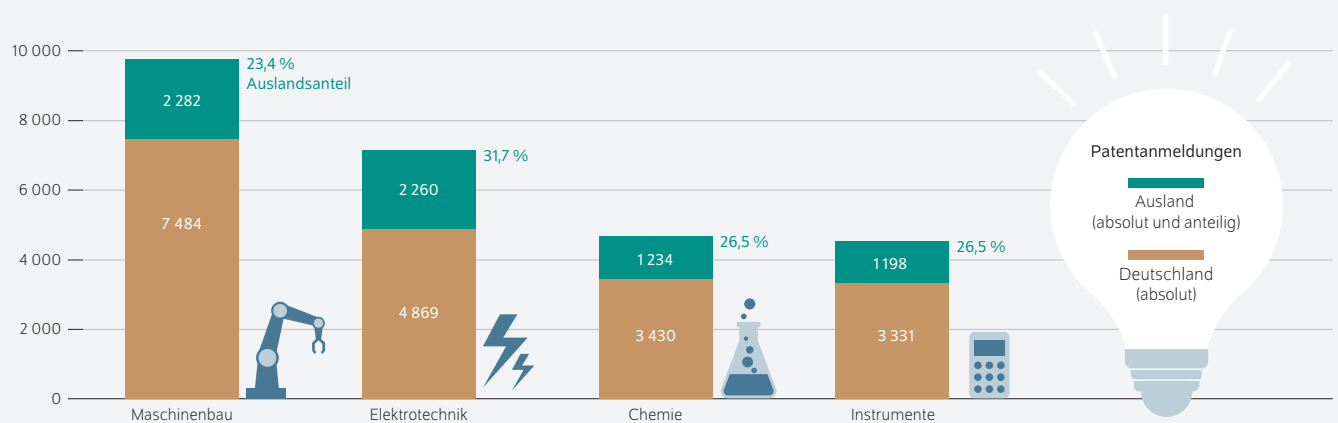


Forschung und Entwicklung im Ausland: Deutsche Unternehmen haben ähnliche Schwerpunkte wie in der Heimat

Von Heike Belitz, Anna Lejpras und Maximilian Priem

- Studie untersucht auf Basis von Patentdaten Umfang und Ausrichtung der FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland
- Mehr als jedes vierte Patent, das deutsche Unternehmen anmelden, basiert auf Erfindungen in deren Forschungslaboren im Ausland
- In den meisten Fällen ergänzen und erweitern Aktivitäten im Ausland in der Heimat erworbenes Wissen, Unterstützung der Markterschließung ist weiteres Motiv
- Forschungsstandort Deutschland verliert durch internationale FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen also nicht an Bedeutung, keine Hinweise auf „Verlagerungen“
- Defizite bei neuen Digitalisierungstechnologien müssen aber zunehmend im Ausland ausgeglichen werden, Forschung in diesem Bereich sollte in Deutschland gestärkt werden

Unternehmen aus Deutschland sind im Ausland in Bereichen forschungsstark, in denen sie auch am Heimatstandort viele Erfindungen machen



Quellen: Institute for Prospective Technological Studies und OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017); Europäisches Patentamt (PATSTAT v5.11); eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2019

ZITAT

„Die Leistungsfähigkeit der Forschung und Entwicklung am Heimatstandort bestimmt immer noch weitgehend die Innovationskraft der weltweit tätigen deutschen Unternehmen. Der Forschungsstandort Deutschland verliert durch die internationalen Aktivitäten insgesamt nicht an Bedeutung, Hinweise auf teilweise befürchtete Verlagerungen gibt es kaum.“ — Heike Belitz —

DATEN

Ausgewertet wurden Daten der **104 forschungstärksten Unternehmen aus Deutschland** und von 1564 Wettbewerbern weltweit.

Forschung und Entwicklung im Ausland: Deutsche Unternehmen haben ähnliche Schwerpunkte wie in der Heimat

Von Heike Belitz, Anna Lejpras und Maximilian Priem

ABSTRACT

Mehr als jedes vierte Patent, das große deutsche Unternehmen anmelden, basiert auf Erfindungen in deren Forschungslaboren im Ausland. In drei Viertel der Fälle konzentrieren sich die Unternehmen dabei auf Technologien, in denen sie auch in Deutschland besonders stark sind. Die technologische Leistungsfähigkeit der Forschung und Entwicklung am Heimatstandort bestimmt somit weitgehend die Innovationskraft der weltweit tätigen deutschen Unternehmen. Wie dieser Wochenbericht auf Basis von Patentdaten außerdem zeigt, ergänzen die meisten ausländischen Forschungsaktivitäten entweder die inländischen oder sie dienen dem Absatz und der Produktion im Ausland. Einen geringen Anteil haben Internationalisierungsstrategien, die technologische Defizite im Heimatland ausgleichen sollen. Sie werden von deutschen Unternehmen vor allem in der Informations- und Kommunikationstechnologie verfolgt, deren Bedeutung im Zuge der Digitalisierung steigt. Um das von den Unternehmen im Ausland erworbene Wissen besser aufnehmen und nutzen zu können, sollte die Forschung in diesen Zukunftstechnologiefeldern auch in Deutschland gestärkt werden. Von der fortschreitenden Internationalisierung seiner weltweit aktiven Unternehmen kann der Forschungsstandort Deutschland profitieren, wenn die öffentliche Forschung, beispielsweise an Universitäten, ihre technologische Basis erweitert und so als Kooperationspartner für die Unternehmen attraktiv bleibt.

Wenn deutsche Unternehmen Forschung und Entwicklung (FuE) im Ausland betreiben, wird dies oft als Verlust für den heimischen Standort interpretiert.¹ Dabei ist es aus Sicht der Unternehmen sinnvoll, ihre Produkte und Prozesse auch in den ausländischen Zielmärkten weiterzuentwickeln und an lokale Bedingungen und Kundenwünsche anzupassen. Der Aufbau von eigenen Forschungslaboren im Ausland kann zudem dazu dienen, neues technologisches Wissen bei den dortigen Wettbewerbern, Hochschulen und Forschungsinstituten zu beobachten oder dort selbst neue Produkte und Prozesse zu entwickeln. Schließlich ist auch das Know-how des Forschungspersonals im Zielland ein wichtiges Motiv für FuE im Ausland.²

Für die Hans-Böckler-Stiftung wurde am DIW Berlin gemeinsam mit DIW Econ³ der Umfang und die technologische Ausrichtung der FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im In- und Ausland untersucht.⁴ Aus Patentdaten wurden für die 104 forschungsstärksten deutschen Großunternehmen Informationen darüber gewonnen, welche technologischen Forschungsschwerpunkte sie im Heimatland und in den verschiedenen Zielländern im Ausland haben. Untersucht werden konnte der Zeitraum von 2012 bis 2014 (Kasten 1). Die technologischen und regionalen Verteilungen der FuE-Tätigkeit deutscher Unternehmen im In- und Ausland geben Anhaltspunkte zu den Motiven für deren Internationalisierung. Wird sie durch den Erwerb von neuem technologischem Wissen oder durch die Anforderungen der

¹ So beschreibt etwa das Mitglied des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Peter Bofinger, Beispiele des Aufbaus anwendungsorientierter Forschungseinrichtungen deutscher Unternehmen wie Siemens, Bosch und Schaeffler in China als Verlagerung. Er sieht darin eine Bestätigung der These, wonach Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten in Länder verlagern, die hierfür bessere FuE-Infrastrukturen und eine günstigere finanzielle Förderung vorweisen können. Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2018): Vor wichtigen wirtschaftspolitischen Weichenstellungen. Jahresgutachten 2018/2019, 79 (online verfügbar; abgerufen am 21. August 2019). Dies gilt auch für alle anderen Online-Quellen dieses Berichts, sofern nicht anders vermerkt.

² Siehe unter anderem Walter Kuemmerle (1997): Building effective R&D capabilities abroad. Harvard Business Review, March-April, 61–70; Parimal Patel und Modesto Vega (1999): Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages. Research Policy 28, 145–155; UNCTAD (2005): World Investment Report: Transnational corporations and the internationalisation of R&D. United Nations; OECD (2008): The Internationalisation of Business R&D: Evidence, Impacts and Implications.

³ DIW Econ ist ein Tochterunternehmen des DIW Berlin für volkswirtschaftliches Consulting.

⁴ Heike Belitz, Anna Lejpras, Anselm Mattes und Maximilian Priem (2019): Forschung deutscher Unternehmen im In- und Ausland, Technologische Schwerpunkte und Zielregionen. Working Paper der Forschungsförderung der Hans-Böckler-Stiftung Nr. 156 (online verfügbar).

Kundinnen und Kunden und die Bedingungen im Zielmarkt getrieben? Erweitern die Unternehmen ihr Wissen im Ausland in Technologien, in denen sie zu Hause bereits stark sind? Oder handelt es sich um Technologien, in denen sie im Rückstand sind und deshalb an ausländischen Standorten forschen müssen?

Jede vierte ErfinderIn deutscher Unternehmen arbeitet im Ausland

Unter den 2 000 weltweit forschungsstärksten Unternehmen im Zeitraum von 2012 bis 2014 befinden sich 114 deutsche Unternehmen, auf die elf Prozent der globalen FuE-Aufwendungen entfallen. Das waren 2014 gut 62 Milliarden Euro und damit etwa so viel wie die gesamten FuE-Aufwendungen aller Unternehmen in Deutschland.⁵ Patente meldeten 1 668 der weltweit forschungsstärksten Unternehmen an, darunter 104 Unternehmen aus Deutschland mit einem Patentanteil von acht Prozent.

Der Auslandsanteil bei den Erfindungen deutscher Unternehmen lag im Untersuchungszeitraum von 2012 bis 2014 bei 27 Prozent (Tabelle 1). Etwa jede vierte Erfinderin beziehungsweise jeder vierte Erfinder aus deutschen Unternehmen arbeitete also im Ausland. Der Auslandsanteil der FuE-Aufwendungen lag im Jahr 2013 bei 31 Prozent.⁶ Im Ausland betriebene FuE führt also kaum weniger zu Patenten als FuE in der Heimat der Unternehmen. Originalität und Qualität der Unternehmensforschung im Ausland dürften somit kaum geringer sein als in Deutschland.

Auf die forschungsintensiven Branchen Fahrzeugbau, Maschinenbau, Datenverarbeitung, Elektronik und Optik sowie auf die Chemie- und Pharmaindustrie entfallen zusammen drei Viertel aller weltweiten Erfindungen deutscher Unternehmen. Die meisten Erfindungen haben deutsche Unternehmen der Branche Fahrzeugbau angemeldet (gut 29 Prozent), gefolgt vom Maschinenbau (rund 19 Prozent), sowie der Datenverarbeitung, Elektronik und Optik (gut zwölf Prozent, Tabelle 1). Während in Unternehmen des Fahrzeugbaus jedoch nur jede fünfte Erfindung im Ausland getätigt wird, sind es in der pharmazeutischen Industrie sogar 36 Prozent.

Die Erfindungen sind auf wenige Unternehmen konzentriert. Nur sechs große Unternehmen melden gut die Hälfte aller Patente der 104 deutschen Unternehmen an, unter denen mit Erfinderinnen und Erfindern im Ausland sind es sogar gut 60 Prozent (Tabelle 2). Zwischen den sechs forschungsstärksten Unternehmen unterscheiden sich die Auslandsanteile stark. Infineon hat mit 44 Prozent den größten Auslandsanteil, bei Volkswagen ist er dagegen mit gut 19 Prozent weniger als halb so groß.

⁵ Die FuE-Aufwendungen aller Unternehmen in Deutschland (interne und externe FuE-Aufwendungen außerhalb des Wirtschaftssektors) lagen im Jahr 2015 bei knapp 67 Milliarden Euro, siehe SV Wissenschaftsstatistik (2017): [a.r. en 'di: Zahlenwerk 2017, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2015](#).

⁶ Siehe SV Wissenschaftsstatistik (2015): [a.r. en 'di: Zahlenwerk 2015, Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft 2013](#).

Kasten 1

Daten

Zur unternehmensbezogenen Analyse der weltweiten FuE- und Patentaktivitäten der 104 forschungsstärksten deutschen Unternehmen nach Technologiefeldern und Zielländern werden zwei Datensätze verbunden:

Ein Datensatz mit Informationen zu den FuE-Aufwendungen und Patentanmeldungen der 2 000 weltweit forschungsstärksten Unternehmen in den Jahren 2012 bis 2014 („EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017“ des EC-JRC Institute for Prospective Technological Studies und des OECD Directorate for Science, Technology and Innovation) und die Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes mit bibliografischen Daten zu Patenten (EPO Worldwide Patent Statistical Database PATSTAT, Frühling 2018).

Um Doppelzählungen bei Mehrfachanmeldungen von Erfindungen bei mehreren Patentämtern zu vermeiden, wird die Auswertung auf Ebene der so genannten Patentfamilien vorgenommen. Patentfamilien fassen hier die verschiedenen Patentanmeldungen einer Erfindung an den fünf weltweit größten Patentämtern zusammen. Die technologische Ausrichtung der hinter den Erfindungen stehenden FuE-Aktivitäten wird anhand von 35 Technologiefeldern abgebildet.¹ Der Ort der Erfindung für eine Patentfamilie wird über den Wohnort des Erfinders oder der Erfinderin ermittelt. Da eine Erfindung, abgebildet in einer Patentfamilie, unter Umständen mehreren Erfinderinnen und Erfindern an verschiedenen Orten, mehreren Patenten, mehreren Anmeldeunternehmen und mehreren Technologiefeldern zugeordnet werden kann, werden die Patentfamilien mittels einer fraktionierten Zählweise gewichtet.

¹ Ulrich Schmoch (2008): Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO). Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.

Dies hängt auch mit den unterschiedlichen Auslandsanteilen der Erfindungen in den einzelnen Technologiefeldern zusammen, die zwischen 15 Prozent in der Fördertechnik und 48 Prozent in der Datenverarbeitung liegen. Besonders hohe Auslandsanteile haben allerdings einige Technologiefelder, die nur eine geringe Bedeutung für die forschungsstärksten deutschen Unternehmen haben, darunter die Datenverarbeitung, die grundlegende Kommunikationstechnik, die Biotechnologie, die Nahrungsmittelchemie und die Analyse biologischer Materialien (Abbildung 1).

USA, Österreich und Frankreich sind die wichtigsten ausländischen Forschungsstandorte

Die Erfinderinnen und Erfinder der in Deutschland ansässigen Unternehmen sind weltweit verteilt und dabei regional wenig konzentriert. Ihre Verteilung auf die Zielländer

Tabelle 1

Weltweite FuE-Aufwendungen und Patentanmeldungen deutscher Unternehmen in den Jahren 2012 bis 2014 nach Branchen
Anteile in Prozent

	FuE-Aufwendungen	Gewichtete Patentanmeldungen	Auslandsanteil der Patente
Verarbeitendes Gewerbe	86,5	88,7	–
Darunter:			
Chemische Erzeugnisse	5,9	9,8	29
Pharmazeutische Erzeugnisse	13,9	5,4	36
Gummi-, Kunststoffe, Glas, Keramik	3,6	4,9	36
Datenverarbeitungsgeräte, Elektronik, Optik	3,2	12,2	32
Elektrische Ausrüstungen	1,6	3,3	24
Maschinenbau	10,0	18,5	30
Fahrzeugbau	45,7	29,2	20
Sonstige Branchen	13,5	11,3	–
Darunter:			
Handel; Instandhaltung/Reparatur von Kfz	2,2	3,0	16
Freiberufliche und technische Dienste	2,5	5,2	29
Insgesamt	100,0	100,0	27

Quellen: Institute for Prospective Technological Studies und OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017); Europäisches Patentamt (PATSTAT v5.11); eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2019

Tabelle 2

Patentanmeldungen im In- und Ausland in den Jahren 2012 bis 2014 nach den sechs patentstärksten deutschen Unternehmen
In Prozent

Unternehmen	Gewichtete Patentanmeldungen deutscher Unternehmen			
	Weltweit	In Deutschland	Im Ausland	Anteil im Ausland
Bosch	17,2	17,9	15,4	23,8
Siemens	11,6	9,6	17,2	39,3
Infineon	7,2	5,5	12,0	44,2
Volkswagen	7,2	7,9	5,2	19,3
Continental	4,8	4,1	6,5	36,4
BASF	4,2	3,5	6,1	39,0
Insgesamt	52,2	48,5	62,4	–

Quellen: Institute for Prospective Technological Studies und OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017); Europäisches Patentamt (PATSTAT v5.11); eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2019

spiegelt näherungsweise die Verteilung der FuE-Aufwendungen im Ausland wider.⁷ Die beiden wichtigsten Forschungsregionen für deutsche Unternehmen im Ausland sind die Europäische Union und die USA mit Anteilen von zwölf beziehungsweise neun Prozent an den weltweiten Erfindungen in den Jahren 2012 bis 2014 (Abbildung 2). Danach folgt mit deutlichem Abstand Asien (fünf Prozent). In Europa sind die Nachbarn Österreich mit 3,4 Prozent und Frankreich mit 1,8 Prozent die größten Zielländer für FuE deutscher Unternehmen. Bereits an vierter Stelle der Rangfolge steht China mit 1,5 Prozent. Sowohl Indien als

auch osteuropäische Länder, an denen zuweilen auch wichtige Forschungsstandorte deutscher Unternehmen vermutet werden, haben nur sehr geringe Anteile an den Patentanmeldungen.

In den Technologiebereichen der Elektrotechnik und des Maschinenbaus dominiert die EU als wichtigste ausländische Forschungsregion, gefolgt von den USA (Abbildung 3). Diese sind der weltweit wichtigste Standort für FuE in den chemischen Technologien. In Asien dominieren klar die FuE-Aktivitäten im Feld der Elektrotechnik.

⁷ Für 17 Zielländer der FuE deutscher Unternehmen vorwiegend in Europa gibt es in den dortigen nationalen Statistiken auch Informationen über die FuE-Aufwendungen der Unternehmen aus Deutschland in diesen Ländern. Der Zusammenhang zwischen diesen FuE-Aufwendungen im Jahr 2015 und den gewichteten Erfindungen der deutschen Unternehmen im Zeitraum von 2012 bis 2014 in diesen Ländern ist mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,984 sehr eng, siehe Belitz, Lejpras, Mattes und Priem (2019), a. a. O.

Ähnliche technologische Spezialisierung im In- und Ausland

Um zu analysieren, in welchen Technologiefeldern die Unternehmen Stärken oder Schwächen haben, wird mit Patentdaten ein relativer technologischer Spezialisierungsindex (RTA, Revealed Technological Advantage) berechnet (Kasten 2). Demnach sind die global tätigen deutschen Unternehmen im Vergleich zu ihren Wettbewerbern besonders auf die „klassisch deutschen“ Technologiebereiche im Maschinenbau (zu dem auch die Fahrzeugtechnik gehört) sowie in der Chemie und im Pharmabereich spezialisiert. Dagegen weisen sie im gesamten Bereich der Elektrotechnik, der auch Informations- und Kommunikationstechnologien einschließt, Spezialisierungsnachteile auf (Abbildung 4).

Dabei konzentrieren sich die deutschen Unternehmen im Inland und im Ausland im Großen und Ganzen auf die gleichen Technologiefelder. Ausnahmen bilden die für sie relativ kleinen Bereiche Biotechnologie und die Nahrungsmittelchemie, auf die deutsche Unternehmen nur im Ausland spezialisiert sind. In der Grundlegenden Kommunikationstechnik und der Datenverarbeitung haben sie zwar im Heimatland Spezialisierungsnachteile, im Ausland jedoch nicht.

Mit den Patentinformationen kann untersucht werden, welche Strategien deutsche Unternehmen mit ihren FuE-Aktivitäten im Ausland verfolgen: Ob sie im Ausland besonders in den Technologien forschen, bei denen die Zielländer technologische Vorteile haben, auf die sie also im weltweiten Vergleich besonders spezialisiert sind. Dies wäre ein Anhaltspunkt dafür, dass deutsche Unternehmen in diesen Ländern vor allem neues technologisches Wissen suchen, das ihnen im Heimatland nicht zur Verfügung steht. Forschen sie dagegen in Technologiebereichen, auf die diese Zielländer nicht spezialisiert sind, in denen sie also keine ausgeprägte Wissensbasis haben, dann dürften eher marktbezogene Motive vorliegen.

Zur Charakterisierung der Internationalisierungsstrategie deutscher Unternehmen in den Technologien und Zielländern wird ein Klassifizierungsschema verwendet, das die Patentportfolios der Unternehmen nutzt und in der Fachliteratur bereits mehrfach angewendet wurde.⁸ Die Strategien der Unternehmen in der jeweiligen Zielregion werden dabei anhand von zwei technologischen Spezialisierungsmaßen identifiziert (Kasten 2):

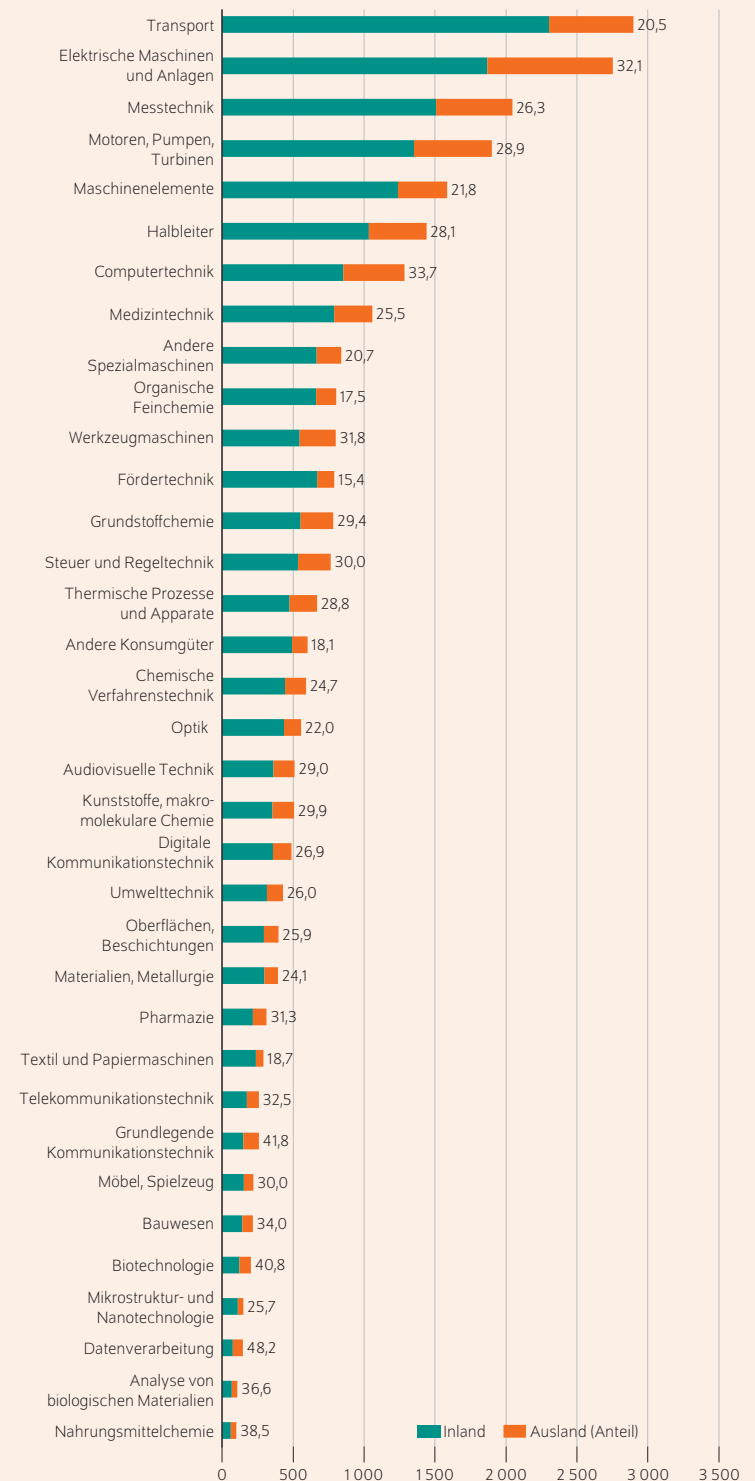
- Um die *technologische Spezialisierung eines Unternehmens im Heimatland (RTA Heimat)* zu bestimmen, werden zwei Anteile in Relation gesetzt: Erstens der Anteil der von einem Unternehmen in einem Technologiefeld erforschten Patentanmeldungen an allen Patentanmeldungen

⁸ Siehe Patel und Vega (1999), a. a. O.; Christian Le Bas und Christophe Sierra (2002): Location versus home country advantages in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies. Research Policy, 31, 589–609.

Abbildung 1

Patentanmeldungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland in den Jahren 2012 bis 2014 nach Technologiefeldern

Patente (in absoluten Zahlen) und Auslandsanteil (in Prozent)



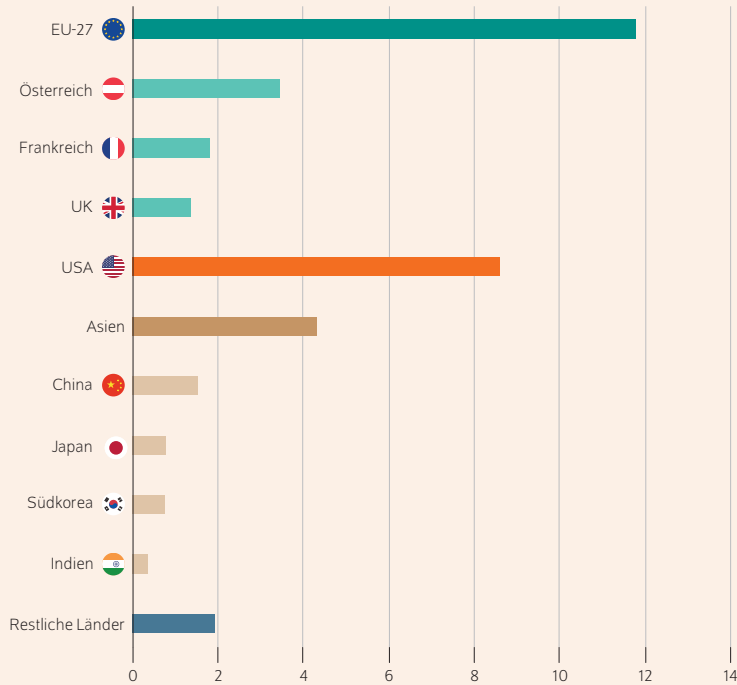
Quellen: Institute for Prospective Technological Studies und OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017); Europäisches Patentamt (PATSTAT v5.11); eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2019

Die Auslandsanteile der Erfindungen in den einzelnen Technologiefeldern liegen zwischen 15 Prozent in der Fördertechnik und 48 Prozent in der Datenverarbeitung.

Abbildung 2

Weltweite Patentanmeldungen deutscher Unternehmen in den Jahren 2012 bis 2014 nach Ländern und Regionen
Anteil an gewichteten Patentanmeldungen in Prozent



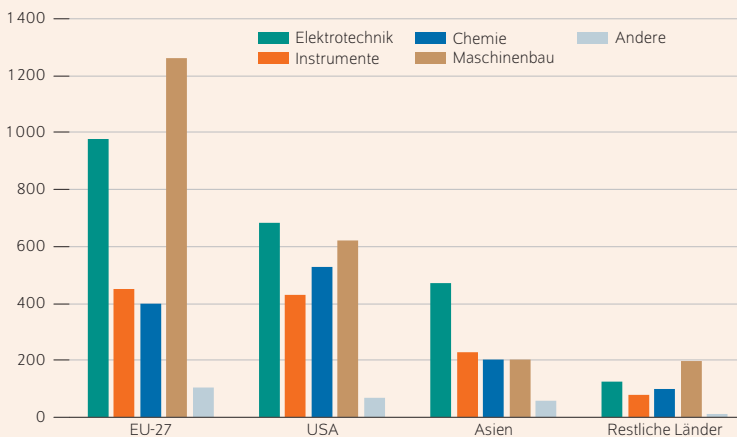
Quellen: Institute for Prospective Technological Studies und OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017); Europäisches Patentamt (PATSTAT v5.11); eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2019

Die beiden wichtigsten Forschungsregionen für Unternehmen aus Deutschland sind die anderen EU-Länder und die USA.

Abbildung 3

Patentanmeldungen deutscher Unternehmen im Ausland nach Technologiebereichen in den Jahren 2012 bis 2014
Gewichtete Patentanmeldungen in absoluten Zahlen



Quellen: Institute for Prospective Technological Studies und OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017); Europäisches Patentamt (PATSTAT v5.11); eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2019

Im Maschinenbau und in der Elektrotechnik forschen deutsche Unternehmen im Ausland am meisten in den Ländern der EU.

des Unternehmens. Zweitens der Anteil der in diesem Technologiefeld von allen Unternehmen angemeldeten Patente an allen Patenten weltweit.

- Um die *technologische Spezialisierung des Ziellandes beziehungsweise der Zielregion (RTA Zielland)* zu bestimmen, werden ebenfalls zwei Anteile in Relation gesetzt: Erstens der Anteil der Patentanmeldungen aller dort forschenden Unternehmen in einem bestimmten Technologiefeld an allen Patentanmeldungen in dem Zielland. Zweitens der Anteil der weltweit in diesem Technologiefeld angemeldeten Patente an allen Patenten.

Je nach Ausprägung der beiden Spezialisierungsmaße können vier Internationalisierungsstrategien für ein Technologiefeld in einer ausländischen Zielregion unterschieden werden (Tabelle 3):

1. In der wissenserweiternden beziehungsweise -ergänzenden Strategie ist das Unternehmen im jeweiligen Technologiefeld in der Heimat stark und auch das Zielland verfügt über Vorteile. Das Unternehmen nutzt damit die komplementäre Stärke im Ausland zur Erweiterung und Ergänzung der in der Heimat aufgebauten technologischen Stärke.
2. In der wissensnutzenden Strategie ist die Forschung im Zielland relativ schwach und das Unternehmen nutzt dort die in der Heimat erarbeiteten technologischen Vorteile. Damit wird im Ausland eher technische Unterstützung für den Absatz und die dortige Produktion des eigenen Unternehmens geleistet.
3. Mit einer technologiesuchenden Strategie versucht das Unternehmen, seine technologische Schwäche am Heimatstandort durch Forschung in den Ländern auszugleichen, die in diesen Feldern stark sind. So kann ihnen Forschung an Spitzenstandorten den Zugang zu neuen Hochtechnologien erschließen.
4. In der marktorientierten Strategie spielen technologische Motive keine wichtige Rolle, weil weder das Heimatland des Unternehmens auf das jeweilige Forschungsfeld spezialisiert ist, noch das Zielland. Die Forschung im Ausland könnte etwa Resultat einer Unternehmensübernahme sein, bei der nichttechnologische Gründe ausschlaggebend waren.

Wissensergänzende Internationalisierungsstrategie dominiert

In der Internationalisierung dominiert die wissensergänzende beziehungsweise wissenserweiternde Strategie, auf die knapp die Hälfte der Erfindungstätigkeit im Ausland entfällt (Tabelle 4). Ein weiteres Viertel der Aktivitäten ist der wissensnutzenden Strategie zuzurechnen. Somit finden drei Viertel der FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland in Forschungsfeldern statt, in denen sie am Heimatstandort im internationalen Vergleich technologische

Spezialisierungsvorteile haben.⁹ Forschung im Ausland beruht also in den meisten Fällen auf der technologischen Stärke der Forschung in Deutschland.

Nur zwölf Prozent der Patente im Ausland weisen auf eine technologiesuchende Strategie hin, bei der das Unternehmen im Ausland in Feldern forscht, auf die es in der Heimat nicht spezialisiert ist, das Zielland jedoch über technologische Vorteile verfügt. Es ist zu vermuten, dass Unternehmen so versuchen, für sie neues technologisches Wissen an ausländischen Spitzenforschungsstandorten zu erwerben. Überdurchschnittlich oft verfolgen Unternehmen aus Deutschland die technologiesuchende Strategie in der Computertechnik, der Optik, der Datenverarbeitung und der digitalen Kommunikationstechnik. Sehr selten wird diese Strategie dagegen in den Technologiefeldern Maschinenbau und Chemie gewählt.

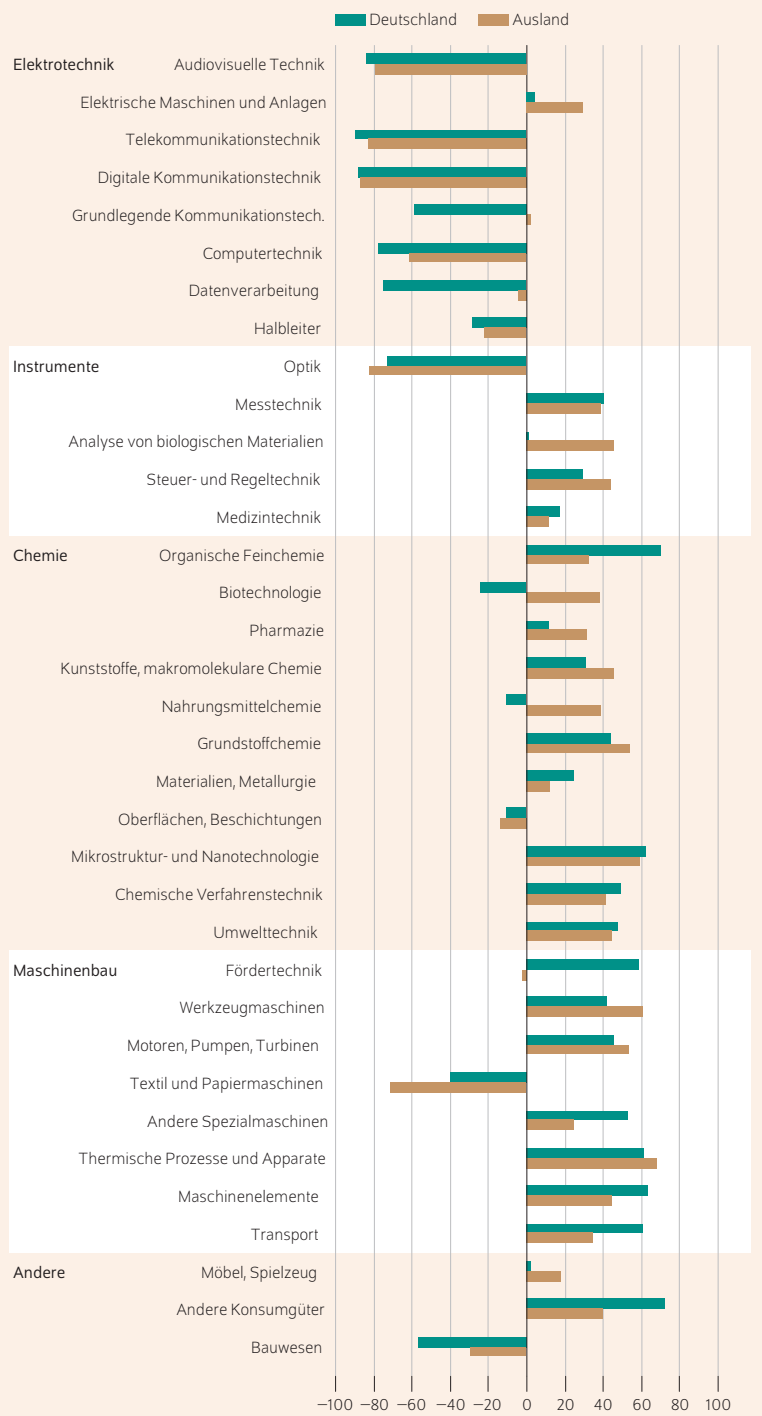
Während die Unternehmen in der Elektrotechnik alle vier Internationalisierungsstrategien in ähnlichem Maße verfolgen, liegt der Schwerpunkt im Maschinenbau, in der Chemie und bei den Instrumenten klar bei der wissensergänzenden Strategie, bei der sowohl die Unternehmen am Heimatstandort als auch die Zielländer auf die jeweiligen Technologien spezialisiert sind. Dort werden also technologische Vorteile der Unternehmen in der Heimat mit entsprechenden technologischen Vorteilen im Ausland kombiniert.

Technologiesuchende Strategien deutscher Unternehmen haben in den USA, Österreich, Dänemark und Südkorea einen überdurchschnittlichen Anteil, also in besonders forschungsintensiven Ländern. Wissenserweiterung streben deutsche Unternehmen eher in benachbarten europäischen Ländern an. In der Forschung in China dominiert eindeutig die wissensnutzende Strategie, die vor allem der Anpassung der Produkte und Prozesse an die Bedingungen des Ziellandes dient.

Auch in den sechs patentstärksten deutschen Unternehmen dominiert die wissensergänzende Strategie. Deutliche Unterschiede bestehen in der Bedeutung der technologiesuchenden Strategie. Bei BASF, Siemens und Infineon hat sie mit einem Anteil von jeweils etwa einem Fünftel ein deutlich höheres Gewicht als im Durchschnitt aller Unternehmen. Bosch sticht mit einem überdurchschnittlichen Anteil der wissensnutzenden Internationalisierungsstrategie hervor, forscht also im Ausland in vielen Technologien zur Unterstützung des Absatzes und der lokalen Produktion.

Abbildung 4

Technologische Spezialisierung (RTA¹) deutscher Unternehmen im In- und Ausland in den Jahren 2012 bis 2014



1 Relativer technologischer Spezialisierungsindex, siehe Kasten 2 in diesem Bericht.

Lesebeispiel: Die global tätigen deutschen Unternehmen haben gegenüber ihren Wettbewerbern Spezialisierungsvorteile im Maschinenbau (zu dem auch die Fahrzeugtechnik gehört) sowie in der Chemie und im Pharmabereich. Dagegen weisen sie im gesamten Bereich der Elektrotechnik, der auch Informations- und Kommunikationstechnologien einschließt, Spezialisierungsnachteile auf.

Quellen: Institute for Prospective Technological Studies and OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017); Europäisches Patentamt (PATSTAT v5.11); eigene Berechnungen.

Deutsche Unternehmen sind auf klassische deutsche Technologiebereiche im Maschinenbau und in der Chemie spezialisiert.

9 Im Vergleich mit einer älteren ähnlichen Untersuchung für 87 deutsche Unternehmen ist damit der Anteil der beiden Strategien seit Mitte der 1990er Jahre etwa gleich geblieben. Dabei ist der Anteil der wissensergänzenden Strategie zulasten der wissensnutzenden Strategien etwas gestiegen. Siehe Patricia Laurens et al. (2015): Internationalisation of European MNCs R&D. Management international, 19(4), 18–33.

Kasten 2

Relativer technologischer Spezialisierungsindex (RTA)

Um zu analysieren, auf welche Technologiefelder sich einzelne Unternehmen oder Unternehmensgruppen in Ländern oder Regionen spezialisiert haben, wird ein relativer technologischer Spezialisierungsindex herangezogen (RTA, Revealed Technological Advantage). Er wurde ursprünglich zur Messung der internationalen Handelsspezialisierung entwickelt, bald aber unter anderem auch zur Erfassung der technologischen Spezialisierung mit Patentdaten genutzt.¹ Der RTA misst die relative Konzentration der Erfindertätigkeit (Patentfamilien p) der ausgewählten Unternehmen auf bestimmte Technologien im Vergleich zu einer Grundgesamtheit von Unternehmen und ist wie folgt definiert:

$$RTA_{tr} = (p_{tr} / \sum_i p_{ir}) / (\sum_i p_{tr} / \sum_i p_{ir})$$

Dabei steht t für den Index des Technologiefeldes und r für den Index der jeweiligen Unternehmensauswahl. Zur Klassifizierung der Internationalisierungsstrategien wird hier etwa die Spezialisierung eines einzelnen Unternehmens in seinem Heimatland (RTA Heimat) und die technologische Spezialisierung aller Unternehmen eines Ziellandes (RTA Zielland) gemessen.

¹ Keld Laursen (2015): Revealed comparative advantage and the alternatives as measures of international specialization. Eurasian Business Review, 5, 99–115.

Da die Skala des RTA zwischen 0 und unendlich liegt und intuitiv schwer interpretierbar ist, wird er wie folgt transformiert:

$$RTA_{mod,r} = 100 \times \tanh \ln(RTA_{tr})$$

Durch die Umformung mit dem Tangens hyperbolicus und die Logarithmierung wird der RTA ein symmetrisches Maß mit Werten zwischen -100 und +100.

Ein Wert von 0 bedeutet, dass der Anteil eines Technologiefeldes in den ausgewählten Unternehmen dem durchschnittlichen Anteil des Feldes in allen Unternehmen entspricht. Der Index nimmt einen negativen Wert an (maximal -100), wenn der Anteil der Patentanmeldungen der untersuchten Unternehmen im betrachteten Technologiefeld kleiner ist als der Anteil in allen Unternehmen und somit keine Spezialisierung vorliegt. Positive Werte (maximal 100) zeigen einen höheren Anteil von Patenten in diesem Feld als im Durchschnitt und somit eine relative technologische Spezialisierung der ausgewählten Unternehmen auf das jeweilige Technologiefeld.

Fazit: Auslandsforschung erweitert technologische Stärken in Deutschland, zeigt aber auch Defizite bei Digitalisierungstechnologien

Obwohl bereits gut jede vierte Erfindung weltweit tätiger deutscher Unternehmen im Ausland entsteht, wird ihre Innovationskraft immer noch überwiegend von der Leistungsfähigkeit der FuE am Heimatstandort bestimmt. Im Ausland betreiben Unternehmen aus Deutschland FuE meistens aus einer Position der technologischen Stärke im Heimatland. In den besonders leistungsfähigen Forschungsschwerpunkten

in Deutschland im Maschinenbau, der Chemie sowie in der Mess- und Steuertechnik ergänzen und erweitern die Aktivitäten im Ausland das in der Heimat entwickelte Wissen. Weitere wichtige Motive sind die Nutzung des heimischen Wissensvorsprungs zur Anpassung der Prozesse und Produkte an Bedingungen im Ausland und Wünsche der Kundinnen und Kunden.

Der Forschungsstandort Deutschland verliert durch die internationalen Aktivitäten nicht an technologischer Stärke. Forschung, die im Ausland zusätzlich zu technologischen Aktivitäten im Heimatland oder zur Unterstützung der

Tabelle 3

Internationalisierungsstrategien der Forschung von Unternehmen

Technologische Spezialisierung des Ziellandes	
		stark	schwach
... der Unternehmen im Heimatland	stark	(1) Wissensergänzend RTA ¹ Heimat > 0 RTA Ziel > 0	(2) Wissensnutzend RTA Heimat > 0 RTA Ziel < 0
		(3) Technologiesuchend RTA Heimat < 0 RTA Ziel > 0	(4) Marktorientiert RTA Heimat < 0 RTA Ziel < 0
	schwach		

¹ Relativer technologischer Spezialisierungsindex, siehe Kasten 2 in diesem Bericht.

Quelle: Eigene Zusammenstellung in Anlehnung an Christian Le Bas und Christophe Sierra (2002): Location versus home country advantages in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies. Research Policy, 31.

Markterschließung betrieben wird, weist nicht auf „Verlagerungen“ hin. Es gibt jedoch auch Internationalisierungsstrategien, mit denen Unternehmen im Ausland technologische Defizite im Heimatland ausgleichen. Sie haben zwar ein relativ geringes Gewicht, werden aber in Technologien verfolgt, deren Bedeutung im Zuge der

Digitalisierung steigt, etwa in der Computertechnik, der Datenverarbeitung und der digitalen Kommunikationstechnik. Diese Forschungsfelder sollten in Deutschland gestärkt werden, um das im Ausland erworbene Wissen auch am Heimatstandort besser aufnehmen und für Innovationen nutzen zu können.

Tabelle 4

Internationalisierungsstrategien deutscher Unternehmen nach Technologiebereichen, Ländern und Unternehmen in den Jahren 2012 bis 2014

Anteile in Prozent

	Internationalisierungsstrategien				Insgesamt
	wissensergänzend	wissensnutzend	technologiesuchend	marktorientiert	
Insgesamt	50	27	12	11	100
In Technologiebereichen:					
Elektrotechnik	31	26	18	25	100
Instrumente	61	20	14	5	100
Chemie	57	29	9	5	100
Maschinenbau	60	28	6	6	100
Andere Felder	37	42	16	5	100
In Zielländern:					
USA	47	26	16	11	100
Österreich	54	15	14	17	100
Frankreich	61	24	4	11	100
China	12	79	5	5	100
Vereinigtes Königreich	50	22	6	22	100
Schweden	63	27	2	8	100
Italien	67	11	8	14	100
Schweiz	56	25	8	11	100
Dänemark	50	21	20	9	100
Japan	41	47	9	3	100
Südkorea	27	29	36	8	100
Restliches Ausland	56	22	12	10	100
In Unternehmen:					
Siemens	43	27	19	12	100
Bosch	45	39	8	9	100
Infineon	53	5	19	23	100
Volkswagen	59	21	6	14	100
Continental	55	16	11	18	100
BASF	42	28	20	11	100

Quellen: Institute for Prospective Technological Studies und OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017); Europäisches Patentamt (PATSTAT v5.11); eigene Berechnungen.

© DIW Berlin 2019

Heike Belitz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Unternehmen und Märkte am DIW Berlin | hbelitz@diw.de

Maximilian Priem ist Data Scientist und Consultant der DIW Econ GmbH | mpriem@diw-econ.de

Anna Lejpras ist Professorin an der BSP Business School Berlin | anna.lejpras@businessschool-berlin-potsdam.de

JEL: D24, F21, L60, O31

Keywords: R&D, Patents, Globalisation, German Multinationals

This report is also available in an English version as DIW Weekly Report 35+36/2019:

www.diw.de/diw_weekly



IMPRESSUM



DIW Berlin — Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.

Mohrenstraße 58, 10117 Berlin

www.diw.de

Telefon: +49 30 897 89-0 Fax: -200

86. Jahrgang 4. September 2019

Herausgeberinnen und Herausgeber

Prof. Dr. Pio Baake; Prof. Dr. Tomaso Duso; Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.;
Prof. Dr. Peter Haan; Prof. Dr. Claudia Kemfert; Prof. Dr. Alexander S. Kritikos;
Prof. Dr. Alexander Kriwoluzky; Prof. Dr. Stefan Liebig; Prof. Dr. Lukas Menkhoff;
Dr. Claus Michelsen; Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D.; Prof. Dr. Jürgen Schupp;
Prof. Dr. C. Katharina Spieß; Dr. Katharina Wrohlich

Chefredaktion

Dr. Gritje Hartmann; Mathilde Richter; Dr. Wolf-Peter Schill

Lektorat

Dr. Hella Engerer (1. Bericht); Dr. Marius Clemens (2. Bericht)

Redaktion

Dr. Franziska Bremus; Rebecca Buhner; Claudia Cohnen-Beck;
Dr. Daniel Kempfner; Sebastian Kollmann; Bastian Tittor;
Dr. Alexander Zerrahn

Vertrieb

DIW Berlin Leserservice, Postfach 74, 77649 Offenburg

leserservice@diw.de

Telefon: +49 1806 14 00 50 25 (20 Cent pro Anruf)

Gestaltung

Roman Wilhelm, DIW Berlin

Umschlagmotiv

© imageBROKER / Steffen Diemer

Satz

Satz-Rechen-Zentrum Hartmann + Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin

Druck

USE gGmbH, Berlin

ISSN 0012-1304; ISSN 1860-8787 (online)

Nachdruck und sonstige Verbreitung – auch auszugsweise – nur mit
Quellenangabe und unter Zusendung eines Belegexemplars an den
Kundenservice des DIW Berlin zulässig (kundenservice@diw.de).

Abonnieren Sie auch unseren DIW- und/oder Wochenbericht-Newsletter
unter www.diw.de/newsletter