooghe, I.; Montulet, A.; Wolff, M. de; Pieke, F.N. (2018): Assessing Europe-China Collaboration in Higher Education and Research. Leiden: Leiden AsiaCentre.

Die Bundesregierung (2018a): Forschung und Innovation für die Menschen – Die Hightech-Strategie 2025. Berlin: Die Bundesregierung.

Die Bundesregierung (2018b): Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Berlin/Bonn: Die Bundesregierung.

Die Bundesregierung (2018c): Zwölfte Verordnung zur Änderung der Außenwirtschaftsverordnung. Verordnung der Bundesregierung. Berlin: Die Bundesregierung.

Die Bundesregierung (2019): Zwischenbericht ein Jahr KI-Strategie.

Dr. Thielbeer Consulting (2015): Evaluierung der Förderinitiative „Zentren für Innovationskompetenz (ZIK) in den Neuen Ländern, Exzellenz schaffen – Talente sichern“ (Teilbereich: ZIK der zweiten Auswahlrunde). Abschlussbericht – Kurzfassung. Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Hamburg: Dr. Thielbeer Consulting.

Dürr, N.; Böing, P.; Rammer, C. (2020): Direktinvestitionen zwischen Deutschland und China aus einer innovationspolitischen Sicht. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 8-2020. Berlin: EFI.

## E

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (2008): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit 2008. Berlin: EFI.

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (2010): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2010. Berlin: EFI.

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (2017): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2017. Berlin: EFI.

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (2018): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2018. Berlin: EFI.

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

Ernst & Young (2019): Chinesische Unternehmenskäufe und -beteiligungen in Europa. Eine Analyse von M&A-Deals 2006–2019. Düsseldorf: Ernst & Young.

Europäische Kommission (2017): Vorschlag für eine Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Rahmens für die Überprüfung ausländischer Direktinvestitionen in der Europäischen Union. Brüssel: Europäische Kommission.

Europäisches Parlament (2018): Stand der Beziehungen zwischen der EU und China. Entschließung des Europäischen Parlaments vom 12. September 2018 zu dem Stand der Beziehungen zwischen der EU und China (2017/2274(INI)). Brüssel: Europäisches Parlament.

European Commission (2018): Report on the Protection and Enforcement of Intellectual Property Rights in Third Countries. Commission Staff Working Document. Brüssel: European Commission.

European Commission (2019a): China – Challenges and Prospects from an Industrial and Innovation Powerhouse. Luxemburg: European Commission.

European Commission (2019b): Commission Recommendation of 26.03.2019. Cybersecurity of 5G networks.

European Commission (2019c): Screening of Foreign Direct Investment. An EU Framework. Brüssel: European Commission.

European Commission (2019d): The EU Cybersecurity Act at a Glance. Brüssel.

Eurostat – European Statistical Office (2019): Erste Schätzungen der Ausgaben für Forschung & Entwicklung – Leichter Anstieg der FuE-Ausgaben in der EU im Jahr 2017 auf 2,07% des BIP. Pressemitteilung vom 10. November 2019.

## F

Felbermayr, G.; Goldbeck, M.; Sandkamp, A. (2019): Chinas ausländische Direktinvestitionen: Ein Überblick. Kiel Policy Brief. 123. Kiel: IfW.

Frank, A.; Schröder, E. (2018): Gründungsradar 2018. Wie Hochschulen Unternehmensgründungen fördern. Essen: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V.

Fraunhofer IMW – Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie (2016): Evaluation der Fördermaßnahme – Forschung für den Markt im Team (ForMaT). Berlin: Fraunhofer IMW.

Fuest, C.; Hugger, F.; Sultan, S.; Xing, J. (2019a): Chinese Acquisitions Abroad: Are they Different? München: CESifo.

Fuest, C.; Hugger, F.; Sultan, S.; Xing, J. (2019b): What Drives Chinese Overseas M&A Investment? Evidence from Micro Data. EconPol Working Paper. 33(3).

## G

Gehrke, B.; Frietsch, R.; Neuhäusler, P.; Rammer, C. (2013): Neuabgrenzung forschungsintensiver Industrien und Güter – NIW/ISI/ZEW-Listen 2012. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 8-2013. Berlin: EFI.

Gehrke, B.; Kerst, C.; Weilage, I. (2020a): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2020. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 1-2020. Berlin: EFI.

Gehrke, B.; Schasse, U.; Belitz, H.; Eckl, V.; Stenke, G. (2020b): Forschung und Entwicklung in Staat und Wirtschaft – Deutschland im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 2-2020. Berlin: EFI.

Gehrke, B.; Schiersch, A. (2020): FuE-intensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen im internationalen Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 6-2020. Berlin: EFI.

Gorynia-Pfeffer, N.; Möller, W. (2012): Wirtschaftliche Wirksamkeit der Förderprogramme. Programm Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen (PRO INNO). Förderung von Forschung und Entwicklung bei Wachstumsträgern in benachteiligten Regionen: Innovative – Wachstumsträger (INNO-WATT). Fokus: PRO INNO in 2008 abgeschlossene FuE-Projekte. Fokus: INNO-WATT in 2008 abgeschlossene FuE-Projekte. Eschborn: RKW.

Gropp, R.; Heimpold, G. (2019): Ostdeutschland 30 Jahre nach dem Mauerfall. Erreichtes und wirtschaftspolitischer Handlungsbedarf. Wirtschaftsdienst. 99(7). S. 471–476.

Gu, S.; Schwaag Serger, S.; Lundvall, B.-Å. (2016): China's Innovation System. Ten Years on. Innovation. 18(4). S. 441–448.

Günther, J.; Nulsch, N.; Lang, C.; Schwartz, M.; Hornych, C.; Rammer, C.; Hud, M.; Schliessler, P. (2012): Evaluierung des BMWi-Programms „FuE-Förderung gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen Ostdeutschlands – Innovationskompetenz Ost (INNO-KOM-Ost)“ einschließlich des Modellvorhabens Investitionszuschuss technische Infrastruktur. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Halle (Saale): IWH.

Günther, J.; Nulsch, N.; Urban-Thielicke, D.; Wilde, K. (2010): 20 Jahre nach dem Mauerfall: Transformation und Erneuerung des ostdeutschen Innovationssystems. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 16-2010. Berlin: EFI.

## H

Hanemann, T.; Huotari, M.; Kratz, A. (2019): Chinese FDI in Europe: 2018 Trends and Impact of New Screening Policies. Berlin: Mercator Institute for China Studies; Rhodium Group.

Heinrichs, G.; Shen, X.; Dierkes, N.; Döring, Z.; Lange, C.; Löffler, I.; Münchenhagen, J.; Rohde, O.; Sattler, J.; Zhan, S.; Wignjosaputro, A. (2020): Vergleich der Innovationssysteme China und Deutschland. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 9-2020. Berlin: EFI.

Hildebrandt, J.; Pohl, S.; Butek, M.; Glunz, A. (2019): German Business in China 2019/20. Business Confidence Survey 2019/20. Peking, Berlin: KPMG; German Chamber of Commerce in China.

Hillebrand, A.; Niederprüm, A.; Schäfer, S.; Thiele, S.; Henseler-Unger, I. (2017): Aktuelle Lage der IT-Sicherheit in KMU. Bad Honnef: wik; BMWi.

Hryhorova, H.; Legler, B. (2019): Der IT-Sicherheitsmarkt in Deutschland. Zweite Aktualisierung der Studie zu der aktuellen Lage der IT-Sicherheitswirtschaft, ihrer Entwicklung und zukünftigen Potenzialen in Deutschland. Berlin/Darmstadt: WifOR GmbH.

## I

Ihle, D.; Meurer, P.; Stolz, C. (2020): Entwicklung des Innovationsstandortes Ostdeutschland: Eine Analyse der FuE- und Patentaktivitäten, der Gründungen sowie der F&I-Förderung. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 10-2020. Berlin: EFI.

ISO – International Organization for Standardization (2010): ISO's Consumer Focus. Annual Report 2009. Genf: ISO.

IWH – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle (2019): Vereintes Land – drei Jahrzehnte nach dem Mauerfall. Halle (Saale): IWH.

## J

Jungbluth, C. (2018): Kauft China systematisch Schlüsseltechnologien auf? Chinesische Firmenbeteiligungen in Deutschland im Kontext von „Made in China 2025“. GED Studie. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.

## K

Kaufmann, P.; Bittschi, B.; Depner, H.; Fischl, I.; Kaufmann, J.; Nindl, E.; Ruhland, S.; Sellner, R.; Struß, V.; Vollbort, T.; Wolff von der Sahl, J. (2019): Evaluation des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM). Richtlinie 2015. Endbericht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Berlin). Wien: KMU Forschung Austria.

Kleinhans, J.-P. (2015): IT-Sicherheitspolitik: Aktuelle Themen, Entwicklungen und Handlungsfelder.

KPMG (2019): e-Crime in der deutschen Wirtschaft 2019. Computerkriminalität im Blick. Berlin: KPMG.

Krumbein, F. (2019): China im Wettstreit mit den USA um globalen Einfluss. SWP-Aktuell. Nr. 27. Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik.

Kunze, F.; Windels, T.; Zenglein, M.J.; Holzmann, A.; Löchel, H.; Reinecke, A.; Schmerer, H.-J.; Emons, O.; Taube, M. (2018): „Made in China 2025“: Technologietransfer und Investitionen in ausländische Hochtechnologiefirmen – Chinas Weg zum Konkurrenten um die Zukunftstechnologien. ifo Schnelldienst. 71(14).

## L

Lejpras, A. (2014): How Innovative Are Spin-Offs at Later Stages of Development? Comparing Innovativeness of Established Research Spin-Offs and Otherwise Created Firms. Small Business Economics. 43(2). S. 327–351.

Lo, V.; Wolf, B.; Koschatzky, K.; Weiß, D. (2006): Evaluation des BMWi-Programms „Förderung von Forschung und Entwicklung bei Wachstumsträgern in benachteiligten Regionen“ (INNO-WATT). Endbericht. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

## M

Mair, S.; Strack, F.; Schaff, F. (2019): Partner und systematischer Wettbewerber – Wie gehen wir mit Chinas staatlich gelenkter Volkswirtschaft um? BDI-Grundsatzpapier China. Berlin: BDI.

McBride, J.; Chatzky, A. (2019): Is 'Made in China 2025' a Threat to Global Trade? New York: Council on Foreign Relations.

Metzger, G. (2019): KfW-Gründungsmonitor 2019. Gründungstätigkeit in Deutschland stabilisiert sich: Zwischenhalt oder Ende der Talfahrt? Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe.

Moore, T. (2010): The Economics of Cybersecurity. Principles and Policy Options. International Journal of Critical Infrastructure Protection. 3(3-4). S. 103–117.

Müller, B.; Bersch, J.; Niefert, M.; Rammer, C. (2013): Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2011, Gründungen und Schließungen von Unternehmen, Beschäftigungsbeitrag von Gründungen, Vergleich von Datenquellen mit Informationen zu Gründungen. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 4-2013. Berlin: EFI.

Müller, B.; Gottschalk, S.; Niefert, M.; Rammer, C. (2014): Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2012. Gründungen und Schließungen von Unternehmen, Gründungsdynamik in den Bundesländern, Internationaler Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 3-2014. Berlin: EFI.

## N

National Development and Reform Commission (2018): Special Administrative Measures (Negative List) for Foreign Investment Access in Pilot Free Trade Zones. Peking: National Development and Reform Commission.

Neuhäusler, P.; Rothengatter, O. (2020): Patent Applications – Structures, Trends and Recent Developments 2019. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 4-2020. Berlin: EFI.

## O

o.V. (2014a): Pakt für Forschung und Innovation – Fortschreibung 2016-2020.

o.V. (2014b): Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern gemäß Artikel 91b Abs. 1 Nr. 2 des Grundgesetzes über den Hochschulpakt 2020.

o.V. (2018): Agentur zur Förderung von Sprunginnovationen.

o.V. (2019a): Ausführungsvereinbarung zum GWK-Abkommen über die gemeinsame Förderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft – Ausführungsvereinbarung DFG (AV-DFG) – vom 27. Oktober 2008 (Bekanntmachung vom 25. November 2008, BAnz Nr. 18a vom 4. Februar 2009), zuletzt geändert durch Beschluss der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz vom 3. Mai 2019.

o.V. (2019b): Interessenbekundungsverfahren für die Ansiedlung einer Organisationseinheit „Innovation in der Hochschullehre“ – Frist 20.09.2019.

o.V. (2019c): Pakt für Forschung und Innovation IV in den Jahren 2021-2030.

o.V. (2019d): Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern gemäß Artikel 91b Absatz 1 des Grundgesetzes über den Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken.

o.V. (2019e): Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern gemäß Artikel 91b Absatz 1 des Grundgesetzes über Innovation in der Hochschullehre.

OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development (2008a): Glossary of Foreign Direct Investment Terms. Paris: OECD.

OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development (2008b): OECD Benchmark Definition of Foreign Direct Investment. Fourth Edition. Paris: OECD.

OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development (2013): OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013. Paris: OECD.

OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development (2017): OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017. The Digital Transformation. Paris: OECD.

## P

Prognos AG (2014): KMU-innovativ IKT: Chancen für Unternehmen. Förderung im Schwerpunkt „Softwaresysteme und Wissenstechnologien“. Kurzbericht. Berlin: Prognos AG.

Prognos AG; KPMG; Joanneum Research (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. Basel: Prognos AG; KPMG; Joanneum Research.

Pongratz, J. (2017): IT-Architektur für die digitale Hochschule. München: Technische Universität München.

Purdy, M.; Daugherty, P. (o.J.): How AI Boosts Industry Profits an Innovation: Accenture; Frontier Economics.

## Q

Qin, J.Y. (2019): Forced Technology Transfer and the US-China Trade War. Implications for International Economic Law. *Journal of International Economic Law*. 22(4). S. 743–762.

## R

Rammer, C.; Behrens, V.; Doherr, T.; Krieger, B.; Peters, B.; Schubert, T.; Trunschke, M.; Burg, J. von der (2020a): Innovationen in der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2019. Innovationsaktivitäten der Unternehmen in Deutschland im Jahr 2018, mit einem Ausblick für 2019 und 2020. Mannheim: ZEW.

Rammer, C.; Gottschalk, S.; Trunschke, M. (2020b): Innovationstätigkeit der Unternehmen in Ostdeutschland seit der Wiedervereinigung. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 7-2020. Berlin: EFI.

Rammer, C.; Hünermund, P. (2013): Innovationsverhalten der Unternehmen in Deutschland 2011 – Aktuelle Entwicklungen – Europäischer Vergleich. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 3-2013. Berlin: EFI.

Rammer, C.; Köhler, C.; Schwiebacher, F.; Murmann, M.; Kinkel, S.; Kirner, E.; Schubert, T.; Som, O. (2011): Innovation ohne Forschung und Entwicklung, Eine Untersuchung zu Unternehmen, die ohne eigene FuE-Tätigkeit neue Produkte und Prozesse einführen. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 15-2011. Berlin: EFI.

## S

Schaff, F.; Schetelig, P. (2019): Symbolische Geste oder Meilenstein der Öffnungspolitik? *ChinaContact*. 23(03/04).

Schaub, M.; Zhao, A.; Xueyun, D.; Wei, Z. (2019): China Foreign Investment Law: How Will It Impact the Existing FIEs? *Hongkong: King & Wood Mallesons*.

Scheil, J. (2019): Viele Fragen bleiben unbeantwortet. *ChinaContact*. 23(03/04).

Schiersch, A.; Gehrke, B. (2014): Die Wissenswirtschaft im internationalen Vergleich: Strukturen, Produktivität, Außenhandel. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 6-2014. Berlin: EFI.

Staatliche Kommission für Entwicklung und Reform; Ministerium für Außenhandel und wirtschaftliche Zusammenarbeit (2019): Besondere Verwaltungsmaßnahmen für den Zugang ausländischer Investitionen. Peking: Staatliche Kommission für Entwicklung und Reform; Ministerium für Außenhandel und wirtschaftliche Zusammenarbeit (Dokument in chinesischer Sprache).

Statistisches Bundesamt (2019a): Deutsche Studierende im Ausland. Ergebnisse des Berichtsjahres 2017. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Statistisches Bundesamt (2019b): Studierende an Hochschulen - Wintersemester 2018/2019. Fachserie 11 Reihe 4.1. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.

Stepan, M.; Frenzel, A.; Ives, J.; Hoffmann, M. (2018): Ausgangspunkte für den Ausbau von China-Kompetenz in Deutschland. China kennen, China können. Berlin: Mercator Institute for China Studies.

Stephan, A. (2014): Are Public Research Spin-Offs More Innovative? *Small Business Economics*. 43(2). S. 353–368.

Stephen, D.; Stahl Schmidt, S.; Hinze, S. (2020): Performance and Structures of the German Science System 2020. Studien zum deutschen Innovationssystem. Nr. 5-2020. Berlin: EFI.

## U

U.S. Chamber of Commerce (2017): *Made in China 2025: Global Ambitions Built on Local Protections*. Washington, D.C.: U.S. Chamber of Commerce.

## V

Vereinigung der Kanzlerinnen und Kanzler der Universitäten Deutschlands (2019): Bayreuther Erklärung zu befristeten Beschäftigungsverhältnissen mit wissenschaftlichem und künstlerischem Personal in Universitäten.

## W

Waltman, L.; Schreiber, M. (2013): On the Calculation of Percentile-Based Bibliometric Indicators. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. 64(2). S. 372–379.

Weidlich, T. (2019): Neues Investitionsumfeld für ausländische Unternehmen in China. zwischen 'Old Economy' und Digitalwirtschaft. Bonn/Rhein-Sieg: Luther.

Witt, M.A. (2019): China's Challenge. Geopolitics, De-Globalization, and the Future of Chinese Business. *Management and Organization Review*. 15(4). S. 687–704.

World Bank Group (2019): *Innovative China. New Drivers of Growth*. Washington, D.C.: World Bank Group.

## Z

Zenglein, M.J.; Holzmann, A. (2019): *Evolving China in 2025. China's Industrial Policy in the Quest for Global Tech Leadership*. 8. Berlin: Mercator Institute for China Studies.

ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim (2019): *Kernindikatoren zum Innovationsverhalten der Unternehmen. Ergebnisse der jährlichen Innovationserhebung für das produzierende Gewerbe und ausgewählte Dienstleistungsbranchen in Deutschland*. Ausgabe 2019. Mannheim: ZEW.

ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim (2020): *Cybersicherheit und Innovationen. Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage*. Mannheim: ZEW.

# Quellenverzeichnis Infografiken

D 7

## Infografik B 1 Innovationsstandort Ostdeutschland – 30 Jahre nach der Wiedervereinigung

1) Quelle: Braun et al. (2013).

2) Quelle: Rammer et al. (2020b) und eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Bei den dargestellten Werten für die Innovationsindikatoren handelt es sich um gleitende Dreijahres-Durchschnitte der Jahre 2015 bis 2017.

## Infografik B 2 Cybersicherheit

1) Quelle: ZEW Konjunkturumfrage Informationswirtschaft 3. Quartal 2019. Berechnungen in ZEW (2020).

2) Quelle: ZEW Konjunkturumfrage Informationswirtschaft 3. Quartal 2019. Berechnungen in ZEW (2020).

## Infografik B 3 Wissens- und Technologie- austausch zwischen Deutschland und China

1) Quelle: Gehrke et al. (2020b).

2) Quelle: Conlé et al. (2018). Daten zum APRA-Monitoring unter Nutzung von Daten von Destatis und Weltbank.

3) Quelle: Web of Science. Berechnung des DZHW.

4) Quelle: EPA (PATSTAT). Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäusler et al. (2020).

5) Quelle: [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI\\_PUB#](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB#) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).

6) Quelle: Conlé et al. (2018). Daten zum APRA-Monitoring unter Nutzung von Daten von Destatis und Weltbank.

7) Quelle: Web of Science. Berechnung des DZHW.

8) Quelle: EPA (PATSTAT). Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäusler et al. (2020).

9) Quelle: Statistisches Bundesamt (2019a) sowie Statistisches Bundesamt (2019b).

10) Quelle: OECD (2017).

11) Quelle: Heinrichs et al. (2020).

12) Quelle: Dürr et al. (2020: 9) auf Basis von Daten der Deutschen Bundesbank.

13) Quelle: Dürr et al. (2020: 9) auf Basis von Daten der Deutschen Bundesbank.

## D 8 Endnoten- verzeichnis

### A 1

- 1 Vgl. Gehrke et al. (2020b).
- 2 In der HTS 2025 heißt es: „Gemeinsam mit den Ländern und der Wirtschaft haben wir uns das Ziel gesteckt, den Aufwärtstrend bei Investitionen in FuE fortzusetzen und bis 2025 mindestens 3,5 Prozent des Bruttoinlandsprodukts (BIP) dafür aufzuwenden.“ Vgl. Die Bundesregierung (2018a: 4).
- 3 Vgl. im Folgenden zum Forschungszulagengesetz Bundesanzeiger (2019b), Deutscher Bundestag (2019d), Deutscher Bundestag (2019e) und <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Forschung-Entwicklung/2019-11-06-Foerderung-Forschung.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Das BMF geht von Steuermindereinnahmen in Höhe von rund 1,4 Milliarden Euro pro Jahr aus. Vgl. <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Forschung-Entwicklung/2019-11-06-Foerderung-Forschung.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Laut Beschlussempfehlung und Bericht des Finanzausschusses sind von 2021 bis einschließlich 2024 Steuermindereinnahmen von 5,6 Milliarden Euro zu erwarten. Vgl. Deutscher Bundestag (2019e).
- 4 Die Expertenkommission sprach sich bereits in ihrem ersten Jahresgutachten für die Einführung einer steuerlichen FuE-Förderung aus. Vgl. EFI (2008: 32ff.). Im Jahresgutachten 2017 zeigte die Expertenkommission konkrete Optionen für eine steuerliche FuE-Förderung auf. Vgl. EFI (2017: 108ff.).
- 5 Begünstigte FuE-Vorhaben können als eigenbetriebliche Forschung und/oder als Auftragsforschung, als Kooperation von einem Anspruchsberechtigten mit mindestens einem anderen Unternehmen oder als Kooperation von einem Anspruchsberechtigten in Zusammenarbeit mit einer oder mehreren Einrichtungen für Forschung und Wissensverbreitung durchgeführt werden.
- 6 Förderfähige Aufwendungen sind die dem Lohnsteuerabzug unterliegenden Arbeitslöhne für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, die die Arbeitnehmerin bzw. der Arbeitnehmer unmittelbar von der Arbeitgeberin bzw. vom Arbeitgeber erhält, sowie die Ausgaben der Arbeitgeberin bzw. des Arbeitgebers für die Zukunftssicherung der Arbeitnehmerin bzw. des Arbeitnehmers. Voraussetzung ist, dass die Arbeitnehmerinnen bzw. Arbeitnehmer mit FuE-Tätigkeiten betraut sind. Förderfähige Aufwendungen sind auch Eigenleistungen einer Einzelunternehmerin bzw. eines Einzelunternehmers in FuE-Vorhaben. Hier sind 40 Euro je Arbeitsstunde bei maximal 40 Arbeitsstunden pro Woche anzusetzen.
- 7 Die förderfähigen Aufwendungen betragen für in Auftrag gegebene FuE-Vorhaben 60 Prozent des von der Anspruchsberechtigten bzw. vom Anspruchsberechtigten an die Auftragnehmerin bzw. den Auftragnehmer gezahlten Entgelts.
- 8 Bei Unternehmen, die mit anderen Unternehmen verbunden sind, gilt die Obergrenze für die verbundenen Unternehmen insgesamt.
- 9 Im Hinblick auf den Liquiditätseffekt wäre es von Vorteil, die Forschungszulage direkt an das anspruchsberechtigte Unternehmen auszuzahlen. Dies war auch zunächst im Gesetzentwurf so vorgesehen. Jedoch wird die Forschungszulage aufgrund von Vorgaben des Europäischen Beihilferechts nun auf die Einkommen- oder Körperschaftsteuer angerechnet. Vgl. Deutscher Bundestag (2019d) und Deutscher Bundestag (2019e).
- 10 Vgl. EFI (2018: 21f.).
- 11 Vgl. Die Bundesregierung (2018a: 49).
- 12 Vgl. o.V. (2018).
- 13 Im Vorfeld der Gründung war eine Gründungskommission tätig. Sie wurde im März 2019 von der Bundesregierung eingesetzt. Vgl. <https://www.bmbf.de/de/bundesregierung-setzt-gruendungskommission-fuer-die-agentur-fuersprunginnovationen-ein-8098.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 14 Vgl. hierzu und im Folgenden Bundesanzeiger (2019c).
- 15 Das sind im Einzelnen: künstliche Intelligenz, autonome und lernende Systeme; Quantentechnologie einschließlich der für FuE erforderlichen Gerätetechnik und Ausrüstung; biobasierte Prozesse und Lösungsansätze – Biologisierung; neuartige Zell- und Gentherapieansätze. Vgl. Bundesanzeiger (2019c).
- 16 Dies sind im Einzelnen: die Gestaltung von Wirtschaft und Arbeit 4.0; Lösungen für Mobilität und Kommunikation; Beiträge zu einer ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft; Weiterentwicklung der personalisierten Medizin. Vgl. Bundesanzeiger (2019c).
- 17 Vgl. im Folgenden BMWi und BMF (2019).
- 18 Die Blockchain-Strategie soll als „lernende Strategie“ in regelmäßigen Abständen überprüft und weiterentwickelt werden. Vgl. BMWi und BMF (2019: 5).
- 19 Hierbei sollen themenbezogen spezifische Fragestellungen der Blockchain-Strategie diskutiert werden.
- 20 Dies sind im Einzelnen: Stabilität sichern und Innovationen stimulieren: Blockchain im Finanzsektor; Innovationen ausreifen: Förderung von Projekten und Reallaboren; Investitionen ermöglichen: Klare verlässliche Rahmenbedingungen; Technologie anwenden: Digitalisierte Verwaltungsdienstleistungen; Informationen verbreiten: Wissen, Vernetzung und Zusammenarbeit. Vgl. BMWi und BMF (2019).
- 21 Zur KI-Strategie der Bundesregierung vgl. Die Bundesregierung (2018b). Der Bund will bis einschließlich 2025 insgesamt etwa drei Milliarden Euro für die Umsetzung der KI-Strategie zur Verfügung stellen. Im Haushalt 2020 wurde für den KI-Bereich die zweite Tranche von gut 500 Millionen Euro auf die Einzelpläne verteilt. Die Verteilung stellt sich wie folgt dar: Bundeskanzleramt:

- zehn Millionen Euro, BMI: 6,75 Millionen Euro, BMJV: fünf Millionen Euro, BMF 30 Millionen Euro, BMWi: 131 Millionen Euro, BMEL: 18 Millionen Euro, BMAS 60,925 Millionen Euro, BMVI: 40 Millionen Euro, BMG: 30 Millionen Euro, BMU: 20 Millionen Euro, BMFSFJ: 12,5 Millionen Euro, BMBF: 154,5 Millionen Euro. Vgl. <https://www.cducsu.de/themen/wirtschaft-und-energie-haushalt-und-finanzen/bundeshaushalt-2020-mit-rekordsumme> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 22 Die Bundesregierung (2019).
- 23 Dies sind im Einzelnen: BIFOLD – Berlin Institute for the Foundation of Learning and Data, Tübingen AI Center – Competence Center for Machine Learning, MCML – Munich Center for Machine Learning, ML2R – Kompetenzzentrum Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr und ScaDS – Competence Center for Scalable Data Services and Solutions Dresden/Leipzig. Vgl. <https://www.bmbf.de/de/kuenstliche-intelligenz-mehr-geld-fuer-die-forschung-9518.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020) und BMBF, Senatskanzlei Berlin, TUB (2020).
- 24 Über die Förderung der Kompetenzzentren für KI-Forschung hinaus sieht die Bundesregierung vor, gemeinsam mit der Wirtschaft sowie mit Anwenderinnen und Anwendern Anwendungshubs aufzubauen. Die Grundidee hierbei ist laut BMBF, „dass die jeweiligen Akteure in einem Anwendungsfeld [...] sich auf eine regionale Konzentration von gemeinsamen Forschungs- und Transferaktivitäten einigen“. Konkret plant das BMBF, Anwendungshubs in den Bereichen Gesundheit/Medizin und Logistik aufzubauen. Vgl. BMBF (2019).
- 25 Die in diesem Zusammenhang von den Zentren erstellten Ausbaupläne wurden laut „Zwischenbericht ein Jahr KI-Strategie“ vom wissenschaftlichen Beirat positiv begutachtet. Vgl. Die Bundesregierung (2019). Im Rahmen des Ausbaus der Kompetenzzentren wurde beschlossen, die Berliner Kompetenzzentren BZML – Berliner Zentrum für Maschinelles Lernen und BBDC – Berlin Big Data Center (Berliner Kompetenzzentrum für Big Data) zum BIFOLD – Berlin Institute for the Foundation of Learning zu fusionieren. Vgl. <https://www.bmbf.de/de/kuenstliche-intelligenz-mehr-geld-fuer-die-forschung-9518.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020), BMBF, Senatskanzlei Berlin, TUB (2020) und <https://bifold.berlin/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 26 Vgl. <https://www.bmbf.de/de/kuenstliche-intelligenz-mehr-geld-fuer-die-forschung-9518.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 27 Vgl. Die Bundesregierung (2018b). Auch auf Landesebene wird die Schaffung von KI-Professuren gefördert. So sollen auch in Bayern insgesamt 100 neue Professuren entstehen. Vgl. <https://www.forschung-und-lehre.de/politik/bayern-startet-wettbewerb-um-ki-professuren-2361/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 28 Vgl. Die Bundesregierung (2019) und <https://www.humboldt-foundation.de/web/alexander-von-humboldt-professur.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 29 Laut „Zwischenbericht ein Jahr KI-Strategie“ ist das BMBF hierzu im Gespräch mit den Sitzländern der Kompetenzzentren. Vgl. Die Bundesregierung (2019).
- 30 Das BMBF hat im Juni 2019 ein Programm zur Förderung von KI-Nachwuchswissenschaftlerinnen aufgelegt. Vgl. <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2502.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Beim Pilot-Innovationswettbewerb „Energieeffizientes KI-System“ gehört die „Beteiligung, Einbindung und Stärkung von Nachwuchsgruppen“ zu den Kriterien, anhand derer die Auswahl der geförderten Wettbewerbsbeiträge erfolgt. Vgl. <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2371.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Außerhalb der Umsetzung der KI-Strategie wirkt die DFG auf eine Stärkung der KI-Forschung in Deutschland hin. Im Oktober 2019 beschloss sie, eine strategische Förderinitiative im KI-Bereich durchzuführen. Mit einem Budget von rund 90 Millionen Euro beabsichtigt die DFG, bis zu acht Forschungsgruppen und 30 Nachwuchsgruppen zu fördern. Vgl. DFG (2019b).
- 31 Vgl. zum Projekt GAIA-X BMWi und BMBF (2019).
- 32 Digitale Souveränität meint hier die „Möglichkeit zur unabhängigen Selbstbestimmung von Staat und Organisationen“ im Hinblick auf die „Nutzung und Gestaltung digitaler Systeme selbst, der darin erzeugten und gespeicherten Daten sowie der damit abgebildeten Prozesse“. Vgl. BMWi und BMBF (2019: 7). Zu „Bedarfsbeispielen aus Anwendersicht“ vgl. BMWi und BMBF (2019: 14ff.).
- 33 Der KI Bundesverband e. V. begrüßt zwar die Initiative GAIA-X ausdrücklich, kritisiert aber, dass die Anwendungsebene nicht in ausreichendem Maße berücksichtigt werde, der Fokus liege auf der technischen Infrastruktur. Vgl. <https://ki-verband.de/gaia-x-ein-erster-kleiner-schritt-in-richtung-digitaler-souveraenitaet> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 34 Die teilnehmenden Konsortien des Innovationswettbewerbs „Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme“ sollten Ansätze für die Anwendung von KI in einem volkswirtschaftlich relevanten Sektor entwickeln. Der Förderruf benannte zehn Anwendungsgebiete, in denen durch den Einsatz von KI ein Innovationsschub für die deutsche Wirtschaft erwartet wurde. Im September 2019 wurden 16 Konsortien für ihre Konzepte prämiert und für die sogenannte Umsetzungsphase nominiert. Die Umsetzungsphase wird ab 2020 im Förderrahmen „Entwicklung digitaler Technologien“, in der Regel über eine Laufzeit von drei Jahren, gefördert. Vgl. Die Bundesregierung (2019), Bundesanzeiger (2019a); BMWi (2019c), Bundesanzeiger (2019) und BMWi (2019e). Der Wettbewerb „Energieeffizientes KI-System“ soll als Pilotwettbewerb für die SprinD GmbH dienen. Das BMBF fördert in diesem Rahmen Hochschulen und öffentliche Forschungseinrichtungen, damit sie ihre Ideen für energieeffiziente Elektronik-Hardware für KI zeigen. Somit soll Wissen schneller für Hightech-Lösungen erschlossen werden. Vgl. <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2371.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 35 Aufgabe der sogenannten KI-Trainerinnen und -trainer ist es, KI-Kompetenz an KMU zu vermitteln. Sie sind an Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren angesiedelt. Die Förderung erfolgt im Rahmen des Förderschwerpunkts „Mittelstand-Digital“. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des

- „Zwischenberichts ein Jahr KI-Strategie“ hatten 33 KI-Trainerinnen und -Trainer ihre Arbeit aufgenommen. Laut Zwischenbericht sollen sukzessive weitere hinzukommen. Vgl. Die Bundesregierung (2019), BMWi und Die Bundesregierung (2019) und [https://newsletter.mittelstand-digital.de/MDN/Redaktion/DE/Newsletter/2019/29/Meldungen/29\\_Aktuelles\\_KI-Trainer.html](https://newsletter.mittelstand-digital.de/MDN/Redaktion/DE/Newsletter/2019/29/Meldungen/29_Aktuelles_KI-Trainer.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Bei der KI-Landkarte handelt es sich um eine Online-Landkarte mit Anwendungsbeispielen aus dem KI-Bereich. Vgl. Die Bundesregierung (2019) und [www.ki-landkarte.de](http://www.ki-landkarte.de) (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Im „Zwischenbericht ein Jahr KI-Strategie“ wird zudem auf die Förderung von KI-Projekten im Rahmen des „Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand“ (ZIM) verwiesen. Zudem wird der „Innovationspreis Reallabore“ angesprochen. Vgl. Die Bundesregierung (2019), [www.zim.de](http://www.zim.de) (letzter Abruf am 17. Januar 2020) und <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Wettbewerb/innovationspreis-reallabore.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 36 Vgl. EFI (2019: Kapitel B 2).
- 37 Die Europäische Union verfügt mit dem European Union Emissions Trading System (EU ETS) über ein marktkonformes Instrument zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Jedoch sind nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energiewirtschaft, energieintensiver Industrien und des innereuropäischen Luftverkehrs in das EU ETS eingebunden. Die Umsetzung der Emissionsminderungsziele für Nicht-EU-ETS-Sektoren obliegt den Mitgliedsstaaten. Hier setzt das Brennstoffemissionshandelsgesetz an. Vgl. im Folgenden <http://www.gesetze-im-internet.de/behg/BJNR272800019.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Zum Klimaschutzprogramm 2030 vgl. BMU (2019).
- 38 Vgl. <http://www.gesetze-im-internet.de/behg/BJNR272800019.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 39 Vgl. <https://www.bundesrat.de/SharedDocs/pm/2019/015.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020), <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/nationaler-emissionshandel-1684508> (letzter Abruf am 17. Januar 2020) und <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-1673008> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 40 Vgl. EFI (2019: 78).
- 41 Das Gesetz wurde im Dezember 2019 auf der Grundlage des Ergebnisses des Vermittlungsausschusses verabschiedet. Vgl. <https://www.vermittlungsausschuss.de/SharedDocs/pm/2019/015.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020), <https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2019/kw46-de-klimaschutzgesetz-freitag-667244> (letzter Abruf am 17. Januar 2020) und Deutscher Bundestag (2019c).
- A 2
- 42 Während der Laufzeit des PFI IV wird der jährliche Aufwuchs von Bund und Ländern nach den jeweils für die einzelnen Wissenschaftsorganisationen festgelegten Schlüsseln aufgebracht. Die durch den PFI III verursachten Abweichungen von den festgelegten Schlüsseln werden während der Laufzeit des PFI IV schrittweise zurückgeführt. Vgl. hierzu und im Folgenden o.V. (2019c).
- 43 Zum PFI III vgl. o.V. (2014a).
- 44 Vgl. hierzu und im Folgenden o.V. (2019d).
- 45 Vgl. EFI (2019: 25f.).
- 46 Vgl. zum Hochschulpakt 2020 o.V. (2014b).
- 47 Vgl. zum Hochschulpakt 2020 o.V. (2014b).
- 48 Die Expertenkommission hatte bereits in der Vergangenheit angeregt, bei der Verteilung der Mittel auch auf Qualität bezogene Indikatoren zu berücksichtigen. Vgl. EFI (2019: 25f.).
- 49 Vgl. hierzu auch Vereinigung der Kanzlerinnen und Kanzler der Universitäten Deutschlands (2019).
- 50 Vgl. hierzu und im Folgenden o.V. (2019e)
- 51 Vgl. hierzu und im Folgenden o.V. (2019b) und <https://www.bmbf.de/de/innovation-in-der-hochschullehre-9166.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 52 Vgl. zum Hochschulpakt 2020 o.V. (2014b).
- 53 Vgl. hierzu und im Folgenden o.V. (2019a).
- 54 Vgl. EFI (2017: 36).
- 55 Prognos, KPMG und Joanneum Research stellten im Rahmen einer im Auftrag des BMBF durchgeführten Untersuchung fest, dass die BMBF-Projektpauschale in Höhe von 20 Prozent in den meisten Fällen nur eine Teilkompensation der durch die Drittmittelforschung verursachten Kosten darstellte. Vgl. Prognos AG et al. (2014). Die DFG-Programmpauschale betrug zum Zeitpunkt der Untersuchung wie die BMBF-Programmpauschale 20 Prozent. Sie wurde mittlerweile leicht erhöht und beträgt nun 22 Prozent.
- B 1
- 56 Die Produktivität wird allgemein definiert als Verhältnis aller Outputs (Güter und Dienstleistungen) zu Inputs (Produktionsfaktoren). Vgl. EFI (2018: 42).
- 57 Vgl. Gropp und Heimpold (2019: 471), IWH (2019: 8) sowie BMWi (2019d: 20f.). Ostdeutschland schließt hier Berlin ein.
- 58 Vgl. Gropp und Heimpold (2019: 471). Die Produktivität ist hier definiert als Bruttoinlandsprodukt (BIP) je Erwerbstätigen.
- 59 Vgl. BMWi (2019d: 21) und IWH (2019: 8).
- 60 Belitz et al. (2019) erklären den Produktivitätsrückstand Ostdeutschlands vor allem durch das deutliche Übergewicht des ländlichen Raumes. Das BMWi (2019d) führt den Rückstand nicht nur auf die geringere Siedlungsdichte und die stärkere ländliche Prägung Ostdeutschlands zurück, sondern u. a. auch auf die Kleinteiligkeit der ostdeutschen Wirtschaft, die niedrigere Industriedichte sowie das weitgehende Fehlen von mittelständischen Weltmarktführern und spezialisierten Zulieferindustrien mit hoher Innovationskraft und Wertschöpfung. Das IWH (2019) kommt hingegen zu dem Ergebnis, dass die Abweichungen nicht allein durch Strukturunterschiede zu erklären sind, sondern auch durch vorhandene Produktivitätsrückstände ostdeutscher Unternehmen im Vergleich zu gleich großen westdeutschen Betrieben. Allerdings zeigen Alecke et al. (2010) für einen früheren Zeitraum, dass die Produktivitätsunterschiede zwischen ost- und westdeutschen Betrieben nur noch sehr gering sind, wenn nicht nur für die Betriebsgröße, sondern für weitere Strukturmerkmale kontrolliert wird.

- 61 Die FuE-intensive Industrie umfasst die Industriebranchen der hochwertigen Technologie sowie der Spitzentechnologie. Zu den Spitzentechnologiebranchen zählen alle Industriebranchen, die zur Herstellung von Gütern jahresdurchschnittlich mehr als 9 Prozent des Umsatzes für Forschung und Entwicklung (FuE) ausgeben. Zu den Branchen der hochwertigen Technologie zählen alle Industriebranchen, die zur Herstellung von Gütern jahresdurchschnittlich zwischen 3 und 9 Prozent des Umsatzes in FuE investieren. Vgl. EFI (2019: 155 und 157).
- 62 Vgl. Rammer et al. (2020b: 26).
- 63 Vgl. BMWi (2020b) und Rammer et al. (2020b: 26).
- 64 Vgl. Ihle et al. (2020).
- 65 Die Analyse basiert auf Daten des Mannheimer Innovationspanels (MIP) des ZEW. Alle Auswertungen, die auf hochgerechneten Werten beruhen, beziehen sich auf Unternehmen mit fünf oder mehr Beschäftigten im Berichtskreis der Innovationserhebung. Beim langfristigen Vergleich der Innovationsindikatoren ist zu beachten, dass sich die sektorale Zusammensetzung der Stichprobe des MIP im Zeitverlauf verändert hat und dass Fragestellungen sowie Definitionen der Innovationsindikatoren zum Teil leicht angepasst wurden. Berichtseinheit der Innovationserhebung ist in der Regel das rechtlich selbstständige Unternehmen. Gemessen wird die Innovationsaktivität grundsätzlich am Sitz des Unternehmens. Im Fall von Mehrbetriebsunternehmen werden die Aktivitäten der einzelnen Betriebsstandorte dem Unternehmenssitz zugeordnet. Es gilt daher zu beachten, dass rechtlich nicht selbstständige Zweigbetriebe in Ostdeutschland nicht in den Zahlen für Ostdeutschland enthalten sind. Für weitere Informationen vgl. Rammer et al. (2020b: 12f.).
- 66 Vgl. im Folgenden Ihle et al. (2020).
- 67 Die FuE-Ausgaben pro Kopf sind in Ostdeutschland von 1997 bis 2017 im öffentlichen Sektor um 133 Prozent, im Wirtschaftssektor um 96 Prozent gestiegen. Die FuE-Beschäftigung in Ostdeutschland stieg im selben Zeitraum im öffentlichen Sektor um 40 Prozent, im Wirtschaftssektor um 17 Prozent. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 68 Die FuE-Ausgaben pro Kopf in Westdeutschland stiegen von 568 Euro im Jahr 1997 auf 1.306 Euro im Jahr 2017. Die FuE-Beschäftigung erhöhte sich im selben Zeitraum von rund 380.000 Vollzeitäquivalenten auf rund 582.000 Vollzeitäquivalente. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 69 Die FuE-Ausgaben pro Kopf des Wirtschaftssektors sind in Westdeutschland von 1997 bis 2017 um 136 Prozent gestiegen. Die FuE-Beschäftigung des Wirtschaftssektors ist in Westdeutschland im selben Zeitraum um 58 Prozent gestiegen. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 70 Vgl. Ihle et al. (2020).
- 71 Vgl. Eurostat (2019).
- 72 Die entsprechenden Anteile lagen in Westdeutschland bei 11 Prozent und 16 Prozent. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 73 Im Zeitraum von 1997 bis 2017 schwankte der Anteil der gesamten FuE-Ausgaben des Staates, der nach Ostdeutschland floss, zwischen 28 und 31 Prozent. Vgl. hierzu und im Folgenden Ihle et al. (2020).
- 74 Gemessen an den FuE-Ausgaben pro Kopf ergibt sich die gleiche Reihenfolge: Die höchsten Zuwendungen erhielten Berlin mit 462 Euro pro Kopf, Sachsen mit 236 Euro pro Kopf und Brandenburg mit 210 Euro pro Kopf.
- 75 Bei Prozessinnovationen ist als Maß für den Umsetzungserfolg die erzielte durchschnittliche Stückkostensenkung heranzuziehen. Für Informationen bezüglich dieses Indikators vgl. Rammer et al. (2020b).
- 76 Es wurde das multivariate Gewichtungsverfahren Entropy Balancing verwendet. Es gilt zu berücksichtigen, dass Veränderungen in der Struktur Ostdeutschlands auch Veränderungen im Verhalten ostdeutscher Unternehmen nach sich ziehen würden. Vgl. hierzu und im Folgenden Rammer et al. (2020b: 39f.). Die Beobachtungszahl ist für jeden Innovationsindikator und für jedes Beobachtungsjahr unterschiedlich. Der Matching-Analyse lagen 2017 beispielsweise 7.217 Beobachtungen für die Innovationsintensität und 16.953 Beobachtungen für den Anteil innovationsaktiver Unternehmen zugrunde. Vgl. schriftliche Information des ZEW vom 7. Januar 2020.
- 77 Vgl. im Folgenden Rammer et al. (2020b) und ZEW (2019).
- 78 Neben weiteren Strukturmerkmalen könnte auch die Innovationsförderung eine Rolle spielen. Bei einer Betrachtung der Innovationsförderung als Strukturmerkmal in der Matching-Analyse müsste jedoch berücksichtigt werden, dass die Unternehmensstruktur Rückwirkungen auf dieses Strukturmerkmal haben kann. Hinzu kommt, dass Angaben zur öffentlichen Innovationsförderung nur für ausgewählte Jahre und nur für innovationsaktive Unternehmen vorliegen.
- 79 Bei den Zahlen zu den nicht strukturangeglichenen und strukturangeglichenen Innovationsinput- und Innovationsoutputindikatoren handelt es sich hier und im Folgenden immer um gleitende Dreijahres-Durchschnitte der vorangegangenen drei Jahre. Das heißt beim Wert für 2017 handelt es sich beispielsweise um den Durchschnitt der Werte für 2015, 2016 und 2017.
- 80 Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 16).
- 81 Vgl. Daten des ZEW vom 19. November 2019 und Rammer et al. (2020b: 109).
- 82 Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 15f.).
- 83 Vgl. Daten des ZEW vom 19. November 2019 und Rammer et al. (2020b: 109).
- 84 Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 17f.).
- 85 Vgl. Daten des ZEW vom 19. November 2019 und Rammer et al. (2020b: 109).
- 86 Für mögliche Gründe des starken Rückgangs der Innovatorenquote vgl. EFI (2018: Kapitel B 1).
- 87 Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 18f.).
- 88 Während sich die Produktinnovatorenquoten auch am aktuellen Rand noch annähern, nimmt die Abweichung bei den Prozessinnovatorenquoten seit Anfang der 2010er Jahre eher wieder zu. Vgl. hierzu und im Folgenden Daten des ZEW vom 19. November 2019 und Rammer et al. (2020b: 110).

- 89 Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 20f.). Die Zahlen zu den Umsatzanteilen mit Produktinnovationen beziehen sich auf den Zeitraum 1999 bis 2017. Die Zahlen zu den Umsatzanteilen mit Nachahmerinnovationen und Marktneuheiten beziehen sich auf den Zeitraum 2000 bis 2017.
- 90 Vgl. Daten des ZEW vom 19. November 2019 und Rammer et al. (2020b: 110).
- 91 Das BBSR nimmt eine Raumtypisierung von Regionen vor. Hierfür werden die Regionen auf Gemeindeebene abgegrenzt. Das Konzept der Raumtypisierung beruht auf der Betrachtung der Lage von Gebieten, klassifiziert nach potenziell erreichbarer Tagesbevölkerung, sowie der Besiedelung von Gebieten, klassifiziert nach Bevölkerungsdichte und Siedlungsflächenanteil. Es werden zum einen die vier Lagetypen sehr zentral, zentral, peripher und sehr peripher unterschieden, zum anderen die drei Siedlungstypen überwiegend städtisch, teilweise städtisch und ländlich. Vgl. [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbaobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/Raumtypen2010\\_vbg/raumtypen2010\\_node.html](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbaobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/Raumtypen2010_vbg/raumtypen2010_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Hier werden nur die Ergebnisse nach Siedlungstyp dargestellt. Überwiegend städtische Regionen werden aus Gründen der besseren Lesbarkeit im Folgenden als städtische Regionen bezeichnet. Die Ergebnisse nach Lagetyp sind jedoch ähnlich. Vgl. hierzu Rammer et al. (2020b: 74ff.).
- 92 Vgl. [https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbaobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/Raumtypen2010\\_vbg/raumtypen2010\\_node.html](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbaobachtung/Raumabgrenzungen/deutschland/gemeinden/Raumtypen2010_vbg/raumtypen2010_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 93 Ausgenommen hiervon sind die Unterschiede beim Anteil innovationsaktiver Unternehmen und beim Umsatzanteil mit Nachahmerinnovationen. Diese sind im Osten und Westen ungefähr gleich groß. Für die Größenordnungen der Unterschiede vgl. Rammer et al. (2020b: 75ff.). Die Regressionsanalysen enthalten unternehmensstrukturelle Merkmale (Größe, Alter und Branche) sowie Indikatorvariablen für den Raumtyp, in dem das Unternehmen angesiedelt ist. Die Innovationsleistung nach Siedlungstyp wird hier für den Zeitraum 1992 bis 2017 betrachtet. Vgl. hierzu und im Folgenden Rammer et al. (2020b: 74ff.).
- 94 Vgl. EFI (2019: 110).
- 95 2015 entfielen rund 38 Prozent der ostdeutschen Triade-Patentanmeldungen auf Berlin. Vgl. hierzu und im Folgenden Ihle et al. (2020).
- 96 Die Triade-Patentanmeldungen je 100.000 Einwohnerinnen bzw. Einwohner stiegen in Ostdeutschland von 11,1 im Jahr 2001 auf 15,1 im Jahr 2015. In Westdeutschland erhöhten sie sich im selben Zeitraum von 36,3 auf 38,6.
- 97 Der Durchschnitt der verbleibenden ostdeutschen Bundesländer lag 2015 bei 11,3. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 98 Dabei verlief die Entwicklung der FuE-Beschäftigtenproduktivität nicht linear. Sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland ist sie zwischen 2001 bis 2007 gestiegen. Seitdem ging sie in beiden Landesteilen kontinuierlich zurück. Dabei fiel der Rückgang in Westdeutschland deutlich stärker aus als in Ostdeutschland. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 99 Vgl. EFI (2017: Kapitel A 4) und EFI (2019: Kapitel B 1).
- 100 Vgl. EFI (2017: Kapitel A 4).
- 101 Die FuE-intensive Industrie umfasst die Industriebranchen der hochwertigen Technologie sowie der Spitzentechnologie. Wissensintensive Dienstleistungen umfassen die Bereiche der technologieorientierten Dienstleistungen und der nicht-technischen Beratungsdienstleistungen.
- 102 Vgl. Metzger (2019), Bersch et al. (2020) sowie Bersch (2019).
- 103 Im Osten gingen die Gründungen in der Wissenswirtschaft im Zeitraum 1997 bis 2018 um 45 Prozent zurück (von 6.594 auf 3.624), im Westen um 39 Prozent (von 28.828 auf 17.664). Auf Berlin entfielen mit 1.932 Unternehmensgründungen mehr als die Hälfte der Gründungen in der Wissenswirtschaft in Ostdeutschland. Vgl. hierzu und im Folgenden Ihle et al. (2020).
- 104 1997 wurden in Ostdeutschland in den wissensintensiven Dienstleistungen 6.132 Unternehmen gegründet. 2018 beliefen sich die Gründungen in den wissensintensiven Dienstleistungen in Ostdeutschland nur noch auf 3.386. In Westdeutschland gingen die Gründungen von 26.557 (1997) auf 16.652 (2018) zurück. Eine Ausnahme stellt Berlin als hochverdichteter Agglomerationsraum dar. Die Gründungszahlen beliefen sich hier in den vergangenen zwei Dekaden auf ca. 1.850 Gründungen pro Jahr. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 105 In Ostdeutschland ist der Anteil Berlins an den Gründungen in der FuE-intensiven Industrie mit durchschnittlich 31 Prozent sehr hoch. In Westdeutschland gingen die Gründungen in der FuE-intensiven Industrie von 2.271 (1997) auf 1.012 (2018) zurück. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 106 Im Zeitraum zwischen 1997 und 2018 lag die durchschnittliche Gründungsintensität in Berlin bei 8,5. Ein weiterer Grund ist der Rückgang der Gründungen in Ostdeutschland, der mit einem Rückgang der Anzahl der Erwerbsfähigen einherging. Dagegen gingen in Westdeutschland lediglich die Gründungen zurück, während sich die Anzahl der Erwerbsfähigen im betrachteten Zeitraum kaum verändert hat. Hätte sich die Zahl der Erwerbsfähigen in Ostdeutschland ähnlich entwickelt wie in Westdeutschland, wäre die Gründungsintensität in Ostdeutschland auf 3,1 zurückgegangen. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 107 Die durchschnittliche Gründungsintensität in der Wissenswirtschaft betrug zwischen 1997 und 2018 in Brandenburg 4,0, in Mecklenburg-Vorpommern 3,0, in Sachsen 4,2, in Sachsen-Anhalt 3,0 und in Thüringen 3,5. In Westdeutschland lag sie im selben Zeitraum bei 5,9. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 108 1997 wurden in der Wissenswirtschaft in Ostdeutschland je 10.000 Erwerbsfähige 1,21 Unternehmen weniger gegründet als in Westdeutschland. 2018 betrug der Abstand zwischen Ost und West nur noch 0,57 Gründungen. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 109 Der Rückgang der Gründungsintensität in den wissensintensiven Dienstleistungen ist im Wesentlichen auf den Rückgang in den ostdeutschen Flächenländern zurückzuführen. Vgl. Ihle et al. (2020).
- 110 In der FuE-intensiven Industrie betrug die Gründungsintensität 2018 in Berlin 0,27, in Sachsen-Anhalt 0,30 und in Thüringen 0,28. Vgl. Ihle et al. (2020). Im Hinblick auf die Gesamtwirtschaft wiesen Sachsen-Anhalt mit 19,6 und Thüringen mit 18,1 Gründungen je 10.000 Erwerbsfähige

- 2018 bundesweit die niedrigsten Gründungsintensitäten auf. Vgl. Bersch et al. (2020).
- 111 Vgl. Lejpras (2014) und Stephan (2014).
- 112 Das ist vor dem Hintergrund interessant, dass lediglich 18 Prozent der Studierenden in Deutschland an Hochschulen im Osten eingeschrieben sind. Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des Gründungsradars 2018. Vgl. auch Frank und Schröder (2018).
- 113 Die Gründungsförderung, insbesondere ihre strukturelle und institutionelle Verankerung, hat sich seit 2012 an den meisten Hochschulen deutlich verbessert. Auch in Bezug auf die Gründungssensibilisierung sowie bei der Unterstützung von Gründungsvorhaben konnten sich die Hochschulen gegenüber 2012 verbessern. Dabei nehmen EXIST-geförderte Hochschulen häufig Spitzenpositionen ein. Vgl. Frank und Schröder (2018: 2ff., 13 und 20).
- 114 Vgl. EFI (2019: 48).
- 115 Auf Ostdeutschland entfallen 112 der deutschlandweit 331 EXIST-Forschungstransfer-Projekte. Vgl. EFI (2019: 48).
- 116 97 der 112 EXIST-Forschungstransfer-Projekte in Ostdeutschland wurden in Sachsen, Berlin und Thüringen gefördert. Vgl. EFI (2019: 48). Gefördert werden v. a. Projekte in den Bereichen Materialtechnologie, Mikroelektronik/Systemtechnik und Biotechnologie. Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des BMWi/PtJ aus dem Jahr 2018.
- 117 Vgl. [www.exist.de/DE/Programm/Exist-Gruenderstipendium/inhalt.html](http://www.exist.de/DE/Programm/Exist-Gruenderstipendium/inhalt.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 118 325 der 716 EXIST-Gründerstipendien in Ostdeutschland wurden an Stipendiatinnen und Stipendiaten an Berliner Hochschulen vergeben. Vgl. EFI (2019: 48). Der Großteil der in Ostdeutschland geförderten EXIST-Gründerstipendien entfällt auf die Bereiche Software sowie Internet- und Kommunikationstechnologien. Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des BMWi/PtJ aus dem Jahr 2018.
- 119 Vgl. Rammer et al. (2020b: 47).
- 120 Vgl. Günther et al. (2010: 8).
- 121 Vgl. Rammer et al. (2020b: 47ff.).
- 122 Im Zeitraum 1996 bis 2016 betrug der Anteil innovationsaktiver Unternehmen mit Innovationskooperationen durchschnittlich 26 Prozent. In Westdeutschland lag der Anteil in diesem Zeitraum bei 19 Prozent. Vgl. hierzu und im Folgenden eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019.
- 123 Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 49).
- 124 Im Zeitraum 1996 bis 2016 wiesen durchschnittlich 56 Prozent der ostdeutschen innovationsaktiven Unternehmen Kooperationen mit Hochschulen auf. In Westdeutschland lag diese Quote bei 51 Prozent. Kooperationen mit Forschungseinrichtungen im Rahmen von Innovationsaktivitäten gingen in diesem Zeitraum durchschnittlich 35 Prozent der innovationsaktiven Unternehmen in Ostdeutschland ein. In Westdeutschland lag die Quote bei 30 Prozent. Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 50).
- 125 In Ostdeutschland stieg der Anteil der Innovationskooperationen mit Forschungseinrichtungen von 20 Prozent im Jahr 1996 auf 48 Prozent im Jahr 2016. In Westdeutschland erhöhte sich die Quote von 15 Prozent (1996) auf 45 Prozent (2016). Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 50).
- 126 Bei den Innovationskooperationen von innovationsaktiven Unternehmen mit Lieferantinnen bzw. Lieferanten und mit Kundinnen bzw. Kunden kam es im Zeitverlauf zu einer Angleichung zwischen Ost- und Westdeutschland. So wiesen 2016 36 Prozent der innovationsaktiven Unternehmen in Ost- und Westdeutschland Innovationskooperationen mit Lieferantinnen bzw. Lieferanten auf. Auch der Anteil von innovationsaktiven Unternehmen, die Innovationskooperationen mit Kundinnen bzw. Kunden eingingen, lag 2016 sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland bei 48 Prozent. Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 50).
- 127 Im Zeitraum 2012 bis 2016 betrug der Anteil ostdeutscher innovationsaktiver Unternehmen mit einer regionalen Innovationskooperation 73 Prozent. Im Westen lag die Quote bei 68 Prozent. Zwischen 1996 und 2016 gingen durchschnittlich 30 Prozent der innovationsaktiven westdeutschen Unternehmen eine Innovationskooperation mit einem europäischen Kooperationspartner ein. In Ostdeutschland lag die Quote bei 20 Prozent. Ein ähnliches Bild zeigt sich für Innovationskooperationen mit Kooperationspartnern aus den USA und Asien. Vgl. eigene Berechnungen basierend auf Daten des ZEW vom 7. November 2019. Vgl. auch Rammer et al. (2020b: 51).
- 128 Zuletzt hat sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland eine deutliche Verschiebung der Förderung von Länderhin zu Bundesförderungen stattgefunden. 2016 wurden ungefähr doppelt so viele ost- und westdeutsche innovationsaktive Unternehmen vom Bund gefördert wie von den Ländern. Vgl. Rammer et al. (2020b: 67f.).
- 129 Projektmittel, die über einen Zuwendungsempfänger in den westdeutschen Ländern (ohne Berlin) in die ostdeutschen Länder und Berlin geflossen sind, sind nicht enthalten. Vgl. hierzu und im Folgenden eigene Berechnungen basierend auf <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-1.2.1.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 130 Die Formel für die überproportionalen Mittel lautet: (Leistungen Ost/Einwohner Ost - Leistungen West/ Einwohner West) \* Einwohner Ost.
- 131 Der Solidarpakt II bestand aus zwei Teilen – Korb I und Korb II. Korb I umfasste Sonderbedarfs-Bundesergänzungszuweisungen (SoBEZ) nach dem Finanzausgleichsgesetz in Höhe von rund 105 Milliarden Euro, die dazu dienten, teilungsbedingte Rückstände bei der Infrastruktur zu überwinden und die vergleichsweise schwache kommunale Finanzkraft auszugleichen. Korb II beinhaltete rund 51 Milliarden Euro sogenannte überproportionale Mittel, die in sieben vorab definierte Politikfelder flossen. Hierzu gehörten neben dem Politikfeld „Innovation, FuE, Bildung“ noch die Politikfelder „Wirtschaft“, „Verkehr“, „Wohnungs- und Städtebau“, „EU-Strukturfonds“, „Altlasten- und Standortsanierung“ und „Sport“. Vgl. [https://www.beauftragter-neue-laender.de/BNL/Navigation/DE/Themen/Bundesstaatliche\\_Solidaritaet/Bund\\_Laender\\_Finanzausgleich\\_und\\_Aufbau\\_Ost/Solidarpakt\\_II/solidarpakt\\_II.html](https://www.beauftragter-neue-laender.de/BNL/Navigation/DE/Themen/Bundesstaatliche_Solidaritaet/Bund_Laender_Finanzausgleich_und_Aufbau_Ost/Solidarpakt_II/solidarpakt_II.html) und <https://www.bundesregierung.de/>

- breg-de/themen/deutsche-einheit/solidarpakt-ii-466752 (letzter Abruf jeweils am 17. Januar 2020). Für detaillierte Informationen zu den einzelnen Fördermaßnahmen im Politikfeld „Innovation, FuE, Bildung“ und den überproportionalen Mitteln des Bundes an die ostdeutschen Länder, die in dieses Politikfeld geflossen sind, vgl. Ihle et al. (2020).
- 132 Vgl. hierzu und im Folgenden Günther et al. (2010).
- 133 Die Jahresangaben zum Anteil geförderter Unternehmen beziehen sich auf Unternehmen, die angegeben haben, in den vorangegangenen drei Jahren öffentlich finanziell gefördert worden zu sein. Vgl. hierzu und im Folgenden Rammer et al. (2020b: 63ff.) und Daten des ZEW vom 7. November 2019.
- 134 Der Anteil der gelegentlich forschenden Unternehmen, die eine Förderung erhalten haben, lag 2016 in Ostdeutschland bei 26 Prozent, in Westdeutschland bei 14 Prozent. Vgl. Rammer et al. (2020b: 66).
- 135 Vgl. Rammer et al. (2011: 7).
- 136 Vgl. Kaufmann et al. (2019: 8).
- 137 Vgl. Kaufmann et al. (2019: 53f.).
- 138 Vgl. <https://www.innovation-strukturwandel.de/de/159.php>, <https://www.innovation-strukturwandel.de/de/innovative-regionale-wachstumskerne---das-programm-1774.html> sowie <https://www.innovation-strukturwandel.de/de/innoprofile---das-programm-1776.html> (letzter Abruf jeweils am 17. Januar 2020).
- 139 Vgl. u.a. BMBF (2005), Lo et al. (2006), Gorynia-Pfeffer und Möller (2012), Günther et al. (2012) sowie Kaufmann et al. (2019). Für eine Zusammenfassung vgl. Ihle et al. (2020).
- 140 Vgl. Dr. Thielbeer Consulting (2015) und Fraunhofer IMW (2016).
- 141 Vgl. Ihle et al. (2020).
- 142 Die Abgrenzung strukturschwacher Regionen erfolgt mit Hilfe des Regionalindikatormodells der Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW). Räumliche Grundlage der Abgrenzung sind die Arbeitsmarktregionen, die sich aus einem oder mehreren Kreisen zusammensetzen. Der GRW-Regionalindikator identifiziert strukturschwache Regionen auf der Basis von vier Indikatoren, der durchschnittlichen Arbeitslosenquote der Jahre 2009 bis 2012 (Gewichtung: 45 Prozent), dem Bruttojahreslohn je sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in 2010 (Gewichtung: 40 Prozent), der Erwerbstätigenprognose 2011 bis 2018 (Gewichtung: 7,5 Prozent) und einem Infrastrukturindikator (Stand: 30. September 2012, Gewichtung: 7,5 Prozent). Vgl. BMWi (2020b: 9). Das aktuelle GRW-Fördergebiet wird voraussichtlich bis Ende 2022 weiterbestehen. Ab 2023 soll eine demografische Komponente in das Indikatormodell mit einer höheren Gewichtung integriert werden. Vgl. BMWi (2020a: 3).
- 143 Vgl. hierzu und im Folgenden BMI (2019) und BMWi (2020a). Im September 2019 legte die Bundesregierung auch den Entwurf eines „Strukturstärkungsgesetzes Kohlereionen“ vor, der auf Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“, der sogenannten Kohlekommission, zurückging. Gefördert werden sollen demgemäß auch Wissenschaft, Forschung, Lehre und Bildung. Dazu gehört auch die Ansiedlung von Forschungseinrichtungen. Vgl. Deutscher Bundestag (2019f).
- 144 Die Umsetzung erfolgt vor allem auf der Grundlage des Haushaltsgesetzes und durch die Anpassung der Richtlinien der betreffenden Programme. Dies ist noch nicht in allen Fällen erfolgt. Vgl. BMWi (2020a: 3).
- 145 Vgl. BMWi (2020a) und BMI (2019: 37).
- 146 Vgl. Deutscher Bundestag (2019f), BMWi (2020a) sowie BMWi (2020b).
- 147 Ein Beispiel im gesamtdeutschen Fördersystem für strukturschwache Regionen ist REGION.innovativ (Programmfamilie Innovation und Strukturwandel). Außerhalb des gesamtdeutschen Fördersystems werden nicht-technische Innovationen beispielsweise durch das Innovationsprogramm für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen (IGP) gefördert. Hierbei handelt es sich um eine Pilotförderung mit einer eigenen Verwaltungsstruktur im selben Haushaltstitel wie ZIM. Vgl. Information des BMWi vom 15. Januar 2020, <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2692.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020) sowie BMWi (2019a).

## B 2

- 148 Vgl. ZEW (2020). 68,7 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft, die in den letzten drei Jahren Produkt- oder Prozessinnovationen eingeführt haben, schätzen den Schutzbedarf ihrer IT für Innovationstätigkeiten als hoch oder sehr hoch ein. Das Gleiche gilt für 59,7 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, die in den vergangenen drei Jahren Produkt- oder Prozessinnovationen eingeführt haben.
- 149 Vgl. ZEW (2020). 53,2 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft mit Produkt- oder Prozessinnovationen in den vergangenen drei Jahren und 56,3 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes mit Produkt- oder Prozessinnovationen in den vergangenen drei Jahren erwarten einen Anstieg oder starken Anstieg der Gefahr durch Cyberangriffe auf ihr Unternehmen für die nächsten drei Jahre.
- 150 Vgl. ZEW (2020).
- 151 Vgl. Hryhorova und Legler (2019) zur IT-Sicherheitswirtschaft und Berechnungen des ZEW.
- 152 Diese Sektoren enthalten kritische Infrastrukturen gemäß BSI-Kritisverordnung. Kritische Infrastrukturen sind dabei Dienstleistungen zur Versorgung der Allgemeinheit in den genannten Sektoren, deren Ausfall oder Beeinträchtigung zu erheblichen Versorgungsengpässen oder zur Gefährdung der öffentlichen Sicherheit führen würde, sowie Anlagen, die für die Erbringung einer kritischen Dienstleistung notwendig sind. Vgl. BMI (2016) und BMI (2017). Mit UP KRITIS (ursprünglich Umsetzungsplan KRITIS) existiert eine öffentlich-private Partnerschaft zum Schutz kritischer Infrastrukturen. Vgl. [https://www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Aktivitaeten/Nationales/UPK/upk\\_node.html](https://www.kritis.bund.de/SubSites/Kritis/DE/Aktivitaeten/Nationales/UPK/upk_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 153 Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/cyber-sicherheit\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/cyber-sicherheit_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).

- 154 Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/cyber-sicherheit\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/cyber-sicherheit_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Sogenannte Cyber-Physische Systeme sind somit ebenfalls Bestandteil des Cyberraums. Zu Cyber-Physischen Systemen zählen u. a. Fahrzeuge, Medizingeräte oder Maschinen, die IT enthalten und digital vernetzt sind.
- 155 Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Empfehlungen/cyberglossar/Functions/glossar.html?cms\\_lv2=9817276](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Empfehlungen/cyberglossar/Functions/glossar.html?cms_lv2=9817276) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 156 Die restlichen 17 Prozent der Angriffe entfallen auf andere Angriffsarten. Vgl. BSI (2019a).
- 157 Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/themen\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/themen_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 158 Vgl. Deutscher Bundestag (2017).
- 159 Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/DasBSI/NIS-Richtlinie/NIS\\_Richtlinie\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/DasBSI/NIS-Richtlinie/NIS_Richtlinie_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 160 Vgl. BSI (2019b).
- 161 Vgl. <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/yahoo-drei-milliarden-accounts-von-datenklau-betroffen-15229889.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 162 Vgl. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/handelskonsumgueter/cyber-sicherheit-hacker-stehlen-daten-von-bis-zu-500-millionen-starwood-hotelgaesten/23703158.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 163 Über Angebote wie den Identity Leak Checker des Hasso-Plattner-Instituts <https://sec.hpi.de/ilc/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020) oder den Leakchecker der Universität Bonn <https://leakchecker.uni-bonn.de/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020) kann herausgefunden werden, ob die eigene E-Mail-Adresse Teil eines Leaks war.
- 164 Der Begriff Schadprogramme umfasst alle Computerprogramme, die unerwünschte Funktionen auf einem Computersystem ausführen. Dazu gehören z. B. Trojaner, Würmer oder Viren. BSI-Lagebericht (2019: 11).
- 165 BSI (2019b) auf Basis von Daten des Unternehmens AV-TEST. Die Auswertung der Firma AV-TEST weist zudem eine Stagnation der monatlich neuen Malware-Varianten für die Jahre 2018 und 2019 auf.
- 166 Auf DDoS-Angriffe entfielen 18 Prozent der berichteten Angriffe, auf APT-Angriffe entfielen 12 Prozent und auf andere Angriffe 17 Prozent. Vgl. BSI (2019a).
- 167 Vgl. BSI (2019c).
- 168 Vgl. BSI (2019a).
- 169 Für eine Beschreibung des Schürfens von Kryptowährungen vgl. auch EFI (2019).
- 170 Vgl. BSI (2012).
- 171 Die Befragung erfolgte im Rahmen der ZEW-Konjunkturumfrage Informationswirtschaft im 3. Quartal 2019. Die Ergebnisse beruhen auf Hochrechnungen der Selbstauskünfte von 955 Unternehmen der Informationswirtschaft und 429 Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes. Vgl. ZEW (2020).
- 172 Zur Informationswirtschaft zählen Unternehmen der Teilbranchen IKT-Hardware und IKT-Dienstleister, Medien-dienstleister und wissensintensive Dienstleister.
- 173 Zum verarbeitenden Gewerbe zählen Unternehmen der Teilbranchen Chemie und Pharma, Maschinenbau, Fahrzeugbau und sonstiges verarbeitendes Gewerbe.
- 174 In der Informationswirtschaft verzögern sich existierende Innovationsprojekte bei 42,9 Prozent der Unternehmen, die von einem Anstieg oder starken Anstieg der Gefährdung durch Cyberangriffe in den nächsten drei Jahren ausgehen. Im Vergleich dazu verzögern sich existierende Innovationsprojekte bei 23,1 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft, die einen solchen Anstieg nicht erwarten. Im verarbeitenden Gewerbe verzögern sich existierende Innovationsprojekte bei 39,2 Prozent der Unternehmen, die von einem Anstieg oder starken Anstieg der Gefährdung durch Cyberangriffe in den nächsten drei Jahren ausgehen. Dies trifft auf 22,3 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes zu, die einen solchen Anstieg nicht erwarten.
- 175 48,8 Prozent der Unternehmen der Informationswirtschaft und 56,7 Prozent der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes erwarten einen Anstieg oder starken Anstieg der Gefährdung durch Cyberangriffe in den nächsten drei Jahren. Vgl. ZEW (2020).
- 176 Laut einer empirischen Studie der Allianz für Cybersicherheit wird Cybersicherheit als ein Innovationstreiber gesehen, mit dem sich Unternehmen im Wettbewerb profilieren können. Vgl. BSI (2019a).
- 177 Patentanmeldungen spiegeln die Innovationsaktivitäten allerdings nicht vollumfassend wider. So ist beispielsweise die Patentierung von Software laut deutschem Patentgesetz nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Vgl. [https://www.dpma.de/patente/patentschutz/schutzvoraussetzungen/schutz\\_computerprogramme/index.html](https://www.dpma.de/patente/patentschutz/schutzvoraussetzungen/schutz_computerprogramme/index.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 178 Grundlage der Analyse sind 36.220 Patentfamilien der Patentklasse G06F21 mit frühester Anmeldung zwischen 2000 und 2017.
- 179 Der zeitliche Verlauf der transnationalen Patentanmeldungen im Bereich Cybersicherheit weist große Parallelen zum zeitlichen Verlauf der transnationalen Patentanmeldungen insgesamt auf (vgl. Abbildung C 6-1).
- 180 Eine Spezialisierung auf den Bereich Cybersicherheit liegt vor, wenn der Anteil transnationaler Patente im Bereich Cybersicherheit eines Landes an der Gesamtzahl aller transnationalen Patente in diesem Bereich weltweit den Anteil transnationaler Patente eines Landes über alle Bereiche hinweg an der Gesamtzahl aller transnationalen Patente weltweit übersteigt. Für Deutschland ist dies nicht der Fall. Im Jahr 2017 betrug der Anteil von Cybersicherheits-Patenten deutscher Erfinderinnen und Erfinder 6,8 Prozent und lag damit unterhalb des Anteils transnationaler Patente an den weltweiten insgesamt (10,5 Prozent, vgl. Tabelle C 6-2). Zum Vergleich: Für die USA lag der Anteil der transnationalen Cybersicherheits-Patente mit 30 Prozent über dem Anteil aller transnationaler Patente (21,4 Prozent). Für Israel lag der Anteil der transnationalen Cybersicherheits-Patente mit 2,7 Prozent ebenfalls über dem Anteil aller transnationalen Patente (0,9 Prozent). Bei Erfinderinnen und Erfindern aus China betrug der Anteil transnationaler Patente im Bereich Cybersicherheit im Jahr 2017 18,7 Prozent im Vergleich zum Anteil transnationaler Patente chinesischer Erfinderinnen und Erfinder insgesamt in Höhe von 18,0 Prozent im Jahr 2017.

- 181 Vgl. [https://cybersecurityventures.com/cybersecurity-companies-list-hot-150/#hot-150/?view\\_15\\_per\\_page=150&view\\_15\\_page=1](https://cybersecurityventures.com/cybersecurity-companies-list-hot-150/#hot-150/?view_15_per_page=150&view_15_page=1) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 182 68 Prozent der deutschen Industrieunternehmen mit mindestens zehn Beschäftigten sehen den Mangel an qualifizierten IT-Sicherheitsfachkräften als eher bedrohlich oder sehr bedrohlich für die zukünftige IT-Sicherheit ihres Unternehmens an. Vgl. Bitkom (2018).
- 183 Grundlage der Analyse sind Stellenangebote auf der Online-Plattform LinkedIn. Vgl. BluSpecs Innovation SL et al. (2019).
- 184 Für Deutschland gibt es Hinweise auf besondere Schwierigkeiten, offene Stellen für IT-Fachkräfte im Allgemeinen zu besetzen. Es dauert im Durchschnitt 130 Tage, eine qualifizierte IT-Stelle zu besetzen, während die Besetzung einer Stelle mit studiertem oder ausgebildetem Fachpersonal im Durchschnitt über alle Berufe 118 Tage beträgt. Vgl. BA (2019).
- 185 Das Portal StudyCheck verzeichnet derzeit 28 Studiengänge zur IT-Sicherheit. Vgl. <https://www.studycheck.de/studium/it-sicherheit> (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Weitere Studiengänge befinden sich in der Akkreditierung. Im Vergleich dazu werden 318 Informatikstudiengänge ausgewiesen. Vgl. <https://www.studycheck.de/studium/informatik> (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Die Hochschule des Bundes (HS Bund) bietet in Kooperation mit dem BSI ab dem Wintersemester 2020/2021 den neuen und hochspezialisierten dualen Studiengang „Digital Administration and Cyber Security“ an. Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Presse2020/Studiengang\\_Cyber\\_Security\\_100120.html;jsessionid=8379355138A4DA954E8C2188A210F5A2.2\\_cid369](https://www.bsi.bund.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Presse2020/Studiengang_Cyber_Security_100120.html;jsessionid=8379355138A4DA954E8C2188A210F5A2.2_cid369) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 186 Vgl. <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index;BERUFENETJSESSIONID=VliJXWytj5YLHfQStltNgAiN2Kh0Y93G7-IITG6hgSVgmtDWEC0U!1187035158?path=null/kurzbeschreibung/aktuelleszumBeruf&dkz=7847> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 187 Vgl. <https://www.gdv.de/de/themen/news/materialien-zum-download-43692> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 188 Vgl. KPMG (2019).
- 189 Als E-Crime bezeichnen die Autoren der Studie „Ausführungen wirtschaftskrimineller Handlungen unter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie zum Schaden einer Einzelperson, eines Unternehmens oder einer Behörde“, KPMG (2019: 9).
- 190 Vgl. Hillebrand et al. (2017). Anstatt Cybersicherheit unternehmensintern durch eigene Beschäftigte zu gewährleisten, können Unternehmen auch auf externe Dienstleister zurückgreifen. Eine Vielzahl von digitalen Prozessen lässt sich an Clouddienstleistern auslagern, in deren Verantwortung dann auch die Cybersicherheit liegt. Allerdings müssen Unternehmen diesen Clouddienstleistern das Vertrauen entgegenbringen, diese Aufgabe zu erfüllen.
- 191 Siehe z. B. Asghari et al. (2016) und Moore (2010).
- 192 Vgl. <https://www.cert-bund.de/wid> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 193 Hierzu zählt beispielsweise die im Jahr 2012 vom BSI gegründete Allianz für Cyber-Sicherheit. Mit aktuell rund 4.080 angeschlossenen Unternehmen und Institutionen strebt die Initiative eine Steigerung der Widerstandsfähigkeit Deutschlands gegenüber Cyberangriffen an. Vgl. [https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de/ACS/DE/Ueber\\_uns/ueber\\_uns.html](https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de/ACS/DE/Ueber_uns/ueber_uns.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 194 Vgl. Kleinhans (2015).
- 195 Vgl. §9 (2) BSIG.
- 196 Vgl. European Commission (2019d).
- 197 Vgl. [https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/new-legislative-framework\\_de](https://ec.europa.eu/growth/single-market/goods/new-legislative-framework_de) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 198 Vgl. Deloitte (2018).
- 199 Vgl. <https://www.gdv.de/de/themen/news/das-leistet-eine-cyberversicherung-31152> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 200 Vgl. BIGS (2017).
- 201 Die Befragung erfasst Industrieunternehmen mit mindestens zehn Beschäftigten. Vgl. Bitkom (2018).
- 202 Vgl. KPMG (2019).
- 203 Das Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (IT-Sicherheitsgesetz) enthält verschiedene Änderungen des BSI-Gesetzes, des Energiewirtschaftsgesetzes, des Telemediengesetzes und des Telekommunikationsgesetzes und ist so eine wesentliche rechtliche Grundlage der Cybersicherheit. Aktuell arbeitet die Bundesregierung an einer Neuerung des IT-Sicherheitsgesetzes.
- 204 Vgl. <https://www.bmbf.de/de/sicher-in-der-digitalen-welt-849.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Ein Nachfolgeprogramm zum aktuellen Forschungsrahmenprogramm zur IT-Sicherheit befindet sich derzeit in Planung. Das BMBF entwickelt hierzu im Laufe des Jahres gemeinsam mit Fachleuten aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft zukunftsrelevante Forschungsfelder. Dieser Prozess soll auch im Verlauf des Programms fortgeführt werden, um Förderschwerpunkte und -instrumente an aktuelle Förderbedarfe anpassen zu können.
- 205 Das CISA besteht aus der Universität des Saarlandes, den Max-Planck-Instituten für Informatik (MPI-INF) und für Softwaresysteme (MPI-SWS) sowie dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI). Die Forschenden arbeiten an Lösungen für die Kernprobleme der IT-Sicherheit und des Datenschutzes in der digitalen Gesellschaft. Die Forschungsschwerpunkte orientieren sich v. a. an den beiden Leuchtturmprojekten „Big Data Privacy“ und „Benutzbare Sicherheit für mobile Systeme“. <https://kompetenz-it-sicherheit.de/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 206 KASTEL besteht aus dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), dem Fraunhofer IOSB und dem FZI Forschungszentrum Informatik. Unter dem Motto „Nachvollziehbare Sicherheit in der vernetzten Welt“ stellt sich KASTEL den Herausforderungen, die durch eine fortschreitende Vernetzung bisher isolierter Systeme entstehen. Von besonderer Bedeutung sind die Folgen der Digitalisierung im Bereich der kritischen Infrastrukturen, beispielsweise in der Energiewirtschaft, in der industriellen Produktion oder bei vernetzter Mobilität, aber auch in „intelligenten“ Umgebungen. <https://www.kastel.kit.edu/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).

- 207 CRISP ist ein Forschungszentrum der Fraunhofer-Institute SIT und IGD, der Technischen Universität Darmstadt und der Hochschule Darmstadt. Die Arbeiten am CRISP binden neben ihrem Schwerpunkt in der Informatik und Technik interdisziplinäre Fragestellungen wie etwa die der Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, Psychologie und Ethik mit ein. Das anwendungsorientiert geprägte Profil von CRISP schließt Technologietransfer bis hin zu Unternehmensgründungen ein. <https://kompetenz-it-sicherheit.de/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 208 Vgl. <https://www.bmbf.de/de/athene-grosser-schritt-zu-mehr-it-sicherheit-10362.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 209 Vgl. <https://www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/gruendungsinkubatoren> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 210 Vgl. <https://www.bmvg.de/de/aktuelles/-gemeinsame-cyberagentur-149966> (letzter Abruf am 17. Januar 2020) sowie Deutscher Bundestag (2019a). Zum Budget der ZITiS vgl. <https://www.heise.de/newsticker/meldung/ZitiS-Budget-fuer-staatliche-Hacker-wird-2019-deutlich-erhoeht-4192291.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 211 Vgl. Deutscher Bundestag (2019a).
- 212 Die Bundesregierung beschreibt die Aufgabe der Cyberagentur im Hinblick auf Beschaffung wie folgt: „Durch zielgerichtete und am Bedarf der Bundesregierung orientierte Beauftragung soll die Cyberagentur mittel- bis langfristige eine nachhaltige Technologiesouveränität auf dem Gebiet der Cybersicherheit für Deutschland erreichen. Somit wird die Cyberagentur in der Cybersicherheit zu einem Scharnier zwischen der Forschungslandschaft in Deutschland und der Bundesregierung.“ Deutscher Bundestag (2019a: 2).
- 213 Vgl. <https://www.bmvg.de/de/aktuelles/bundeskabinettschliesst-cyberagentur-27392> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 214 Vgl. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/it-sicherheit.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 215 Vgl. <https://www.it-sicherheit-in-der-wirtschaft.de/ITS/Navigation/DE/Ratgeber-und-Tools/IT-Sicherheitscheck/it-sicherheitscheck.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 216 Vgl. <https://www.it-sicherheit-in-der-wirtschaft.de/ITS/Navigation/DE/Ratgeber-und-Tools/IT-Sicherheitsnavigator/it-sicherheitsnavigator.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 217 Vgl. <https://www.awareness-im-mittelstand.de/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 218 Vgl. <https://www.it-sicherheit-in-der-wirtschaft.de/ITS/Navigation/DE/Ratgeber-und-Tools/Sensibilisierungskampagne/sensibilisierungskampagne.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 219 Mit der dritten Änderung der Bekanntmachung des BMBF von Richtlinien zur Fördermaßnahme „KMU-innovativ: Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)“ vom 23. August 2012 wurde der Bereich IT-Sicherheit in die Förderung durch KMU-innovativ aufgenommen. Eine Evaluierung der Fördermaßnahme kam im Jahr 2014 zu dem Ergebnis, dass die Teilnahme am Programm KMU-innovativ das Innovationshandeln der KMU stärkt. Eine spezifische Auswertung für den Bereich IT-Sicherheit fand allerdings nicht statt. Prognos AG (2014).
- 220 Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/DasBSI/Leitbild/leitbild\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/DasBSI/Leitbild/leitbild_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 221 [https://www.bsi-fuer-buerger.de/BSIFB/DE/Empfehlungen/empfehlungen\\_node.html](https://www.bsi-fuer-buerger.de/BSIFB/DE/Empfehlungen/empfehlungen_node.html) [https://www.bsi-fuer-buerger.de/BSIFB/DE/Service/Buerger-CERT/Buerger-CERT\\_node.html](https://www.bsi-fuer-buerger.de/BSIFB/DE/Service/Buerger-CERT/Buerger-CERT_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020). Im Koalitionsvertrag wurde die Bedeutung des Verbraucherschutzes als Aufgabe des BSI aufgewertet.
- 222 Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Empfehlungen/fuer\\_Wirtschaft/CS\\_Empfehlungen\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Empfehlungen/fuer_Wirtschaft/CS_Empfehlungen_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 223 Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/DasBSI/Aufgaben/Bund-Laender-Koop/Bund\\_Laender\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/DasBSI/Aufgaben/Bund-Laender-Koop/Bund_Laender_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 224 Im November 2019 hat das CERT-Bund 415 Kurzinformationen versendet, in denen es aktuelle Informationen über Sicherheitslücken beschreibt. Darüber hinaus wertet das CERT-Bund automatisiert Daten von Dienstleistern, Betreibern von sogenannten Sinkholes, aus, die Aufschluss über Infektionen mit Schadprogrammen liefern. Sinkholes sind Server, auf die die Kommunikation von Schadsoftware umgeleitet wird und die es so ermöglichen, die Kommunikation der Schadsoftware zu analysieren. Auf dieser Grundlage kann das CERT-Bund Netzbetreiber über Infektionen in ihrem Netzbereich informieren und darauf hinwirken, dass die Schwachstellen geschlossen werden.
- 225 Darüber hinaus veröffentlicht das BSI Warnungen gemäß §7 BSIg, wenn von einem Produkt eine hohe Gefährdung ausgeht, der Hersteller aber keine rechtzeitigen oder ausreichenden Maßnahmen ergriffen hat, um die Gefährdung durch sein Produkt zu beenden. Im Jahr 2019 hat das BSI drei Meldungen nach § 7 BSIg veröffentlicht. Vgl. [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Gefaehrdungslage/Warn\\_Par7\\_BSIg/Archiv/Archiv\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Gefaehrdungslage/Warn_Par7_BSIg/Archiv/Archiv_node.html) und [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Gefaehrdungslage/Warn\\_Par7\\_BSIg/FAQ/FAQ\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Cyber-Sicherheit/Gefaehrdungslage/Warn_Par7_BSIg/FAQ/FAQ_node.html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 226 Vgl. <https://www.sicher-im-netz.de/%C3%BCber-uns> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 227 Vgl. European Commission (2019b).
- 228 Vgl. Bundesnetzagentur (2019).

## B 3

- 229 Die Aussagen und Angaben im weiteren Verlauf des Kapitels beziehen sich auf die Volksrepublik China ohne Taiwan, da Taiwan ein F&I-System aufweist, das sich hinsichtlich Struktur und Governance deutlich vom F&I-System der Volksrepublik China unterscheidet.
- 230 Vgl. Krumbein (2019); BMI (2018: 296ff.); Zenglein und Holzmann (2019: 8); Europäisches Parlament (2018: 15f.); U.S. Chamber of Commerce (2017: 7f.).
- 231 Vgl. Heinrichs et al. (2020: 17ff., 58f.).
- 232 Vgl. Kunze et al. (2018: 9ff.).
- 233 Vgl. Europäisches Parlament (2018: 15); BDI (2019); Deutscher Bundestag (2019b).
- 234 Vgl. BMBF (2015: 34).
- 235 Vgl. BMI (2018: 297); BAFA (2019).

- 236 Die folgenden Indikatoren beziehen sich auf die Volksrepublik China ohne Hong Kong und Taiwan.
- 237 Vgl. Gehrke et al. (2020b: 56) und [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI\\_PUB#](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB#) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 238 Vgl. [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI\\_PUB#](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB#) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 239 Vgl. Conlé et al. (2018: 74). Forschungsintensive Güter sind Güter, die von forschungsintensiven Industrien produziert werden, die eine FuE-Intensität von mehr als 3 Prozent aufweisen. Vgl. Gehrke et al. (2013: 6).
- 240 In den bedeutendsten Industrieländern liegt der Anteil der Grundlagenforschung zwischen 11 und 25 Prozent. Vgl. DCPI (2018: 16f.).
- 241 Vgl. <http://www.shanghairanking.com/ARWU2019.html> und [https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/sort\\_by/rank/sort\\_order/asc/cols/stats](https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/sort_by/rank/sort_order/asc/cols/stats) (letzter Abruf jeweils am 17. Januar 2020).
- 242 Die chinesische Förderpolitik der vergangenen Jahre hat einen starken Schwerpunkt auf die Steigerung der Exzellenz staatlicher Forschungsinstitute und Universitäten gelegt. Vgl. Conlé et al. (2018: 61 und 65).
- 243 Trotz der beschriebenen Fortschritte belegt China im Human Capital Index der Weltbank (2018) lediglich den 44. Platz. Weniger als 20 Prozent der chinesischen Arbeitskräfte verfügten im Jahr 2017 über einen Hochschulabschluss, verglichen mit 30 bis 40 Prozent in den OECD-Ländern. Vgl. World Bank Group (2019).
- 244 Vgl. Gu et al. (2016).
- 245 Dieser Berechnung liegt eine sogenannte fraktionierte Zählweise zugrunde. Bei einer Publikation mit mehreren Autorinnen und Autoren wird jedem beteiligten Land nur ein Bruchteil entsprechend seinem Anteil an der Gesamtzahl der Autorinnen und Autoren zugerechnet.
- 246 Die Exzellenzrate ist definiert als der Anteil der Publikationen eines Landes, die zu den 10 Prozent der meistzitierten Publikationen in der jeweiligen Disziplin gehören. Vgl. Waltman und Schreiber (2013).
- 247 Auswertung auf Basis von Web of Science. Berechnungen des DZHW.
- 248 Definition der Deutschen Bundesbank. Vgl. Deutsche Bundesbank (2019).
- 249 Vgl. OECD (2008b: 87).
- 250 Vgl. Deutsche Bundesbank (2019).
- 251 Vgl. Deutsche Bundesbank (2005).
- 252 Vgl. OECD (2008a: 1).
- 253 Vgl. OECD (2008b: 237).
- 254 Vgl. EPA (PATSTAT). Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäusler et al. (2020).
- 255 Vgl. EPA (PATSTAT), OECD (MSTI), Weltbank. Berechnungen des Fraunhofer ISI in Neuhäusler et al. (2020).
- 256 Vgl. Conlé et al. (2018: 74); DCPI (2018: 19).
- 257 Sie erreichen nur ein Drittel der ausländischen Zitationen nicht-chinesischer transnationaler Patentanmeldungen. Vgl. Boeing und Mueller (2019: 21).
- 258 Vgl. European Commission (2018: 8).
- 259 Die chinesischen FDI in Deutschland erreichten nach Angaben der Direktinvestitionsstatistik der Deutschen Bundesbank Mitte der 2010er Jahre ihren Höhepunkt und gingen zum Ende der Dekade deutlich zurück. Dabei ist zu beachten, dass andere Datenquellen, beispielsweise Ernst & Young (2019); Felbermayr et al. (2019); Hanemann et al. (2019); Bureau van Dijk, Zephyr-Datenbank, den Umfang der chinesischen Direktinvestitionen in Deutschland anders einschätzen als die Direktinvestitionsstatistik der Deutschen Bundesbank. Die unterschiedlichen Ergebnisse werden durch unterschiedliche Definitionen und Abgrenzungen verursacht. Vgl. Dürr et al. (2020: 14f.). Die FDI-Daten beziehen sich auf die Volksrepublik China inklusive Hong Kong, aber ohne Taiwan.
- 260 Vgl. BDI (2019); BMWi (2019b); Witt (2019).
- 261 Vgl. Fuest et al. (2019a: 3).
- 262 Vgl. Fuest et al. (2019a: 3).
- 263 Vgl. Fuest et al. (2019a: 2f.) sowie Fuest et al. (2019b: 2).
- 264 In dieser Zahl nicht enthalten ist die Beteiligung der HNA Group an der Deutschen Bank im Wert von rund 3,3 Milliarden Euro im Jahr 2016, weil ihr Anteil unter dem Schwellenwert von 10 Prozent bleibt. Dies trifft auch auf die Beteiligung von Geely an der Daimler AG im Wert von 8,9 Milliarden Euro im Jahr 2018 zu. Vgl. Dürr et al. (2020: 10).
- 265 Information des ZEW vom 20. November 2019.
- 266 Von den 261 Unternehmen waren 24 Unternehmen Anfang 2019 nicht mehr wirtschaftsaktiv. Weitere vier Unternehmen sind nach der chinesischen Übernahme von anderen deutschen oder ausländischen Unternehmen übernommen worden. Vgl. Dürr et al. (2020: 19).
- 267 Vgl. Dürr et al. (2020: 20f.).
- 268 Vgl. Dürr et al. (2020: 23). Die Unternehmen im Insolvenzverfahren wurden fast ausschließlich zu 100 Prozent von chinesischen Investoren übernommen. Lediglich bei einem Unternehmen kam es zu einer Mehrheitsbeteiligung (Information des ZEW vom 20. November 2019).
- 269 Vgl. Dürr et al. (2020: 23f.).
- 270 Vgl. Jungbluth (2018: 17f.).
- 271 Gesamte FuE-Ausgaben in Prozent des Umsatzes.
- 272 Vgl. Dürr et al. (2020: 25f.).
- 273 Vgl. Dürr et al. (2020: 29).
- 274 Die Konsolidierung beruht auf Patentfamilien, die alle Anmeldungen, die auf derselben Erfindung beruhen, zusammenfassen. So werden Mehrfachzahlungen vermieden. Vgl. Dürr et al. (2020: 27).
- 275 Vgl. Dürr et al. (2020: 28f.).
- 276 Als Datenbasis dient die Zephyr-Datenbank von Bureau van Dijk. Sie enthält Informationen zu Unternehmensübernahmen und -beteiligungen sowie Joint Ventures (hier nicht erfasst). Die Datenbasis der Analyse ist enger als im vorangegangenen Abschnitt, da keine Minderheitsbeteiligungen erfasst werden. Der Hauptsitz des Investors wird anhand des Sitzes des letztlichen Eigentümers (Ultimate Owner) bestimmt. Vgl. Dürr et al. (2020: 30).
- 277 Eigene Auswertung auf Basis der FuE-Vollerhebung der Jahre 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 und 2017.
- 278 Vgl. Europäische Kommission (2017).
- 279 Vgl. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/bundeskanzlerin/besserer-schutz-bei-firmenuebernahmen-751596> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 280 Vgl. Die Bundesregierung (2018c).
- 281 Vgl. Die Bundesregierung (2018c).
- 282 Vgl. BMWi (2019b: 27f.).

- 283 Vgl. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_19\\_2088](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_2088) und <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Aussenwirtschaft/investitionspruefung.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 284 Vgl. Hanemann et al. (2019: 15).
- 285 Vgl. European Commission (2019c).
- 286 Vgl. Dürr et al. (2020: 9).
- 287 Vgl. National Development and Reform Commission (2018) und Weidlich (2019: 31).
- 288 Vgl. Dürr et al. (2020: 48).
- 289 Vgl. Mair et al. (2019: 3f.); European Commission (2019a: 49ff.); McBride und Chatzky (2019); <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Aussenwirtschaft/laendervermerk-china.html> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 290 Bei der Konstruktion dieses Index erhält die diskriminierende Natur von Regelungen, d.h. das Vorhandensein bestimmter Regulierungen nur bei ausländischen Investoren, ein zentrales Gewicht. Der FDI-Index basiert auf den formal gegebenen Regulierungen, berücksichtigt jedoch nicht, wie diese angewandt oder implementiert werden. Vgl. [https://stats.oecd.org/Index.aspx?datasetcode=FDI\\_INDEX#](https://stats.oecd.org/Index.aspx?datasetcode=FDI_INDEX#) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 291 Vgl. Staatliche Kommission für Entwicklung und Reform und Ministerium für Außenhandel und wirtschaftliche Zusammenarbeit (2019).
- 292 Vgl. Scheil (2019) sowie Schaff und Schetelig (2019).
- 293 Vgl. Schaub et al. (2019) und Qin (2019).
- 294 Vgl. European Commission (2018: 10f.).
- 295 Befragt wurden 526 deutsche Unternehmen, die in China tätig sind. Vgl. Hildebrandt et al. (2019).
- 296 Fachgespräche mit Unternehmensvertreterinnen und -vertretern am 7. November 2019.
- 297 Vgl. <https://www.hrk.de/themen/internationales/internationale-zusammenarbeit/asien/china/studien-und-promotionsprogrammen/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 298 Vgl. DAAD (2019: 32).
- 299 Einen Überblick über die Aktivitäten der AUF in China bieten die Berichte der Wissenschaftsorganisationen, die in Verbindung mit den Monitoring-Berichten für den Pakt für Forschung und Innovation erstellt werden. Vgl. DFG (2019a).
- 300 Wintersemester 2018/19: Bildungsinländerinnen bzw. -inländer (2.800) und Bildungsausländerinnen bzw. -ausländer (39.900). Vgl. Statistisches Bundesamt (2019b).
- 301 Statistisches Bundesamt (2019a).
- 302 Seit 2014 stagniert die Zahl deutscher Studierender in China (2014: 8.200; 2016: 8.100; 2018: 8.079). Vgl. Statistisches Bundesamt (2019a) sowie [http://www.wissenschaftweltoffen.de/daten/index\\_html](http://www.wissenschaftweltoffen.de/daten/index_html) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 303 Als Ausgangspunkt für die Bildung eines Mobilitätsindikators wird die auf einer Publikation angegebene Institutionszugehörigkeit verwendet. Vgl. OECD (2017: 128) sowie OECD (2013: 132).
- 304 Vgl. OECD (2017: 128).
- 305 Als gemeinsame Publikationen gelten solche, bei denen mindestens eine Autorin bzw. ein Autor eine Affiliation mit einer deutschen Institution und eine Autorin bzw. ein Autor eine Affiliation mit einer chinesischen Institution hat.
- 306 Ko-Publikationen deutscher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit US-amerikanischen Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftlern: 21.400; britischen Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftlern: 13.900; französischen Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftlern: 9.300 (2017). Vgl. Heinrichs et al. (2020: 79).
- 307 Vgl. Stepan et al. (2018: 53, 66 und 77).
- 308 Vgl. Deutscher Bundestag (2019b: 4).
- 309 Die US-amerikanische Nichtregierungsorganisation Freedom House bewertet den Grad der akademischen Freiheit in China mit einem Wert von 1 auf einer Skala von 0 bis 4. 0 steht für den kleinsten und 4 für den größten Freiheitsgrad. Vgl. <https://freedomhouse.org/report/freedom-world/2019/china> (letzter Abruf am 17. Januar 2020) vgl. auch d'Hooghe et al. (2018).
- 310 Vgl. Deutscher Bundestag (2019b).
- 311 Vgl. <https://chikoh.uni-hohenheim.de/> und [https://www.internationales-buero.de/de/china\\_kompetenz\\_an\\_deutschen\\_hochschulen.php](https://www.internationales-buero.de/de/china_kompetenz_an_deutschen_hochschulen.php) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 312 Vgl. <https://www.intl.kit.edu/10825.php> und [https://www.internationales-buero.de/de/china\\_kompetenz\\_an\\_deutschen\\_hochschulen.php](https://www.internationales-buero.de/de/china_kompetenz_an_deutschen_hochschulen.php) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 313 Dual Use bzw. Dual-Use-Güter (Güter mit doppeltem Verwendungszweck) sind Waren, Software und Technologie, die üblicherweise für zivile Zwecke verwendet werden, darüber hinaus jedoch auch im militärischen Bereich verwendet werden können. Vgl. BAFA (2019: 8).
- 314 Zahlreiche deutsche Hochschulen haben sich beispielsweise dazu verpflichtet, ausschließlich für zivile Zwecke zu forschen (Zivilklausel).
- 315 Vgl. BAFA (2019) und BfV (2016) sowie Sensibilisierungsveranstaltungen des BMWi und des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), gezielt für Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Vgl. Deutscher Bundestag (2019b).
- 316 Vgl. Stepan et al. (2018).
- 317 Vgl. BMBF (2015).
- 318 Vgl. [https://www.internationales-buero.de/de/china\\_kompetenz\\_an\\_deutschen\\_hochschulen.php](https://www.internationales-buero.de/de/china_kompetenz_an_deutschen_hochschulen.php) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 319 Vgl. [https://www.internationales-buero.de/de/china\\_kompetenz\\_an\\_deutschen\\_hochschulen.php](https://www.internationales-buero.de/de/china_kompetenz_an_deutschen_hochschulen.php) (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 320 Die Studie führt Studiengänge mit Chinabezug an deutschen Universitäten auf sowie für Fachhochschulen chinabezogene Studiengänge mit Bezug zur Wirtschaft. Vgl. Stepan et al. (2018: 58 und 98ff.).
- 321 Gemäß eigenen Angaben der Universitäten und Fachhochschulen.
- 322 Vgl. Stepan et al. (2018: 57).
- 323 Vgl. Stepan et al. (2018: 60f.).
- C 1
- 324 Vgl. Gehrke et al. (2020a).
- C 2
- 325 Vgl. Gehrke et al. (2020b).

### C 3

- 326 Vgl. hierzu und im Folgenden Rammer und Hünermund (2013).
- 327 Vgl. hierzu auch Rammer et al. (2020a).
- 328 Vgl. Blind (2002).
- 329 Vgl. ISO (2010) und <https://www.iso.org/members.html> (Abruf am 16. Dezember 2019).

### C 4

- 330 Dieser Abschnitt sowie die folgenden Abbildungen basieren auf Bersch et al. (2020).
- 331 Eine interne Finanzierung ist kaum möglich, da die Unternehmen zu Beginn keine oder kaum Umsätze erwirtschaften, aus denen sie Investitionen tätigen und laufende Ausgaben bezahlen können. Auch die Aufnahme von Fremdkapital in Form von Bankkrediten gestaltet sich schwierig, da es für Banken nicht leicht ist, die Erfolgsaussichten der Unternehmen zu beurteilen.
- 332 Invest Europe ist der europäische Verband der Private-Equity- und Risikokapitalinvestoren und betreibt mit der European Data Cooperative (EDC) eine Plattform zur Sammlung von Private-Equity- und Wagniskapitaldaten. Auf Grundlage der Informationen in der EDC-Datenbank sowie der Daten von Eurostat und des Internationalen Währungsfonds stellt Invest Europe in regelmäßigen Abständen aktualisierte Daten zu Wagniskapitalinvestitionen bereit. Basis dafür sind Informationen von den nationalen Wagniskapitalverbänden, die ihre Informationen durch Mitgliederbefragungen erhalten. Die harmonisierte Erfassung und Aufbereitung der Daten sorgt für eine gute internationale Vergleichbarkeit.
- 333 Dies ist dann gegeben, wenn investierende Marktteilnehmer nicht bei Invest Europe als Mitglied erfasst sind oder es sich um einen außereuropäischen Investor handelt.
- 334 Die Zephyr M&A-Datenbank enthält Informationen zu Mergers and Acquisitions (M&A), getrennt nach Private-Equity-, Venture-Capital- und Business-Angel-Investitionen. Die Angaben umfassen die Investitionssumme, das Unternehmen, in das investiert wurde (Portfolio-Unternehmen), und den Investor. Da die Zephyr M&A-Datenbank in erster Linie größere Investitionen enthält, werden die Informationen aus dieser Datenbank um die aus der Majunke-Transaktionsdatenbank ergänzt. Diese Datenbank wird von Majunke Consulting bereitgestellt und erfasst Venture-Capital-Investitionen in Deutschland, Österreich und dem deutschsprachigen Teil der Schweiz. Sie enthält ebenfalls Angaben zur Investitionssumme, zum Portfolio-Unternehmen und zum Investor und schließt auch kleine Investitionen mit ein. Da in beiden Datenbanken neben den Wagniskapitalinvestitionen auch eine Reihe anderer Investitionen in Unternehmen enthalten sind, wird für jede Transaktion überprüft, ob es sich mit hinreichend großer Wahrscheinlichkeit tatsächlich um eine Wagniskapitalinvestition handelt. Dafür werden Informationen über die an einem Unternehmen beteiligten (natürlichen und juristischen) Personen aus dem Mannheimer Unternehmenspanel (MUP) verwendet.
- 335 Untypische Investoren sind all jene Marktteilnehmer, die direkte Wagniskapitalbeteiligungen eingehen, deren Kern-

geschäft jedoch ein anderes ist. Hierzu zählen beispielsweise Vermögensverwalter, Dachfonds, Banken und Versicherer sowie etablierte Unternehmen.

### C 5

- 336 Allerdings ist die Vergleichbarkeit der einzelnen Länderdaten nicht uneingeschränkt gegeben. Vgl. hierzu detailliert Müller et al. (2014).
- 337 Vgl. hierzu im Einzelnen Müller et al. (2013).
- 338 Vgl. hierzu und im Folgenden Bersch und Gottschalk (2019: 29).
- 339 Das MUP umfasst den Gesamtbestand der wirtschaftsaktiven Unternehmen in Deutschland, sofern sie von Creditreform erfasst werden. Es deckt alle Unternehmensinformationen ab, die bei Creditreform vorliegen, und beinhaltet auch nicht mehr existierende Unternehmen. Insgesamt enthält das MUP Informationen zu mehr als acht Millionen Unternehmen, die in Deutschland wirtschaftsaktiv sind oder in der Vergangenheit wirtschaftsaktiv waren. Das ZEW bringt diese Daten in eine Panelstruktur und nimmt verschiedene Qualitätskontrollen vor (z. B. Löschen von Mehrfacherfassungen, Imputation fehlender Werte zum Wirtschaftszweig, Identifikation von Schließungsmerkmalen). Für die Berechnung der Gesamtzahl der Gründungen am aktuellen Rand werden Hochrechnungen durchgeführt, um den Zeitabstand zwischen einem Gründungsereignis und der Erfassung durch Creditreform zu berücksichtigen. Vgl. Bersch et al. (2020) und <https://www.zew.de/forschung/mannheimer-unternehmenspanel/> (letzter Abruf am 17. Januar 2020).
- 340 Eine originäre Neugründung liegt vor, wenn eine zuvor nicht ausgeübte Unternehmenstätigkeit aufgenommen wird und zumindest eine Person ihren Haupterwerb damit bestreitet. Für die Untersuchung der Gründungsdynamik werden nur originäre Neugründungen von Unternehmen betrachtet. Umgründungen von Unternehmen, die Gründung von Beteiligungsgesellschaften und die Neuerrichtung von Gewerbebetrieben aufgrund eines Umzugs oder Gewerbebetriebes in Nebentätigkeit werden nicht als Gründungen gewertet. Ausgründungen aus Unternehmen werden den originären Neugründungen zugerechnet, sofern das Unternehmen, aus dem ausgegründet wird, nicht mehr als 50 Prozent an dem ausgegründeten Unternehmen hält. Eine Unternehmensschließung liegt vor, wenn ein Unternehmen keine wirtschaftliche Tätigkeit mehr durchführt und am Markt keine Produkte mehr anbietet. Vgl. Bersch et al. (2020).
- 341 Das MUP hat eine deutlich enger gefasste Definition von wirtschaftsaktiven Unternehmen sowie von Marktein- und -austritten, sodass eher geringe unternehmerische Aktivitäten im MUP nicht erfasst werden.
- 342 Vgl. hierzu und im Folgenden Bersch et al. (2020).
- 343 Vgl. hierzu und im Folgenden Bersch et al. (2020).
- 344 Vgl. hierzu und im Folgenden Bersch et al. (2020).

### C 6

- 345 Vgl. Neuhäusler und Rothengatter (2020).

## C 7

346 Neben den hier dargestellten Indikatoren auf Basis der bibliometrischen Datenbank Web of Science wurden die Indikatoren auch auf Basis der bibliometrischen Datenbank Scopus ermittelt. Vgl. Stephen et al. (2020).

## C 8

347 Dieser Abschnitt sowie die folgenden Abbildungen basieren auf Gehrke und Schiersch (2020).

348 Für eine methodische Erläuterung des RCA-Indikators vgl. Schiersch und Gehrke (2014: 74f.).

## D 4

349 Vgl. Gehrke et al. (2013).







**Kontakt und weitere Informationen**

Geschäftsstelle der Expertenkommission  
Forschung und Innovation (EFI)  
Pariser Platz 6  
D-10117 Berlin  
Tel.: +49 (0) 30 322 982 564  
Fax: +49 (0) 30 322 982 569  
E-Mail: [kontakt@e-fi.de](mailto:kontakt@e-fi.de)  
[www.e-fi.de](http://www.e-fi.de)

**Herausgeberin**

Expertenkommission Forschung und  
Innovation (EFI), Berlin.

© 2020 EFI, Berlin.

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk einschließlich aller  
seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung  
ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig.

**Zitierhinweis**

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation  
(2020): Gutachten zu Forschung, Innovation und  
technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2020,  
Berlin: EFI.

**Gestaltung**

Kognito Gestaltung, Berlin

**Produktion**

Buch- und Offsetdruckerei H. Heenemann  
GmbH & Co. KG, Berlin

Redaktionsschluss: 17. Januar 2020

Die im Jahresgutachten 2020 verwendeten Abbildungen  
und Tabellen sowie die dazugehörigen Datensätze  
stehen in der Online-Version des Gutachtens sowie auf  
[www.e-fi.de](http://www.e-fi.de) zum Herunterladen bereit.

