

Belitz, Heike; Lejpras, Anna; Mattes, Anselm; Priem, Maximilian

Working Paper

Forschung deutscher Unternehmen im In- und Ausland: Technologische Schwerpunkte und Zielregionen

Working Paper Forschungsförderung, No. 156

Provided in Cooperation with:

The Hans Böckler Foundation

Suggested Citation: Belitz, Heike; Lejpras, Anna; Mattes, Anselm; Priem, Maximilian (2019) :
Forschung deutscher Unternehmen im In- und Ausland: Technologische Schwerpunkte und
Zielregionen, Working Paper Forschungsförderung, No. 156, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf,
<https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2019102414580364122722>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/216076>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>

WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Nummer 156, August 2019

Forschung deutscher Unternehmen im In- und Ausland

Technologische Schwerpunkte und Zielregionen

Heike Belitz, Anna Lejpras, Anselm Mattes und
Maximilian Priem

© 2019 by Hans-Böckler-Stiftung
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf
www.boeckler.de



„Forschung deutscher Unternehmen im In- und Ausland“ von Heike Belitz, Anna Lejpras, Anselm Mattes und Maximilian Priem ist lizenziert unter

Creative Commons Attribution 4.0 (BY).

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell. (Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

ISSN 2509-2359

Inhalt

Tabellen	4
Abbildungen	6
1. Zusammenfassung.....	8
2. Einleitung	12
3. FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland	14
3.1 Ziel, Daten und Methoden.....	14
3.2 Weltweite FuE-Aufwendungen der forschungstärksten Unternehmen.....	15
3.3 FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland	17
4. Internationale Patentaktivitäten deutscher Unternehmen.....	22
4.1 Daten, Ziel und Methode.....	22
4.2 Branchen und Technologiefelder	24
4.3 Zielländer und -regionen	29
4.4 Sechs patentstärkste Unternehmen	33
5. Internationalisierungsstrategien deutscher Unternehmen.....	36
5.1 Konzept	36
5.2 Branchen	38
5.3 Technologiefelder	41
5.4 Zielländer	43
5.5 Sechs patentstärkste Unternehmen	54
5.6 Vergleich mit Ergebnissen der bisherigen Literatur	58
Literatur.....	60
Anhang.....	61
Autorinnen und Autoren	74

Tabellen

Tabelle 1: Weltweite FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten deutschen Unternehmen nach Wirtschaftszweigen 2012–2014.....	15
Tabelle 2: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen weltweit und im Ausland 2003–2015	17
Tabelle 3: Anteil der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im Ausland in ausgewählten Branchen 2003–2015.....	18
Tabelle 4: Indikatoren der Unternehmen der wichtigsten Heimatländer im Datensatz EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017	23
Tabelle 5: Gewichtete Erfindungen und Auslandsanteil der deutschen Unternehmen nach Branchen 2012–2014	25
Tabelle 6: Erfindungen der sechs deutschen Unternehmen mit den meisten Patentanmeldungen im In- und Ausland 2012–2014	34
Tabelle 7: Vier Internationalisierungsstrategien der FuE multinationaler Unternehmen.....	37
Tabelle 8: Forschungsstrategien deutscher Unternehmen im Ausland über alle Wirtschaftszweige 2012–2014 (Patentgewichte).....	40
Tabelle 9: Forschungsstrategien deutscher Unternehmen im Ausland nach Technologiebereichen 2012–2014 (Patentgewichte).....	41
Tabelle 10: Forschungsstrategien deutscher Unternehmen im Ausland nach Technologiefeldern 2012–2014 (Patentgewichte).....	42
Tabelle 11: Verteilung der Erfinder*innen deutscher Unternehmen im Ausland nach Zielländern und Strategien.....	44
Tabelle 12: Internationalisierungsstrategien der sechs patentstärksten deutschen Unternehmen 2012–2014.....	54
Tabelle 13: Patentanteile der vier Internationalisierungsstrategien der Forschung deutscher Unternehmen in der Literatur	58
Tabelle 14: Patentanteile ausgewählter deutscher Unternehmen im Ausland	59
Tabelle 15: WIPO-Technologiebereiche und -felder	61

Tabelle 16: Berechnung der Gewichte nach fraktionierter Zählweise am Beispiel der Erfindung 9225914	62
Tabelle 17: Zuordnung der Gewichte von Erfindung 9225914 nach Anmelder- und Land der Erfinder*in.....	64
Tabelle 18: Erfindungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland nach WIPO-Technologieklassen 2012–2014	64
Tabelle 19: Weltweite gewichtete Erfindungen deutscher Unternehmen 2012–2014 und Auslandsanteil	65
Tabelle 20: Erfindungen deutscher Unternehmen nach Zielländern 2012–2014.....	68
Tabelle 21: Anteil ausgewählter Unternehmen an den Erfindungen deutscher Unternehmen in wichtigen Zielländern 2012–2014	69

Abbildungen

Abbildung 1: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen ausgewählter Branchen im In- und Ausland 2003 und 2015	18
Abbildung 2: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen ausgewählter Branchen im Ausland und in Deutschland (Index:2009 = 100)	19
Abbildung 3: Entwicklung der FuE-Aufwendungen der Unternehmen ausgewählter Länder im In- und Ausland 1997– 2015 (Index: 2009 = 100).....	21
Abbildung 4: Erfindungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland nach WIPO-Technologieklassen 2012–2014	26
Abbildung 5: Technologische Spezialisierung deutscher Unternehmen nach WIPO-Klassen 2012–2014	28
Abbildung 6: Anteile ausländischer Forschungsstandorte an den gewichteten Patenten deutscher Unternehmen 2012–2014.....	29
Abbildung 7: Zusammenhang zwischen FuE-Aufwand 2015 und Erfindungen deutscher Unternehmen im Ausland 2012–2014	30
Abbildung 8: Anteile ausländischer Forschungsstandorte an den gewichteten Patenten deutscher Unternehmen nach WIPO- Technologiebereichen 2012–2014.....	32
Abbildung 10: Erfinder*innen in den wichtigsten Zielländern deutscher Unternehmen nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014.....	45
Abbildung 11: Erfinder*innen deutscher Unternehmen in den USA nach Technologiefeldern und Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	46
Abbildung 12: Erfinder*innen deutscher Unternehmen in Österreich nach Technologiefeldern und Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	49
Abbildung 13: Erfinder*innen deutscher Unternehmen in Frankreich nach Technologiefeldern und Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	51
Abbildung 14: Erfinder*innen deutscher Unternehmen in China nach Technologiefeldern und Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	52

Abbildung 15: Erfinder*innen von Robert Bosch im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	56
Abbildung 16: Erfinder*innen von Siemens im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	57
Abbildung 17: Erfinder*innen von Infineon im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	70
Abbildung 18: Erfinder*innen von Volkswagen im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	71
Abbildung 19: Erfinder*innen von Continental im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	72
Abbildung 20: Erfinder*innen von BASF im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)	73

1. Zusammenfassung

Wenn deutsche Unternehmen Forschung und Entwicklung (FuE) im Ausland durchführen, wird dies oft als Verlagerung von Kapazitäten interpretiert, die dem heimischen Standort verloren gehen. Dabei müssen Unternehmen ihre Produkte und Prozesse auch in den ausländischen Zielmärkten weiterentwickeln und an lokale Bedingungen und Kundenwünsche anpassen. Der Aufbau von eigenen Forschungslaboren im Ausland dient aber auch dazu, neues technologisches Wissen von Wettbewerbern, Hochschulen und Forschungsinstituten zu erwerben. Schließlich ist die Nutzung von Forschungspersonal im Zielland ein wichtiges Motiv für FuE im Ausland.

In dieser Studie werden Forschung und Entwicklung deutscher Unternehmen im In- und Ausland anhand ihrer FuE-Aufwendungen und ihrer in Patentanmeldungen dokumentierten Erfindungstätigkeit untersucht. Die forschenden Großunternehmen können dabei nur als Ganzes einer Branche zugeordnet werden. Dies wird der technologischen Vielfalt ihrer FuE nicht gerecht. Aus Patentdaten gibt es aber unternehmensbezogene Informationen über ihre technologischen Forschungsschwerpunkte im Heimatland und in den verschiedenen Zielländern im Ausland, die hier erstmals für 104 deutsche Großunternehmen im Zeitraum 2012–2014 analysiert werden. Ihre komplexen technologischen und regionalen FuE-Strukturen werden dokumentiert und Anhaltspunkte zu ihren Motiven für FuE im Ausland gewonnen.

Zwischen 2003 und 2015 haben sich die globalen FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen nominal fast verdoppelt. Im Jahr 2015 erreichten sie knapp 69 Milliarden Euro. Der Auslandsanteil der FuE-Aufwendungen lag bei 35 Prozent, wie allerdings schon einmal im Jahr 2001. Danach war er zunächst gesunken, stieg aber ab 2007 wieder.

Das Gros der FuE im Ausland entfällt auf Unternehmen des Kraftfahrzeugbaus und der Pharmaindustrie. Der Anteil der FuE-Aufwendungen im Ausland lag 2015 im Kraftfahrzeugbau bei knapp einem Viertel, in der Pharmaindustrie mit 58 Prozent jedoch mehr als doppelt so hoch.

In den Unternehmen dieser und weiterer Branchen verläuft die Entwicklung der FuE-Aufwendungen im In- und Ausland dabei weitgehend parallel: mit einem Zuwachs bzw. Rückgang der FuE im Inland geht oft eine gleichgerichtete Veränderung im Ausland einher. Dies zeigt sich auch bei US-amerikanischen und schwedischen Unternehmen, für die FuE-Daten im In- und Ausland über einen längeren Zeitraum vorliegen.

An den weltweiten Erfindungen deutscher Unternehmen im Zeitraum 2012 bis 2014 hat der Fahrzeugbau mit fast 30 Prozent den größten An-

teil, gefolgt vom Maschinenbau (18 %), dem Bereich Datenverarbeitung, Elektronik und Optik (12 %) sowie der Chemieindustrie (10 %). Auf die Unternehmen in diesen vier forschungsintensiven Branchen entfallen zusammen gut zwei Drittel aller Erfindungen. Die Erfindungen sind zudem auf wenige Unternehmen konzentriert. Gut die Hälfte entfallen auf die sechs forschungsstärksten Unternehmen, bei den Erfindungen im Ausland sind es sogar gut 60 Prozent.

Etwa jede vierte Erfindung machen deutsche Unternehmen im Ausland. Der Auslandsanteil bei den Erfindungen liegt mit 27 Prozent etwas unter dem Anteil der FuE-Aufwendungen mit 35 Prozent. Im Ausland wird also weniger FuE durchgeführt, die zu Patenten führt, also etwa Anpassungen an Kundenwünsche oder regionale Besonderheiten der Märkte. Während in Unternehmen des Fahrzeugbaus jedoch nur jede fünfte Erfindung im Ausland getätigt wird, sind es im Maschinenbau und der Chemieindustrie mit rund 30 Prozent deutlich mehr, in der Pharmaindustrie sogar 36 Prozent.

Die deutschen Unternehmen sind im internationalen Vergleich zu ihren Wettbewerbern besonders auf die „klassisch deutschen“ Technologiebereiche Maschinenbau (zu dem auch die Fahrzeugtechnik gehört) sowie Chemie und Pharma spezialisiert. Dagegen weisen sie im gesamten Bereich der Elektrotechnik, der auch Informations- und Kommunikationstechnologien einschließt, Spezialisierungsnachteile auf.

Dabei konzentrieren sich die deutschen Unternehmen im Inland und im Ausland im Großen und Ganzen auf die gleichen Technologiefelder. Ausnahmen bilden die 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.

Die Auslandsforschung deutscher Unternehmen ist weltweit verteilt. Die beiden wichtigsten Forschungsregionen für deutsche Unternehmen im Ausland sind die Europäische Union und die USA mit Anteilen von 12 bzw. 9 Prozent an allen Erfindungen zwischen 2012–2014. Danach folgt mit deutlichem Abstand Asien (5 %). Nach den USA sind die Nachbarn Österreich und Frankreich die größten Zielländer für FuE im Ausland. Bereits an vierter Stelle der Rangfolge steht China. Sowohl Indien, als auch osteuropäische Länder, an denen zuweilen auch wichtige Forschungsstandorte deutscher Unternehmen vermutet werden, haben nur sehr geringe Anteile an den Patenten.

In den Technologiebereichen der Elektrotechnik und des Maschinenbaus dominiert die EU als wichtigste Forschungsregion im Ausland. Asi-

en hat im Bereich der Elektrotechnik relativ hohe Patentanteile, die USA bei den chemischen Technologien.

Der Auslandsanteil der Forschungsaktivitäten unterscheidet sich auch zwischen den deutschen Unternehmen deutlich. Unter den sechs forschungsstärksten Unternehmen hat Infineon mit 44 Prozent den größten Auslandsanteil, bei Volkswagen ist er dagegen mit gut 19 Prozent weniger als halb so groß.

Drei Viertel der FuE-Aktivitäten im Ausland finden in Forschungsfeldern statt, in denen die Unternehmen in der Heimat im internationalen Vergleich technologische Spezialisierungsvorteile haben. Forschung im Ausland beruht also in den meisten Fällen auf der technologischen Stärke am Heimatstandort der Unternehmen. In der Internationalisierung dominiert die wissenserweiternde Strategie (home-base augmenting, HBA), auf die knapp 50 Prozent der Erfindungstätigkeit im Ausland entfallen. Ein weiteres Viertel der Aktivitäten ist der wissensnutzenden Strategie (home-base exploiting, HBE) zuzurechnen. Nur 12 Prozent der Patente im Ausland weisen auf eine technologiesuchende Strategie hin (technology seeking, TS), bei der das Unternehmen im Ausland in Feldern forscht, in denen es in der Heimat relativ schwach ist, das Zielland jedoch über technologische Stärke verfügt.

Während die Unternehmen im Technologiebereich Elektrotechnik alle vier Internationalisierungsstrategien zu etwa gleichen Anteilen verfolgen, dominieren im Maschinenbau, in der Chemie und bei den Instrumenten die Strategien, die auf heimatbasierten Wissensvorteilen aufbauen. Außerhalb der Elektrotechnik liegt der Schwerpunkt klar bei den HBA-Strategien, bei denen Unternehmen am Heimatstandort und die Zielländer auf die jeweiligen Technologien spezialisiert sind. Dort werden also von den Unternehmen die heimischen Vorteile mit technologischen Vorteilen im Ausland kombiniert.

Die technologiesuchende TS-Strategie dominiert unter den für deutsche Unternehmen besonders wichtigen Technologiefeldern nur in der Computertechnik.

Technologiesuchende Strategien deutscher Unternehmen haben allerdings in den USA, Österreich, Dänemark, Südkorea und Singapur einen überdurchschnittlichen Anteil. Diese wissenssuchenden Forschungsstrategien sind also überwiegend in besonders forschungsintensiven, z. T. auch weit entfernten Ländern zu finden. Wissenserweiterung durch Internationalisierung (HBA) streben deutsche Unternehmen eher in näher gelegenen europäischen Ländern an. In der Forschung in China dominiert eindeutig die wissensnutzende Strategie (HBE), die vor allem der Anpassung der Produkte und Prozesse an die Bedingungen des Ziellandes dient.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass deutsche Unternehmen FuE im Ausland überwiegend aus einer Position der technologischen Stärke im Heimatland betreiben. Meistens ergänzen und erweitern die Auslandsaktivitäten die Forschung in Deutschland (HBA). Weitere wichtige Motive dürften die Anpassung der Prozesse an Bedingungen im Ausland sowie die kundenspezifische Forschung im Zielmarkt sein (HBE). Internationalisierungsstrategien, in denen deutsche Unternehmen FuE im Ausland aus einer Position der technologischen Schwäche im Heimatland betreiben, haben ein relativ geringes Gewicht. Dies spricht dafür, dass nicht nur die deutschen Unternehmen von ihrer Forschung im Ausland profitieren, sondern auch, dass der Forschungsstandort Deutschland durch die internationalen FuE-Aktivitäten der einheimischen Unternehmen nicht an technologischer Stärke verliert.

2. Einleitung

In dieser Studie werden Forschung und Entwicklung (FuE) deutscher Unternehmen im In- und Ausland untersucht. Auf Basis der Analyse von Daten zu FuE-Aufwendungen und Patentanmeldungen werden Anhaltspunkte zu den Motiven der forschungsstärksten deutschen Unternehmen für FuE-Aktivitäten im Ausland gewonnen. Wird die Internationalisierung von FuE durch den Erwerb von neuem technologischem Wissen oder durch die Anforderungen an Produkte und Prozesse im Zielmarkt getrieben? Erweitern die Unternehmen ihr Wissen im Ausland in technologischen Feldern, in denen sie bereits stark sind oder in denen nur ausländische Standorte über neues Wissen verfügen?

Gefragt wird auch, ob deutsche Unternehmen in einzelnen Technologiefeldern im Ausland stärker FuE betreiben als in Deutschland und in welchen Ländern sich die wichtigsten ausländischen Forschungsstandorte für unterschiedliche Technologiefelder befinden. Dazu wird das technologische Portfolio der deutschen Unternehmen im Heimatland und in den wichtigsten Zielländern von Auslandsforschung mit der technologischen Spezialisierung der jeweiligen Forschungsstandorte verglichen. Analysiert wird, ob deutsche Unternehmen im Ausland besonders in den Technologiefeldern mit FuE aktiv sind, auf welche die Zielländer technologisch spezialisiert sind oder ob sich ihre technologischen Stärken im Heimatland auch im Ausland wiederfinden. Die Studie soll dazu dienen, Ausmaß und Motive der Internationalisierung von FuE in deutschen Unternehmen besser zu verstehen und absehbare Folgen für den Forschungsstandort Deutschland und die forschenden Unternehmen zu erkennen.

Bisher gab es nur wenige Informationen zu den FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen an den einzelnen Forschungsstandorten im Ausland. Sie stammen aus den nationalen FuE-Statistiken einiger Zielländer. Daten über die Branchen oder technologischen Schwerpunkte der FuE im Ausland fehlten aber weitgehend. Zudem gab es keine unternehmensbezogenen Informationen über die FuE im Heimatland und im Ausland, so dass die Verbindung zwischen beiden nicht untersucht werden konnte. Dies ist aber notwendig, um die Motive der Internationalisierung von FuE zu ergründen und die Herausforderungen der Globalisierung von FuE für den deutschen Forschungsstandort besser zu bewerten. Vor allem ist zu klären, in welchen Technologiefeldern Hinweise auf die Verlagerung von FuE ins Ausland bestehen und wo FuE im Ausland vorwiegend der Erweiterung der bestehenden Stärken im Heimatland dient.

Unsere Studie ermöglicht die unternehmensbezogene Analyse der weltweiten FuE-Aktivitäten nach Technologiefeldern und Zielländern, indem sie zwei Datensätze verbindet:

- einen Datensatz mit Informationen über die 2000 weltweit forschungsstärksten Unternehmen („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 umfangreiche Patentdatenbank des Europäischen Patentamtes mit bibliografischen Daten und Rechtsstandsdaten zu Patenten (EPO Worldwide Patent Statistical Database PATSTAT, Frühling 2018).

Im anschließenden Kapitel 3 wird die Internationalisierung der FuE deutscher Unternehmen im Zeitraum 2003–2015 anhand branchenbezogener FuE-Daten dargestellt. In Kapitel 4 wird für 104 forschungsstarke deutsche Unternehmen die weltweite Verteilung der Erfindungen nach Technologiefeldern im Zeitraum 2012–2014 untersucht. In Kapitel 5 werden dann anhand der technologischen Spezialisierung dieser deutschen Unternehmen und der verschiedenen Zielländer der Auslandsforschung vier unterschiedliche Internationalisierungsstrategien identifiziert. So kann analysiert werden, ob deutsche Unternehmen im Ausland besonders in den Technologiefeldern forschen, in denen die Zielländer technologische Vorteile haben oder ob sie eher marktorientierte Motive verfolgen.

3. FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland

3.1 Ziel, Daten und Methoden

Deutschland gehört zu den bedeutenden Heimatländern forschungsstarker multinationaler Unternehmen, die weltweit FuE-Aktivitäten durchführen. Aus den nationalen FuE-Statistiken gibt es aber nur begrenzt Informationen zur internationalen Verteilung der FuE-Aufwendungen dieser Unternehmen. In diesem Kapitel wird die Internationalisierung der FuE deutscher Unternehmen im Ausland anhand aktueller FuE-Daten dargestellt.

Grundlage bilden zum einen die Daten zu den globalen FuE-Aufwendungen der 114 forschungsstärksten deutschen Unternehmen der „EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017“ vom EC-JRC Institute for Prospective Technological Studies und des OECD Directorate for Science, Technology and Innovation. Dieser Datensatz enthält u. a. Informationen zu den FuE-Aufwendungen und Patentanmeldungen der 2.000 Unternehmen mit den weltweit stärksten FuE-Aktivitäten in den Jahren 2012–2014. Er ist auch Teil der Datenbasis für die weiteren Analysen in Kapitel 4 und Kapitel 5. Zum anderen werden die Daten der SV-Wissenschaftsstatistik zur FuE deutscher Unternehmen im In- und Ausland im Zeitraum 2003–2015 ausgewertet.

Die FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im Ausland werden von der SV-Wissenschaftsstatistik ermittelt, indem von den globalen FuE-Aufwendungen der 100 forschungsstärksten deutschen Unternehmen, die in den Geschäftsberichten veröffentlicht sind, die FuE-Aufwendungen dieser Unternehmen im Inland abgezogen werden (Schasse, Belitz, Kladroba & Stenke, 2016). Allerdings ist die Aussagekraft der FuE-Daten für das Ausland aus verschiedenen Gründen beschränkt:

- Aus den Geschäftsberichten geht oftmals nicht hervor, ob die dort angegebenen Werte nur interne FuE oder auch externe FuE beinhalten.
- Eine Erfassung auf der Basis der kleinsten selbständig bilanzierenden Einheit kann nicht realisiert werden. Während in der nationalen FuE-Statistik eine individuelle Zuordnung jedes Unternehmensteils zu einem Wirtschaftszweig erfolgen kann, muss man sich bei der Ermittlung der FuE-Aufwendungen im Ausland oftmals darauf beschränken, dem Gesamtkonzern einen Wirtschaftszweig zuzuordnen.
- In den Geschäftsberichten erfolgt in der Regel keine oder nur eine sehr grobe regionale Unterteilung. In welchen Regionen deutsche

Unternehmen FuE betreiben, kann somit nicht ermittelt werden (Czernich & Kladroba, 2013).

Schließlich wird in diesem Kapitel auch die Entwicklung der Internationalisierung der FuE deutscher Unternehmen mit der von Unternehmen aus den USA und Schweden verglichen, für die entsprechende Daten aus der jeweiligen nationalen Statistik vorliegen.

3.2 Weltweite FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten Unternehmen

Die 114 forschungsstärksten deutschen Unternehmen, die im EC-JRC/OECD-Datensatz enthalten sind, haben im Jahr 2014 weltweit zusammen gut 62 Milliarden Euro für FuE verausgabt (Tabelle 1). Das waren 7 Milliarden Euro mehr als 2012. Im Zeitraum von 2012 bis 2014 entfielen 10,5 Prozent der FuE-Aufwendungen aller 2.000 Unternehmen im EC-JRC/OECD-Datensatz auf deutsche Unternehmen. Die meisten FuE-Aufwendungen hatten US-amerikanische Unternehmen (38,1 %), gefolgt von japanischen (14,6 %) (siehe auch Tabelle 4).

Ordnet man die Unternehmen insgesamt Wirtschaftszweigen zu, so entfiel im Zeitraum von 2012 bis 2014 knapp die Hälfte (46 %) der FuE-Aufwendungen der deutschen Unternehmen auf den Fahrzeugbau. Es folgten mit deutlichem Abstand Unternehmen der pharmazeutischen Industrie mit einem Anteil von 14 Prozent, des Maschinenbaus mit 10 Prozent und der Chemieindustrie mit 6 Prozent. Somit geben Unternehmen dieser vier Branchen etwa drei Viertel der weltweiten FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen aus (Tabelle 1).

Tabelle 1: Weltweite FuE-Aufwendungen der forschungsstärksten deutschen Unternehmen nach Wirtschaftszweigen 2012–2014

ISIC	Wirtschaftszweig	2012	2013	2014	2012–2014	
01–03	Land- u. Forstwirt., Fischerei	127 Mio. €	141 Mio. €	149 Mio. €	416 Mio. €	0,2 %
10–12	Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	42 Mio. €	43 Mio. €	40 Mio. €	125 Mio. €	0,1 %
13–15	Textilien, Bekleidung, Schuhe	190 Mio. €	181 Mio. €	163 Mio. €	534 Mio. €	0,3 %
16–18	Holzwaren, Papier, Druckerzeugnisse	131 Mio. €	130 Mio. €	129 Mio. €	390 Mio. €	0,2 %

19	Kokerei u. Mineralölverarb.	29 Mio. €	31 Mio. €	33 Mio. €	93 Mio. €	0,1 %
20	Chemische Erzeugnisse	3.382 Mio. €	3.438 Mio. €	3.491 Mio. €	10.311 Mio. €	5,9 %
21	Pharmazeutische Erzgn.	7.931 Mio. €	8.004 Mio. €	8.589 Mio. €	24.524 Mio. €	13,9 %
22–23	Gummi-, Kunststoffe, Glas, Keramik	1.951 Mio. €	2.058 Mio. €	2.339 Mio. €	6.347 Mio. €	3,6 %
24–25	Metallverarbeitung, -erzgn.	416 Mio. €	481 Mio. €	519 Mio. €	1.416 Mio. €	0,8 %
26	DV-geräte, Elektronik, Optik	1.766 Mio. €	1.850 Mio. €	2.010 Mio. €	5.626 Mio. €	3,2 %
27	Elektrische Ausrüstungen	897 Mio. €	935 Mio. €	964 Mio. €	2.796 Mio. €	1,6 %
28	Maschinenbau	5.832 Mio. €	5.876 Mio. €	5.995 Mio. €	17.702 Mio. €	10,0 %
29–30	Fahrzeugbau	24.529 Mio. €	27.071 Mio. €	28.907 Mio. €	80.507 Mio. €	45,7 %
31–33	Rep., Install. v. Maschinen u. Ausrüstungen	590 Mio. €	657 Mio. €	652 Mio. €	1.899 Mio. €	1,1 %
35	Energieversorgung	435 Mio. €	411 Mio. €	346 Mio. €	1.192 Mio. €	0,7 %
45–47	Handel; Instandh. u. Rep. v. Kfz	1.316 Mio. €	1.295 Mio. €	1.348 Mio. €	3.959 Mio. €	2,2 %
49–53	Verkehr u. Lagerei	220 Mio. €	216 Mio. €	250 Mio. €	686 Mio. €	0,4 %
58–60	Verlage, Medien, Rundfunk	2.443 Mio. €	2.470 Mio. €	2.507 Mio. €	7.420 Mio. €	4,2 %
61	Telekommunikation	164 Mio. €	240 Mio. €	220 Mio. €	624 Mio. €	0,4 %
62–63	IT Dienstleistungen	117 Mio. €	154 Mio. €	162 Mio. €	433 Mio. €	0,2 %
64–66	Finanzen u. Versicherungen	1.316 Mio. €	1.376 Mio. €	1.787 Mio. €	4.480 Mio. €	2,5 %
69–71	Freiberufl. u. techn. Dienste	1.388 Mio. €	1.470 Mio. €	1.587 Mio. €	4.445 Mio. €	2,5 %
72	Forschung und Entwicklung	35 Mio. €	44 Mio. €	48 Mio. €	126 Mio. €	0,1 %
73–75	Sonst. wiss. u. techn. Tätigkeiten	52 Mio. €	55 Mio. €	63 Mio. €	169 Mio. €	0,1 %
	Insgesamt	55.297 Mio. €	58.627 Mio. €	62.297 Mio. €	176.222 Mio. €	100 %

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

3.3 FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland

Die FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im Ausland erreichten 2015 mit 23,9 Milliarden Euro den bisher höchsten Wert. Der Auslandsanteil lag damit bei 35 Prozent, wie bereits schon einmal im Jahr 2001 (Belitz, 2017). Danach war er zunächst gesunken, stieg aber ab 2007 wieder (Tabelle 2).

Tabelle 2: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen weltweit und im Ausland 2003–2015

	2003	2007	2011	2015
Weltweit	36,3 Mrd.€	38,6 Mrd.€	48,4 Mrd.€	68,9 Mrd.€
darunter:				
in Deutschland	25,4 Mrd.€	29,2 Mrd.€	33,6 Mrd.€	44,9 Mrd.€
im Ausland	10,9 Mrd.€	9,4 Mrd.€	14,8 Mrd.€	23,9 Mrd.€
Auslandsanteil	30,0 %	24,4 %	30,5 %	34,8 %

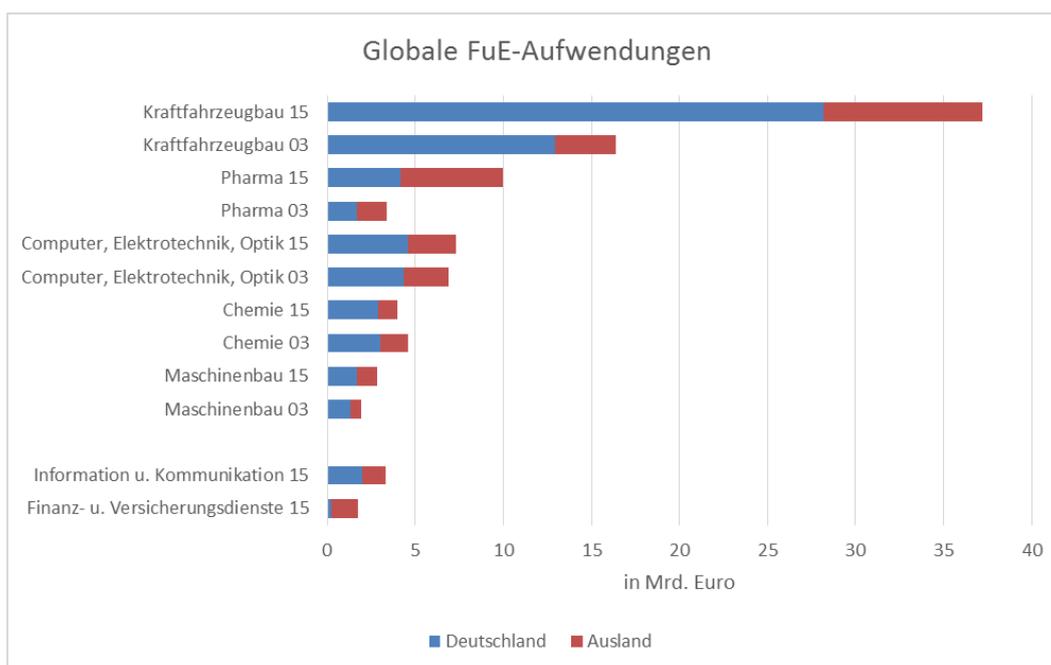
Quellen: SV Wissenschaftsstatistik, eigene Berechnungen.

Zwischen 2003 und 2015 wuchsen die jährlichen globalen FuE-Aufwendungen international forschungsaktiver deutscher Unternehmen von 36 Milliarden Euro auf knapp 69 Milliarden Euro. Sie haben sich damit nominal fast verdoppelt. Der Zuwachs von gut 32,5 Milliarden Euro im Vergleich zu 2003 entfiel zu 60 Prozent auf Standorte in Deutschland und zu 40 Prozent auf das Ausland. Im Inland wird die Dynamik vom Kraftfahrzeugbau bestimmt, auf den 80 Prozent der zusätzlichen FuE-Aufwendungen multinationaler Unternehmen insgesamt und 42 Prozent der zusätzlichen FuE-Aufwendungen im Ausland entfallen. Dort hat auch die Pharmaindustrie ihre FuE-Aufwendungen stark ausgeweitet und ist für weitere 32 Prozent des Zuwachses der FuE-Ausgaben deutscher Unternehmen im Ausland nach 2003 verantwortlich. Aber auch im Inland haben die deutschen Pharmaunternehmen ihre FuE ausgebaut (Abbildung 1).

Insgesamt entfällt also das Gros der FuE im Ausland auf den Kraftfahrzeugbau und die Pharmaindustrie. Bereits mehr als die Hälfte der FuE-Aufwendungen verausgaben Pharmaunternehmen im Ausland. Einen noch höheren Auslandsanteil haben die deutschen Finanz- und Versicherungsdienstleister, die mit 1,5 Milliarden Euro sogar 88 Prozent ih-

rer weltweiten FuE-Aufwendungen im Ausland investieren. Aber nicht in allen Branchen nahm der Auslandsanteil der FuE in den letzten Jahren zu (Tabelle 3). So blieb er in der Computer- und Elektrotechnikbranche etwa gleich und verringerte sich sogar in der Chemieindustrie.

Abbildung 1: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen ausgewählter Branchen im In- und Ausland 2003 und 2015



Quellen: SV Wissenschaftsstatistik; eigene Berechnungen.

Tabelle 3: Anteil der FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen im Ausland in ausgewählten Branchen 2003–2015

	2003	2007	2011	2015
Chemie	34 %	30 %	27 %	28 %
Pharma	50 %	69 %	54 %	58 %
Maschinenbau	32 %	20 %	33 %	41 %
Computer, Elektrotechnik, Optik	37 %	29 %	34 %	37 %
Kraftfahrzeugbau	21 %	16 %	23 %	24 %
Information u. Kommunikation	–	–	–	40 %
Finanz- u. Versicherungsdienste	–	–	–	88 %
Insgesamt	30 %	24 %	30 %	35 %

Quellen: SV Wissenschaftsstatistik, eigene Berechnungen.

Die Entwicklung der FuE-Aufwendungen im In- und Ausland verläuft dabei in den Branchen weitgehend parallel: mit einem Zuwachs bzw. Rückgang der FuE im Inland geht oft eine gleichgerichtete Veränderung im Ausland einher (Abbildung 2). Die Ausweitung der FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen im Ausland wird also vor allem von Unternehmen getrieben, die auch im Inland ihre FuE ausbauen (Automobilbauer und Pharmaunternehmen). In deutschen Unternehmen der Computer- und Elektrotechnik und der Chemiebranche stagnieren die FuE-Aufwendungen dagegen sowohl im Inland als auch im Ausland oder gingen sogar zurück. Lediglich bei den Maschinenbauern expandierte FuE im Ausland und schrumpfte zugleich im Inland nach 2009 etwas.

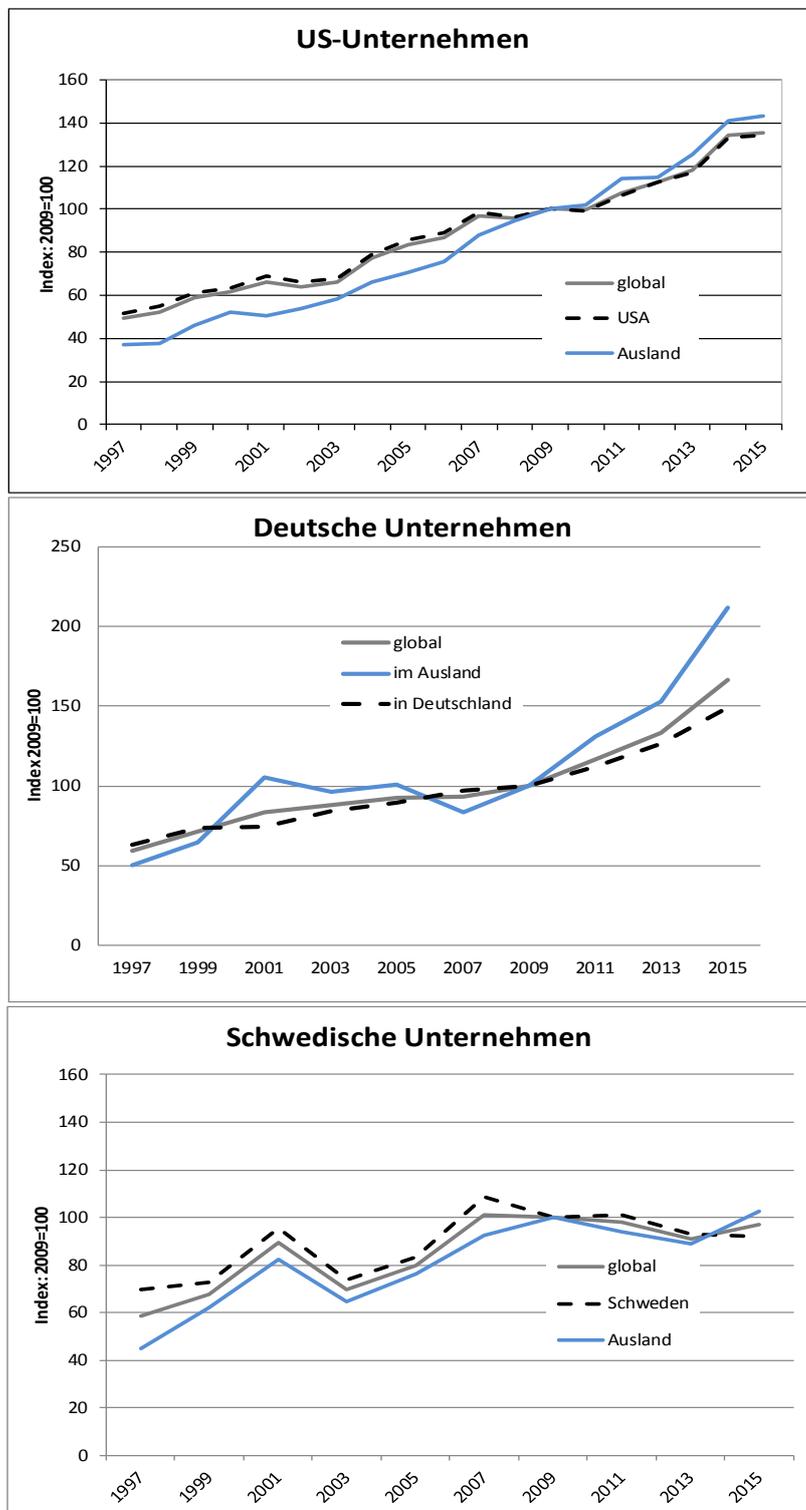
Abbildung 2: FuE-Aufwendungen deutscher Unternehmen ausgewählter Branchen im Ausland und in Deutschland (Index:2009 = 100)



Quellen: SV Wissenschaftsstatistik, eigene Berechnungen.

Daten zu den FuE-Aufwendungen im In- und Ausland liegen neben den deutschen nur für US-amerikanische und schwedische Unternehmen vor. In den Unternehmen aus diesen drei Ländern haben sich die Aufwendungen im Zeitraum seit 1997 etwa gleichläufig entwickelt (Abbildung 3). Sowohl der Ausbau als auch der Rückgang von FuE-Aufwendungen am heimischen Standort führen zu gleichgerichteten Veränderungen im Ausland. Dies deutet darauf hin, dass die Forschung im Ausland für die Unternehmen in der Regel kein Ersatz, sondern eine Erweiterung ihrer Aktivitäten im Heimatland ist. Dies widerspricht einer Interpretation als Verlagerung von FuE ins Ausland auf Kosten des Heimatlandes.

Abbildung 3: Entwicklung der FuE-Aufwendungen der Unternehmen ausgewählter Länder im In- und Ausland 1997–2015 (Index: 2009 = 100)



Quellen: Nationale Statistiken, eigene Berechnungen.

4. Internationale Patentaktivitäten deutscher Unternehmen

4.1 Daten, Ziel und Methode

Grundlage der empirischen Analysen dieses Kapitels bildet ein Datensatz, der Informationen zu Patentanmeldungen der 2.000 weltweit forschungsstärksten Unternehmen, darunter 114 deutsche Unternehmen, enthält. Dieser Datensatz ist das Ergebnis eines Matchings der „EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017“ (EC-JRC Institute for Prospective Technological Studies und OECD Directorate for Science, Technology and Innovation) mit der EPO Worldwide Patent Statistical Database PATSTAT (Frühling 2018). Der erste dieser beiden Datensätze wird von der Europäischen Kommission (Gemeinsame Forschungsstelle JRC) und der OECD (Directorate STI) bereitgestellt und enthält unter anderem Informationen zu den Patentanmeldungen der 2.000 Unternehmen mit den weltweit stärksten FuE-Aktivitäten in den Jahren 2012–2014. Mithilfe eines aufwendigen Matchingverfahrens mit speziellen Algorithmen, die im Auftrag der OECD entwickelt wurden, konnten in diesem Datensatz auch Patente von anmeldenden Unternehmen, die über verschachtelte Strukturen mit einem größeren Konzern verbunden sind, den jeweiligen Muttergesellschaften zugeordnet werden. Der Datensatz enthält alle Patentanmeldungen der 2.000 Unternehmen, die in den Jahren 2012–2014 bei einem der fünf größten Patentämter der Welt eingereicht wurden (dem europäischen, japanischen, koreanischen, chinesischen und US-amerikanischen Patentamt). Darüber hinaus enthält der Datensatz weitere Informationen zu den Unternehmen, unter anderem die Branche (gemäß der internationalen Klassifikation ISIC, rev. 4) und die weltweiten jährlichen FuE-Aufwendungen in den Jahren 2011–2014.

Der zweite Datensatz, PATSTAT, wird von der europäischen Patentbehörde (EPO) herausgegeben und enthält bibliografische Daten sowie Rechtsstandsdaten zu mehr als 100 Millionen Patenten weltweit. Für die vorliegende Studie fand Version 5.11 des PATSTAT-Datensatzes Verwendung, die im April 2018 veröffentlicht wurde.

Um Doppelzählungen bei Mehrfachanmeldungen von Erfindungen in mehreren Ländern/Regionen zu vermeiden, wird die Auswertung auf Ebene der so genannten Patentfamilien vorgenommen. Patentfamilien fassen die Patentanmeldungen zu einer Erfindung an den fünf genannten Patentämtern zusammen. Die Zuordnung der einzelnen Anmeldungen erfolgt über die INPADOC-Nummer, die ebenfalls dem PATSTAT-

Datensatz entstammt. Die technologische Ausrichtung der hinter den Erfindungen stehenden FuE-Aktivitäten wird anhand von 35 Technologiefeldern der World Intellectual Property Organization – den sog. WIPO-Technologieklassen – in fünf Technologiebereichen abgebildet (Schmoch, 2008).

Von den 2.000 Unternehmen im Datensatz haben 1.668 Unternehmen im Zeitraum 2012–2014 Patente angemeldet. Auf die 104 deutschen Unternehmen entfallen 8 Prozent aller im Datensatz enthaltenen Patente (Tabelle 4).

Tabelle 4: Indikatoren der Unternehmen der wichtigsten Heimatländer im Datensatz EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017

Land	Unternehmen		Erfindungen	FuE-Ausgaben 2012–2014
USA	570	34 %	23 %	38 %
Japan	292	18 %	34 %	15 %
China	107	6 %	3 %	4 %
Deutschland	104	6 %	8 %	11 %
Großbritannien	89	5 %	1 %	4 %
restliche Länder (35)	506	30 %	30 %	27 %
Gesamt	1.668	100 %	100 %	100 %

Quelle: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, eigene Berechnungen.

Im Folgenden wird der Erfindungsort für eine Patentfamilie (Ort, an dem die Forschung zur Erfindung stattfindet) über den Wohnort des bzw. der Erfinder*innen ermittelt. Der Wohnort kann aus den Kontaktadressen der in den Patentanmeldungen als Erfinder*innen eingetragenen natürlichen Personen abgeleitet werden. Dem liegt die plausible Annahme zugrunde, dass der Ort einer Erfindung in engem Zusammenhang mit dem Wohnort der Erfinder*innen steht. Die entsprechenden Informationen werden der Patentdatenbank PATSTAT entnommen. Entscheidend für den Ort der Erfindung einer Patentfamilie sind die Korrespondenzadressen der eingetragenen Erfinder*innen der ältesten Patentanmeldung einer Patentfamilie – der sog. Prioritätsanmeldung. Die älteste Anmeldung dürfte am besten den Ort der originären Erfindung abbilden.¹ In Fällen,

¹ In der Literatur (de Rassenfosse, Demis, Guellec, Picci, & van Pottelsberghe de la Potterie, 2013) gibt es verschiedene Ansätze für die Auswahl der relevanten Erfinder*innen einer Patentfamilie. Neben dem oben beschriebenen Verfahren, wurde die

in denen es mehrere Anmeldungen mit dem gleichen Datum gibt, sind die Korrespondenzadressen aller Erfinder*innen dieser Anmeldungen in die Abbildung des Erfindungsortes eingegangen. In Fällen, in denen keine Erfinder*inneninformationen zur ältesten Anmeldung einer Patentfamilie vorlagen, wurde auf die nächstälteste Anmeldung mit entsprechenden Informationen zurückgegriffen.

Da eine Erfindung, abgebildet in einer Patentfamilie, mehreren Patentanmeldungen, mehreren Erfinder*innen an verschiedenen Orten, mehreren Anmeldeunternehmen und mehreren Technologiefeldern zugeordnet werden kann, werden die Patentfamilien mittels einer fraktionierten Zählweise gewichtet. Dabei wird jeder Patentanmeldung, jedem Erfinderort(-land)/Anmeldeunternehmen/Technologiefeld ein Gewicht zugeteilt, das dem relativen Anteil in der entsprechenden Kategorie entspricht. Alle Gewichte je Patentfamilie summieren sich zu 1 (für eine Beispielrechnung siehe Tabelle 16 und Tabelle 17 im Anhang).

4.2 Branchen und Technologiefelder

Zunächst werden die FuE-Aktivitäten der Unternehmen in Deutschland und im Ausland nach Wirtschaftszweigen unterteilt betrachtet (Tabelle 5), wobei jedes Unternehmen vollständig der Branche zugeordnet wird, in der es seinen wirtschaftlichen Schwerpunkt hat.²

Der Fahrzeugbau hat mit 29,2 Prozent den größten Anteil an allen Erfindungen deutscher Unternehmen. Es folgen der Maschinenbau (18,5 %), der Bereich Datenverarbeitung, Elektronik und Optik (12,2 %) sowie die Chemieindustrie (9,8 %). Auf die Unternehmen in diesen vier forschungsintensiven Branchen entfallen zusammen gut zwei Drittel aller deutschen Erfindungen weltweit.

Etwa jede vierte Erfindung machen deutsche Unternehmen im Ausland (27 %). Während in Unternehmen des Fahrzeugbaus jedoch nur jede fünfte Erfindung im Ausland getätigt wird, sind es in den anderen forschungsstarken Branchen deutlich mehr. Der Auslandsanteil bei den Erfindungen liegt dort bei 29 Prozent (Chemie) bis 36 Prozent (Pharmaindustrie).

Die Erfindungen deutscher Unternehmen können verschiedenen Technologiefeldern zugeordnet werden. Die Zuordnung erfolgt zu

Robustheit der Ergebnisse dieser Studie auch mit anderen Zuordnungsmethoden überprüft. Dabei ergaben sich keine nennenswerten Abweichungen.

² Das heißt auch die Patentanmeldungen von Tochterunternehmen, die möglicherweise in anderen Branchen als der Mutterkonzern aktiv sind, werden der Branche des Mutterkonzerns zugeordnet.

35 Technologieklassen, die wiederum zu fünf übergeordneten Bereichen zusammengefasst werden können (siehe Tabelle 15). Die Erfindungen der hier untersuchten deutschen Unternehmen konzentrieren sich auf die Technologiefelder Elektrische Maschinen und Anlagen, Transport, Messtechnik und Motoren, Pumpen, Turbinen (Abbildung 4).³

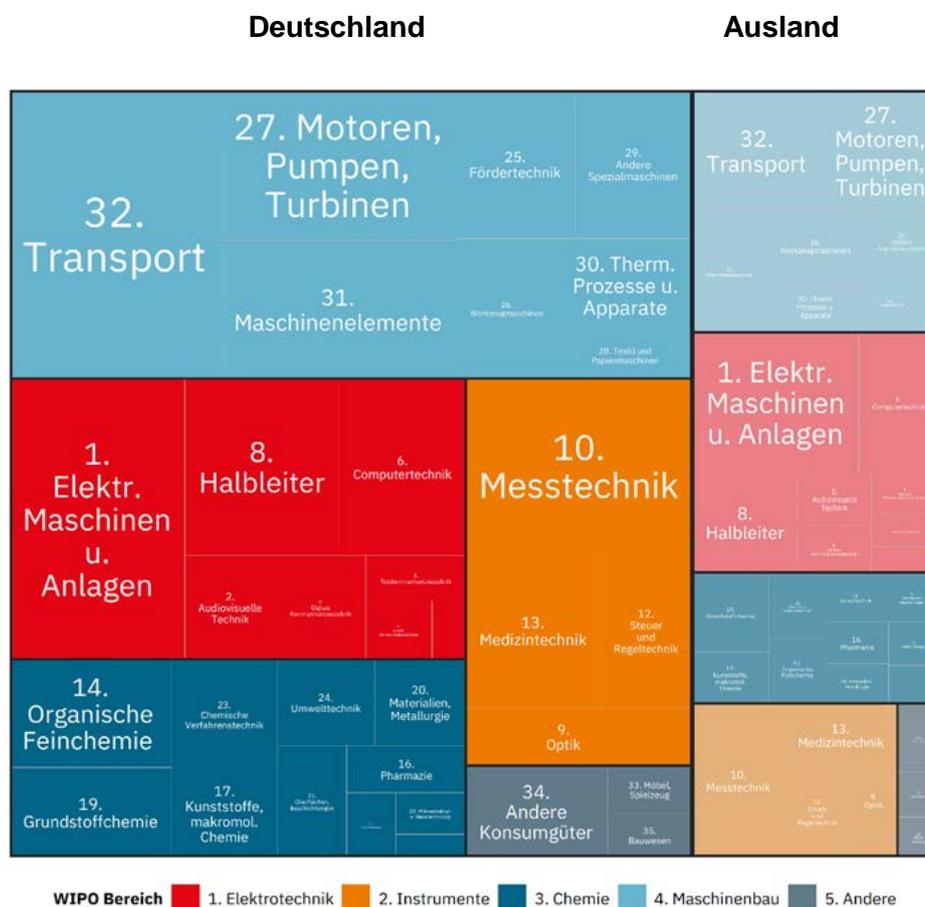
Tabelle 5: Gewichtete Erfindungen und Auslandsanteil der deutschen Unternehmen nach Branchen 2012–2014

ISIC	Wirtschaftsbereich	Anteil an allen Erfindungen	Auslandsanteil
01–03	Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei	0,02 %	22 %
10–12	Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	0,04 %	24 %
13–15	Textilien, Bekleidung, Leder, Schuhe	0,26 %	56 %
16–18	Holzwaren, Papier, Druckerzeugnisse	0,87 %	4 %
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	0,01 %	20 %
20	Chemische Erzeugnisse	9,76 %	29 %
21	Pharmazeutische Erzeugnisse	5,37 %	36 %
22–23	Gummi, Kunststoffe, Glas, Keramik	4,90 %	36 %
24–25	Metallerzeug., -bearb., -erzeugnisse	2,24 %	14 %
26	DV-geräte, Elektronik, Optik	12,19 %	32 %
27	Elektrische Ausrüstungen	3,31 %	24 %
28	Maschinenbau	18,50 %	30 %
29–30	Fahrzeugbau	29,17 %	20 %
31–33	Rep., Install. v. Masch. u. Ausrüstg.	2,07 %	23 %
35	Energieversorgung	0,35 %	11 %
45–47	Handel; Instandhltg. u. Rep. von Kfz	2,99 %	16 %
49–53	Verkehr und Lagerei	0,61 %	5 %
58–60	Verlage, Medien, Rundfunk	1,18 %	55 %
61	Telekommunikation	0,59 %	34 %
62–63	IT-Dienstleistungen	0,21 %	21 %
64–66	Finanzen u. Versicherungen	0,11 %	26 %
69–71	Freiberufl. u. techn. Dienstleistg.	5,22 %	29 %
72	Forschung und Entwicklung	0,03 %	6 %
	Insgesamt	100 %	27 %

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

³ Für die Anteile aller WIPO-Technologieklassen siehe Tabelle 18 im Anhang.

Abbildung 4: Erfindungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland nach WIPO-Technologieklassen 2012–2014



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v. 1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

Um zu analysieren, auf welche Technologiefelder sich deutsche Unternehmen mit ihren Erfindungen im Heimat- und Ausland spezialisiert haben, wird ein relativer Spezialisierungsindex herangezogen (RTA, revealed technological advantage).⁴

Der RTA-Index wird wie folgt berechnet:

$$RTA_{tr} = \left(p_{tr} / \sum_r p_{tr} \right) / \left(\sum_t p_{tr} / \sum_{tr} p_{tr} \right)$$

wobei p_{tr} die Anzahl der Patente ist, die in einem bestimmten Technologiefeld t und Land (Region) r angemeldet wurden.

4 Siehe Le Bas & Sierra, 2002.

In diesem Kapitel wird der RTA deutscher Unternehmen differenziert nach Forschungsstandorten ermittelt, d. h. nach Standorten der Erfinder*innen dieser Unternehmen im Heimatland und im Ausland:

- *RTA Heimatland* misst die technologische Spezialisierung deutscher Unternehmen im Heimatland im Vergleich zu allen forschungsstarken Unternehmen weltweit. Hierzu wird der Anteil der Patentanmeldungen mit Erfinder*innen in Deutschland in einem gegebenen Technologiefeld an allen Patentanmeldungen mit Erfinder*innen in Deutschland für die deutschen Unternehmen ins Verhältnis zum weltweiten Anteil der angemeldeten Patente in diesem Technologiefeld an allen Patentanmeldungen für alle Unternehmen gesetzt.
- *RTA Ausland* misst die technologische Spezialisierung deutscher Unternehmen im Ausland im Vergleich zu allen forschungsstarken Unternehmen weltweit. Der *RTA Ausland* entspricht dem Anteil der Patentanmeldungen mit Erfinder*innen im Ausland in dem jeweiligen Technologiefeld an allen im Ausland erforschten Patentanmeldungen deutscher Unternehmen bezogen auf den Anteil der in diesem Technologiefeld angemeldeten Patente an allen Patenten weltweit.

Der Index nimmt einen Wert zwischen 0 und 1 an, wenn der Anteil der Patentanmeldungen der untersuchten Unternehmen in der Region im betrachteten Technologiefeld kleiner ist als ihr Anteil an den globalen Patenten und somit keine Spezialisierung vorliegt. Ein Wert von 1 bedeutet, dass der Anteil eines Technologiefeldes der Unternehmen in der Region dem globalen Anteil entspricht. Werte über 1 zeigen einen höheren Anteil von Patenten in diesem Feld als im Durchschnitt und somit eine relative technologische Spezialisierung der Unternehmen in der betrachteten Region auf das jeweilige Technologiefeld.⁵

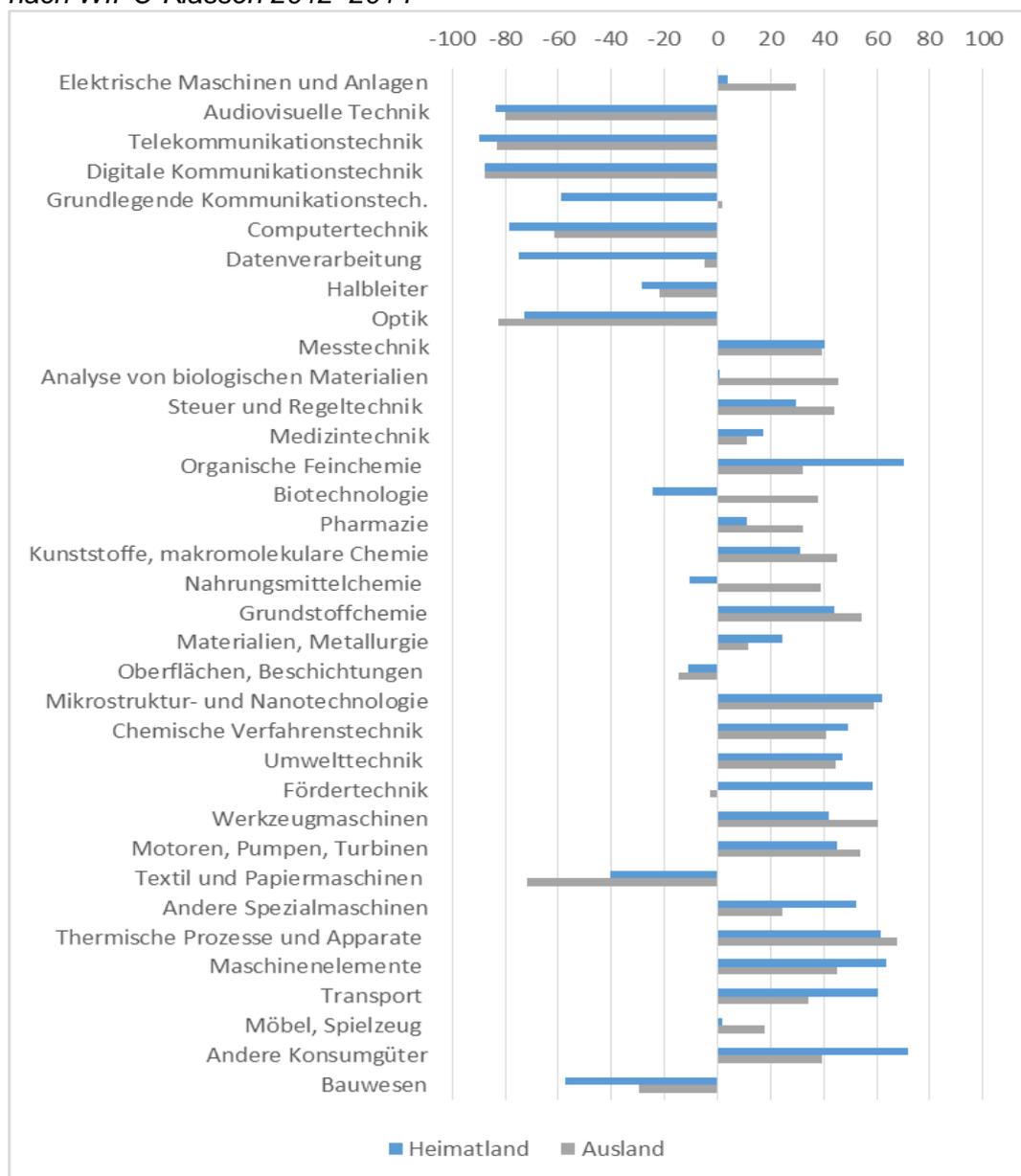
Abbildung 5 präsentiert das Ausmaß der technologischen Spezialisierung deutscher Unternehmen im Heimat- und Ausland. Die forschungsstarken deutschen Unternehmen sind in den „klassisch deutschen“ Technologiebereichen Maschinenbau (zu dem auch die Fahrzeugtechnik gehört) und Chemie besonders spezialisiert. Dagegen weisen sie insbesondere im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien negative Indexwerte auf.

Ferner zeigt sich, dass deutsche Unternehmen im Großen und Ganzen im Ausland in den gleichen Technologiefeldern wie im Inland spezialisiert sind. Es gibt allerdings einzelne Ausnahmen, wie die Biotech-

5 Da die klassische RTA-Skala nicht intuitiv interpretierbar ist, wird zudem der RTA wie folgt transformiert: $RTA_{mod_{tr}} = 100 \times \tanh \ln(RTA_{tr})$. Durch die Umformung mit dem Tangens hyperbolicus und die Logarithmierung wird der RTA ein symmetrisches Maß mit Werten zwischen -100 und +100.

nologie und die Nahrungsmittelchemie, bei denen deutsche Unternehmen nur im Ausland spezialisiert sind. Beide Felder haben gleichwohl nur geringe Anteile an den Patentanmeldungen deutscher Unternehmen. In grundlegender Kommunikationstechnik und in der Datenverarbeitung haben deutsche Unternehmen zwar im Heimatland Spezialisierungsnachteile, jedoch nicht im Ausland.

Abbildung 5: Technologische Spezialisierung deutscher Unternehmen nach WIPO-Klassen 2012–2014

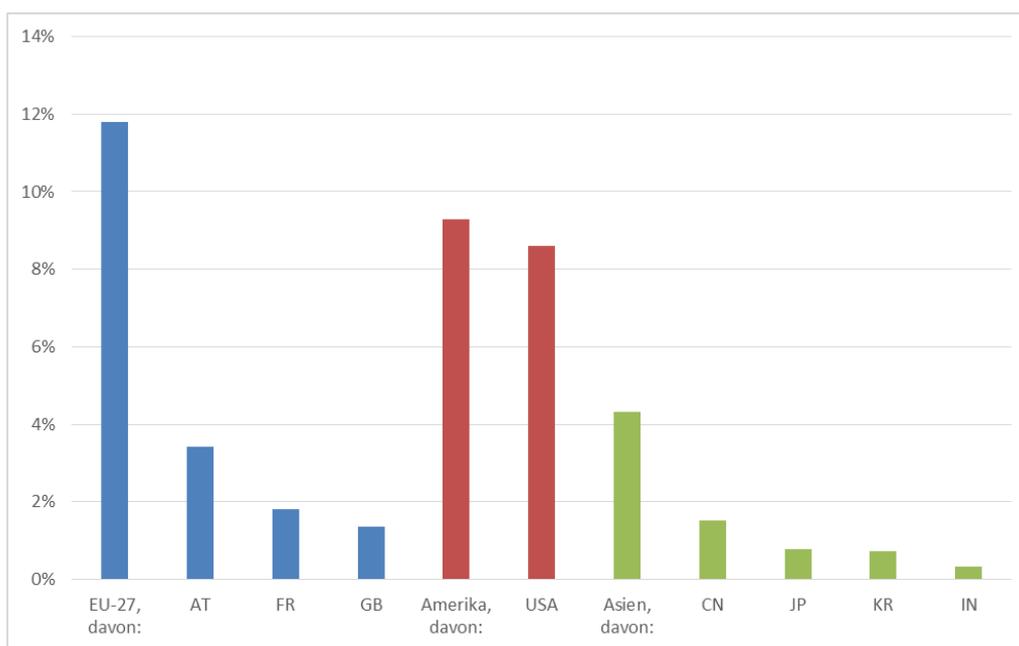


Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

4.3 Zielländer und -regionen

Auf Basis der Patentdaten kann auch untersucht werden, in welchen Ländern und Regionen der Welt deutsche Unternehmen patentrelevante FuE durchführen. Die beiden wichtigsten Forschungsregionen für deutsche Unternehmen im Ausland sind die Europäische Union und die USA mit Anteilen von 12 bzw. 9 Prozent an allen (fraktioniert gewichteten) Erfindungen zwischen 2012–2014. Danach folgt Asien mit einem Anteil von 5 Prozent, wobei davon zwei Prozentpunkte auf die Volksrepublik China entfallen und jeweils ein Prozentpunkt auf Japan, Südkorea und die restlichen asiatischen Länder. Indien – ein oft im internationalen Diskurs erwähntes Land – hingegen spielt bei der patentrelevanten Forschung deutscher Unternehmen im Ausland keine bedeutende Rolle (Abbildung 6).

Abbildung 6: Anteile ausländischer Forschungsstandorte an den gewichteten Patenten deutscher Unternehmen 2012–2014

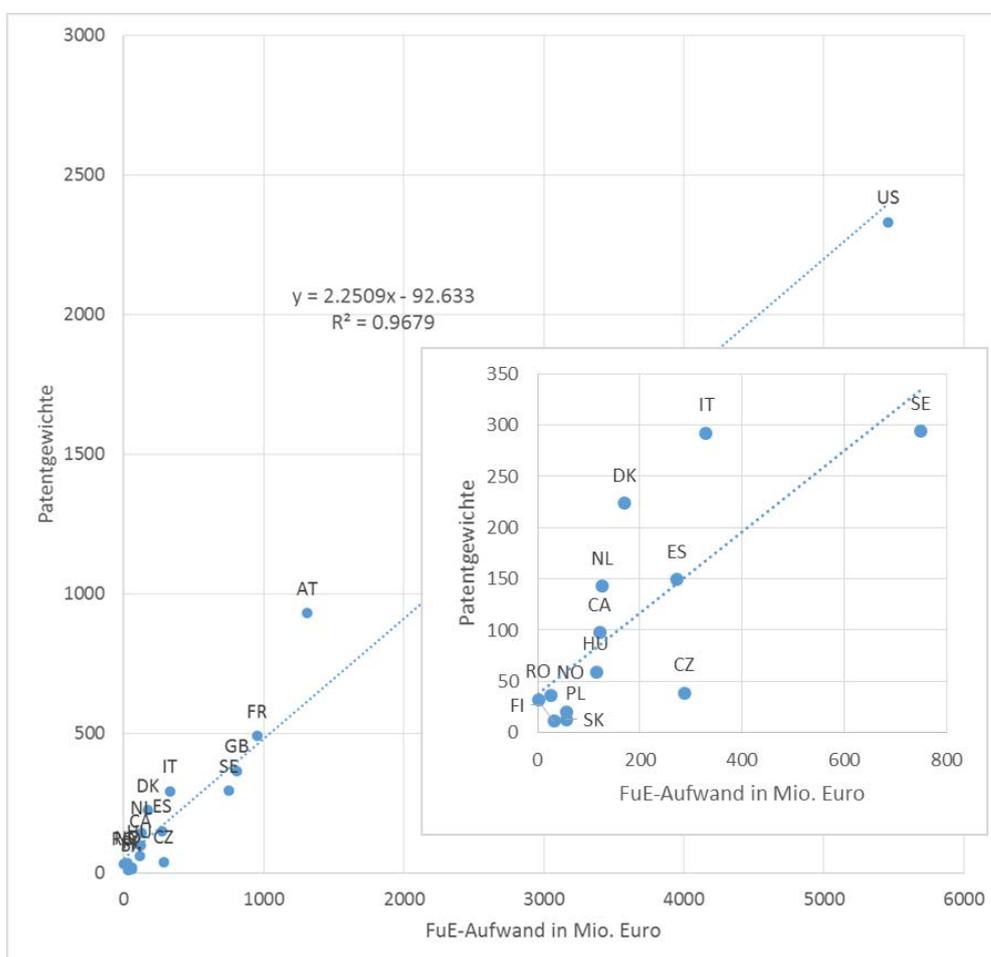


Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

Aus einigen Zielländern der FuE deutscher Unternehmen gibt es Informationen in den nationalen Statistiken über ihre dortigen FuE-Aufwendungen im Jahr 2015. Der Zusammenhang zwischen den FuE-Aufwendungen und den hier berechneten gewichteten Erfindungen der deut-

schen Unternehmen im Zeitraum 2012–2014 in diesen Ländern ist sehr eng (Abbildung 7). In Österreich, Italien und Dänemark liegen die gewichteten Patentzahlen in Relation zu den FuE-Aktivitäten über dem Durchschnitt, in der Tschechischen Republik, Polen, der Slowakischen Republik und Finnland darunter. Die überdurchschnittlichen Patentzahlen in Österreich sind wesentlich auf den großen Anteil der FuE im patentstarken Technologiefeld Halbleiter zurückzuführen. Auf das Unternehmen Infineon Technologies entfallen fast 65 Prozent aller gewichteten Erfindungen der deutschen Unternehmen dort.

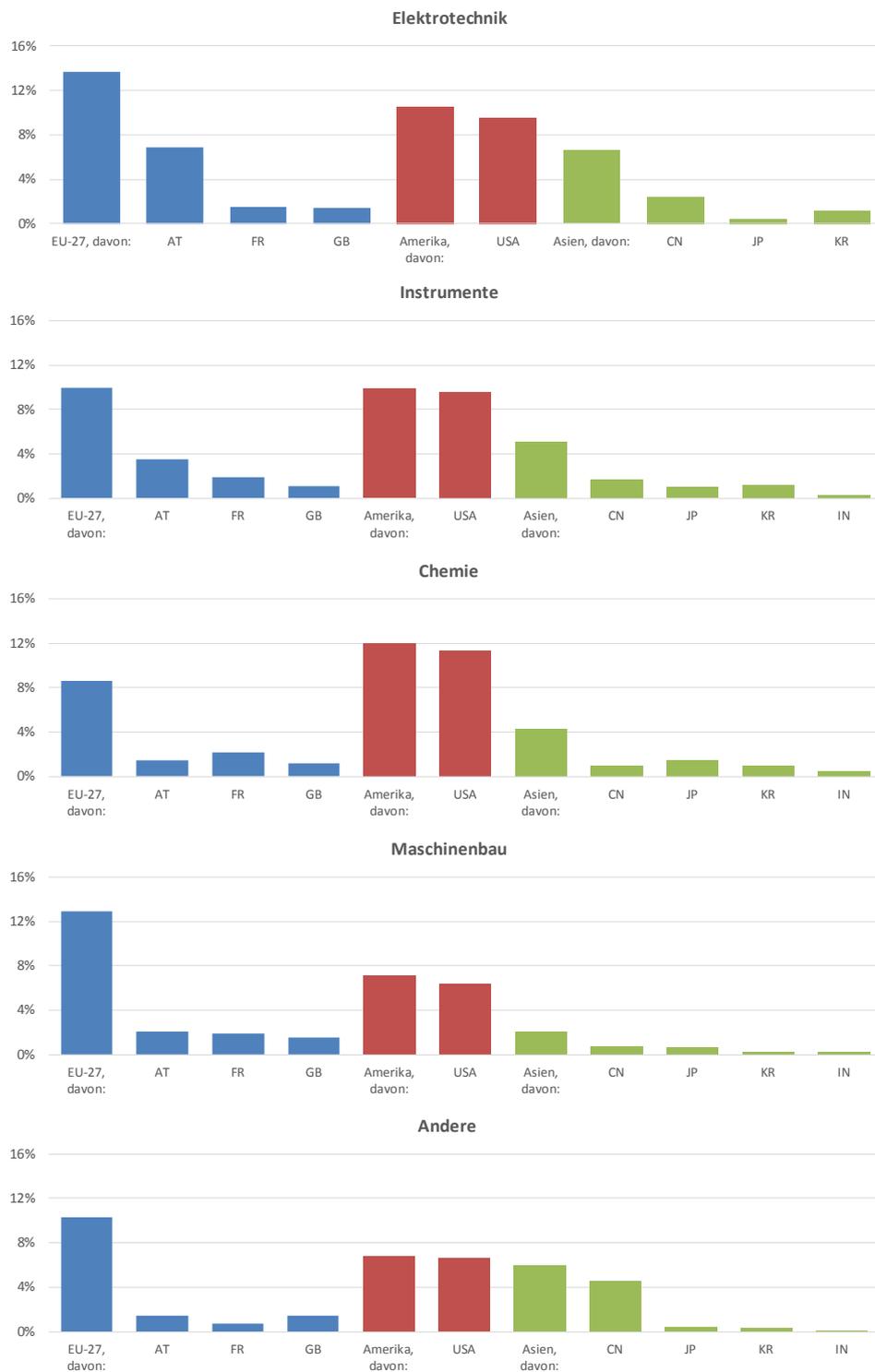
Abbildung 7: Zusammenhang zwischen FuE-Aufwand 2015 und Erfindungen deutscher Unternehmen im Ausland 2012–2014



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, nationale FuE-Statistiken, eigene Berechnungen.

Eine Analyse der Patentierungsaktivitäten im Ausland nach Technologiebereichen zeigt große Unterschiede. So ist im Bereich der Elektrotechnik, wozu auch die Halbleitertechnologie gehört, die Forschung im Ausland relativ stark ausgeprägt. Es fallen dabei auch die hohen Anteile von Österreich und Asien auf. In der Chemie sind die Patentierungsaktivitäten der deutschen Unternehmen in den USA besonders stark und übertreffen sogar den EU-Anteil. Im Maschinenbau dominiert dagegen die Forschung deutscher Unternehmen in den anderen EU-Ländern (Abbildung 8).

Abbildung 8: Anteile ausländischer Forschungsstandorte an den gewichteten Patenten deutscher Unternehmen nach WIPO-Technologiebereichen 2012–2014



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

4.4 Sechs patentstärkste Unternehmen

In diesem Abschnitt wird die regionale Verteilung der Patentierungsaktivitäten der sechs patentstärksten deutschen Unternehmen Bosch, Siemens, Infineon, Volkswagen, BASF und Continental näher beleuchtet. Auf diese sechs Unternehmen entfallen 62 Prozent der gewichteten Erfindungen aller untersuchten deutschen Unternehmen im Ausland im Zeitraum 2012 – 2014 (vgl. Tabelle 6).⁶

Die Robert Bosch GmbH meldete im Beobachtungszeitraum die meisten weltweiten Erfindungen der untersuchten Unternehmen an (17,2 %). Ein knappes Viertel dieser Erfindungen geht auf Forschung im Ausland zurück. Das entspricht einem Anteil von 15,4 Prozent aller Patentaktivitäten, die von deutschen Unternehmen im Ausland getätigt wurden. Die meisten Patentaktivitäten aller deutschen Unternehmen im Ausland verzeichnet die Siemens AG (17,2 %), die nach der Gesamtzahl aller Patentanmeldungen auf Platz 2 der deutschen Unternehmen kommt.

Der Auslandsanteil der Forschungsaktivitäten der Unternehmen unterscheidet sich deutlich. Volkswagen und Bosch haben mit gut 19 Prozent bzw. knapp 24 Prozent relativ geringe Anteile ihrer patentrelevanten Forschungsaktivitäten im Ausland. Die anderen ausgewählten Unternehmen liegen deutlich darüber, wobei Infineon mit 44 Prozent den größten Auslandsanteil aufweist.

⁶ Informationen zu Erfindungen und Auslandsaktivitäten weiterer deutscher Unternehmen finden sich in Tabelle 19 im Anhang.

Tabelle 6: Erfindungen der sechs deutschen Unternehmen mit den meisten Patentanmeldungen im In- und Ausland 2012–2014

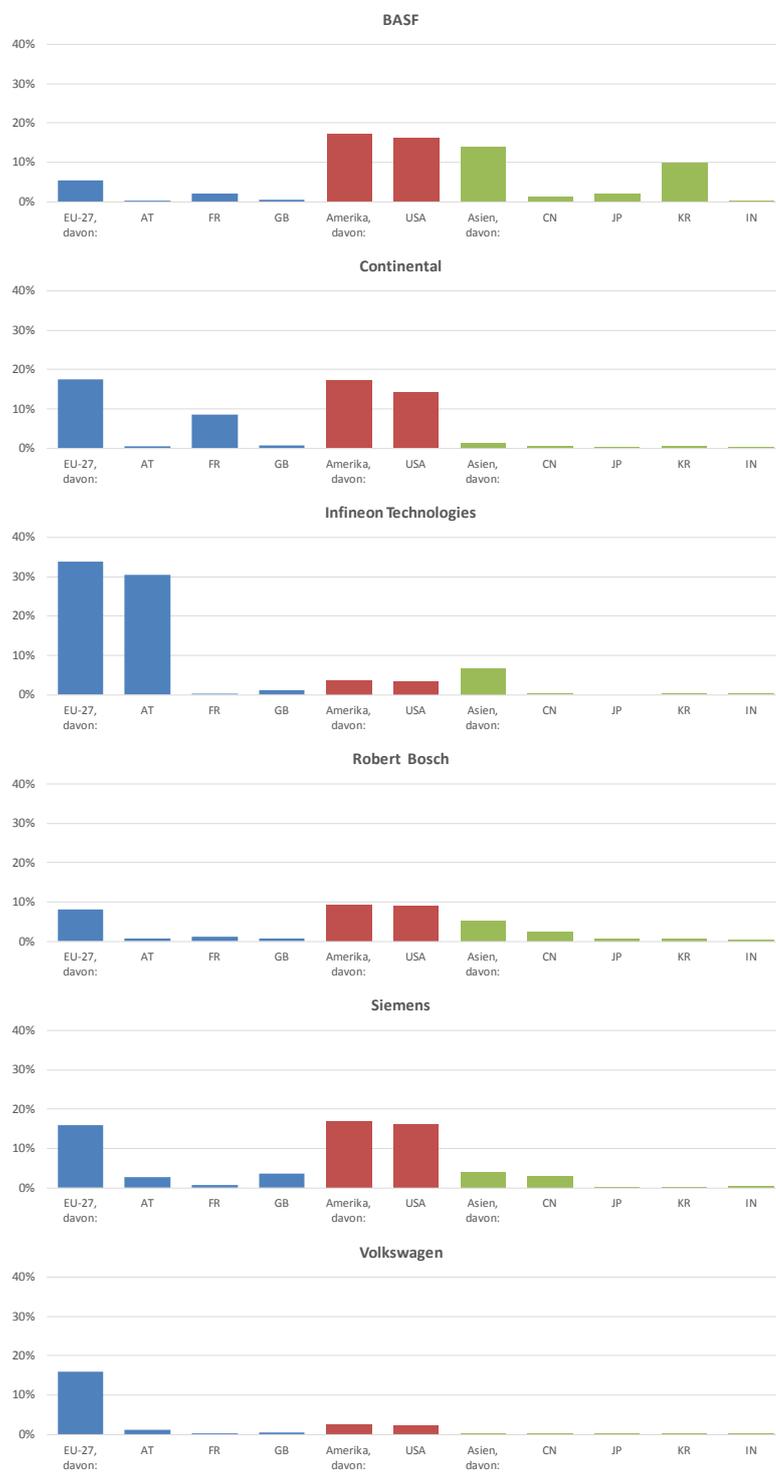
Unternehmen	Patentanmeldungen deutscher Unternehmen			
	Weltweit	in Deutschland	im Ausland	Anteil im Ausland
ROBERT BOSCH	17,2 %	17,9 %	15,4 %	23,8 %
SIEMENS	11,6 %	9,6 %	17,2 %	39,3 %
INFINEON TECHNOLOGIES	7,2 %	5,5 %	12,0 %	44,2 %
VOLKSWAGEN	7,2 %	7,9 %	5,2 %	19,3 %
CONTINENTAL	4,8 %	4,1 %	6,5 %	36,4 %
BASF	4,2 %	3,5 %	6,1 %	39,0 %
Insgesamt	52,2 %	48,5 %	62,4 %	–

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

Regional verteilen die Unternehmen ihre FuE-Aktivitäten sehr unterschiedlich (Abbildung 9).⁷ So unterhält BASF starke FuE-Aktivitäten in den USA und in Südkorea. Continental ist besonders in Frankreich und den USA engagiert, in Asien dagegen fast gar nicht patentierungsaktiv. Infineon forscht vor allem im an Deutschland angrenzenden Österreich. Bosch verteilt seine FuE-Aktivitäten über mehrere Länder in der EU, Nordamerika und (etwas weniger) in Asien. Siemens ist weniger stark in Asien vertreten, weist aber neben einer starken Präsenz in den anderen EU-Ländern (u. a. in Großbritannien) auch viele Erfindungen in den USA aus. Volkswagen konzentriert seine Forschungsaktivitäten auf die EU und ist kaum in den USA und Asien vertreten.

⁷ Eine detaillierte Auflistung der Forschungsaktivitäten deutscher Unternehmen nach Zielländern befindet sich in Tabelle 20 im Anhang.

Abbildung 9: Anteile ausländischer Forschungsstandorte an den gewichteten Patenten ausgewählter Unternehmen 2012–2014



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

5. Internationalisierungsstrategien deutscher Unternehmen

5.1 Konzept

In diesem Kapitel wird untersucht, ob deutsche Unternehmen 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 ihre technologischen Kompetenzen erweitern wollen. Forschen sie dagegen in Technologiebereichen, auf die diese Zielländer nicht spezialisiert sind, dürften eher marktbezogene Motive vorliegen.

Hierzu wird wiederum für deutsche Unternehmen im Heimatland und für die betrachteten Zielländer der FuE deutscher Unternehmen im Ausland ein relativer Spezialisierungsindex (RTA) gebildet (siehe auch Abschnitt 2.1).

Der RTA (Revealed Technological Advantage) wird hier für einzelne deutsche Unternehmen und die Zielländer wie folgt berechnet:

$$RTA_{tr} = \left(p_{tr} / \sum_t p_{tr} \right) / \left(\sum_t p_{tr} / \sum_{tr} p_{tr} \right)$$

wobei t der Index für das Technologiefeld und r der Index für die jeweilige Unternehmensauswahl oder das jeweilige das Land (bzw. die Region) ist.

Zur Unterscheidung der Internationalisierungsstrategien deutscher Unternehmen in FuE wird ein Klassifizierungsschema verwendet, das die Patentportfolios der Unternehmen nutzt und in der Literatur bereits mehrfach angewendet wurde (Patel & Vega, 1999; Le Bas & Sierra, 2002). Die vier Strategien der Unternehmen in der jeweiligen Zielregion werden dabei anhand von zwei technologischen Spezialisierungsmaßen identifiziert:

- *HomeRTA* misst die technologische Spezialisierung eines Unternehmens im Heimatland im Vergleich zu allen forschungsstarken Unternehmen weltweit. Dazu wird für das jeweilige Unternehmen der Anteil seiner im Heimatland erforschten Patentanmeldungen in einem gegebenen Technologiefeld an allen seinen im Heimatland erforschten Patentanmeldungen ins Verhältnis zum Anteil der in diesem Technologiefeld angemeldeten Patente an allen Patenten weltweit gesetzt.
- *HostRTA* misst die technologische Spezialisierung der Zielregion bzw. des Ziellandes im Vergleich zu allen Regionen weltweit. Dieser

Index ist definiert als der Anteil der Patentanmeldungen in einem bestimmten Technologiefeld an allen Patentanmeldungen in dem Zielland relativ zum Anteil der in diesem Technologiefeld angemeldeten Patente an allen Patenten weltweit.

Die Zuordnung der vier Internationalisierungsstrategien erfolgt für die Technologiefelder im Ausland und in den einzelnen Zielregionen nach dem folgenden Schema:

Tabelle 7: Vier Internationalisierungsstrategien der FuE multinationaler Unternehmen

Technologische Spezialisierung		...des Ziellandes bzw. der Zielregion	
		stark	schwach
...der Unternehmen im Heimatland	stark	(1) Wissenserweiternd (home-base augmenting HBA) $HomeRTA > 1$ $HostRTA > 1$	(2) Wissensnutzend (home-base exploiting HBE) $HomeRTA > 1$ $HostRTA < 1$
	schwach	(3) Technologiestuchend (technology-seeking TS) $HomeRTA < 1$ $HostRTA > 1$	(4) Marktorientiert (market-seeking MS) $HomeRTA < 1$ $HostRTA < 1$

Quelle: Le Bas & Sierra, 2002.

Die HBA- und die HBE-Strategien beruhen auf der heimischen Stärke der Unternehmen im jeweiligen Forschungsfeld.

In der wissenserweiternden Strategie (HBA) ist das Unternehmen im jeweiligen Forschungs- bzw. Technologiefeld in der Heimat stark und auch das Zielland verfügt über Vorteile. Das Unternehmen versucht damit also die komplementäre Stärke im Ausland zur Erweiterung und Ergänzung des eigenen Wissens zu nutzen.

In der wissensnutzenden Internationalisierungsstrategie (HBE) ist die Forschung im Zielland relativ schwach und das Unternehmen nutzt vor allem die in der Heimat erarbeiteten Vorteile in der Forschung im Zielland. Damit wird im Ausland eher technische Unterstützung der dortigen Produktions- und Vertriebsstandorte des eigenen Unternehmens sowie Anpassung an die lokalen Marktbedingungen geleistet.

Die TS- und MS-Strategien werden in Feldern verfolgt, in denen das Unternehmen im Heimatland zwar forscht, dort aber im internationalen Vergleich nicht über Stärken verfügt. In der technologiesuchenden Strategie (TS) versucht es, diese Schwäche durch Forschung an Standorten in Ländern, die in den Feldern stark sind, auszugleichen. Das Unternehmen nutzt somit die technologischen Vorteile ausländischer Forschungsstandorte. Die MS-Strategie wird in der Literatur als marktorientierte Strategie bezeichnet, um auszudrücken, dass hierbei kaum technologische Motive eine wichtige Rolle spielen können, weil weder das Unternehmen im Heimatland auf das jeweilige Forschungsfeld spezialisiert ist, noch das Zielland, in dem auch Forschung stattfindet. Die Forschung im Ausland könnte etwa Resultat einer Unternehmensübernahme sein, bei der andere als technologische Gründe ausschlaggebend waren (Patel & Vega, 1999).

Im Folgenden werden die Internationalisierungsstrategien der forschungstärksten deutschen Unternehmen auf der Grundlage des beschriebenen Konzepts untersucht. Die deutschen Unternehmen werden dazu ihren Branchen zugeordnet und die patentrelevanten FuE-Aktivitäten in Deutschland und im Ausland für 35 WIPO-Technologiefelder dargestellt. Zudem werden die Internationalisierungsstrategien in den wichtigsten ausländischen Zielregionen und -ländern betrachtet. Schließlich werden die hier präsentierten Ergebnisse für den Zeitraum 2012–2014 mit früheren Analysen für deutsche Unternehmen in der Literatur verglichen.

5.2 Branchen

Bei der Auslandsforschung deutscher Unternehmen dominiert die wissenserweiternde HBA-Strategie, auf die knapp 50 Prozent der Patente im Ausland entfallen (Tabelle 8). Gut ein Viertel der Aktivitäten sind der wissensnutzenden HBE-Strategie zuzurechnen. Damit finden drei Viertel der FuE-Aktivitäten im Ausland in Forschungsfeldern statt, in denen die Unternehmen in der Heimat im internationalen Vergleich Vorteile haben. Entsprechend wird nur ein Viertel der FuE im Ausland in Feldern durchgeführt, wo dies nicht der Fall ist. Forschung im Ausland beruht also in den meisten Fällen auf der technologischen Stärke am Heimatstandort der Unternehmen. Nur 12 Prozent der Patente im Ausland weisen auf eine technologiesuchende TS-Strategie hin, bei der das Unternehmen im Ausland in Feldern forscht, in denen es in der Heimat relativ schwach ist, das Zielland jedoch über technologische Stärke verfügt. Den geringsten Anteil haben MS-Strategien mit gut 11 Prozent, die weder auf einer

technologischen Stärke des Unternehmens im Heimatland noch auf einer Stärke des Ziellandes fußen.

Die meisten Patente im Ausland entfallen auf die fünf forschungsintensiven Branchen Fahrzeugbau, Maschinenbau, DV-Geräte/Elektronik/Optik, Chemie und Pharma, die gemeinsam für fast drei Viertel aller Auslandspatente verantwortlich sind. In diesen in FuE besonders auslandsaktiven Branchen dominiert jeweils auch die HBA-Strategie, gefolgt von der HBE-Strategie (Tabelle 8). Lediglich bei Unternehmen des Maschinenbaus und der Branche DV-Geräte/Elektronik/Optik haben auch technologiesuchende TS-Strategien ein spürbares Gewicht, mit Abstrichen auch in der Chemie und im Fahrzeugbau.

Tabelle 8: Forschungsstrategien deutscher Unternehmen im Ausland über alle Wirtschaftszweige 2012–2014 (Patentgewichte)

ISIC	Wirtschaftszweig	Strategie				Insgesamt
		HBA	HBE	TS	MS	
01–03	Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
10–12	Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
13–15	Textilien, Bekleidung, Schuhe	0,1 %	0,3 %	0,1 %	0,0 %	0,5 %
16–18	Holzwaren, Papier, Druckerzgn.	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0	0,1 %
19	Kokerei u. Mineralölverarbeitung	0,0	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
20	Chemische Erzeugnisse	4,9 %	3,3 %	1,6 %	1,0 %	10,8 %
21	Pharmazeutische Erzeugnisse	4,2 %	1,7 %	0,9 %	0,5 %	7,3 %
22–23	Gummi-, Kunststoffe, Glas, Keramik	3,7 %	1,1 %	0,7 %	1,2 %	6,7 %
24–25	Metallverarbeitung, -erzeugnisse	0,5 %	0,5 %	0,1 %	0,0 %	1,2 %
26	DV-geräte, Elektronik, Optik	7,6 %	1,6 %	2,5 %	3,1 %	14,8 %
27	Elektrische Ausrüstungen	0,7 %	1,8 %	0,2 %	0,2 %	2,9 %
28	Maschinenbau	9,4 %	5,7 %	3,4 %	2,3 %	20,8 %
29–30	Fahrzeugbau	10,5 %	7,4 %	1,6 %	2,1 %	21,6 %
31–33	Rep., Install. v. Masch. u. Ausrüstg.	1,0 %	0,4 %	0,2 %	0,2 %	1,8 %
35	Energieversorgung	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %
45–47	Handel; Instandhltg. u. Rep. von Kfz	0,8 %	0,5 %	0,2 %	0,3 %	1,8 %
49–53	Verkehr und Lagerei	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %
58–60	Verlage, Medien, Rundfunk	2,0 %	0,4 %	0,0 %	0,0 %	2,4 %
61	Telekommunikation	0,4 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,8 %
62–63	IT Dienstleistungen	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %
64–66	Finanzen u. Versicherungen	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %
69–71	Freiberufliche u. techn. Dienstleistg.	3,0 %	1,7 %	0,6 %	0,5 %	5,7 %
72	Forschung und Entwicklung	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
	Insgesamt	49,7 %	26,7 %	12,3 %	11,4 %	100 %

Anmerkung: Anteile >2 Prozent bzw. in der Insgesamt-Spalte > 10 Prozent sind fett markiert.

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

5.3 Technologiefelder

Die meisten Auslandsaktivitäten deutscher Unternehmen in der Forschung entfallen auf die beiden Technologiebereiche Elektrotechnik und Maschinenbau (63 %) (Tabelle 9). Die Bereiche Instrumente und Chemie haben jeweils nur halb so große Anteile. Während die Unternehmen in der Elektrotechnik alle vier Internationalisierungsstrategien zu etwa gleichen Anteilen verfolgen, dominieren im Maschinenbau, in der Chemie und bei den Instrumenten die Strategien, die auf heimatbasierten Wissensvorteilen aufbauen. In allen Bereichen außerhalb der Elektrotechnik liegt der Schwerpunkt klar bei den HBA-Strategien, bei denen Unternehmen am Heimatstandort und die Zielländer auf die jeweiligen Technologien spezialisiert sind. Dort werden also von den Unternehmen die heimischen Vorteile mit technologischen Vorteilen im Ausland kombiniert.

Tabelle 9: Forschungsstrategien deutscher Unternehmen im Ausland nach Technologiebereichen 2012–2014 (Patentgewichte)

Bereich	Strategie				Insgesamt
	HBA	HBE	TS	MS	
Elektrotechnik	30,6 %	26,3 %	18,5 %	24,6 %	100 %
Instrumente	60,6 %	20,1 %	14,5 %	4,8 %	100 %
Chemie	57,4 %	28,6 %	9,1 %	4,9 %	100 %
Maschinenbau	60,0 %	27,8 %	6,4 %	5,9 %	100 %
andere	37,2 %	41,6 %	16,0 %	5,1 %	100 %
Elektrotechnik	9,6 %	8,2 %	5,8 %	7,7 %	31,3 %
Instrumente	10,1 %	3,3 %	2,4 %	0,8 %	16,6 %
Chemie	9,8 %	4,9 %	1,6 %	0,8 %	17,1 %
Maschinenbau	19,0 %	8,8 %	2,0 %	1,9 %	31,6 %
andere	1,3 %	1,4 %	0,5 %	0,2 %	3,4 %
Insgesamt	49,7 %	26,7 %	12,3 %	11,4 %	100 %

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

47 Prozent und damit fast die Hälfte aller Patente im Ausland entfallen auf nur 6 der 35 Technologiefelder: Elektrische Maschinen und Anlagen, Computertechnik, Halbleiter, Messtechnik, Motoren/Pumpen/Turbinen

sowie Transport (Tabelle 10). Nur in der Computertechnik dominiert dabei die technologiesuchende TS-Strategie. In den anderen in der Auslandsforschung starken Feldern dominiert die wissenserweiternde HBA-Strategie. Sie hat auch in weiteren für die Auslandsforschung wichtigen technologischen Feldern wie Medizintechnik, Werkzeugmaschinen und Maschinenelemente ein relativ großes Gewicht. Im Segment Elektrische Maschinen und Anlagen wird von deutschen Unternehmen überwiegend die wissensnutzende HBE-Strategie verfolgt. In diesem Feld mit dem höchsten Anteil an allen Auslandspatenten spielen aber auch die technologiesuchende TS-Strategie und die nicht technologieorientierte MS-Strategie eine relativ gewichtige Rolle.

Tabelle 10: Forschungsstrategien deutscher Unternehmen im Ausland nach Technologiefeldern 2012–2014 (Patentgewichte)

Bereich	Feld	Strategie				Insgesamt
		HBA	HBE	TS	MS	
Elektrotechnik	Elektr. Masch. u. Anlagen	1,9 %	6,3 %	1,9 %	2,2 %	12,2 %
	Audiovisuelle Technik	0,0 %	0,1 %	0,3 %	1,7 %	2,1 %
	Telekommunikationstechnik	0,1 %	0,2 %	0,1 %	0,7 %	1,2 %
	Digitale Komm.-technik	0,7 %	0,2 %	0,4 %	0,5 %	1,8 %
	Grundl. Komm.-technik	1,1 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	1,5 %
	Computertechnik	1,4 %	0,3 %	2,5 %	1,7 %	6,0 %
	Datenverarbeitung	0,5 %	0,0 %	0,3 %	0,2 %	1,0 %
Instrumente	Halbleiter	3,8 %	0,9 %	0,2 %	0,6 %	5,6 %
	Optik	0,1 %	0,6 %	0,7 %	0,3 %	1,7 %
	Messtechnik	5,6 %	1,3 %	0,4 %	0,2 %	7,4 %
	Analyse biolog. Materialien	0,5 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,5 %
	Steuer und Regeltechnik	1,9 %	0,7 %	0,6 %	0,1 %	3,2 %
Chemie	Medizintechnik	2,0 %	0,8 %	0,7 %	0,2 %	3,7 %
	Organische Feinchemie	1,4 %	0,4 %	0,1 %	0,0 %	1,9 %
	Biotechnologie	1,0 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	1,2 %
	Pharmazie	1,2 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	1,3 %
	Kunststoffe	0,5 %	1,4 %	0,0 %	0,1 %	2,1 %
	Nahrungsmittelchemie	0,4 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %
	Grundstoffchemie	1,6 %	1,4 %	0,2 %	0,0 %	3,2 %
Materialien, Metallurgie		0,2 %	0,6 %	0,2 %	0,3 %	1,3 %

	Oberflächen, Beschichtg.	0,5 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	1,4 %
	Mikrostruktur- u. Nanotechn.	0,4 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,5 %
	Chem. Verfahrenstechnik	1,3 %	0,3 %	0,4 %	0,1 %	2,0 %
	Umwelttechnik	1,3 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	1,5 %
Maschinenbau	Fördertechnik	0,5 %	0,4 %	0,3 %	0,6 %	1,7 %
	Werkzeugmaschinen	2,9 %	0,4 %	0,2 %	0,0 %	3,5 %
	Motoren, Pumpen, Turbinen	5,7 %	1,5 %	0,3 %	0,1 %	7,6 %
	Textil- u. Papiermaschinen	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,2 %	0,7 %
	Andere Spezialmaschinen	1,2 %	0,3 %	0,6 %	0,4 %	2,4 %
	Therm. Prozesse und App.	1,0 %	1,5 %	0,1 %	0,1 %	2,7 %
	Maschinenelemente	3,2 %	0,8 %	0,6 %	0,1 %	4,8 %
	Transport	4,4 %	3,4 %	0,0 %	0,3 %	8,2 %
Andere	Möbel, Spielzeug	0,4 %	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %
	Andere Konsumgüter	0,6 %	0,8 %	0,0 %	0,1 %	1,5 %
	Bauwesen	0,3 %	0,1 %	0,5 %	0,1 %	1,0 %

Anmerkung: Anteile ≥ 2 Prozent bzw. in der Insgesamt-Spalte > 5 Prozent sind fett markiert.

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v. 1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

5.4 Zielländer

Die deutschen Unternehmen forschen im Ausland am meisten in den USA, als wichtige Forschungsstandorte folgen Österreich und Frankreich. Bereits an vierter Stelle der Rangfolge steht China, noch vor Großbritannien (Tabelle 11). Sowohl Indien, als auch osteuropäische Länder, an denen zuweilen auch wichtige Forschungsstandorte deutscher Unternehmen vermutet werden, haben nur sehr geringe Anteile an den Patenten. So steht Indien mit einem Anteil von 1,2 Prozent erst auf Rang 16. Das erste osteuropäische Land in der Rangfolge ist Ungarn, das mit einem Anteil von 0,8 Prozent auf Platz 19 der Auslandsforschungsstandorte landet.

Tabelle 11: Verteilung der Erfinder*innen deutscher Unternehmen im Ausland nach Zielländern und Strategien

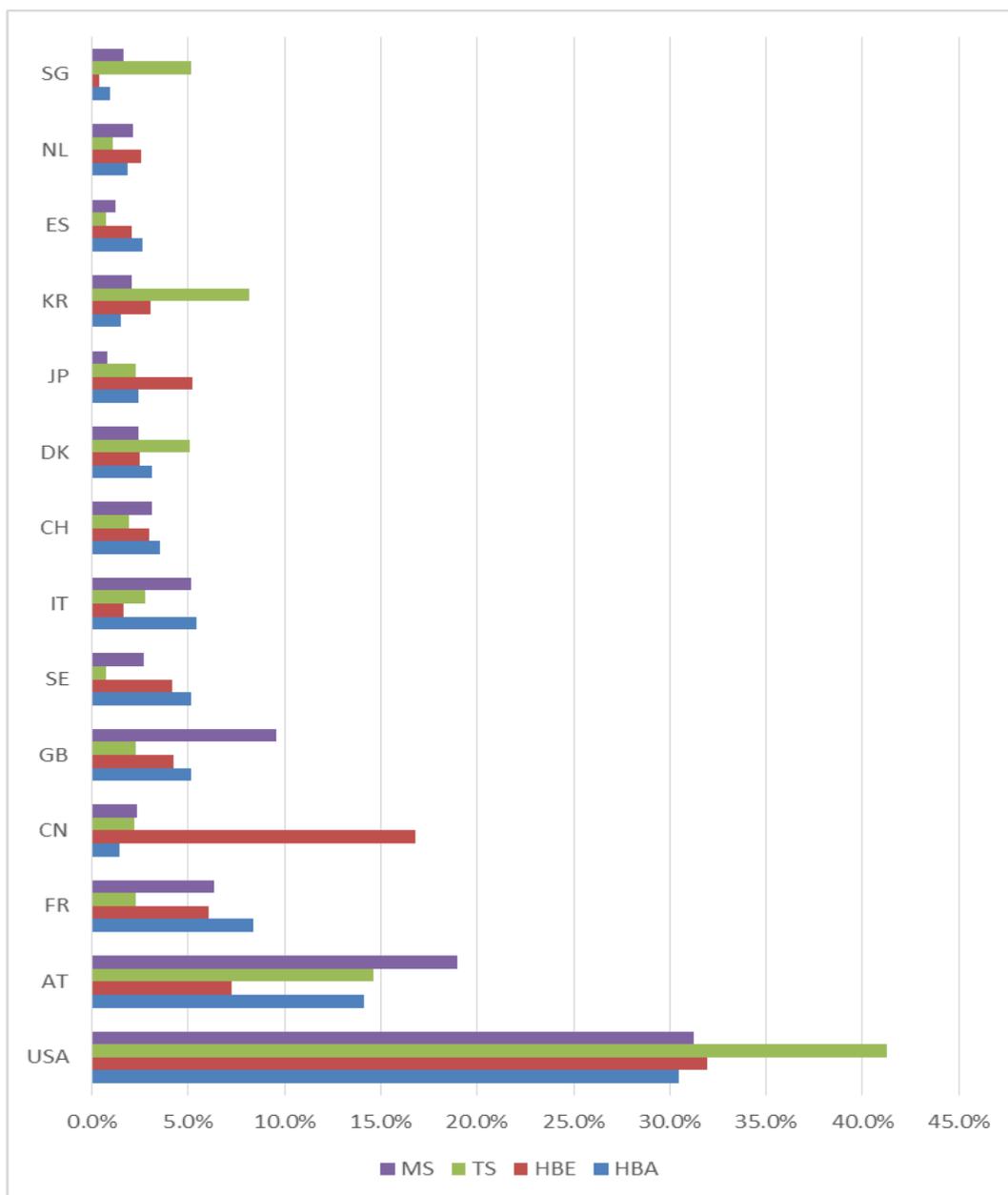
Bereich	Strategie				Insgesamt
	HBA	HBE	TS	MS	
USA	30,5 %	31,9 %	41,3 %	31,2 %	32,3 %
Österreich	14,1 %	7,2 %	14,6 %	19,0 %	12,9 %
Frankreich	8,4 %	6,1 %	2,3 %	6,4 %	6,8 %
China	1,4 %	16,8 %	2,2 %	2,3 %	5,7 %
Großbritannien	5,1 %	4,3 %	2,3 %	9,6 %	5,1 %
Schweden	5,2 %	4,2 %	0,7 %	2,7 %	4,1 %
Italien	5,4 %	1,6 %	2,7 %	5,2 %	4,0 %
Schweiz	3,5 %	3,0 %	1,9 %	3,1 %	3,1 %
Dänemark	3,1 %	2,5 %	5,1 %	2,4 %	3,1 %
Japan	2,4 %	5,2 %	2,2 %	0,8 %	2,9 %
Südkorea	1,5 %	3,0 %	8,2 %	2,1 %	2,8 %
Spanien	2,6 %	2,0 %	0,7 %	1,2 %	2,1 %
Niederlande	1,9 %	2,6 %	1,1 %	2,1 %	2,0 %
Singapur	1,0 %	0,4 %	5,2 %	1,7 %	1,4 %
restliche Länder	13,9 %	9,3 %	9,6 %	10,3 %	11,7 %
Insgesamt	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Anmerkung: Überdurchschnittliche Anteile einer Strategie im jeweiligen Zielland sind fett markiert.

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Die Gewichte der Internationalisierungsstrategien unterscheiden sich dabei in den Zielländern. In den USA und in Österreich haben technologie-suchende Strategien einen überdurchschnittlichen Anteil (bezogen auf den Anteil dieser Länder an allen Patenten deutscher Unternehmen im Ausland). Auch in Dänemark, Südkorea und Singapur verfolgen deutsche Unternehmen überdurchschnittlich oft TS-Strategien (Abbildung 10). Diese wissenssuchenden Forschungsstrategien sind also überwiegend in besonders forschungsintensiven, z. T. auch weit entfernten Ländern zu finden. Wissenserweiternde HBA-Strategien verfolgen deutsche Unternehmen eher in näher gelegenen europäischen Ländern. In China dominieren eindeutig wissensnutzende HBE-Strategien, die vor allem der Anpassung der Produkte und Prozesse an die Bedingungen des Ziellandes dienen. Dies ist auch in Japan der Fall.

Abbildung 10: Erfinder*innen in den wichtigsten Zielländern deutscher Unternehmen nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014

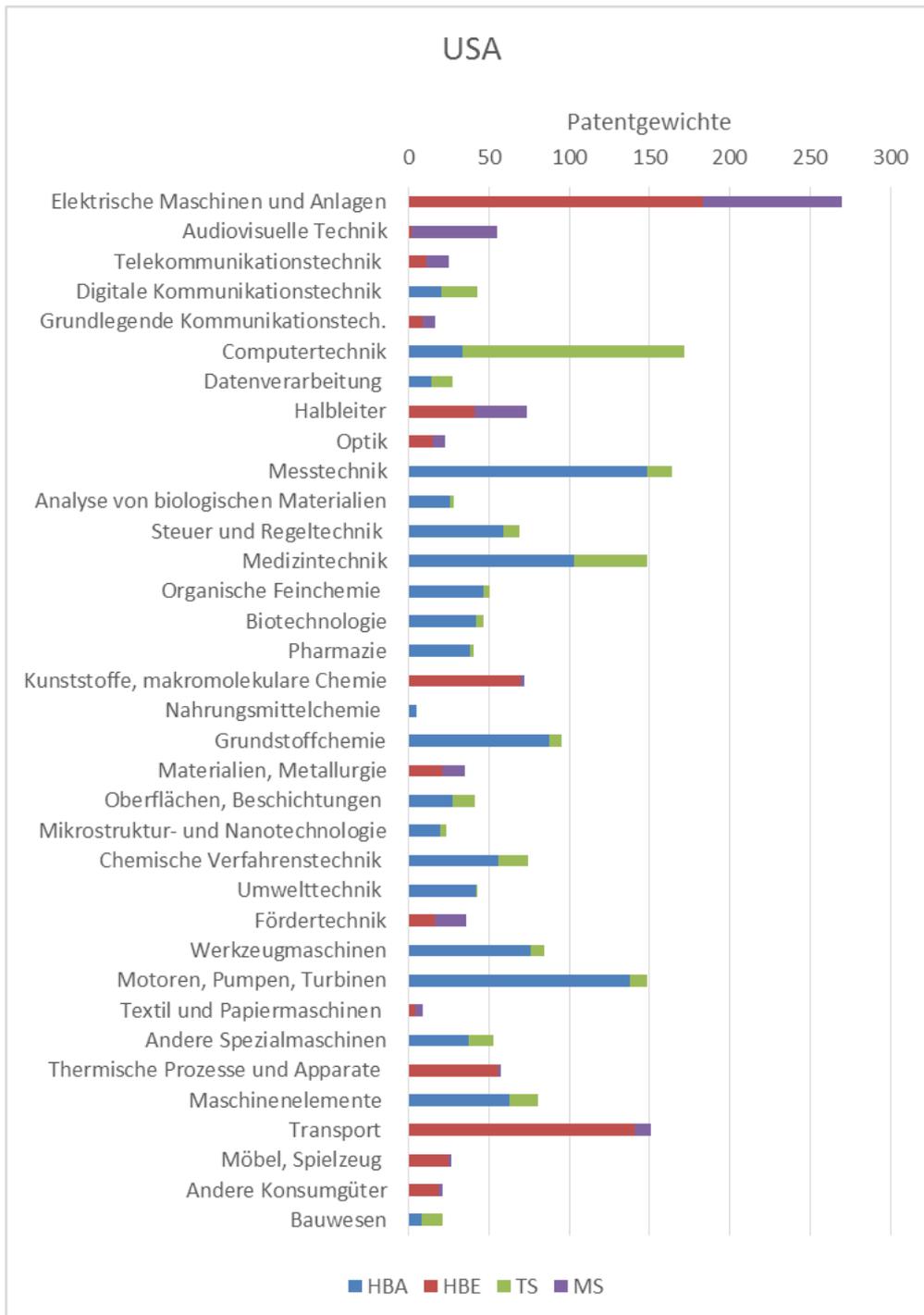


Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Für die vier wichtigsten Auslandsforschungsstandorte, auf die zusammen fast 60 Prozent der Patente im Ausland entfallen, wird in den folgenden Abbildungen die Verteilung der gewichteten Patente auf Technologiefelder und Strategien im Zeitraum 2012–2014 illustriert.

In den USA forschen deutsche Unternehmen in vielen Technologiefeldern wobei HBA-Strategien das Bild bestimmen (Abbildung 11). Technologiesuchende Strategien sind dort insbesondere in der Computertechnik und in der Medizintechnik zu finden, in denen die USA zu den weltweit führenden Forschungsstandorten zählen. Auf die größeren Felder Elektrische Maschinen und Anlagen sowie Transport sind die USA nicht spezialisiert und deutsche Unternehmen verfolgen hier vorwiegend die HBE-Strategie.

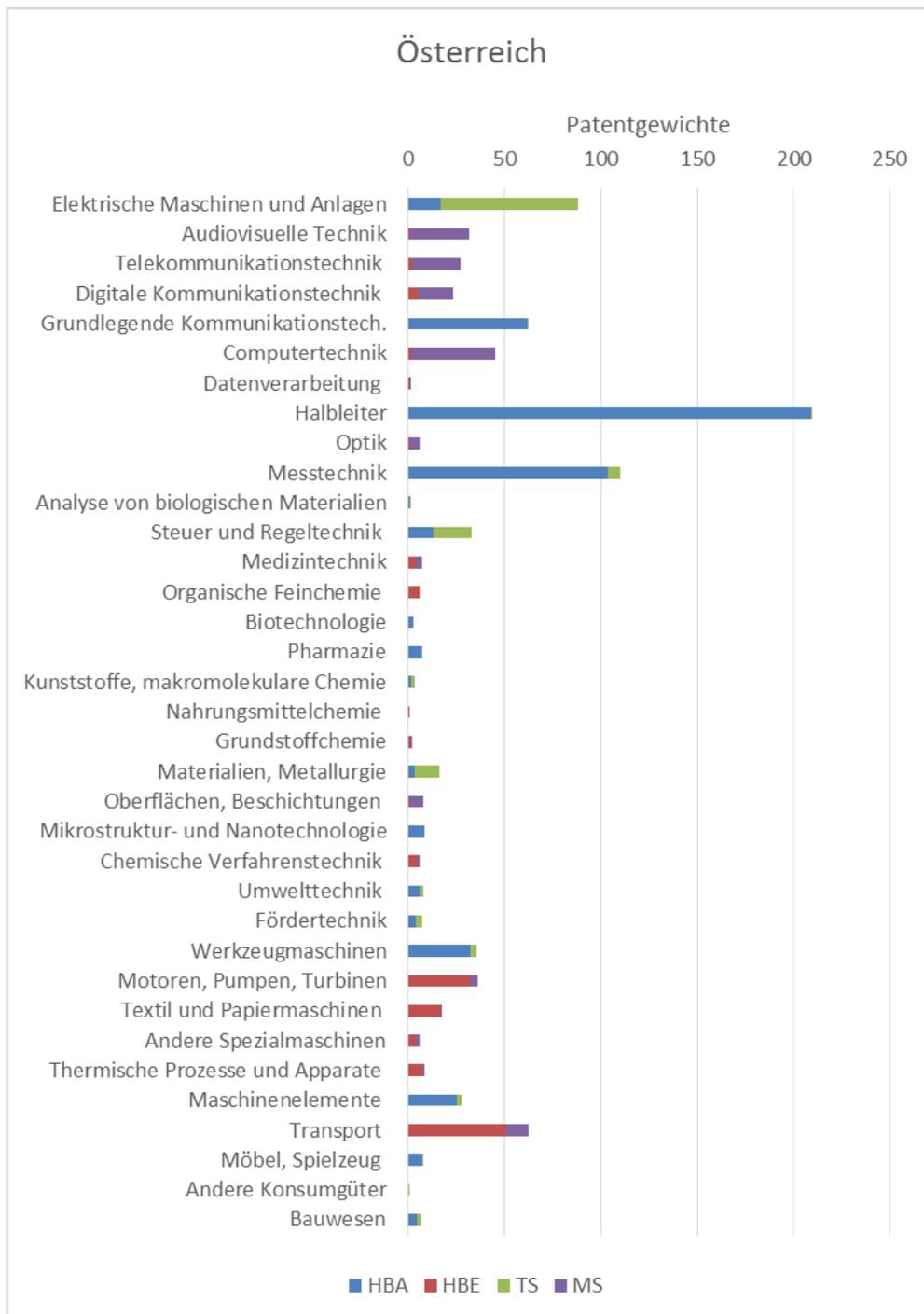
Abbildung 11: Erfinder*innen deutscher Unternehmen in den USA nach Technologiefeldern und Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

In ihrem zweitwichtigsten Auslandstandort Österreich sind deutsche Unternehmen in wenigen Technologiefeldern besonders aktiv. Ihre Forschung konzentriert sich dort auf die Felder Halbleiter, Messtechnik und auf Elektrische Maschinen und Anlagen (Abbildung 12). Im zuletzt genannten Feld verfolgen die dort forschenden Unternehmen überwiegend technologiesuchende Strategien.

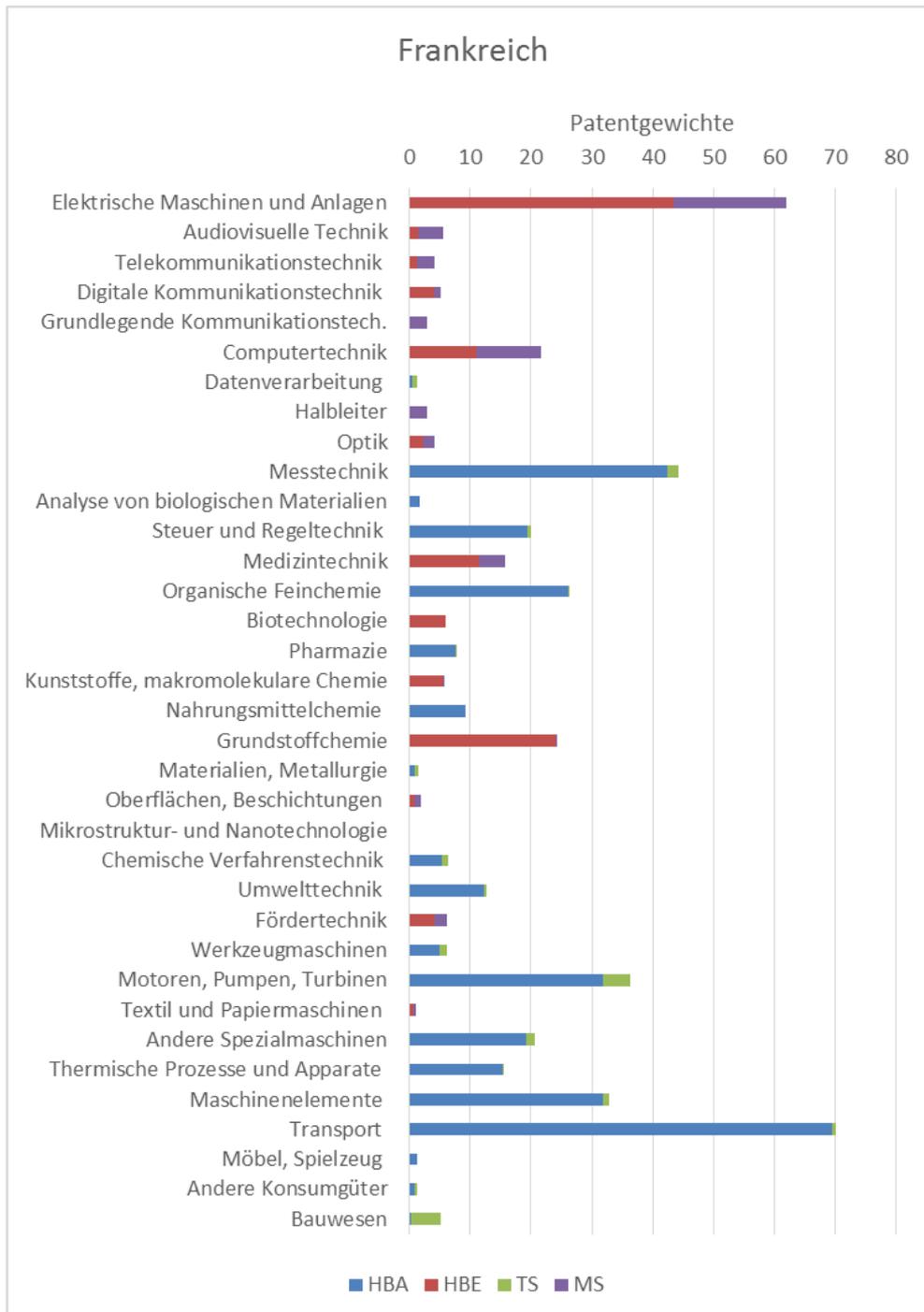
Abbildung 12: Erfinder*innen deutscher Unternehmen in Österreich nach Technologiefeldern und Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Am großen Forschungsstandort Frankreich forschen deutsche Unternehmen in vielen Technologiefeldern (Abbildung 13). Dabei dominieren die wissenserweiternden HBA-Strategien. Technologiesuchende Strategien werden kaum verfolgt.

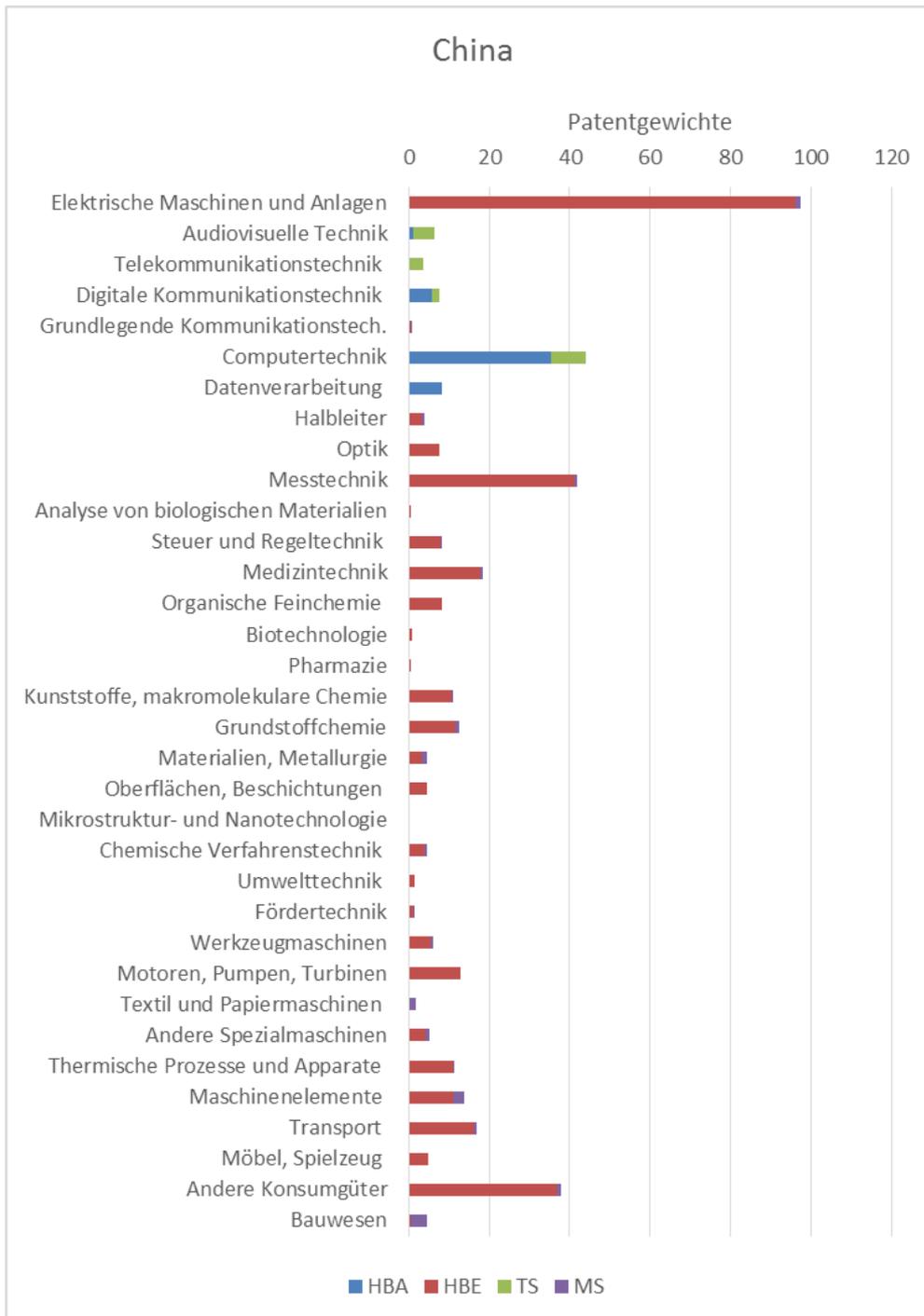
Abbildung 13: Erfinder*innen deutscher Unternehmen in Frankreich nach Technologiefeldern und Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

In China konzentrieren sich die FuE-Aktivitäten deutscher Unternehmen auf vier Felder: Elektrische Maschinen und Anlagen, Computertechnik, Messtechnik und andere Konsumgüter (Abbildung 14). Es überwiegen wissensnutzenden HBE-Strategien. In einigen Feldern der IuK-Technologien sind aber auch technologiesuchende Strategien der deutschen Unternehmen zu beobachten, wenn auch noch in sehr geringem Umfang.

Abbildung 14: Erfinder*innen deutscher Unternehmen in China nach Technologiefeldern und Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

5.5 Sechs patentstärkste Unternehmen

In diesem Abschnitt werden die Internationalisierungsstrategien der sechs patentstärksten deutschen Unternehmen betrachtet. Auch in diesen Unternehmen dominiert die wissenserweiternde HBA-Strategie (Tabelle 6). Den höchsten Anteil hat sie bei Volkswagen. 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 mit 12 Prozent. Volkswagen und Bosch verfolgen die TS-Strategie dagegen in unterdurchschnittlichem Maße.

Tabelle 12: Internationalisierungsstrategien der sechs patentstärksten deutschen Unternehmen 2012–2014

	Patentgewichte insgesamt	davon im Ausland	Strategien			
			HBA	HBE	TS	MS
ROBERT BOSCH	4662	23,8 %	45 %	39 %	8 %	9 %
SIEMENS	3156	39,3 %	43 %	27 %	19 %	12 %
INFINEON TECHNOLOGIES	1965	44,2 %	53 %	5 %	19 %	23 %
VOLKSWAGEN	1958	19,3 %	59 %	21 %	6 %	14 %
CONTINENTAL	1298	36,4 %	55 %	16 %	11 %	18 %
BASF	1138	39,0 %	42 %	28 %	20 %	11 %

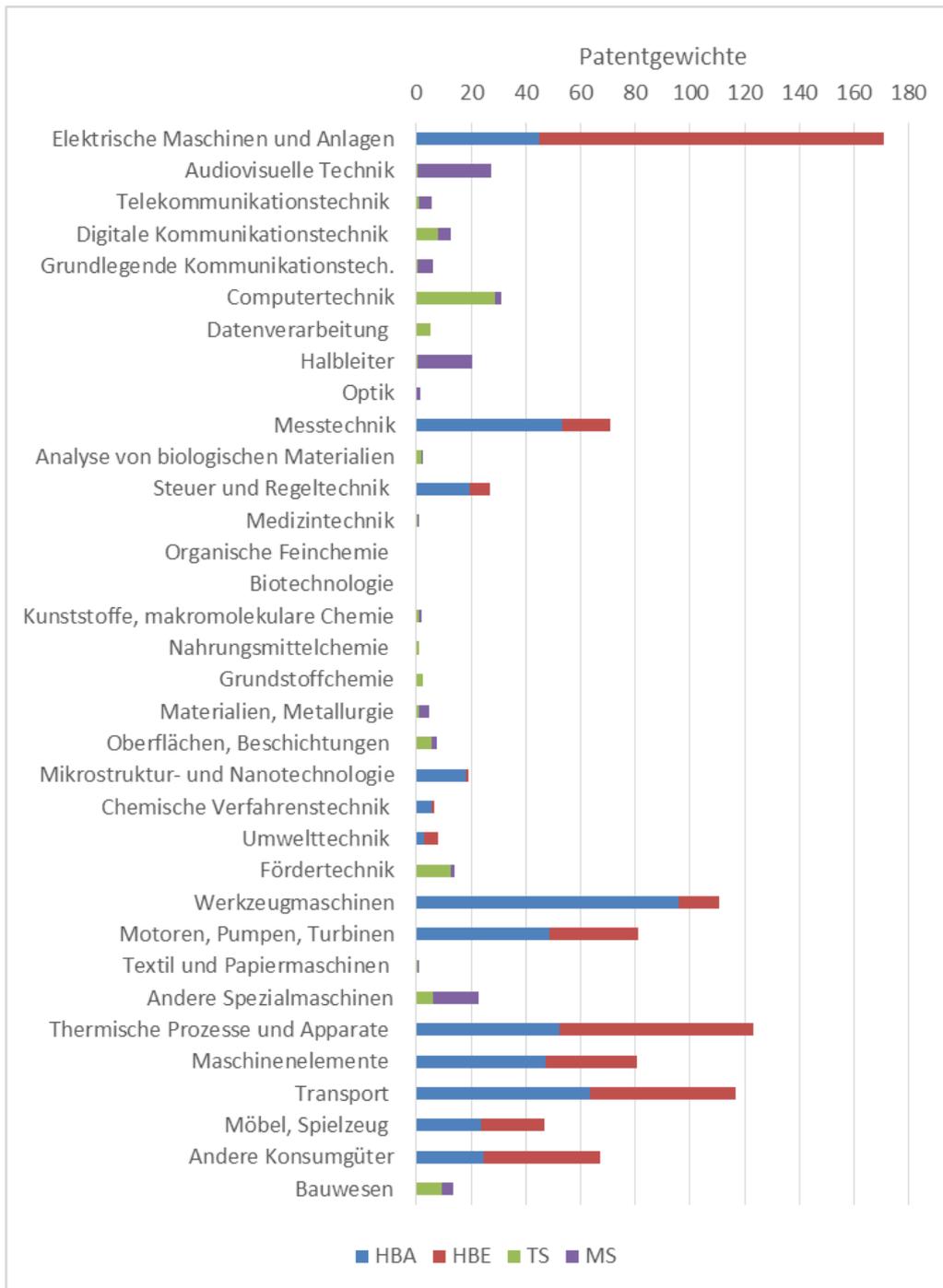
Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Robert Bosch forscht im Ausland in mehreren Technologiefeldern, vor allem im Bereich Maschinenbau und in der Elektrotechnik (Abbildung 15). Volkswagen konzentriert sich dagegen auf nur wenige Felder im Maschinenbau (Abbildung 18). Ein ähnliches Technologieprofil in der Forschung im Ausland hat der Automobilzulieferer Continental (Abbildung 19).

Siemens verfolgt technologiesuchende Strategien in relativ geringem Umfang aber in einem weiten Spektrum von Feldern (Abbildung 16), Infineon dagegen nur in zwei Feldern. Infineon hat auch den höchsten Anteil an marktbedingten Internationalisierungsstrategien (23 %), vor allem in den Feldern der Elektrotechnik (Abbildung 17). Dies dürfte auf einen engen Kundenbezug der FuE-Aktivitäten im Ausland hinweisen.

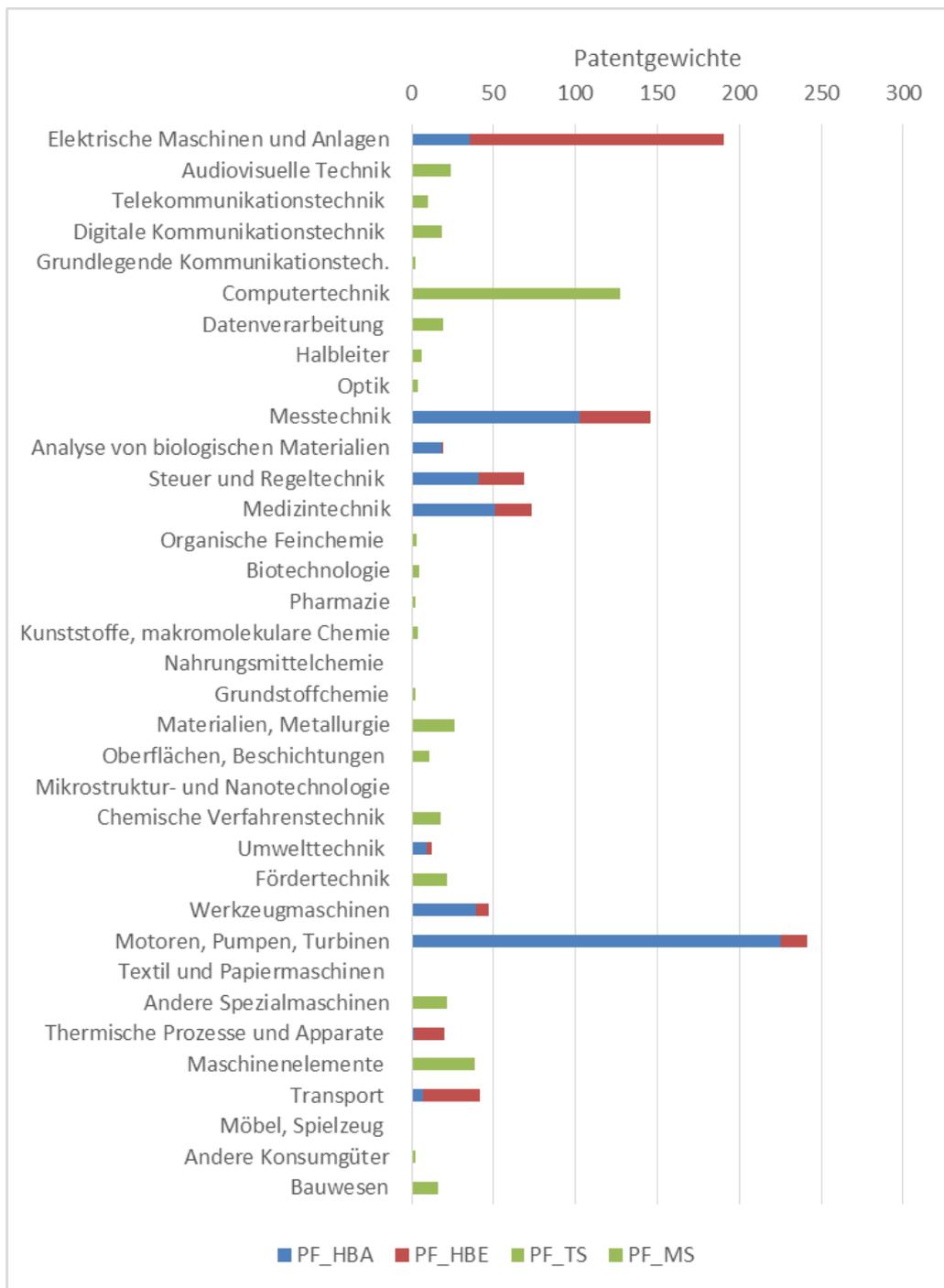
Technologiesuchende Internationalisierungsstrategien verfolgen die führenden deutschen Unternehmen vor allem in den IuK-Technologien, BASF auch im Feld Optik (Abbildung 20). Dabei handelt es sich oft um Querschnittstechnologien außerhalb der Kernkompetenz der Unternehmen, die aber für ihre Innovationen eine große Bedeutung haben.

Abbildung 15: Erfinder*innen von Robert Bosch im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Abbildung 16: Erfinder*innen von Siemens im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

5.6 Vergleich mit Ergebnissen der bisherigen Literatur

In der Literatur wurden bisher drei Studien veröffentlicht, die ebenfalls mit dem hier verwendeten Konzept die Internationalisierungsstrategien von Forschung u. a. von deutschen Unternehmen identifizieren. Die Studien unterscheiden sich nach der Zahl der berücksichtigten deutschen Großunternehmen, dem Untersuchungszeitraum sowie nach den verwendeten Patenten und ihrer Gewichtung. Die Ergebnisse sind dennoch sehr ähnlich (Tabelle 13). Seit Beginn des Untersuchungszeitraums Anfang der 1990er Jahre dominieren Internationalisierungsstrategien, die auf den Stärken am Heimatstandort Deutschland aufbauen. Sie machen mindestens drei Viertel der jeweiligen Patentgewichte aus. Laurens et al. (2015) finden für deutsche Unternehmen jedoch ein im Vergleich zu anderen europäischen Firmen atypisches Muster mit einer über die Zeit zunehmenden Bedeutung der HBA-Strategie bei einem Rückgang der HBE-Strategie. Unsere Auswertungen für eine größere Zahl von Unternehmen zeigen ein Jahrzehnt später einen weiteren Bedeutungszuwachs der HBA-Strategien auf der Suche nach komplementärem technologischem Wissen im Ausland. Gleichzeitig setzt sich der Rückgang des Anteils der HBE-Strategien fort, bei denen deutsche Unternehmen die Stärke in der Heimat im Zielland ausnutzen, das nicht über technologische Vorteile in dem Feld verfügt. Bei den technologiesuchenden Internationalisierungsstrategien gab es in deutschen Unternehmen in den letzten Jahrzehnten im Vergleich zu den Ergebnissen von Laurens et al. (2015) keinen Zuwachs. Wichtigstes Motiv für FuE im Ausland ist für deutsche Unternehmen also der Erwerb von komplementärem Wissen, gefolgt von der Anpassung an lokale Märkte und Produktionsbedingungen. Eine deutlich geringere Bedeutung hat die Suche nach Wissen in Technologien, bei denen die Unternehmen am Heimatstandort Schwächen haben.

Tabelle 13: Patentanteile der vier Internationalisierungsstrategien der Forschung deutscher Unternehmen in der Literatur

	Patel & Vega (1999)	Le Bas & Sierra (2002)	Laurens et al. (2015)		DIW (2019)
Zeitraum	1990–96	1994–96	1994–96	2003–05	2012–14
Anzahl der Unternehmen	22	42	87		104
HBA	34,8 %	54,6 %	37,6 %	41,2 %	49,7 %
HBE	39,4 %	25,3 %	41,5 %	36,8 %	26,7 %
TS	7,6 %	9,2 %	12,0 %	12,9 %	12,3 %
MS	18,2 %	10,9 %	8,9 %	9,1 %	11,4 %
HBA+HBE	74,2 %	79,9 %	79,1 %	78,0 %	76,4 %

Quellen: Siehe Literatur und eigene Berechnungen.

Der Auslandsanteil der Patente liegt in der Studie von Laurens et al. (Laurens, Le Bas, Schoen & Larédo, 2015) im Zeitraum 1994–1996 bei 15,8 Prozent und sank bis 2003–2005 auf nur 13,8 Prozent. Unsere Untersuchung ergibt für 2012–2014 einen Auslandsanteil von 26,6 Prozent. Dies deutet auf eine Steigerung des Auslandsanteils der Forschungsaktivitäten deutscher Unternehmen hin. Zu diesem Ergebnis kommt auch eine aktuelle Studie, die die FuE-Aktivitäten von ausländischen Forschungslaboren dreier großer deutscher Unternehmen anhand von Patentdaten untersucht hat (Neuhäusler & Rothengatter, 2019). Der Unterschied des Auslandsanteils für Siemens in beiden Studien am aktuellen Rand (Tabelle 14) geht vermutlich vor allem auf unterschiedliche Zuordnungen von Forschungslaboren und Tochterunternehmen im Ausland zum Konzern zurück.

Tabelle 14: Patentanteile ausgewählter deutscher Unternehmen im Ausland

	DIW (2019)	Neuhäusler et al. (2019)	
Zeitraum	2012–2014	2000	2015
ROBERT BOSCH	23,8 %	14 %	22 %
SIEMENS	39,3 %	10 %	28 %
BASF	39,0 %	16 %	40 %

Quellen: Siehe Literatur und eigene Berechnungen.

Literatur

- Belitz, H. (2017): Unternehmen mit Forschung im Ausland stärken den Forschungsstandort Deutschland. DIW Wochenbericht, 47, S. 1060–1069.
- Czernich, N., Kladroba, A. (2013): Forschung und Entwicklung international agierender Unternehmen. In FuE-Datenreport 2013 – Analysen und Vergleiche, S. 33–38. Essen.
- de Rassenfosse, G., Dernis, H., Guellec, D., Picci, L., van Pottelsberghe de la Potterie, B. (2013): The worldwide count of priority patents: A new indicator of inventive activity. *Research Policy*, 42(3), S. 720–737.
- Laurens, P., Le Bas, C., Schoen, A., Larédo, P. (2015): Internationalisation of European MNCs R&D: Management international, 19(4), S. 18–33.
- Le Bas, C., Sierra, C. (2002). Location versus home country advantages“ in R&D activities: some further results on multinationals’ locational strategies. *Research Policy*, 31, S. 589–609.
- Neuhäusler, P., Rothengatter, O. F. (2019): Patent Applications – Structures, Trends and Recent Developments 2018. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 4/2019. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).
- Patel, P., Vega, M. (1999): Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages. *Research Policy* 28, S. 145–155.
- Schasse, U., Belitz, H., Kladroba, A., Stenke, G. (2016): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 2–2016. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (Hrsg.).
- Schmoch, U. (2008): Concept of a Technology Classification for Country Comparisons, Final Report to the World Intellectual Property Organisation (WIPO). Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.

Anhang

Tabelle 15: WIPO-Technologiebereiche und -felder

Bereich	Feld	
Elektrotechnik	Elektrische Maschinen und Anlagen	
	Audiovisuelle Technik	
	Telekommunikationstechnik	
	Digitale Kommunikationstechnik	
	Grundlegende Kommunikationstechnik	
	Computertechnik	
	Datenverarbeitung	
	Halbleiter	
Instrumente	Optik	
	Messtechnik	
	Analyse biologischer Materialien	
	Steuer und Regeltechnik	
	Medizintechnik	
Chemie	Organische Feinchemie	
	Biotechnologie	
	Pharmazie	
	Kunststoffe	
	Nahrungsmittelchemie	
	Grundstoffchemie	
	Materialien, Metallurgie	
	Oberflächen, Beschichtungen	
	Mikrostruktur- und Nanotechnologie	
	Chemische Verfahrenstechnik	
	Umwelttechnik	
	Maschinenbau	Fördertechnik
		Werkzeugmaschinen
Motoren, Pumpen, Turbinen		
Textil- und Papiermaschinen		
Andere Spezialmaschinen		
Thermische Prozesse und Apparate		
Maschinenelemente		
Transport		
Andere	Möbel, Spielzeug	
	Andere Konsumgüter	
	Bauwesen	

Quelle: Schmoch (2008).

Tabelle 16: Berechnung der Gewichte nach fraktionierter Zählweise am Beispiel der Erfindung 9225914

Patentfamilie (Inpadoc)	Patentanmeldungs-ID	Unternehmen	Herkunft	WIPO-Klasse	Name der Erfinder*in	Land der Erfinder*in	fraktioniertes Gewicht
9225914	380717824	Toshiba	Japan	25	Chen	USA	0,0278
9225914	380717824	Toshiba	Japan	25	Cresswell	USA	0,0278
9225914	380717824	Toshiba	Japan	25	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	25	Chen	USA	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	25	Cresswell	USA	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	25	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	380717824	Toshiba	Japan	34	Chen	USA	0,0278
9225914	380717824	Toshiba	Japan	34	Cresswell	USA	0,0278
9225914	380717824	Toshiba	Japan	34	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	34	Chen	USA	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	34	Cresswell	USA	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	34	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	380717824	Toshiba	Japan	35	Chen	USA	0,0278
9225914	380717824	Toshiba	Japan	35	Cresswell	USA	0,0278
9225914	380717824	Toshiba	Japan	35	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	35	Chen	USA	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	35	Cresswell	USA	0,0278
9225914	380717824	United Technologies	USA	35	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	423823789	Toshiba	Japan	25	Chen	USA	0,0278
9225914	423823789	Toshiba	Japan	25	Cresswell	USA	0,0278

9225914	423823789	Toshiba	Japan	25	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	25	Chen	USA	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	25	Cresswell	USA	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	25	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	423823789	Toshiba	Japan	34	Chen	USA	0,0278
9225914	423823789	Toshiba	Japan	34	Cresswell	USA	0,0278
9225914	423823789	Toshiba	Japan	34	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	34	Chen	USA	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	34	Cresswell	USA	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	34	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	423823789	Toshiba	Japan	35	Chen	USA	0,0278
9225914	423823789	Toshiba	Japan	35	Cresswell	USA	0,0278
9225914	423823789	Toshiba	Japan	35	Graaff	Deutschland	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	35	Chen	USA	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	35	Cresswell	USA	0,0278
9225914	423823789	United Technologies	USA	35	Graaff	Deutschland	0,0278

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

In Tabelle 16 wird am Beispiel der Erfindung mit Inpadoc-Nummer 9225914 dargestellt, wie diese mit Hilfe der fraktionierten Zählweise den Kategorien Patentanmeldung, Heimatland, WIPO-Technologieklasse und Erfinderland berechnet wird. Es werden nur Informationen der Prioritätsanmeldung, der ältesten vollständig im Datensatz vorhandenen Patentanmeldung der Patentfamilie, berücksichtigt. Dazu zählen im Beispiel:

- Zwei Patentanmeldungen (Patentanmeldungs-ID 380717824 und 423823789),

- zwei Anmelderunternehmen: Toshiba (Japan) und United Technologies (USA),
- drei WIPO-Klassen (25, 34 und 35) sowie
- drei Erfinder*innen aus zwei Ländern (USA und Deutschland).

Tabelle 16 zeigt in der letzten Spalte das fraktionierte Gewicht jeder einzelnen Information auf, wenn die Erfindung nach allen Dimensionen differenziert wird; jede Zeile erhält im Beispiel ein fraktioniertes Gewicht von 0,027778. Deren Summe addiert sich über die gesamte Erfindung (Patentfamilie) zu 1 auf. Möchte man nun nachvollziehen wie Erfindung 9225914 einzelnen Dimensionen zugerechnet wird, müssen die Gewichte über die entsprechenden Dimensionen aggregiert werden. Tabelle 17 zeigt, wie die Erfindung 9225914 den Ländern der Unternehmer- und Erfinder*innen zugerechnet wird.

*Tabelle 17: Zuordnung der Gewichte von Erfindung 9225914 nach Anmelde- und Land der Erfinder*in*

Unternehmensland	Erfindungen	davon erfunden in	
		USA	Deutschland
Japan	0,5	67 %	33 %
USA	0,5	67 %	33 %

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

Tabelle 18: Erfindungen deutscher Unternehmen im In- und Ausland nach WIPO-Technologieklassen 2012–2014

WIPO-Technologieklasse	Weltweit	Inland	Ausland
1. Elektr. Maschinen u. Anlagen	10,2 %	9,4 %	12,2 %
2. Audiovisuelle Technik	1,9 %	1,8 %	2,1 %
3. Telekommunikationstechnik	1,0 %	0,9 %	1,2 %
4. Digitale Kommunikationstechnik	1,8 %	1,8 %	1,8 %
5. Grundl. Kommunikationstechnik	1,0 %	0,8 %	1,5 %
6. Computertechnik	4,7 %	4,3 %	6,0 %
7. Datenverarbeitung	0,5 %	0,4 %	1,0 %
8. Halbleiter	5,3 %	5,2 %	5,6 %
9. Optik	2,1 %	2,2 %	1,7 %
10. Messtechnik	7,5 %	7,6 %	7,4 %

11. Analyse von biolog. Materialien	0,4 %	0,3 %	0,6 %
12. Steuer und Regeltechnik	2,8 %	2,7 %	3,2 %
13. Medizintechnik	3,9 %	4,0 %	3,7 %
14. Organische Feinchemie	3,0 %	3,3 %	1,9 %
15. Biotechnologie	0,8 %	0,6 %	1,2 %
16. Pharmazie	1,2 %	1,1 %	1,4 %
17. Kunststoffe, makromol. Chemie	1,9 %	1,8 %	2,1 %
18. Nahrungsmittelchemie	0,4 %	0,3 %	0,5 %
19. Grundstoffchemie	2,9 %	2,8 %	3,2 %
20. Materialien, Metallurgie	1,5 %	1,5 %	1,3 %
21. Oberflächen, Beschichtungen	1,5 %	1,5 %	1,4 %
22. Mikrostruktur- u. Nanotechnolog.	0,6 %	0,6 %	0,5 %
23. Chemische Verfahrenstechnik	2,2 %	2,2 %	2,0 %
24. Umwelttechnik	1,6 %	1,6 %	1,5 %
25. Fördertechnik	2,9 %	3,4 %	1,7 %
26. Werkzeugmaschinen	3,0 %	2,7 %	3,5 %
27. Motoren, Pumpen, Turbinen	7,0 %	6,8 %	7,6 %
28. Textil und Papiermaschinen	1,1 %	1,2 %	0,8 %
29. Andere Spezialmaschinen	3,1 %	3,3 %	2,4 %
30. Therm. Prozesse u. Apparate	2,5 %	2,4 %	2,7 %
31. Maschinenelemente	5,9 %	6,2 %	4,8 %
32. Transport	10,7 %	11,6 %	8,2 %
33. Möbel, Spielzeug	0,8 %	0,8 %	0,9 %
34. Andere Konsumgüter	2,2 %	2,5 %	1,5 %
35. Bauwesen	0,8 %	0,7 %	1,0 %
Insgesamt	100 %	100 %	100 %

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

Tabelle 19: Weltweite gewichtete Erfindungen deutscher Unternehmen
2012–2014 und Auslandsanteil*

Unternehmen	Patente weltweit	Anteil im Ausland
ROBERT BOSCH	4.662,2	23,8 %
SIEMENS	3.156,3	39,3 %
INFINEON TECHNOLOGIES	1.965,0	44,3 %
VOLKSWAGEN	1.958,2	19,3 %
CONTINENTAL	1.298,0	36,4 %
BASF	1.137,8	39,0 %
ZF	715,8	16,9 %
OSRAM LICHT	712,0	28,7 %
BAYER	706,2	36,0 %
CARL ZEISS	644,5	14,0 %
BMW	568,5	3,1 %
HENKEL	455,5	31,2 %
KRONES	452,5	0,4 %
MAHLE	435,0	19,2 %
EVONIK INDUSTRIES	429,0	11,6 %
THYSSENKRUPP	418,7	18,1 %
SAP	288,0	57,5 %
MERCK DE	257,8	54,7 %
LINDE	256,7	33,6 %
CLAAS	240,0	17,5 %
KNORR-BREMSE	239,0	39,0 %
GIESECKE & DEVRIENT	236,0	4,4 %
B BRAUN MELSUNGEN	231,0	18,2 %
MTU AERO ENGINES	223,0	2,5 %
HERAEUS	198,0	33,9 %
BOEHRINGER INGELHEIM	197,0	40,8 %
RHEINMETALL	188,5	12,4 %
DAIMLER	184,0	13,3 %
KORBER	183,0	12,4 %
SICK	180,0	6,4 %
FRESENIUS	165,5	41,4 %
PHOENIX CONTACT	165,0	2,5 %
VOITH	158,5	25,6 %
HELLA	156,5	4,3 %
SALZGITTER	155,5	2,6 %
DEUTSCHE TELEKOM	155,0	34,5 %
WACKER CHEMIE	153,5	15,2 %

BEIERSDORF	151,0	8,1 %
KARL STORZ	140,0	33,9 %
HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN	137,5	3,1 %
DRAGERWERK	135,5	17,9 %
TRUMPF	133,5	27,9 %
GEA	120,0	40,1 %
DURR	115,0	5,1 %
LANXESS	109,0	24,1 %
FREUDENBERG	102,8	29,8 %
KION	100,5	6,7 %

**Unternehmen mit mindestens 100 gewichteten Patentanmeldungen weltweit.*

Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

Tabelle 20: Erfindungen deutscher Unternehmen nach Zielländern
2012–2014

Land	Erfindungen im Ausland	Unternehmen mit Erfindungen (Anzahl)
USA	32,3 %	72
Österreich	12,9 %	45
Frankreich	6,8 %	50
China	5,7 %	30
Großbritannien	5,1 %	48
Schweden	4,1 %	24
Italien	4,0 %	40
Schweiz	3,1 %	48
Dänemark	3,1 %	14
Japan	2,9 %	31
Südkorea	2,8 %	23
Spanien	2,1 %	24
Niederlande	2,0 %	26
Singapur	1,4 %	16
Kanada	1,3 %	24
Indien	1,2 %	21
Belgien	1,1 %	25
Malaysia	1,1 %	13
Ungarn	0,8 %	11
Israel	0,7 %	11
Brasilien	0,6 %	12
Tschechische Republik	0,5 %	17
Mexiko	0,5 %	8
Norwegen	0,5 %	6
Rumänien	0,4 %	8
Polen	0,3 %	22
Restliche Länder	2,6 %	–
Insgesamt	100 %	104

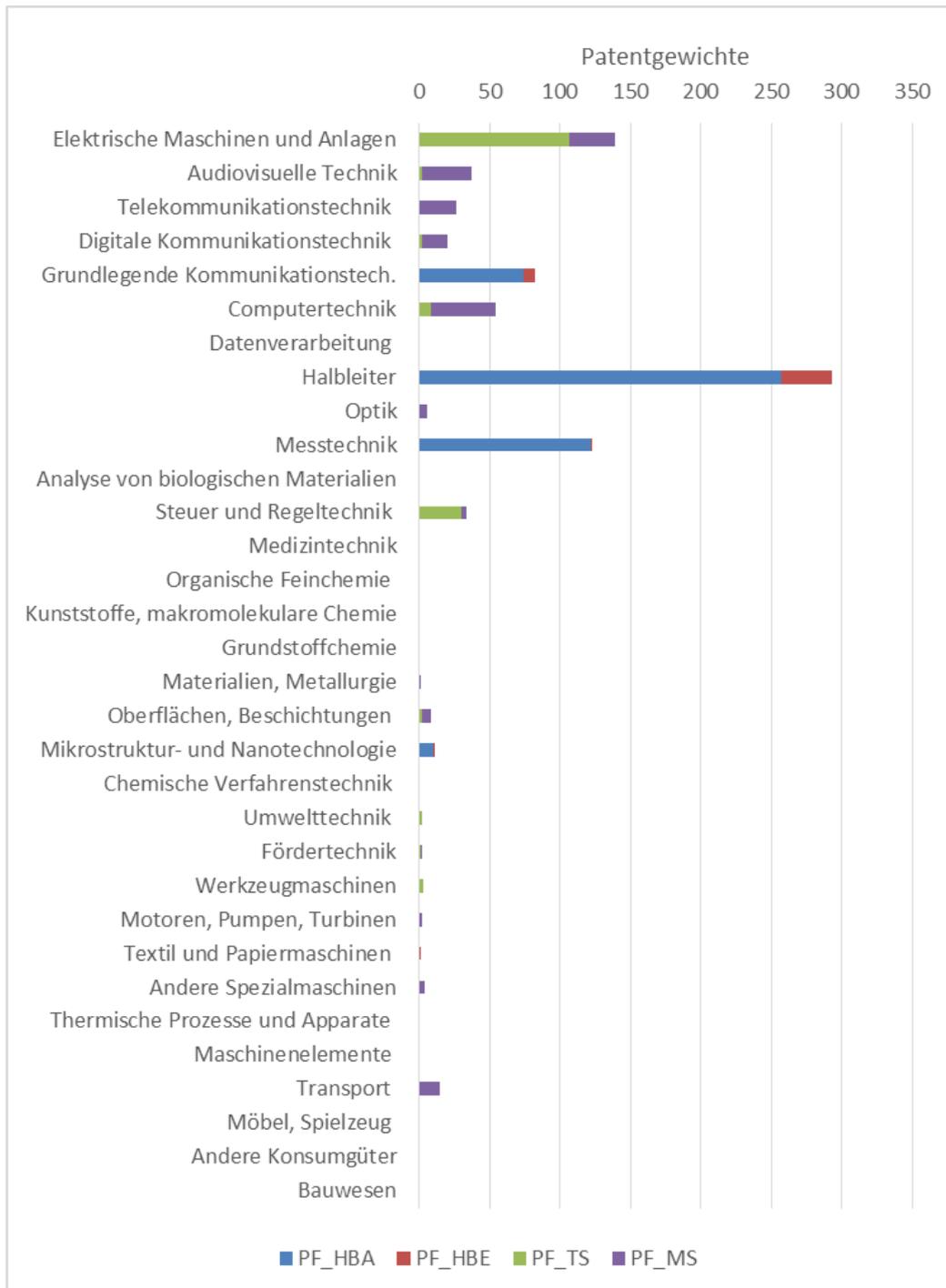
Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT
v5.11, eigene Berechnungen.

Tabelle 21: Anteil ausgewählter Unternehmen an den Erfindungen deutscher Unternehmen in wichtigen Zielländern 2012–2014

Land	BASF	CONTINENTAL	INFINEON TECHNOLOGIES	ROBERT BOSCH	SIEMENS	VOLKSWAGEN	Insgesamt
USA	7,9 %	7,8 %	2,9 %	18,0 %	21,9 %	1,9 %	60,4 %
Österreich	0,2 %	0,9 %	64,3 %	3,8 %	9,6 %	2,3 %	80,9 %
Frankreich	4,9 %	22,9 %	0,1 %	11,2 %	4,7 %	0,7 %	44,5 %
China	3,2 %	1,5 %	0,4 %	29,4 %	22,0 %	0,5 %	57,0 %
Großbritannien	1,9 %	2,4 %	5,8 %	7,9 %	32,1 %	3,3 %	53,3 %
Schweden	0,1 %	0,1 %	0,1 %	2,3 %	6,7 %	82,6 %	91,8 %
Italien	1,2 %	14,1 %	10,4 %	7,2 %	12,1 %	2,5 %	47,5 %
Schweiz	10,3 %	0,0 %	1,2 %	25,4 %	15,5 %	3,4 %	55,8 %
Dänemark	0,4 %	11,4 %	0,0 %	0,3 %	82,5 %	0,4 %	95,0 %
Japan	9,6 %	0,6 %	0,0 %	16,6 %	1,4 %	0,7 %	28,9 %
Südkorea	56,6 %	2,7 %	1,7 %	18,0 %	0,5 %	1,0 %	80,4 %
Spanien	0,7 %	0,0 %	0,8 %	68,5 %	1,5 %	4,8 %	76,4 %
Niederlande	7,5 %	0,0 %	0,0 %	33,3 %	6,5 %	1,2 %	48,6 %
Singapur	3,9 %	3,2 %	63,6 %	0,6 %	6,3 %	0,0 %	77,6 %
Kanada	3,4 %	15,7 %	2,1 %	3,2 %	11,6 %	1,5 %	37,4 %
Indien	3,1 %	1,6 %	4,8 %	28,4 %	17,4 %	0,7 %	55,9 %
Belgien	10,5 %	3,2 %	0,0 %	25,2 %	4,0 %	1,1 %	43,9 %
Malaysia	0,8 %	0,9 %	68,8 %	6,0 %	2,9 %	0,0 %	79,5 %
Ungarn	0,1 %	3,4 %	0,0 %	34,6 %	0,0 %	0,3 %	38,4 %

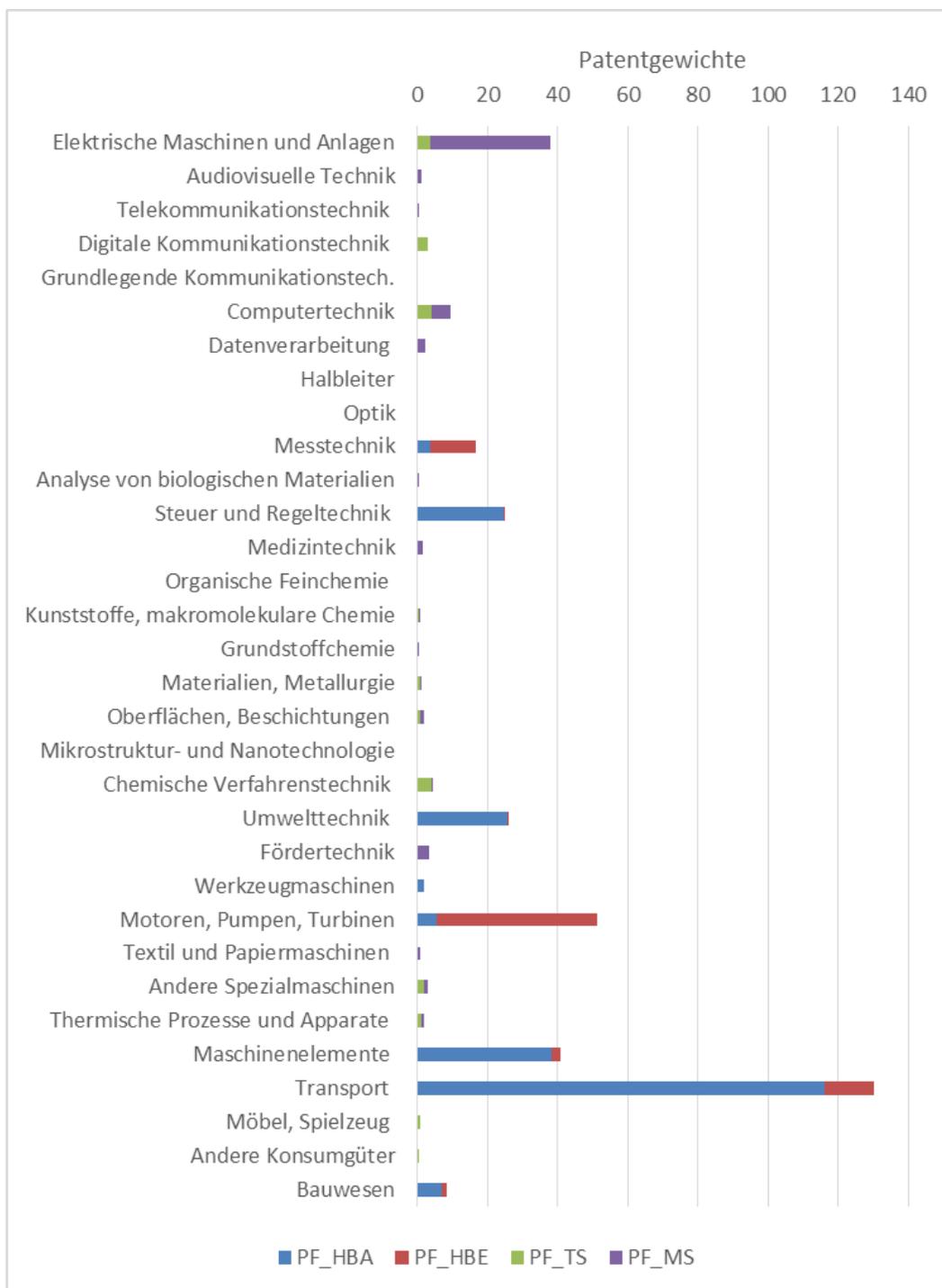
Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT v5.11, eigene Berechnungen.

Abbildung 17: Erfinder*innen von Infineon im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



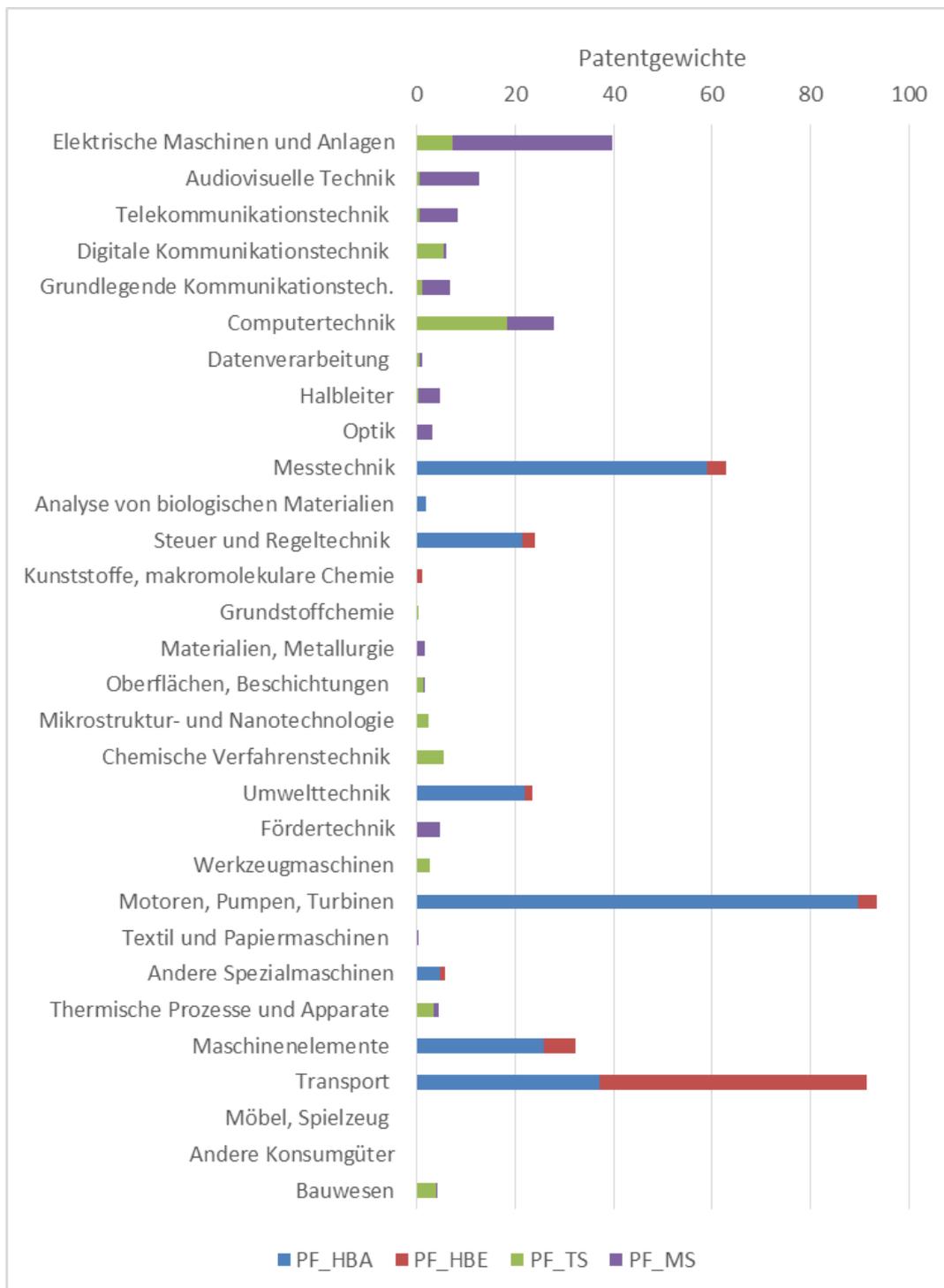
Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Abbildung 18: Erfinder*innen von Volkswagen im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



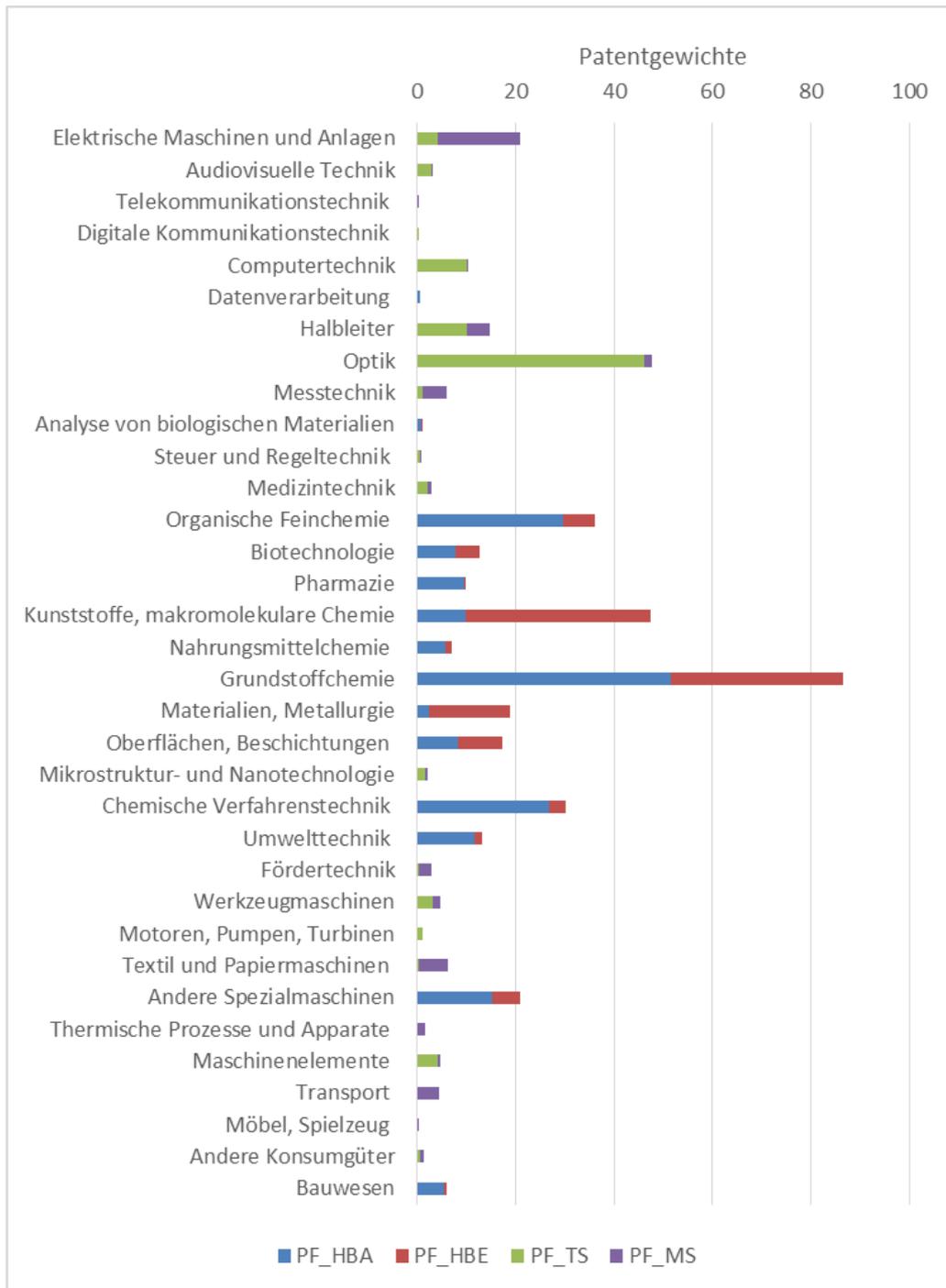
Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Abbildung 19: Erfinder*innen von Continental im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Abbildung 20: Erfinder*innen von BASF im Ausland nach Internationalisierungsstrategien 2012–2014 (Patentgewichte)



Quellen: EC-JRC/OECD COR&DIP© database, v.1. 2017, PATSTAT, eigene Berechnungen.

Autorinnen und Autoren

Dr. Heike Belitz arbeitet seit 1991 im Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung. Sie ist Senior Researcher im Forschungsbereich Produktivität und Innovation in der Abteilung Unternehmen und Märkte. Im Mittelpunkt ihrer Arbeiten stehen die Investitionen in Forschung und Entwicklung und die technologische Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften, Innovationsindikatoren, die Internationalisierung von Innovationsprozessen in multinationalen Unternehmen sowie die Evaluation von Forschungs- und Technologiepolitik. Sie war als Projektkoordinatorin und Mitarbeiterin an zahlreichen Studien des DIW Berlin für öffentliche Auftraggeber, darunter das BMWi, das BMBF, die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) und die Europäische Kommission, sowie für wissenschaftsfördernde Stiftungen beteiligt.

Prof. Dr. Anna Lejpras ist seit 2013 Professorin für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre an der BSP Business School Berlin. Zuvor war sie zwischen 2007 und 2013 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung in der Abteilung Innovation, Industrie, Dienstleistung tätig. Dort war sie in mehreren forschungsbasierten Politikberatungsprojekten – vorwiegend im Feld der Evaluation von Forschungs- und Technologiepolitik – für öffentliche Auftraggeber, darunter BMWi involviert. Zwischen 2006 und 2008 arbeitete sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Europa-Universität Viadrina. Ihre Forschungsinteressen liegen im Bereich der empirischen Innovationsforschung, insbesondere Innovationsverhalten von Unternehmen, Evaluation von Forschungs- und Technologiepolitik, sowie Internationalisierung von Unternehmen.

Dr. Anselm Mattes ist Manager bei DIW Econ. Er ist Experte für die Analyse von regionalen Innovationssystemen sowie internationalen Handel und multinationale Unternehmen. Er berät zahlreiche öffentliche und private Auftraggeber, darunter die Bundesministerien für Verkehr und Infrastruktur, für Wirtschaft und Energie sowie die Europäische Kommission. Bevor er zu DIW Econ wechselte, war er wissenschaftlicher Referent am Institut für Angewandte Wirtschaftsforschung (IAW) in Tübingen. Er studierte Wirtschaftswissenschaften an der Universität Hohenheim und promovierte mit einer mikroökonomischen Arbeit über ausländische Direktinvestitionen an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

Maximilian Priem ist Datenanalyst bei DIW Econ. Seine Schwerpunkte liegen in der angewandten Statistik, Mikroökonomie, Einstellungsforschung sowie der Datenaufbereitung und -visualisierung. Zuvor arbeitete er als Wissenschaftler am Sozio-ökonomischen Panel (SOEP) im DIW Berlin und am Institut für Soziologie der Freien Universität Berlin. Dort betreute er einen multinationalen Survey und dessen Auswertungen zum Thema „Solidarität in Europa“.

In dieser Studie werden Forschung und Entwicklung (FuE) deutscher Unternehmen im In- und Ausland anhand ihrer FuE-Aufwendungen und ihrer in Patentanmeldungen dokumentierten Erfindungstätigkeit untersucht. Für die 104 forschungs- und patentstärksten deutschen Großunternehmen werden erstmals die technologischen Forschungsschwerpunkte in Deutschland und in verschiedenen Zielländern im Ausland für den Zeitraum 2012–2014 ausführlich dargestellt. Die Analyse liefert neue Anhaltspunkte für die Motive zur Internationalisierung von privater Forschung und Entwicklung.
