

WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Nummer 084, Juli 2018

Globalisierungs- und Verlagerungstendenzen bei F&E-Tätigkeiten

Trendanalyse

Steffen Kinkel und Ralph Lichtner

Die Autoren:

Prof. Dr. Steffen Kinkel ist Professor für Innovationsmanagement, International Business und Networked Business im Fachbereich Wirtschaftsinformatik sowie Gründer und Leiter des Instituts für Lernen und Innovation in Netzwerken (ILIN) an der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft.

Ralph Lichtner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Lernen und Innovation in Netzwerken (ILIN) an der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft.

© 2018 by Hans-Böckler-Stiftung
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf
www.boeckler.de



„Globalisierungs- und Verlagerungstendenzen bei F&E-Tätigkeiten“ von Steffen Kinkel und Ralph Lichtner 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

Zusammenfassung.....	4
1. Hintergrund.....	7
2. Zielsetzen und Fragestellung	11
3. Erkenntnisse zu ausländischen F&E-Aktivitäten deutscher Industrieunternehmen aus den F&E-Daten des Stifterverbandes	12
4. Erkenntnisse zu Globalisierungstendenzen bei F&E- Beschäftigten und F&E-Strategien aus den Experteninterviews	16
4.1 Vorgehen	16
4.2 Globaler F&E-Footprint	16
4.3 Motive für die Internationalisierung der F&E-Aktivitäten	23
4.4 Veränderungen der F&E Weltkarte, zukünftige Entwicklungen	25
4.5 Rekonzentrationen und Verlagerungen	26
4.6 Fachliche Spezialisierungen in einzelnen Ländern/Regionen	28
4.7 Fachkräfte für die Forschung und Entwicklung	32
5. Zusammenfassung der zentralen Erkenntnisse	37
6. Literatur	42

Zusammenfassung

Die Globalisierung und internationale Arbeitsteilung von wissensintensiven Aktivitäten ist in den letzten Jahren äußerst dynamisch fortgeschritten. Wurden bis in die achtziger Jahre hauptsächlich einfache, produzierende Tätigkeiten im Ausland angesiedelt, so sind heute zunehmend auch höher qualifizierte Tätigkeiten im Fokus. Dies betrifft zunehmend auch Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten (F&E), Softwareentwicklung und Design sowie wissensintensive IT- und Datendienste. Die Datenlage zur fundierten Einschätzung dieser Entwicklungen ist allerdings äußerst lückenhaft. Ziel dieser Trendstudie war es daher, mit einem explorativen Ansatz erweiterte und qualitativ vertiefende Einblicke zu dieser Fragestellung zu gewinnen. Kern des Vorgehens sind qualitative Experteninterviews in fünf ausgewählten Unternehmen mit dem jeweiligen F&E-Leiter sowie einem Betriebsratsvertreter zu den Mustern und Trends der Internationalisierung von F&E-Tätigkeiten, flankiert durch Auswertungen der Daten des Stifterverbands zur Internationalisierung von F&E-Tätigkeiten.

Aus den Daten des Stifterverbands lassen sich wertvolle Schlüsse zur Entwicklung der weltweiten F&E-Aufwendungen der deutschen Industrie ziehen. Demnach hat sich der Anteil der vom deutschen Verarbeitenden Gewerbe im Ausland erbrachten F&E-Aufwendungen von etwa 24 % der gesamten F&E-Aufwendungen im Jahr 2007 auf etwa 32 % im Jahr 2013 erhöht. In diesem Zeitraum sind die F&E-Aufwendungen im Ausland im Mittel um 10,9 % pro Jahr deutlich stärker gewachsen als im Inland. Doch auch die inländischen F&E-Aufwendungen sind mit 4,2 % pro Jahr noch kräftig gewachsen. Das stärkere F&E-Engagement der deutschen Industrieunternehmen im Ausland geht demnach nicht zulasten der inländischen F&E-Aktivitäten, sondern scheint diese gleichfalls zu stimulieren. Bei einem differenzierten Blick in einzelne Branchen kommt der pharmazeutischen Industrie eine Sonderrolle zu. Hier wurden von 2007 bis 2013 die ausländischen F&E-Aufwendungen fast verdoppelt, im Inland aber sogar um mehr als den Faktor vier erhöht. Das weltweite, starke F&E-Wachstum dieser Branche hat demnach insbesondere den Innovationsstandort Deutschland begünstigt.

Vertiefende Einsichten zur internationalen F&E-Strategie ausgewählter Unternehmen und den zugrundeliegenden Rationalitäten liefern die Experteninterviews. Demnach liegt weiterhin ein klarer Fokus auf der Bündelung der zentralen F&E-Aktivitäten für die heutigen und zukünftigen Schlüsselthemen in Deutschland. Eingebettet sind die deutschen F&E-Strukturen in ein hervorragend ausgebautes Forschungsnetz mit führenden Universitäten und weiteren wichtigen Forschungsorganisationen. Dies wird als klarer Standortvorteil für Deutschland wahrgenom-

men. Grundlagennahe Forschung wird seit Jahren aber auch sukzessive an ausgewählten internationalen Standorten vorangetrieben und diesen werden auch klare Kompetenzhoheiten zugewiesen. China gilt beispielsweise für Elektrofahrzeuge seit einigen Jahren als treibender Markt und Forschungsstandort. Die Dynamik in Asien ist insgesamt größer, in der Folge sind aber meistens auch die deutschen Standorte mitgewachsen. Ergänzend etablieren die deutschen Unternehmen an ausgewählten Standorten sogenannte „Horchposten“, beispielsweise in St. Petersburg oder im Silicon Valley. Ziel ist, in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit herausragenden universitären Einrichtungen die „Fühler“ in zukunfts-trächtige Technologiefelder auszustrecken.

Die wichtigsten Motive für die Internationalisierung der F&E-Aktivitäten sind die Anpassung der Produkte an lokale Bedürfnisse sowie der Zugang zu neuen Wissensquellen oder spezialisierten Akteuren und Talenten im Ausland. Strategien zur Kostensenkung spielen eine eher untergeordnete Rolle. Ein Grund hierfür ist, dass die Kostendifferenzen zwischen China, den USA oder Europa für hochqualifizierte Experten eher marginal sind.

Auch die Softwareentwicklung ist mit einem Standbein fest in Deutschland verankert. Dies ist Teil der Strategie, die Entwicklung von Hard- und Software möglichst integrativ anzugehen und zu verschmelzen, um grundlegende Koordinationsprobleme zu vermeiden. Vorreiter für diese Verschmelzung ist der Automotive-Bereich. Hier versuchen die Unternehmen, die Projektteams an so wenigen Standorten wie möglich möglichst kunden- und produktionsnah zu vereinen. Für spezifische, abgrenzbare Aufgaben stellt insbesondere Indien einen attraktiven Standort dar.

Das Trendthema Industrie 4.0/digitale Vernetzung wird von den befragten Automobilzulieferern noch stark produktionsorientiert aufgegriffen, während Maschinenbau- und Softwarefirmen stark in Richtung eigene Lösungsangebote und Geschäftsmodelle denken. Die größte Dynamik bei der digitalen Transformation sehen die meisten Unternehmen in Europa. Die USA besticht hier insbesondere durch ihre Software-Kompetenz und Cloud-basierte Lösungen. China folgt nach Einschätzung der Unternehmen leicht zeitversetzt, wird aber durch den starken Fokus auf die Automatisierung hier bald eine starke Dynamik entfachen.

Für hochqualifizierte Fachkräfte und Absolventen („Talente“) wird die Attraktivität des Standorts ein zunehmend wichtiges Kriterium bei der Wahl ihrer Arbeitsstelle. In Deutschland konkurrieren die befragten Unternehmen beim „Wettbewerb um Talente“ einerseits mit den großen und bekannten Automobilherstellern und Markenunternehmen, andererseits in „In“-Städten wie Berlin oder IT-Regionen wie Karlsruhe auch mit der lokalen IT- und Start-up-Szene.

1. Hintergrund

Die Globalisierung von wirtschaftlichen Aktivitäten und damit einhergehend die internationale Arbeitsteilung ist in den letzten Jahrzehnten äußerst dynamisch fortgeschritten. Wurden bis in die achtziger Jahre hauptsächlich einfache, produzierende Tätigkeiten im Ausland angesiedelt, so sind spätestens seit den neunziger Jahren zunehmend auch höher qualifizierte Tätigkeiten von der Internationalisierung betroffen. Dies betrifft zunehmend auch Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten (Belitz et al., 2006), Softwareentwicklung und Design sowie wissensintensive IT- und Datendienste (Boes et al., 2011, 2012; Boes/Kämpf, 2011).

Die Motive und Modi der Globalisierung sind dabei durchaus unterschiedlich, mit unterschiedlichen Effekten auch für die Qualität und Quantität der im Inland verbleibenden Wertschöpfung und Beschäftigung der multinationalen Unternehmen. Wurden bis Ende der neunziger Jahre kostenorientierte Produktionsverlagerungen von der deutschen Industrie noch sehr häufig durchgeführt, so ist seit zehn Jahren hier eine durchgehend rückgängige Entwicklung zu verzeichnen. Zwischen 2010 und Mitte 2012 haben nur mehr 8 Prozent der Betriebe des deutschen Verarbeitenden Gewerbes Teile ihrer Produktion ins Ausland verlagert, während dies Ende der neunziger Jahre noch jeweils über ein Viertel der Betriebe waren (Zanker et al., 2013; Kinkel, 2012). Damit verbunden waren auch relevante Verluste von Arbeitsplätzen bei vorrangig standardisierten, reifen Produktionsprozessen (Kinkel und Maloca, 2009; Kinkel et al., 2007). In der Zwischenzeit haben demgegenüber marktorientierte Erweiterungsinvestitionen, insbesondere in dynamischen Wachstumsmärkten, sowie eine gleichzeitige Sensibilität für die notwendige Stärkung der Heimatsbasis an Bedeutung gewonnen (Zanker et al., 2013).

Bei der Internationalisierung von Forschung und Entwicklung standen bei multinationalen Unternehmen (MNU) lange Jahre zwei treibende Motive im Vordergrund (Kuemmerle, 1997, 1999; Le Bas/Sierra, 2002), ein drittes hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen:

- Die Unterstützung der Markterschließungsstrategien der MMU durch Anpassungen der Produkte an die lokalen Bedürfnisse und Einstellungen: Bei diesem Modus wird vorrangig auf dem vorhandenen Wissen des Stammsitzes aufgebaut und dieses für die Markterschließung und Produktanpassungen im Ausland „ausgeschöpft“ (knowledge exploitation). Die globale Verantwortung für die weltweiten F&E-Tätigkeiten sowie ihre Koordination und Steuerung verbleibt hierbei zu großen Teilen am inländischen Stammsitz (Kuemmerle, 1997, 1999; Le Bas/Sierra, 2002).

- Der Zugang zu neuen Wissensquellen, innovationsrelevanten Akteuren und hochqualifizierten Experten (Talenten) im Ausland: Bei diesem Modus zielt das MNU darauf ab, seine Innovationsfähigkeit und Wissensbasis durch eine konsequente Integration in lokale Wissenspools und Agglomerationen führender Akteure (Cluster) „anzureichern“ und für das MNU global zugänglich zu machen (knowledge augmentation). Hierfür wird den ausländischen F&E-Standorten eine höhere Eigenständigkeit und thematische Zuständigkeit eingeräumt als beim ersten Modus (Kuemmerle, 1997, 1999; Le Bas/Sierra, 2002).
- Der Zugang zu günstigen, gut ausgebildeten Fachkräften (Lewin/Peeters, 2006; Lewin et al., 2009) in Ländern mit geringeren Arbeitskosten hat in den letzten Jahren als Motiv für die Internationalisierung von F&E-Tätigkeiten an Bedeutung gewonnen (cost/efficiency seeking). Im Zuge dieses Modus kam es auch zu Verlagerungen von wissensintensiven Tätigkeiten in Niedriglohnländer (Sachwald, 2008), beispielsweise bei der Verlagerung von Tätigkeiten der Softwareentwicklung nach Indien, von mathematisch-physikalischer Expertise nach Russland oder von Anpassungs- und Anwendungsentwicklungen nach China.

Insgesamt ist das Motiv der „knowledge exploitation“ wohl immer noch das wichtigste. Gleichwohl haben „knowledge augmentation“ (Lewin et al., 2009) und „Kostenreduktion“ (Sachwald, 2008) als treibende Kalküle in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Dies basiert auf neuen Strategien der MNU mit veränderten Folgen für ihre F&E-Tätigkeiten im Stammland, die nicht mehr lediglich um Tätigkeiten zur marktorientierten Produktanpassungen im Ausland erweitert werden, sondern ggf. durch Aktivitäten in globalen Exzellenzzentren oder günstigere Tätigkeiten im Ausland ersetzt werden.

Zusätzliche Dynamik erfahren diese Entwicklungen durch die aktuell unter dem Schlagwort *Industrie 4.0* sehr intensiv diskutierte, rasant zunehmende Digitalisierung und Vernetzung nahezu aller Geschäftsprozesse in den industriellen Arbeits- und Produktionswelten. *Industrie 4.0* basiert auf der intelligenten, in Echtzeit stattfindenden, horizontalen und vertikalen digitalen Vernetzung von Wertschöpfungsprozessen und Geschäftsmodellen. Die potenziellen Anwendungsfelder sind vielfältig und reichen von modular aufgebauten Plug-and-Work-Maschinen, intelligenten Logistiklösungen bis hin zur selbststeuernden Fabrik bzw. Wertschöpfungsnetzwerken (Kletti, 2013; Hutle, 2013; Bauernhansl, 2014). Im Kern sollen die Voraussetzungen für eine hochflexible und gleichzeitig hocheffiziente Produktion geschaffen werden, die es ermöglicht,

hochindividualisierte Produkte unter den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eines Massenherstellers herzustellen (Lichtblau et al., 2015).

Die erwarteten Auswirkungen auf die Industriearbeit werden vielfach anhand von *zwei Polen* beschrieben (Hirsch-Kreinsen, 2014). (1) Der eine Pol beschreibt die weitere, teilweise widersprüchliche *Polarisierung* von Aufgaben und Qualifikationen im Industriebetrieb (z. B. Kinkel et al., 2008; Hirsch-Kreinsen, 2009). Dies umfasst einerseits eine vermutlich geringe Zahl einfacher, dequalifizierter, standardisierter Überwachungs- und Kontrollaufgaben mit geringem Handlungsspielraum, andererseits eine wachsende Gruppe hoch qualifizierter Experten und technischer Spezialisten, die komplexere Aufgaben des Produktionsmanagements und der Lösungs- und Entscheidungsfindung übernehmen („Lousy and Lovely Jobs“). Letztere Gruppe kann als Gewinner dieses Wandels betrachtet werden. (2) Der andere Pol kann als *flexibel integrierte Schwarm-Organisation* charakterisiert werden. Diese ist durch die Vernetzung qualifizierter und nahezu gleichberechtigt agierender Beschäftigter gekennzeichnet, die hoch flexibel und situationsbestimmt je nach zu lösenden Problemen im Produktionssystem handeln („Dirigenten der Wertschöpfung“).

Im Zuge von Industrie 4.0 zunehmend wichtig werden zudem Fähigkeiten, um eigenständig erfolgreich digitalisierte Produkte oder Services entwickeln zu können oder die eigenen Produktions- und Geschäftsprozesse umfassend digitalisieren und vernetzen zu können. Dies betrifft insbesondere Experten mit Kenntnissen in der *Softwareentwicklung*, dem nutzerorientierten *IT-Design* und der *IT-Sicherheit*. In einer aktuellen Befragung deutscher Maschinen- und Anlagenbauunternehmen geht mehr als die Hälfte von einem zukünftig stark steigenden oder steigenden Bedarf in diesen Bereichen aus (Kinkel et al., 2016).

Gerade bei diesen Beschäftigten stellt sich daher auch die Frage, wo die Unternehmen die entsprechenden Kompetenzen zu welchen Kosten finden und wie sie vor diesem Hintergrund Lokalisierungsentscheidungen für die entsprechenden Funktionen treffen. Für einen Erhalt in Deutschland sprechen hier das Qualifikationspotenzial und die Nähe zur zentralen Forschung und Entwicklung sowie den Produktionsprozessen der jüngsten Generation. Für eine Ansiedlung oder Verlagerung ins Ausland könnten hier der Fachkräftemangel und die eingeschränkten Rekrutierungsmöglichkeiten vor allem von KMU hierzulande sowie möglicherweise auch geringere Personalkosten im Ausland sprechen.

Die Datenlage zur fundierten Einschätzung der skizzierten Entwicklungen ist allerdings äußerst lückenhaft. Der Stifterverband für Wissenschaftsstatistik erhebt alle zwei Jahre den Umfang und den Anteil der F&E-Ausgaben deutscher Unternehmen im Ausland. Allerdings erlauben auch diese Daten keine Differenzierung des Ausmaßes und der Entwick-

lung nach Zielländern (Schasse et al., 2014), die für die Analyse globaler Trends in diesem Kontext essenziell wäre. Auch die Daten der Deutschen Bundesbank zu Direktinvestitionen deutscher Unternehmen im Ausland (Deutsche Bundesbank, o. J.) können diese Lücke nicht schließen, da sie keine Differenzierung nach der Art der mit den Investitionen verbundenen Tätigkeiten zulassen. Insgesamt kann daher eine beträchtliche Lücke bei der Verfügbarkeit von belastbaren Daten konstatiert werden, die eine fundierte Analyse der Globalisierung von wissensintensiven Tätigkeiten der deutschen Industrie erlauben würden.

2. Zielsetzen und Fragestellung

Vor dem Hintergrund der skizzierten Problemlage und Beschränktheit der verfügbaren Daten ist es von strategischem Interesse, vertiefte Einsichten zum Ausmaß und den Entwicklungstrends bei der Globalisierung der F&E-Tätigkeiten der deutschen Industrie zu gewinnen. Ziel dieser Studie ist es daher, mit einem explorativen Ansatz den Versuch zu machen, erweiterte und qualitativ vertiefende Einblicke zu dieser relevanten Fragestellung zu generieren.

Kern des Vorgehens sind qualitative Experteninterviews in fünf ausgewählten Unternehmen mit dem jeweiligen F&E-Leiter sowie einem Betriebsratsvertreter zu den Mustern und Trends der Internationalisierung von F&E-Tätigkeiten entlang folgender Fragen:

- Wie ist der aktuelle Stand und der Umfang der globalen Ansiedlung von F&E-Tätigkeiten und F&E-Beschäftigten im Unternehmen?
- Welche Aktivitäten der F&E sowie Softwareentwicklung wurden in welchen Ländern angesiedelt und was sind die treibenden Motive und Strategien dafür?
- Wie haben sich die beschriebenen Aktivitäten in den letzten Jahren entwickelt? Welche zukünftigen Trends hinsichtlich Zielländern und Strategien sind erkennbar?
- Gibt es Re-Konzentrationen, Rückverlagerungen oder Rückbesinnungen zur Ansiedlung oder Erhaltung von Tätigkeiten der F&E oder Softwareentwicklung an deutschen Standorten? Welchen Umfang nimmt dies ein und was sind hier die treibenden Argumente?
- Welche Rolle spielt in diesem Kontext die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung der Geschäftsprozesse unter dem Schlagwort Industrie 4.0? Geht dies eher mit einer weiteren Globalisierung von hochqualifizierten Tätigkeiten oder mit einer Konzentration an bestehenden Standorten einher?

Um die erhaltenen, qualitativen Einsichten besser in den Gesamtkontext der sich abzeichnenden Entwicklungen einordnen zu können, werden die Experteninterviews mit einer Auswertung der Daten des Stifterverbands zur Internationalisierung von F&E-Tätigkeiten flankiert.

3. Erkenntnisse zu ausländischen F&E-Aktivitäten deutscher Industrieunternehmen aus den F&E-Daten des Stifterverbandes

Einen ersten Einblick in die Globalisierung der F&E-Aktivitäten der deutschen Industrie ermöglichen die F&E-Daten des Stifterverbandes. Diese ermöglichen wertvolle Einblicke, wie sich die weltweiten F&E-Aufwendungen der deutschen Industrieunternehmen in den letzten Jahren entwickelt haben. Der aktuelle Rand dieser Daten reicht jedoch nur bis ins Jahr 2013, Daten zur Erhebung 2015 werden erst Mitte des Jahres 2017 veröffentlicht werden. Eine wesentliche Einschränkung ist zudem, dass keine Differenzierung nach verschiedenen Zielländern der Ansiedlung von F&E-Aktivitäten deutscher Unternehmen vorgenommen werden kann, da diese Angaben nicht erhoben werden.

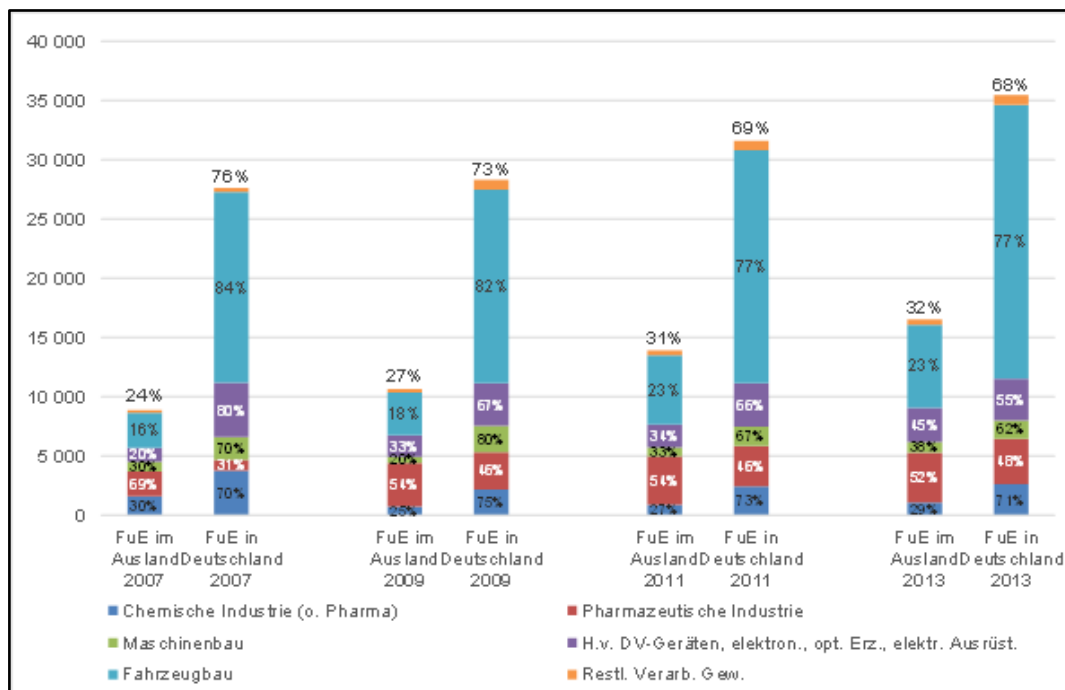
Wie die Auswertungen zeigen, sind die weltweiten F&E-Aufwendungen des deutschen Verarbeitenden Gewerbes von etwa 36,5 Milliarden Euro im Jahr 2007 auf etwa 52 Milliarden Euro im Jahr 2013 angewachsen. Dies entspricht einem Zuwachs von fast 43 Prozent oder einem mittleren jährlichen Wachstum von 6,1 Prozent pro Jahr. Im gleichen Zeitraum hat sich auch das Verhältnis von im Ausland erbrachten zu den im Inland erbrachten F&E-Aktivitäten geändert. Wurden im Jahr 2007 noch etwa 24 Prozent der F&E-Aufwendungen des deutschen Verarbeitenden Gewerbes im Ausland erbracht, so steigerte sich diese Quote über 27 Prozent im Jahr 2009 und 31 Prozent im Jahr 2011 auf 32 Prozent im Jahr 2013. Dies liegt darin begründet, dass in diesem Zeitraum die F&E-Aufwendungen im Ausland um insgesamt gut 86 Prozent oder im Mittel 10,9 Prozent pro Jahr gewachsen sind und damit deutlich stärker als die F&E-Aufwendungen im Inland. Doch auch diese sind von 2007–2013 um insgesamt über 28 Prozent oder im Mittel 4,2 Prozent pro Jahr kräftig gewachsen. Das stärkere F&E-Engagement der deutschen Industrieunternehmen im Ausland geht demnach nicht zulasten der inländischen F&E-Aktivitäten, sondern scheint diese zu stimulieren. Von einem Ausbluten oder „hollowing out“ der Forschung und Entwicklung am deutschen Produktions- und Innovationsstandort kann daher nicht ausgegangen werden.

Interessante Muster zeigen sich bei der Betrachtung einzelner Branchen (Abbildung 1). Deutlich dominierend ist der Fahrzeugbau, dessen Anteil an den F&E-Aufwendungen des deutschen Verarbeitenden Gewerbes von 52 Prozent im Jahr 2007 auf 58 Prozent im Jahr 2013 signifikant zugenommen hat. Dabei hat sich auch der Anteil der im Ausland abbrachten F&E-Aufwendungen dieser Branche von 16 Prozent im Jahr

2007 auf 23 Prozent im Jahr 2013 erhöht. Allerdings ist dieser Anteil seit dem Jahr 2011 nicht mehr gestiegen. Zudem sind diese Quoten um etwa 8–9 Prozentpunkte geringer als im gesamten Verarbeitenden Gewerbe. Der deutsche Fahrzeugbau erbringt damit weiterhin überdurchschnittlich viele seiner F&E-Aktivitäten im Inland.

Auch der Maschinenbau hat den Anteil seiner F&E-Aufwendungen im Ausland von 30 Prozent im Jahr 2007 auf etwa 38 Prozent im Jahr 2013 gesteigert. Hier war in der Wirtschaftskrise im Jahr 2009 ein deutliches Absinken der ausländischen F&E-Anteile auf 20 Prozent zu beobachten, dieses wurde aber zwischenzeitlich wieder überkompensiert. Der Maschinenbau ist aber auch die einzige ausgewiesene Branche des Verarbeitenden Gewerbes, in der die weltweiten F&E-Aufwendungen von 2007 bis 2013 zurückgingen, konkret um etwa 9 Prozent. Dies ist insbesondere auf einen Rückgang der F&E-Aufwendungen am Standort Deutschland um etwa 20 Prozent zurückzuführen, während im gleichen Zeitraum die F&E-Aktivitäten dieser Branche im Ausland um etwa 12 Prozent anwuchsen. Hier scheint demnach doch auch eine teilweise Verschiebung bzw. Verlagerung inländischer F&E-Tätigkeiten ins Ausland stattzufinden.

Abbildung 1: Entwicklung der inländischen und ausländischen F&E-Aufwendungen (Mio. €) im deutschen Verarbeitenden Gewerbe



Quelle: Stifterverband Wissenschaftsstatistik, eigene Darstellung;
Prozentanteile von In- und Ausland

Den kräftigsten Anstieg der ausländischen F&E-Anteile verzeichnen die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie elektrischen Ausrüstungen. Diese Branche hat ihren Anteil ausländischer F&E-Aufwendungen von 20 Prozent im Jahr 2007 auf 45 Prozent im Jahr 2013 mehr als verdoppelt. Hier scheinen branchenspezifische Besonderheiten und die Attraktivität von Technologie- und Wissensdomänen im Ausland für eine überdurchschnittliche Internationalisierung der F&E-Aktivitäten dieser Branche geführt zu haben. So nahmen die F&E-Engagements im Ausland im Betrachtungszeitraum um fast 150 Prozent zu, während die inländischen F&E-Aufwendungen um etwa ein Viertel sanken. Auch hier scheint also die Internationalisierung der F&E-Aktivitäten teilweise zulasten des branchenspezifischen F&E-Engagements am deutschen Standort zu gehen.

Eine Sonderrolle kommt der pharmazeutischen Industrie zu. Hier reduziert sich der Anteil ausländischer F&E-Aufwendungen von 69 Prozent im Jahr 2007 auf etwa 52 Prozent im Jahr 2013. Im gleichen Zeitraum wurden die weltweiten F&E-Aufwendungen der deutschen Pharmaindustrie um etwa 165 Prozent gesteigert. Zwar wurden in diesem Zeitraum auch die ausländischen F&E-Aufwendungen fast verdop-

pelt, jedoch die F&E-Aktivitäten am Standort Deutschland um mehr als den Faktor vier erhöht. Das weltweite, starke F&E-Wachstum dieser Branche hat demnach insbesondere den Innovationsstandort Deutschland begünstigt.

Insgesamt kann demnach im deutschen Verarbeitenden Gewerbe nicht von einer Verlagerung von inländischen F&E-Aktivitäten ins Ausland ausgegangen werden, sondern eher von einer Erweiterung. Ausnahmen bilden der Maschinenbau und insbesondere die Hersteller von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie elektrischen Ausrüstungen, die zwischen 2007 und 2013 ihre inländischen F&E-Aufwendungen um etwa ein Fünftel bis ein Viertel zurückgefahren haben. Dies kann zum einen mit signifikanten Marktverschiebungen in diesen Branchen zu tun haben, zum zweiten mit attraktiven Wissens- und Technologiebedingungen im Ausland, die von den Unternehmen erschlossen werden wollen. Dies soll auf Basis der weiteren quantitativen und qualitativen Ergebnisse weiter ausgeführt werden.

4. Erkenntnisse zu Globalisierungstendenzen bei F&E-Beschäftigten und F&E-Strategien aus den Experteninterviews

4.1 Vorgehen

Kern des Vorgehens bilden qualitative Experteninterviews anhand eines semistrukturierten Leitfragenkatalogs. Das übergreifende Ziel war es, Einsichten zu den Mustern und Trends der Internationalisierung von F&E-Tätigkeiten zu erhalten. Dazu wurden Fragen zu folgenden Themenblöcken gestellt: Umfang und Motive der globalen F&E-Ansiedlung, Trends bei der globalen F&E-Ansiedlung, Rekonzentrationen, Aktivitäten in der Softwareentwicklung, Fachkräfte und gesuchte Spezialisierungen, Auswirkungen der Digitalisierung auf den F&E-Footprint.

Insgesamt wurden neun Experteninterviews mit Vertretern aus fünf Unternehmen durchgeführt. Für vier der Unternehmen konnten sowohl ein F&E-Leiter als auch ein Betriebsratsvertreter als Gesprächspartner gewonnen werden. Bei einem Unternehmen stand nur der F&E-Leiter zur Verfügung. Die fünf Unternehmen stammen aus den Branchen Automobilzulieferer (U1-U3), Maschinenbau (U4) und Software (U5). Alle Unternehmen beschäftigen zwischen 10.000 und 400.000 Mitarbeitern. Acht Experteninterviews wurden in Form von 45–60-minütigen Telefoninterviews durchgeführt. Eines der Experteninterviews wurde als Vor-Ort-Interview ausgeführt. Die Experteninterviews wurden elektronisch aufgezeichnet und in Transkriptionen überführt, zusätzlich wurde jeweils ein Interviewmitschrieb verfasst. Die inhaltliche Auswertung erfolgte auf Basis aller Aussagen zu den genannten Themenblöcken, wobei die Kernaussagen herausgearbeitet wurden.

Die Verweise auf das jeweilige Interview erfolgen im Text in eckigen Klammern mit Angaben zum jeweiligen Unternehmen und zum jeweiligen Gesprächspartner (F&E-Leiter oder Betriebsratsvertreter), also beispielsweise [U1-F&E] oder [U4-BR].

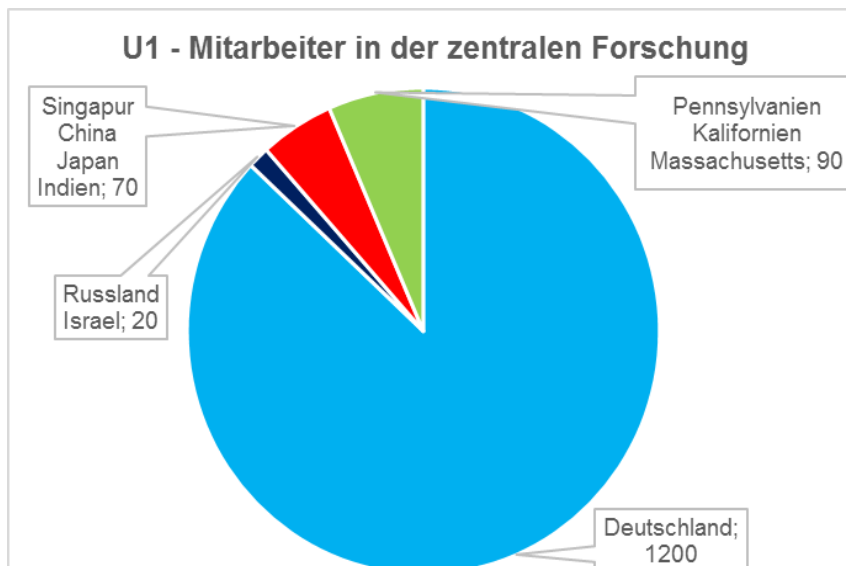
4.2 Globaler F&E-Footprint

Dieser Abschnitt beschreibt das Gesamtbild der befragten Unternehmen hinsichtlich ihres globalen Footprints in Forschung- und Entwicklung (F&E) und daraus erkennbare Muster. Alle befragten Unternehmen weisen einen ausgeprägten internationalen F&E-Footprint auf. Weltweit wurden Forschungs- und Entwicklungskapazitäten aufgebaut, Fach-

kompetenzen gebündelt und Steuerungshoheiten an Standorte übertragen. Die F&E-Zentren an den weltweiten Standorten weisen drei Größenklassen auf: „kleine Mannschaften“ mit deutlich unter 100 Mitarbeitern, mittelgroße Forschungs- und Entwicklungsteams von mehreren hundert Mitarbeitern und ausgewachsene Zentren mit mehreren tausend Mitarbeitern.

U1 weist im *Bereich zentrale Forschung* einen stark durch Deutschland geprägten Footprint auf. Kleinere Mannschaften sind an Standorten in Asien in China, Indien, Japan und Singapur sowie in den USA gebündelt. Sehr kleine Teams arbeiten in Russland und Israel.

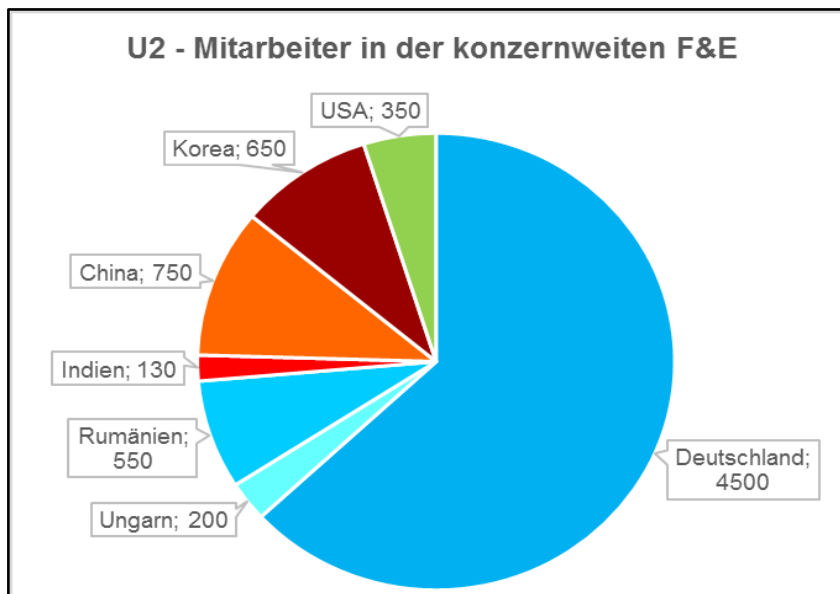
Abbildung 1: Mitarbeiter in der zentralen Forschung



Quelle: eigene Darstellung

U2 weist in der *konzernweiten Forschung und Entwicklung (F&E)* einen starken deutschen Footprint auf. Weltweit verteilt sind mittelgroße Standorte in Asien angesiedelt, und zwar in China, Indien, Japan und Korea. In den USA und den osteuropäischen Ländern Rumänien und Ungarn sind ebenfalls mittelgroße Standorte etabliert.

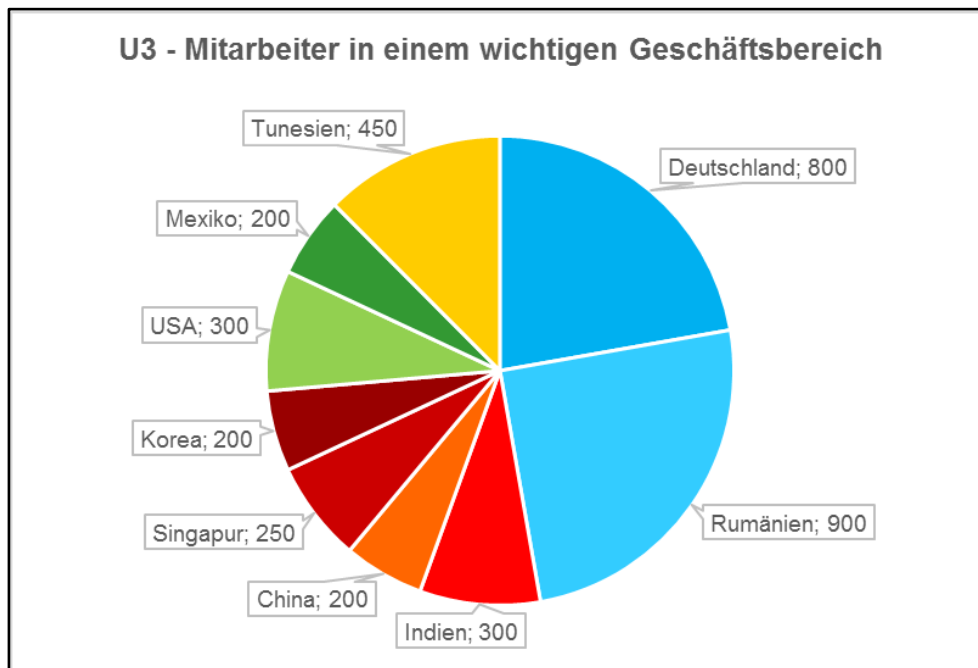
Abbildung 2: Mitarbeiter in der konzernweiten F&E



Quelle: eigene Darstellung

U3 weist in einem der größten konzernweiten Geschäftsbereiche einen stark verteilten F&E-Footprint auf, wobei der ganz überwiegende Anteil der Entwicklung zuzuordnen ist. In Rumänien und Deutschland sind die größten der mittelgroßen Zentren etabliert. In Asien wurden Standorte in China, Indien, Korea und Singapur aufgebaut. Das Gesamtbild ergänzen Standorte in den USA, Südamerika und Nordafrika.

Abbildung 3: Mitarbeiter in einem wichtigen Geschäftsbereich

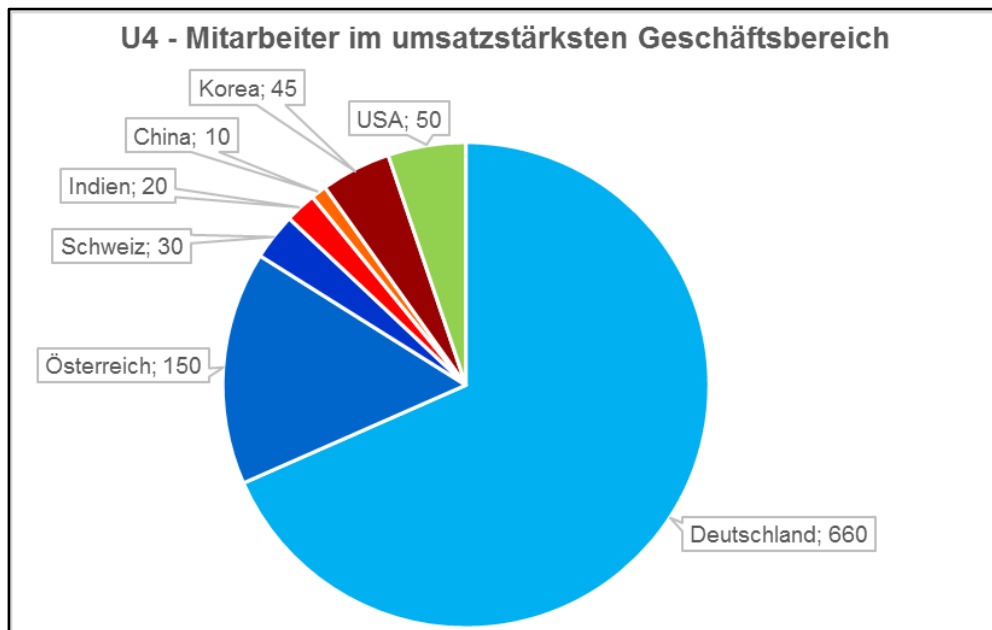


Quelle: eigene Darstellung

U4 weist in seinem *zentralen, umsatzstärksten Geschäftsbereich*, der für gut 70 % des weltweiten Umsatzes zuständig ist, einen besonders starken F&E-Footprint in Deutschland auf. Ein mittelgroßer Standort ist in Österreich etabliert. Kleinere Mannschaften sind in Europa in der Schweiz verankert, und in Asien an den Standorten in China, Indien

und Japan. Den F&E-Footprint komplettiert eine kleinere Präsenz in den USA. Insgesamt ist der F&E-Footprint damit vorrangig europäisch geprägt.

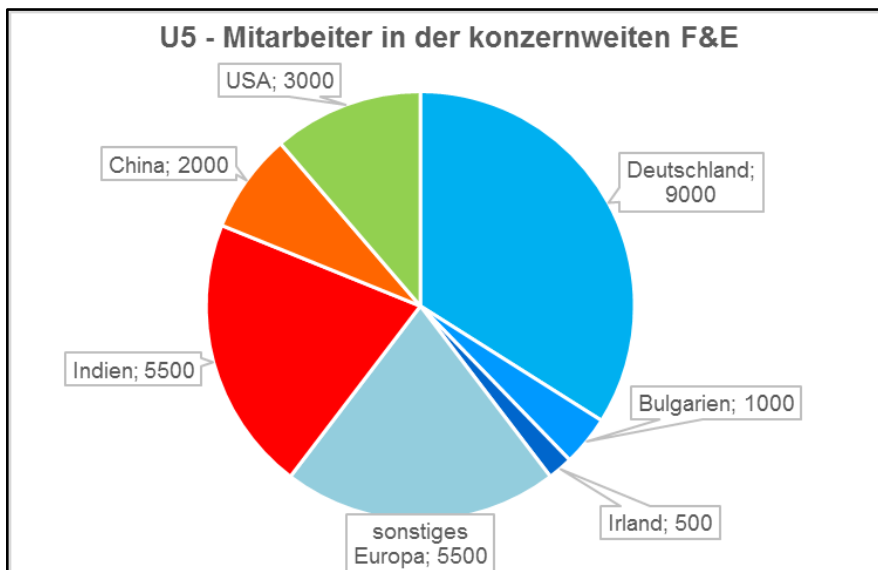
Abbildung 4: Mitarbeiter im umsatzstärksten Geschäftsbereich



Quelle: eigene Darstellung

U5 weist konzernweit einen stark europäischen F&E-Footprint auf. Deutschland vereint den größten Anteil an F&E-Mitarbeitern in Europa. Die mittelgroßen und großen Standorte in Europa werden flankiert durch große Standorte in China, Indien, und den USA.

Abbildung 5: Mitarbeiter in der konzernweiten F&E



Quelle: eigene Darstellung

4.2.1 F&E und Spitzenforschung in Deutschland gebündelt

Insgesamt zeichnet sich für die befragten Unternehmen ein Gesamtbild einer stark internationalen F&E mit großen Standorten in verschiedenen Ländern und Kontinenten ab, wobei weiterhin ein klarer Fokus auf der Bündelung der zentralen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für die heutigen und zukünftigen Schlüsselthemen in Deutschland liegt.

Zwei der Unternehmen konzentrieren ihre F&E-Aktivitäten klar in Deutschland. Das eine Unternehmen [U2] verankert konzernweit die F&E in Deutschland, mit einem Anteil von mehr als 60 Prozent am gesamten F&E-Personal. Das andere Unternehmen [U4] vereint für seinen umsatzstärksten Geschäftsbereich alleine rund 70 Prozent aller Entwickler im Hauptsitz in Deutschland. Beide Unternehmen vertrauen sowohl auf eine historisch gewachsene als auch kompetenzbasierte Bündelung von Spitzenforschung und zugehöriger Pilotentwicklung in Deutschland. Ein weiteres Unternehmen [U1] etablierte nahe dem Hauptsitz ein zusätzliches, klar auf zentrale Forschung und Vorentwicklung ausgerichtetes Spitzenforschungszentrum. Die gezielte Bündelung von F&E-Kernbereichen in Deutschland wird also insbesondere bei der grundlegenden Forschung deutlich.

Historisch gewachsen sind die deutschen F&E-Strukturen durch beste Voraussetzungen in räumlicher Nähe zu einem hervorragend ausge-

bauten deutschen Forschungsnetz mit den wichtigen Forschungsorganisationen Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft, Leibniz-Gemeinschaft und führenden universitären Forschungseinrichtungen, die sowohl mit den befragten Konzernen als auch mit für sie wichtigen, innovativen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) kooperieren. Und dennoch: Grundlagennahe Forschung wird seit Jahren sukzessive auch an ausgewählten internationalen Standorten vorangetrieben und diesen werden auch klare Kompetenzhoheiten zugewiesen. China gilt für Elektrofahrzeuge seit einigen Jahren nicht nur als der treibende Markt mit den höchsten Wachstums- und Produktionsraten, sondern auch als Standort mit einem klaren technologischen Kompetenzprofil, das weiter ausgebaut wird. Hier gilt „local for local“ [U1-F&E] als prägende Logik, nach der F&E-Aktivitäten in China verankert werden (vgl. 4.6.2 E-Mobilität und Flottenmanagement).

4.2.2 Verschiedene Muster beim globalen F&E-Footprint

Die befragten Unternehmen stärken seit geraumer Zeit den deutlich ausgeprägten, deutschen F&E-Footprint durch ein global agierendes F&E-Netzwerk an sowohl produktionsnahen als auch für die qualifizierten Fachkräfte attraktiven, weltweiten Standorten. Bei Betrachtung des globalen Footprint ragen anteilmäßig außerhalb von Deutschland besonders mittelgroße bis große F&E-Zentren in China, Indien, USA und Rumänien heraus. Konkret sind das Standorte an Städten wie Shanghai, Bangalore, Palo Alto oder Timișoara, mit spezifischer Bündelung von lokalen Kompetenzen und Zuweisung eigener Steuerungshoheiten.

Insbesondere bei den großen Konzernen wird der stark globale Footprint mit verteilten F&E-Zentren deutlich. Die europäischen Standorte ragen dabei hervor, beispielsweise bei zwei der befragten Unternehmen mit einem Anteil von jeweils über 50 Prozent – einmal bezogen auf den gesamten F&E-Headcount [U5] und im anderen Fall bezogen auf alle Mitarbeiter im konzernweit größten Geschäftsbereich [U3]. Insgesamt zeichnet sich in Europa eine breitere Verteilung mit tendenziell größeren Standorten in Osteuropa ab. Dort finden sich insbesondere ausgeprägte „Engineering-Support“ Standorte, die „Applikationsarbeit“ wiederum findet in den gewachsenen Produktionsstandorten statt [U3-F&E]. In Westeuropa wurden verschieden große F&E-Standorte etabliert, darunter in Österreich, Schweiz, Italien, Frankreich und Irland. In Nordamerika und Mexiko sind Standorte in kleinerem Umfang angesiedelt. In Afrika besitzen die Unternehmen bislang keinen ausgeprägten F&E-Footprint. Das nordafrikanische Tunesien bildet hier eher die Ausnahme.

Die deutschen Unternehmen etablieren zudem an ausgewählten Standorten sogenannte „Horchposten“, beispielsweise in St. Petersburg oder im Silicon Valley. Dies geschieht in erster Linie, um durch interdisziplinäre Zusammenarbeit mit herausragenden universitären Einrichtungen weiterhin Spitzenreiter zu bleiben [U1-F&E]. Damit werden die „Fühler“ ausgestreckt, um zukunftssträchtige Technologiefelder gemeinsam mit den Spitzenforschungseinrichtungen vor Ort zu identifizieren und gemeinsame Entwicklungsarbeit frühzeitig anzustoßen. In kooperativen Projekten wird dann auch der Patentschutz gesichert oder gezielte Ausgründungen, strategische Allianzen oder Joint Ventures realisiert. Erreicht wird dies u. a. durch Akquisen von interessanten Start-ups oder innovativen Technologieführern, die zum einen schnell im Markt Fuß fassen helfen oder das Technologieportfolio passend stärken und um strategische Facetten ergänzen [U5-F&E]. Im Vordergrund steht damit aber auch weiterhin, den globalen Entwicklungsverbund zu stärken [U4-F&E].

Zusammenfassend konnten folgende drei Hauptmuster des globalen F&E-Footprint identifiziert werden:

1. Ein starker deutscher F&E-Footprint mit gezielter Aggregation von Spitzenforschung an den deutschen Standorten,
2. ein stark ausgeprägter globaler Footprint und
3. ein stark europäischer Footprint mit kleineren asiatischen Zentren.

Diese Muster spiegeln die individuell gewachsenen, globalen Unternehmensstrukturen wieder. Sie werden ergänzt um die gezielte Etablierung von „Horchposten“.

4.3 Motive für die Internationalisierung der F&E-Aktivitäten

Die *wichtigsten Motive* für die Internationalisierung ihrer F&E-Aktivitäten sind für die befragten Unternehmen:

- Anpassung der Produkte an lokale Bedürfnisse und
- Zugang zu neuen Wissensquellen oder spezialisierten Akteuren und Talenten im Ausland.

Überlegungen zu *Kostensenkungen* im Sinne eines Zugangs zu günstigen, gut ausgebildeten Experten in Ländern mit geringen Arbeitskosten spielen zwar auch eine gewisse, aber eher *untergeordnete Rolle*. Ein Grund hierfür ist auch, dass beispielsweise ein hochqualifizierter Softwareingenieur „der was kann in China also plus/minus genau so viel, wie in Indien, genau so viel wie in USA, genau so viel wie in Europa“ kostet

[U4-F&E]. Auch bei diesen Überlegungen geben Kompetenzzentren und Forschungsverbünde an attraktiven Standorten „maßgeblich den Takt vor“ [u. a. U5-F&E].

Eine übergeordnete und aus den gewachsenen Produktionsstandorten heraus getriebene Logik ist die „notwendige“ *F&E-Ansiedlung nahe der Produktion*. Eine Ausnahme stellt hier nach Einschätzung eines Interviewpartners das Land China dar, mit dem originär klar formulierten Ziel, unabhängig von der Produktion in der F&E „eine lokale Mannschaft für den lokalen Markt aufzubauen“ [U2-F&E]. Dazu wird in China die Zusammenarbeit mit lokalen Entwicklungszentren weiter gestärkt, und in Richtung „gleichberechtigter“ Entwicklungen gedacht [U2-BR]. In diese Logik reiht sich in Asien beispielsweise auch Japan ein, wo man auch ohne Produktionsnähe an einer F&E-Präsenz „nicht vorbeikommen konnte“ [U2-BR]. In diesem Fall ist darauf hinzuweisen, dass dies durch lokale Spezialisierungen in bestimmten Automotive-Bereichen beeinflusst wird:

„Also, es gibt da mehrere Ursachen. Das eine ist, dass die Automobilindustrie natürlich global agiert, weltweit aufgestellt ist und der asiatische Raum hier natürlich zunehmend ‘ne stärkere Rolle spielt und eigentlich die dominierende Rolle spielt zurzeit, was jetzt den Markt anbelangt. Und, Ziel des Unternehmens ist es, in den Weltregionen nicht nur am Markt teilzunehmen, sondern auch die Produktions- und Entwicklungsaktivitäten in etwa dem gleichen Maße zu verteilen. Das heißt, man versucht dann n’ ausgewogenes Gleichgewicht zu halten zwischen Marktanteil und auch Wertschöpfung in den entsprechenden Regionen. Das ist so eine der Triebfedern.“ [U3-BR]

Der *Spitzenbereich der F&E* in den befragten Unternehmen wird aber weiterhin *vornehmlich in Deutschland gebündelt* – so die generelle Einschätzung. Dies geschieht entweder am Hauptquartier oder an spezialisierten, über viele Jahre aufgebauten Kompetenzzentren in bestimmten Produkt- oder Anwendungsfeldern. Dabei wird die *zunehmende interdisziplinäre Ausrichtung* dieser Kompetenzzentren für neue Entwicklungen (z. B. Industrie 4.0, E-Mobilität, connected car, etc.) ebenso betont wie die strategische Bedeutung der Konzentration in Deutschland. Man will mit dem Aufbau solcher interdisziplinären und breit verankerten „Leuchttürme“ am Innovationsstandort Deutschland durchaus auch „ein Zeichen setzen“ [U1-F&E]. Insgesamt zeigt sich, dass die befragten Unternehmen dem F&E-Standort Deutschland vertrauen und weiter in die Stärkung und den Ausbau von F&E-Zentren innerhalb der Verbundstruktur Deutschlands investieren. Zentren zur Grundlagenforschung im Ausland, z. B. zu Speichermaterialien in China oder maschinellem Lernen in den USA, stellen eher eine Ausnahme dar.

Die großen Unternehmen versuchen zudem, *neue Themen* „grundsätzlich in Deutschland aufzubauen [...], man hat ja hier die Verbindung zu den Universitäten“ [U2-F&E]. Bei erfolgsversprechenden Vorhaben

wird ergänzend versucht, eine *frühzeitige Aneignung von Know-how und vorliegenden Patenten durch Kauf* zu sichern – in Deutschland wie auch im Ausland. Damit verfolgen sie die Strategie, im internationalen Wettbewerb langfristig die entscheidenden Taktgeber zu bleiben, anstatt Gefahr zu laufen, in (potenziellen) zukünftigen Kernkompetenzfeldern Nachzügler zu werden.

4.4 Veränderungen der F&E-Weltkarte, zukünftige Entwicklungen

Die befragten Unternehmen zeigen ein diversifiziertes und differenziertes Wachstum an ihren verschiedenen, globalen F&E-Standorten. Ein Experte charakterisiert dies folgendermaßen:

„Wir wachsen global oder in den Bereichen, die wir als strategische Zukunftspfeiler identifizieren. Zum Beispiel in Cloud, Cloud Software. Also in Karlsruhe werden wir weiter wachsen. Wir werden in Indien wachsen, wir werden in Japan wachsen und wir werden China stärken.“ [U4-F&E]

Tendenziell expandieren die befragten Unternehmen aber mit ihren F&E-Aktivitäten im Wachstumsmarkt Asien stärker als in Europa [U1-F&E, U3-F&E], wo sie im Vergleich eher „moderat wachsen“ [U3-F&E]. Auch im Vergleich zu Deutschland sieht man einen „überproportionalen Wachstumstrend der F&E-Aktivitäten hauptsächlich im Ausland“ [U1-F&E].

Jedoch wird in diesem Kontext auch darauf hingewiesen, dass wenn an bestimmten ausländischen Standorten in der Vergangenheit das Wachstum „abgefahren“ war [U3-BR], die deutschen Standorte in der Folge nicht geschrumpft sind, sondern eher auf ihrem Niveau gehalten wurden oder auch mitgewachsen sind. Beispielsweise bemerkt U2 [F&E] im Rückblick, dass „Deutschland in den letzten 5 Jahren gegenüber dem Rest der Welt weiterhin sehr, sehr stark gewachsen ist“ und sie als deutsches Unternehmen hier gerade die „Verbindung zu den Universitäten“ wertschätzen. Diese Kombination von Wachstum im Ausland und in der Folge auch im Inland, vielfach in Kooperation mit Spitzenforschungseinrichtungen, wird für den Innovationsstandort Deutschland positiv eingeschätzt. Bemerkenswert ist, dass sowohl die F&E-Leiter [F&E] als auch die Betriebsratsvertreter [BR] das Wachstum der betrieblichen F&E-Aktivitäten in ausländischen Wachstumsmärkten als überwiegend positiv für die mittel- und langfristige Entwicklung der F&E-Standorte in Deutschland einschätzen.

Eine Stärkung von Zukunftspfeilern bedarf somit inhärent auch immer der Sensibilität für „hochgefahrenen“ Standorte, an denen spezifische

Mitarbeiter das Unternehmen technologisch und mit Fachkompetenzen verstärkt haben, hinsichtlich der zukünftigen Rolle und weiteren Spezialisierung an diesen Standorten.

„Wenn man das weiterentwickeln will muss man die Leute halten, weil die Skills umzuziehen, wenn so ein spezialisiertes Team wo anders hin muss, ist fast unmöglich. Das heißt wir behalten auch einen Standort wie Neuseeland, auch wenn man sagen würde der liegt für uns strategisch zu weit weg. Der Standort wächst dann ... halt nur in dem Rahmen, indem man das Produkt weiterentwickelt.“ [U5-F&E]

Jedoch sind damit aus Sicht des Konzerncontrolling auch kritische Entwicklungen verbunden, wenn Unternehmen etwa bei den Kosten für F&E „deutlich stärker wachsen als in anderen unternehmerischen Kenngrößen“ [U2-F&E]. Die F&E-Verantwortlichen treiben solche Diskussionen um, inwieweit sie gewollt oder ungewollt gegensteuern sollen oder müssen, um entsprechende „Kosteneinsparungen zu realisieren“. Dies könnte in der Konsequenz auch bedeuten, dass sie „mehr andere Themen an andere Standorte verlagern müssen“ [U2-F&E] (vgl. 4.5 Rekonzentrationen und Verlagerungen).

4.5 Rekonzentrationen und Verlagerungen

Im Fokus der F&E-Lokalisierungsstrategie der Unternehmen steht insbesondere die Bündelung von spezialisierten Kompetenzen [U3-F&E]. Dies bedinge auch in gewissem Umfang *Rückholungen*, dies ist aber „business-as-usual“ und beinhaltet üblicherweise „keine größeren Korrekturen“ [U2-BR]. Solche Rückholungen von F&E-Aktivitäten finden damit vorrangig im Zuge von Konzentrationen und Rekonzentrationen von zuvor verteilten Kompetenzen statt, wenn bestimmte Märkte oder Wissenszentren für gewisse Leistungen oder Expertisen nicht mehr so stark im Fokus stehen.

Zielregionen für Verlagerungen von F&E-Tätigkeiten vereinen einerseits Vorteile bei den Personalkosten, andererseits ein großes Reservoir an Fachkräften mit bestimmter Expertise. Attraktive Wachstumsmärkte mit der Notwendigkeit für Produktanpassungen an die lokalen Bedürfnisse (vgl. 4.3 Motive) ziehen dagegen eher expansive F&E-Investitionen an. Eine *Zielregion für expansive Erweiterungen der F&E-Aktivitäten verkörpert dementsprechend China* als großer und weiter wachsender Standort mit jahrelangen Wachstumsraten von 20 % und mehr, „da kommen wir eigentlich mit dem F&E-Wachstum gar nicht in der Größe nach“ [U2-F&E].

Anders gelagert ist beispielweise *Rumänien als Zielregion vorrangig für F&E-Verlagerungen*. Hier finden Unternehmen zwar ebenfalls hohe

Wachstumsraten, allerdings von einem sehr geringen Niveau kommend. Attraktiv sind aber insbesondere die immer noch sehr geringen Personalkosten gepaart mit einem lokalen Angebot an qualifizierten Fachkräften für bestimmte, eher applikationsorientierte Tätigkeiten. Hier geht es dann tatsächlich eher darum, „Arbeit aus Deutschland zu übernehmen“ [U2-F&E]. Im Falle von U3 [BR] ist das Ziel der F&E-Aktivitäten in Rumänien nicht nur die Unterstützung von Entwicklungsaktivitäten in Deutschland, sondern auch „selbstständig komplette Produktentwicklungen darstellen [zu] können“. Entsprechend haben die Entwicklungszentren in Rumänien „schon eine bedeutende Größe erreicht“ und haben sich „im Zuge der Verlagerungen immer stärker auch verselbstständigt bzw. dahingehend verbessert“ [U3-BR]. Auch bei U2 wird in Rumänien Arbeit „aus Deutschland übernommen“ und zeichnet sich „mit hohen F&E-Wachstumsraten aus“ [U2-F&E], wenn auch vorrangig in der Applikationsentwicklung.

„Außerdem kommt jetzt zusehends Indien als Forschungs- und Entwicklungsstandort ins Spiel, was früher nicht so stark der Fall war, das nimmt jetzt schon stärker Fahrt auf. In den letzten zehn bis fünfzehn Jahren [sind zudem] sehr starke Verlagerungstendenzen nach Rumänien oder in die osteuropäischen Länder gegangen.“ [U3-BR]

Um wettbewerbsfähig zu bleiben sollte ein gemeinsames *Entwickeln an „high cost“ und „best cost“ Standorten „Hand in Hand“* gehen. U3 [F&E] berichtet, dass „60 Prozent unserer Entwicklungsmannschaften in Niedriglohnländern oder ‚auszuhaltenden‘ Hochlohnländern [sind].“ Falls lediglich „best cost“ Standorte ausgenutzt würden dann „müssten [wir] die Preise an die Fahrzeugindustrie weitergeben“. Und dann sind „chinesische oder koreanische Zulieferer vielleicht im Vorteil“ [U3-F&E]. Die Unternehmen achten gezielt darauf, sich in ihren F&E-Strategien von ihren Wettbewerbern aus Ländern mit geringeren Lohnkosten zu differenzieren.

Ein weiteres Feld, das potenziell eine Schwächung der eigenen Wettbewerbsposition nach sich ziehen könnte, wäre die teilweise und kurzfristige Verschiebung von Kompetenzen an andere Standorte bzw. zwischen verschiedenen Standorten. Eine solche *teilweise Verschiebung von Kompetenzen* und Aufgaben zwischen Standorten wird „nur in äußersten Notfällen“ gemacht [U3-F&E]. Stattdessen wird bei konkretem Bedarf eher versucht, strategische Verlagerungen von Kompetenzen „direkt durchzuführen“ und wieder saubere Spezialisierungen mit einer Verflechtung von Expertisen zu schaffen, die „optimal ineinandergreifen“ [U3-F&E].

Mit Blick auf die *Softwareentwicklung* „versucht man auch für bestimmte Entwicklungsinhalte *Kompetenzzentren* zu schaffen“ [U3-BR]. Falls ein anderer Standort für spezifische Applikationsfragen näher am

Endkunden sitzt, dann „findet tatsächlich so eine Spezialisierung für die einzelnen Arbeitsinhalte in den einzelnen Regionen“ statt [U3-BR].

4.6 Fachliche Spezialisierungen in einzelnen Ländern/Regionen

4.6.1 Spezialisierungen in der Softwareentwicklung: Verankerung in Deutschland und starker Footprint in Indien

Einigkeit besteht bei den Interviewpartnern darin, dass die *Softwareentwicklung mit einem Standbein fest in Deutschland verankert* ist [U2-F&E]. Der Betriebsratsvertreter eines Unternehmens geht sogar weiter und bemerkt, dass diese „ganz klar“ in Deutschland stattfindet [U2-BR]. Dabei ist ein Motiv vorherrschend: Die Softwareentwicklung soll integrativ mit der Entwicklung der Hardware stattfinden und mit ihr verschmelzen. Vor diesem Hintergrund gilt es, standortübergreifende Synergien zwischen den Entwicklungsstandorten für Hard- und Software und der Produktion vor Ort herzustellen.

Vorreiter für die Verschmelzung und Synergieoptimierung ist der Automotive-Bereich. Da die „Entwicklung für Software ganz klar an Produkte gekoppelt ist [wird] die eben auch in Deutschland entwickelt. Je enger die Mitarbeiter zusammensitzen, physisch, persönlich, umso besser klappt die Kommunikation und damit auch, gerade bei neuen Themen, die Produktentwicklung“ [U2-F&E]. Es wird also stets versucht, die hochspezifische Softwareentwicklung produktionsnah durchzuführen. Dies gilt in besonderem Ausmaß für die marktspezifischen Anpassungen an den internationalen Produktionsstandorten. Dabei versuchen die Unternehmen, die Projektteams an „so wenigen Standorten wie möglich“ zu vereinen, da das Zusammenspiel zwischen Systemsoftware und Hardware nicht wirklich getrennt werden kann [U3-F&E].

Für spezifische, abgrenzbare Aufgaben stellt insbesondere *Indien* einen attraktiven Standort dar [U3-BR, U5-BR]. Der primäre Schwerpunkt ist hier immer noch die Softwareentwicklung, doch darüberhinausgehend werden vermehrt auch „Forschungen, Entwicklungsaufgaben, Konstruktion und Elektronikentwicklung“ dort lokalisiert [U3-BR]. Damit einhergehend findet auch eine immer weitreichendere Verlagerung von Verantwortungen statt, dazu gehört auch das „Design der Software“ [U5-BR]. U5 ist folglich dazu übergegangen, „ganze Verantwortungsbereiche [nach Indien] auszulagern, auch das Design der Software und deren Entwicklung“ [U5-BR]. In U3 [F&E] arbeiten im dortigen Fachbereich der F&E über 50 Prozent der Entwickler im Softwaredesign und Software-

test. Ein Stück weit sind die lokalen, talentierten Softwareentwickler dann auch als frische und treibende Kräfte für die deutschen Unternehmen insgesamt zu verstehen [U5-BR]. Gerade für diese Kräfte ermöglichen die Unternehmen zunehmend mehr Spielraum bei der Verantwortungsübernahme.

Auffällig ist hier, dass insbesondere Betriebsratsvertreter [BR] die zunehmende Lokalisierung von Softwareentwicklungs- und F&E-Tätigkeiten in Indien anführen. Sie scheinen aber diese Entwicklung für das ganze Unternehmen, inklusive den Standort Deutschland, als durchaus positiv einzuschätzen.

4.6.2 E-Mobilität und Flottenmanagement: Dynamik in China und Vernetzung mit Deutschland

Der sich rasant entwickelnde Markt für E-Mobilität in China hat im Automotive Bereich zur Folge, dass die Aktivitäten vor Ort mit zunehmend größeren Teams weitergetrieben werden. Ein Motiv für die Unternehmen ist in diesem Kontext, mit der „Verantwortung dahin zu gehen wo die Entscheider sitzen“ [U2-F&E]. Dabei sind die Standortentscheidungen der Automobilzulieferer stark an die Standortentscheidungen der großen deutschen Automobilhersteller gekoppelt. Ein Beispiel ist das erste chinesisch-deutsche Joint Venture für Elektrofahrzeuge von Daimler, die in und für China entwickelt und produziert werden.

Bei der Grundlagenforschung im Bereich E-Mobilität zeigen sich unterschiedliche Muster. In einem Fall treibt der enorme Aufwind der Elektrofahrzeuge in China nicht nur die Nachfrage und Produktion, sondern auch die grundlagenorientierte Forschung in diesem Bereich vor Ort [U2-F&E]. In einem anderen Fall findet der Löwenanteil der Entwicklungen zur Elektromobilität in Deutschland statt [U1-F&E] – und nicht in Asien oder den USA – dort werden eher Entwicklungen für den lokalen Markt vorangetrieben.

Ein weiteres Trendthema in der F&E der befragten Automobilzulieferer sind digital unterstützte Services rund um das „*Flottenmanagement*“ [U3-F&E]. Wichtige Aspekte für ein vorteilhaftes Angebot sind der Zugriff auf die relevanten Daten und ein attraktives Bündel von Diensten, das dem Kunden einen klaren Mehrwert bietet. Im Kern geht es darum „wer bietet die Daten dann am Ende des Tages an, wer hat Zugriff auf die Daten, was kann man mit den Daten tun, um ein Service-Geschäft zu machen“ [U3-F&E]. Solche Angebote werden einschneidende Änderungen der gängigen Geschäftsmodelle mit sich bringen. U3 [F&E] vertritt die Einschätzung, dass solche *Car-Sharing- und Service-Geschäfte* in

den USA und Asien vermutlich schneller relevante Marktanteile erringen werden:

„Ich glaube, dass Asien schneller sein wird beim Thema Car Sharing und Service-Geschäfte. Dass USA und Asien schneller sein werden als Europa. Weil in Europa, glaube ich, ist die Kultur noch eine andere. Die Car-Sharing-Modelle sind alles noch Piloten. Der Streit, wem die Daten gehören, ist wahrscheinlich längstens ‚verhackstückt‘ in den USA und Asien. Da diskutieren die Europäer immer noch darüber. Darum glaube ich, dass uns da Asien und USA in Europa überholen werden [und] dass der Zuwachs dort schneller gehen wird in diesem Geschäftsmodell.“ [U3-F&E]

4.6.3 Konnektivität und digitale Vernetzung

Der Megatrend zur „Konnektivität“ durchdringt den befragten Unternehmensexperten nach mit ungebremsster Kraft, hoher Geschwindigkeit, großer Breite und Tiefe „das ganze System“ und treibt die Transformation der gesamten Wirtschaft voran. Dies beinhaltet tiefgreifende Veränderungen, u. a. auch im Kontext von Schlagworten wie Industrie 4.0, Internet der Dinge, Big Data, Smart Services oder autonome Dienste. Entsprechend erachten die Unternehmen diesen Megatrend zur „Konnektivität“ auch als bedeutend und treibend für die (zukünftige) Spitzenforschung in Deutschland [U1-F&E]. Als spezifische *Trendthemen*, welche den F&E-Footprint im Jahr 2030 prägen werden, sehen die Interviewpartner insbesondere Machine Learning, Cloud Computing und die Vernetzung durch Microservices – stets nahe am Markt und daher mit verteilten Kompetenzen und Kapazitäten [U5-F&E].

Bei Automobilzulieferern wie dem Unternehmen U3 ist das Thema *Industrie 4.0* noch „sehr stark produktionslastig“ besetzt und macht sich weniger in den Forschungs- und Entwicklungsstrategien bemerkbar. Als Beispiel für Nuancen, die in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen sind, werden Softwareupdates bei Fahrzeugen genannt, wodurch auch die Produktionsprozesse beeinflusst werden [U3-F&E]. Wenn Softwareupdates zukünftig täglich von Fahrzeugherstellern erwartet werden, wird dies für die Automobilzulieferer einen massiven Einfluss auf deren Produktion und agile Entwicklung haben [U3-F&E]. Darüber hinaus bewirkt die Digitalisierung im Produktionsumfeld, das „softwaretechnisch und entwicklungstechnisch sich darum gekümmert wird“ [U2-BR]. Dadurch wird auch die Produktdigitalisierung vorangetrieben und „in den Verkauf an unsere Endkunden“ gebracht. Hierfür ist man „im Moment dabei ... die Organisation aufzubauen“ [U2-BR]. Bemerkenswert ist hier, dass insbesondere die Betriebsratsvertreter [BR] den Trend zur Industrie 4.0 in einen weiteren Kontext setzen, der nicht nur die Produktion, sondern alle Geschäftsprozesse des Unternehmens betrifft.

Insgesamt weist die „Konnektivität“ – speziell die digitale Vernetzung der Produktion im Zuge der Industrie 4.0 – den Interviewpartnern zufolge *regionale Besonderheiten* und unterschiedlich starke Dynamiken auf.

Europa und USA

Die *größte Dynamik* bei der Transformation hin zur digitalen „*Vernetzung der Produktion*“ sieht U4 [F&E] *in Europa*, wo dieses Thema besonders vorangetrieben wird. Dort wird auch im eigenen Unternehmen die meiste Zugkraft generiert und dadurch auch eine Dynamik bei den Kunden angestoßen [U4-F&E]. Ummantelt wird die enge, kooperative Lösungsentwicklung mit den Kunden durch die zielgerichteten nationalen Bundesinitiativen. Genannt wurde hier beispielsweise die durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützte bundesweite Schaffung von „Digital Hubs“, welche in insgesamt zwölf ausgewählten Innovationsregionen „die digitale Transformation der deutschen Leitindustrien vorantreiben soll“. Solche und andere Initiativen integrieren sich in die enge Kooperation und den Wissens- und Technologietransfer mit den universitären Spitzeneinrichtungen.

U3 [F&E] sieht das Thema „Konnektivität“ vor allem in Europa und den USA verankert, wo es „ja schon länger ein Thema“ sei. Dagegen schätzt U2 [F&E] die Rolle der USA bei der Digitalisierung und Vernetzung der Produktion weniger prominent ein. Dennoch streckt man auch die Finger in Richtung Silicon Valley aus, wenn auch mit kleinen Mannschaften, um „einfach diese Erfahrungen dort abzugreifen“ [U2-F&E]. Nach Einschätzung von U4 [F&E] heben sich die *USA* durch ihre *Software-Kompetenz zur Vernetzung von Prozessen* ab, insbesondere durch *Cloud-basierte Lösungen* und dem dadurch ermöglichten Erfahrungsaustausch mit einer großen Anzahl von Unternehmen. In Europa hindert uns in diesem Kontext am stärksten „dass wir immer alles perfekt machen wollen. Und um es perfekt zu machen fehlt uns der Erfahrungsbegrund“ [U4-F&E].

Asien

Nach der Einschätzung von U3 erfolgt die Entwicklung hin zur vernetzten Produktion in der Region Asien *leicht zeitversetzt*. „Das wird vielleicht noch 1–2 Jahre dauern, dann wird das mit der gleichen Stringenz verfolgt werden“ [U3-F&E]. Speziell bedingt durch *Chinas starken strategischen Push im Bereich der Automatisierung* wird das Thema „vernetzte Produktion“ dort eine starke Dynamik entfachen [U4-F&E]. Innerhalb Chinas sieht U2 [F&E] den Standort Peking mehr noch als Shanghai als „interessante Stadt“ an für Themen wie Industrie 4.0 und Digitalisierung im Rahmen der nationalen „Manufacturing 2025“-Strategie. Peking wird bei diesen Themen „eher in einer Führungsrolle“ gesehen,

während Shanghai nach wie vor sehr stark als Automotive City aufgestellt ist.

Ebenso besitzt *Japan* eine „starke Chance“, auf die Themen rund um Vernetzung der Produktion und Industrie 4.0 „aufzuspringen“ [U4-F&E]. Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass in Japan bereits *auf sehr hohem Niveau „Lean-Themen“* über einen ausgedehnten Zeitraum in den Unternehmen etabliert wurden und grundlegende Erfahrungen gesammelt wurden. Die Nutzung von Lean-Methoden stellt aktuellen Studien zufolge eine wesentliche Voraussetzung und einen Erfolgsfaktor für die Einführung von Technologien zur digitalen Vernetzung in der Produktion (Industrie 4.0) dar (Kinkel et al., 2016). Zudem sind in Japan anerkannte Messen zu Fertigungstechnologien und -prozessen beheimatet, die sich weltweit auf höchstem Niveau befinden.

Vernetzung und Synergien über die Standorte hinweg

Durch eine agile digitale Vernetzung sieht U4 [F&E] immer mehr die Möglichkeit, über ein *standortübergreifendes „Baukasten-System“* und durch einheitliche Prozesse hochflexibel „über Entwicklungsphasen hinweg Synergien zu realisieren“. Im Hinblick auf die dazu notwendige modulare Entwicklung der Baukasten-Elemente wird in Richtung ganzheitlicher Standortverantwortung gedacht: Es wird versucht, „an jeden Standort *ganzheitliche Modulverantwortungen* zu übergeben, die dann auch über den Lebenszyklus an diesem Standort gemanagt werden“ [U4-F&E]. Diese „Smart Factories“ mit Modulverantwortung werden „einen höheren Aufwand an Applikationsengineering benötigen. Und sie werden länderspezifisch aufgebaut sein“ [U4-F&E]. Zu bedenken gilt es allerdings, dass mit stärkerer Fragmentierung der Produkte an den Standorten auch der Abstimmungsaufwand wächst und hierdurch die Qualität der Hard- und Software leiden kann [U5-F&E].

4.7 Fachkräfte für die Forschung und Entwicklung

Innovationen und technische Entwicklungen werden von einem breiten Fächer an fachlicher Expertise und Kompetenzen der Hochqualifizierten getragen. Dieser Abschnitt fasst die Einsichten und Strategien der befragten Unternehmen zusammen. Im Zentrum stehen Fragen dazu, wie sie sich im globalen Wettstreit um Talente positionieren, welche Schwerpunkte und Zielregionen im Fokus stehen und welche Strategien zur Mitarbeitergewinnung und Kompetenzentwicklung sie jeweils verfolgen.

4.7.1 Attraktivität der Standorte

Globale Standortentscheidungen sind seit geraumer Zeit eine wichtige Stellschraube von Vorreiterunternehmen beim Kampf um hochqualifizierte Talente (Lewin et al., 2009). Die entstehenden Konstellationen beeinflusst zudem die Möglichkeiten, Synergien zwischen den Standorten zu schöpfen und sich mit einem starken F&E-Netzwerk zukunftsfähig aufzustellen.

Nach der Erfahrung von U5 [F&E] ziehen heutige Absolventen die Attraktivität des Standorts gezielt als eines ihrer Hauptkriterien bei der Wahl ihrer zukünftigen Arbeitsstelle heran. Ein herausragendes Beispiel für Standortattraktivität in Deutschland verkörpert demnach die Stadt Berlin. Der Wettbewerb um die junge Entwicklungsgeneration, insbesondere um die Talente in der Softwareentwicklung, gestaltet sich selbst für internationale Vorreiterunternehmen gegenüber der ansässigen Start-up Szene schwer:

„Wenn man in Berlin heute Entwickler einstellen möchte, ist man mit der Start-up Szene in der Konkurrenz.“ [U5-F&E]

Insgesamt gestaltet sich in Deutschland die Suche nach passenden Fachkräften unterschiedlich kompliziert. Einerseits wird betont, dass in Deutschland „tolle Bewerbungen“ eingehen, trotz der starken Konkurrenz zu den Fahrzeugherstellern, und dass „Topleute“ ohne Probleme gefunden werden können [U4-F&E]. Insbesondere an attraktiven Standorten in Deutschland und für Spitzenforschungszentren sei es noch vergleichsweise gut möglich, junge und talentierte Leute zu gewinnen [U1-F&E].

Andererseits wird relativiert, dass die Verfügbarkeiten in Deutschland nicht ausreichen werden, um für die geforderten Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten „den kompletten Bedarf“ an Fachkräften abzudecken [U1-F&E]. Speziell in den deutschen Hightech-Regionen bereitet der harte Wettbewerb um Softwareentwickler Probleme – insbesondere in Konkurrenz mit den Vorreiterunternehmen aus der IT-Branche und den Autoherstellern [U4-BR]. Diese großen Wettbewerber würden bei der Suche nach Talenten für die Digitalisierung „händeringend Leute suchen“ und „alles dafür tun, um Leute zu bekommen“ [U2-BR]. In Deutschland sei es „tatsächlich im Moment schwieriger als in Asien“, der „Markt ist richtig leergefegt“. Insbesondere bei den Softwareentwicklern schlage der Engpass „voll durch“ [U3-F&E]. Sowohl die großen Wettbewerber mit bekanntem Namen als auch der Trend zur Digitalisierung erschweren beide die Rekrutierung von geeigneten IT-Fachkräften in Deutschland. Bemerkenswert ist hier die Einhelligkeit, mit der F&E-Leiter [F&E] und Betriebsratsvertreter [BR] den sich zunehmend zuspitzenden

Fachkräfteengpass bei IT-nahen Qualifikationen in Deutschland betonen.

Die globalen F&E-Standorte der befragten Unternehmen stellen hier nur eine eingeschränkte Alternative dar. Verlagerungen von F&E-Tätigkeiten an ausländische Standorte aufgrund des Fachkräftemangels in Deutschland finden – noch – nicht in nennenswertem Umfang statt. Zwar sind in Indien Projekte schnell mit Entwicklern auszustatten, jedoch weicht deren Expertise doch merklich von der in Deutschland oder den USA ab [U3-F&E]. Zudem besteht auch an den ausländischen Top-Spots ein harter Wettbewerb um hochtalentierte Entwickler, der durch die „Hot Topics im Machine Learning und Cloud Computing“ weiter entfacht wird [U5-F&E]. Hier entpuppt sich dann die globale Präsenz an ausgewählten und attraktiven Standorten als strategischer Vorteil, wenn man der jungen Entwicklergeneration ein Standortportfolio mit attraktiven Metropolen wie beispielsweise New York oder San Francisco anbieten kann [U3-F&E].

4.7.2 Gesuchte Qualifizierungen und Kompetenzaufbau in Deutschland

Die für die F&E-Tätigkeiten an den deutschen Standorten gesuchten Qualifizierungen umfassen insbesondere Datenbankspezialisten, Big-Data-Analysten und Applikationsentwickler [U2-BR]. Dabei liegt der Fokus bei der Suche nach hochqualifizierten Mitarbeitern im Schwerpunkt Digitalisierung deutlich auf dem Aspekt Big Data [U2-F&E]. Es gehe darum, „eine Mannschaft aufgebaut zu bekommen, die das Gesamtthema in das Unternehmen hineinträgt.“ Ausgangspunkt sind hier zunächst eher kleine Teams, die die digitale Vernetzung „geschützt“ vorantreiben und bei entsprechender „Reife“ dann unternehmensweit auszurollen [U2-F&E]. Die Entscheidung des Unternehmens, Kompetenzen für die Digitalisierung zunächst vorrangig in Deutschland aufzubauen, wird beispielsweise folgendermaßen ausgeführt:

„Also erst mal auch die Erfahrung zu sammeln, Kenntnisse aufzubauen, sodass das Thema, ich sage mal, Fuß fassen kann. Und wenn man dann in eine Beschleunigung reingeht, dann wäre das der Zeitpunkt um zu überlegen, ob man dann nicht einen zusätzlichen Aufbau an anderen Stellen der Welt macht.“ [U2-F&E]

Ob bestimmte Schlüsselqualifikationen für die zunehmende Konnektivität und Virtualisierung der Leistungen und Prozesse wie etwa Softwareentwicklung, Software-Sicherheit oder Programmierung in anderen Regionen leichter zu finden sind als in Deutschland, wird „ein bisschen relativiert“ eingeschätzt [U3-BR]. Zwar seien, so am Beispiel Rumänien,

dort anfangs sehr viele Absolventen zur Verfügung gestanden, aber irgendwann würde sich das „überall gleich abspielen [sodass] gut qualifizierte Leute auch schwerer zu bekommen sind“ [U3-BR]. Andere Standorte, wo dieses Thema interessant sein könnte, wären aufgrund der guten Ausbildung „sicherlich Rumänien“ und „natürlich Indien“ [U2-F&E]. Hier scheinen die befragten Betriebsratsvertreter [BR] die Verfügbarkeit qualifizierter Fachkräfte im Ausland grundsätzlich etwas skeptischer einzuschätzen als die F&E-Leiter [F&E].

Vor allem auch in Deutschland werden gezielt Programme für junge Talente genutzt bzw. initiiert. Insbesondere Berlin und Potsdam repräsentieren Schmelztiegel mit jungen Talenten [U5-F&E]. Vor allen Dingen durch die Aktivitäten im Bereich Industrie 4.0 (beispielsweise die vernetzte Auftragsbearbeitung bei Fertigungsprozessen) sowie in der Künstlichen Intelligenz (KI) reiht sich der Standort Karlsruhe mit seiner IT-Start-up Szene in enge Kooperationen mit den befragten Vorreiterunternehmen ein [U4-F&E]. Gerade auch die intensive Zusammenarbeit mit Universitäten und renommierten Forschungseinrichtungen in diesem Bereich wird wertgeschätzt und weiter vorangetrieben [U4-F&E]. Einen Mehrwert stellt auch die Präsenz vor Ort in Kooperation mit führenden Unternehmen dar, wie beispielsweise mit IBM und seiner semantischen Suchmaschine „Watson“ in München [U2-F&E].

Einzelne Stimmen vertreten jedoch auch die Meinung, dass sich „das Thema Industrie 4.0 und Personalentwicklung oder Personalstrategie noch nicht getroffen haben“ [U5-F&E]. Diese Einschätzung reiht sich in Erkenntnisse aktueller Studien ein, wonach zwar etwa ein Drittel der befragten Unternehmen eine dezidierte Digitalisierungsstrategie hat, die Personalentwicklung sich aber bislang nur in etwa jedem fünften Unternehmen strategisch mit den Herausforderungen der Digitalisierung auseinandersetzt (Kinkel et al., 2016).

4.7.3 Hemmnisse beim „Finden und Binden“ von F&E-Fachkräften im Ausland

Die hohen Fluktuationsraten von qualifizierten Mitarbeitern in manchen Ländern stellen einen bedeutenden Faktor für die Möglichkeit dar, dort nachhaltig Forschung und Entwicklung zu betreiben. In China kämpfen manche Unternehmen mit Fluktuationsraten von über 10 Prozent, auch bei Hochqualifizierten [U3-F&E]. Entsprechend sind hochqualifizierte, hungrige Entwickler in Asien extrem schwer ins „Boot“ zu holen und zu halten [U4-F&E]. Gründe dafür sind bessere Karriereaussichten bei Konkurrenten der großen Marken und die genannten hohen Fluktuationsraten, wodurch es insgesamt „sehr viel kompetitiver“ als in Deutsch-

land zugeht [U4-F&E]. Mexiko wird ebenfalls als ein Land mit hohen Fluktuationsraten wahrgenommen [U3-F&E]. Das Managen von und Auskommen mit hohen Fluktuationsraten ist daher bereits fester Bestandteil der strategischen Standortplanung.

In China zeigt sich zudem ein systematischer Nachteil bei der Rekrutierung von hochqualifizierten Mitarbeitern gegenüber bekannten, einheimischen Unternehmen: Die Top-Absolventen gehen eher zu chinesischen Top-Unternehmen wie Alibaba oder Huawei [U5-F&E]. Hier wird den deutschen Unternehmen mittelfristig nur das Angebot von attraktiven Positionen in weltweit führenden Produktions- und Entwicklungszentren vor Ort weiterhelfen.

Insgesamt spielen die geringen Arbeitskosten für Entwickler eine eher untergeordnete Rolle für Standortentscheidungen im Bereich F&E (vgl. 4.3 Motive). Beispielsweise kostet ein hochqualifizierter Softwareingenieur „der was kann in China also plus/minus genau so viel, wie in Indien, genau so viel wie in USA, genau so viel wie in Europa“ [U4-F&E]. Nach Angaben von U5 [F&E] kann ein IT-Mitarbeiter am Standort Irland zu günstigeren Gesamtkosten als in China angestellt werden. Ermöglicht wird dies u. a. auch durch die „Unterstützung von staatlicher Seite“ wenn „in einen IT-Job investiert“ wird [U5-F&E]. Manche Unternehmen starten gerade eine Diskussion, zukünftig dort einen Standort aufzumachen, wo ein guter Ausbildungsgrad im Bereich „Digitalisierungstalente“ erreicht wird: Dies ist z. B. in Rumänien, in der Tschechei, oder in Bangalore (Indien) der Fall [U2-F&E]. Angefacht wird diese Diskussion auch durch Vorreiterunternehmen im Bereich Automobilzulieferung, die dort bereits etwa 3.000 Mitarbeiter im Bereich Software, Elektronik und Elektrik haben [U2-F&E].

Vergleicht man Deutschland und China nach ausgewählten Fachbereichen, so scheint es im Bereich E-Mobilität in China schwieriger zu sein, Hochqualifizierte zu finden. Dagegen findet man in Deutschland für den Bereich der digitalen Vernetzung in der Produktion schwieriger Hochqualifizierte, mit einer Ausnahme: der Hochburg Berlin [U2-F&E]. Hierin spiegeln sich die Spezialisierungen auf verschiedene Entwicklungstrends an den jeweiligen Standorten wider, die dann jeweils recht rasch zu Engpässen führen können.

5. Zusammenfassung der zentralen Erkenntnisse

Aus den *Daten des Stifterverbands* lassen sich wertvolle Schlüsse ziehen, wie sich die weltweiten F&E-Aufwendungen der deutschen Industrieunternehmen in den letzten Jahren entwickelt haben. Der aktuelle Rand dieser Daten reicht jedoch nur bis ins Jahr 2013. Zudem ist keine Differenzierung nach verschiedenen Zielländern der Ansiedlung von F&E-Aktivitäten möglich.

- Den Daten zufolge hat sich der *Anteil der vom deutschen Verarbeitenden Gewerbe im Ausland erbrachten F&E-Aufwendungen* von etwa 24 % der gesamten F&E-Aufwendungen im Jahr 2007 auf etwa 32 % im Jahr 2013 erhöht. In diesem Zeitraum sind die F&E-Aufwendungen im Ausland im Mittel um 10,9 % pro Jahr deutlich stärker gewachsen als im Inland. Doch auch die inländischen F&E-Aufwendungen sind mit 4,2 % pro Jahr noch kräftig gewachsen. Das stärkere F&E-Engagement der deutschen Industrieunternehmen im Ausland geht demnach nicht zulasten der inländischen F&E-Aktivitäten, sondern scheint diese gleichfalls zu stimulieren.
- Deutlich dominierend ist der *Fahrzeugbau*, dessen Anteil an den F&E-Aufwendungen des deutschen Verarbeitenden Gewerbes von 52 % im Jahr 2007 auf 58 % im Jahr 2013 signifikant zugenommen hat. Dabei hat sich auch der Anteil der im Ausland erbrachten F&E-Aufwendungen dieser Branche von 16 % im Jahr 2007 auf 23 % im Jahr 2013 erhöht. Allerdings ist dieser Anteil seit dem Jahr 2011 nicht mehr gestiegen und ist deutlich unter den Quoten des gesamten Verarbeitenden Gewerbes. Der deutsche Fahrzeugbau erbringt damit weiterhin überdurchschnittlich viele seiner F&E-Aktivitäten im Inland.
- Der *Maschinenbau* hat den Anteil seiner F&E-Aufwendungen im Ausland von 30 % im Jahr 2007 auf etwa 38 % im Jahr 2013 gesteigert. Dabei ist ein Rückgang der F&E-Aufwendungen am Standort Deutschland um etwa 20 % zu verzeichnen, während die F&E-Aktivitäten im Ausland um etwa 12 % anwuchsen. Auch bei den *Herstellern von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie elektrischen Ausrüstungen* nahmen die ausländischen F&E-Engagements im Betrachtungszeitraum sehr kräftig zu (um fast 150 %), während die inländischen F&E-Aufwendungen um etwa ein Viertel sanken. Bei beiden Branchen scheint demnach die Internationalisierung der F&E-Aktivitäten teilweise zulasten des branchenspezifischen F&E-Engagements am deutschen Standort zu gehen.
- Eine Sonderrolle kommt der *pharmazeutischen Industrie* zu. Hier wurden von 2007 bis 2013 die ausländischen F&E-Aufwendungen

fast verdoppelt, im Inland aber sogar um mehr als den Faktor vier erhöht. Das weltweite, starke F&E-Wachstum dieser Branche hat demnach insbesondere den Innovationsstandort Deutschland begünstigt.

Vertiefende Einsichten zur internationalen F&E-Strategie ausgewählter Unternehmen, zu ihrem Lokalisierungsverhalten bei F&E-Tätigkeiten und den zugrundeliegenden Rationalitäten bieten die Erkenntnisse aus den im Rahmen dieser Studie geführten *Experteninterviews* mit insgesamt neun Vertretern aus fünf verschiedenen Unternehmen (vgl. 4.1 Vorgehen).

- Die befragten Unternehmen weisen allesamt eine international orientierte F&E mit großen Standorten in verschiedenen Kontinenten auf. Weiterhin liegt jedoch ein klarer Fokus auf der *Bündelung der zentralen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für die heutigen und zukünftigen Schlüsselthemen in Deutschland*. Eingebettet sind die deutschen F&E-Strukturen in ein hervorragend ausgebautes Forschungsnetz mit führenden Universitäten und den wichtigen Forschungsorganisationen Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft und Leibniz-Gemeinschaft, die sowohl mit den befragten Konzernen als auch mit für sie wichtigen, innovativen KMU kooperieren. Dies wird als klarer F&E-Standortvorteil für Deutschland wahrgenommen.
- *Grundlagennahe Forschung* wird seit Jahren aber *auch sukzessive an ausgewählten internationalen Standorten* vorangetrieben und diesen werden auch klare Kompetenzhoheiten zugewiesen. China gilt beispielsweise für Elektrofahrzeuge seit einigen Jahren nicht nur als der treibende Markt, sondern auch als Forschungsstandort mit einem klaren, weiter auszubauenden technologischen Kompetenzprofil. Weitere Standorte für mittelgroße bis große F&E-Zentren neben China sind die europäischen Kernländer, die USA, Indien oder auch Rumänien. Die europäischen Standorte ragen dabei weiterhin hervor, die F&E-Zentren in Asien sind meistens noch etwas kleiner. Die Dynamik in Asien ist aber größer, die befragten Unternehmen expandieren hier stärker als in Europa und in Deutschland. Im Rückblick stellen die befragten Unternehmen aber fest, dass *von dieser Expansion im Ausland zumeist auch der F&E-Standort Deutschland profitiert*. Wenn sich das Wachstum an ausländischen Hotspots über die Zeit nivelliert hat, sind in der Folge meistens auch die deutschen Standorte etwas mitgewachsen.
- Ergänzend etablieren die deutschen Unternehmen an ausgewählten Standorten sogenannte „*Horchposten*“, beispielsweise in St. Petersburg oder im Silicon Valley. Ziel ist, in interdisziplinärer Zusammen-

arbeit mit herausragenden universitären Einrichtungen die „Fühler“ in zukunftssträchtige Technologiefelder auszustrecken, um weiterhin Innovationsführer im jeweiligen Kernbereich bleiben zu können.

- Die *wichtigsten Motive für die Internationalisierung der F&E-Aktivitäten* sind für die befragten Unternehmen (1) die Anpassung ihrer Produkte an lokale Bedürfnisse, verbunden mit der dazu notwendigen Ansiedlung von F&E-Aktivitäten nahe der Produktion, um flexible und zeitnahe Anpassungsentwicklungen vor Ort nahe dem Kunden vornehmen zu können; (2) der Zugang zu neuen Wissensquellen oder spezialisierten Akteuren und Talenten im Ausland. Strategien zur Kostensenkung durch Zugang zu F&E-Personal in Ländern mit geringen Arbeitskosten spielen eine eher untergeordnete Rolle. Ein Grund hierfür ist, dass die Kostendifferenzen zwischen China, den USA oder Europa für hochqualifizierte Experten eher marginal sind.
- Um kostenseitig wettbewerbsfähig zu bleiben, streben die Unternehmen dennoch eine gewisse *Balance von Spitzenforschung und -entwicklung an High-Tech-Standorten* – und damit auch „high cost“ Standorten – *und stärker applikationsorientierter Entwicklung an sogenannten „best cost“ Standorten* an. In diesem Kontext kann es dann auch zur Verlagerung von F&E-Tätigkeiten kommen. Bevorzugte Zielländer sind hier beispielsweise Rumänien oder Indien, mit ihren immer noch attraktiven Personalkosten und einem großen Reservoir an Fachkräften für applikationsorientierte Tätigkeiten. Der Trend geht dazu, auch solche standardisierten Entwicklungstätigkeiten nicht über mehrere Standorte zu verteilen, sondern komplette Verantwortungen für spezifische Leistungen oder Produkte zu lokalisieren. Eine teilweise Verschiebung von Kompetenzen zwischen Standorten wird „nur in äußersten Notfällen“ gemacht. Folglich haben manche Entwicklungszentren in Rumänien oder Indien schon eine beachtliche Größe erreicht und sich eigenständig entwickelt.
- Im Zuge der Bündelung von spezialisierten Kompetenzen an Standorten finden teilweise auch *Rückholungen* von F&E-Aktivitäten statt. Dies sind aber meist Rekonzentrationen von zuvor verteilten Kompetenzen und damit eher übliches Geschäft als gravierende Korrekturen des F&E-Footprints.
- Auch die *Softwareentwicklung ist mit einem Standbein fest in Deutschland verankert*. Dies ist Teil der Strategie, die Entwicklung von Hard- und Software möglichst integrativ anzugehen und zu verschmelzen, um grundlegende Abstimmungs- und Koordinationsprobleme zu vermeiden. Vorreiter für diese Verschmelzung ist der Automotive-Bereich. Hier versuchen die Unternehmen, die Projektteams an so wenigen Standorten wie möglich möglichst kunden- und pro-

duktionsnah zu vereinen, um das sensible Zusammenspiel zwischen Systemsoftware und Hardware beherrschen zu können. Für spezifische, abgrenzbare Aufgaben stellt insbesondere *Indien* einen attraktiven Standort dar. Schwerpunkt ist noch immer die Softwareentwicklung, doch zunehmend werden auch ganze Verantwortungsbereiche inklusive Forschungsaufgaben, Design der Software und Elektronikentwicklung in Indien lokalisiert.

- Der sich rasant entwickelnde Markt für *E-Mobilität* in China hat zur Folge, dass die entsprechenden F&E-Aktivitäten vor Ort mit zunehmend größeren Teams vorangetrieben werden. Die Unternehmen gehen mit ihren Entwicklungsaktivitäten zunehmend dahin „wo die Entscheider sitzen“. Bei der Grundlagenforschung im Bereich E-Mobilität zeigen sich unterschiedliche Muster. Einerseits treibt der enorme Aufwind der Elektrofahrzeuge in *China* auch die grundlagenorientierte Forschung vor Ort. Andererseits konzentrieren manche Unternehmen noch immer den Löwenanteil der Grundlagenentwicklungen zur Elektromobilität in *Deutschland* statt. In Asien oder den USA werden dann eher Entwicklungen für den lokalen Markt vorangetrieben.
- Das Trendthema *Industrie 4.0/digitale Vernetzung/Konnektivität* wird von den befragten Automobilzulieferern noch stark produktionsorientiert aufgegriffen. Der Fokus liegt vorrangig auf den eigenen Wertschöpfungsprozessen und weniger auf den eigenen Produkten oder Diensten. Anders stellt sich dies bei den befragten Maschinenbau- und Softwarefirmen dar, wo stark in Richtung eigene Lösungsangebote und Geschäftsmodelle gedacht und agiert wird. Die *größte Dynamik* bei der Transformation hin zur digitalen „Vernetzung der Produktion“ sehen die meisten Unternehmen *in Europa*, wo dieses Thema durch verschiedene Akteure aus Industrie, Wissenschaft und Politik vorangetrieben wird. Die *USA* besticht hier insbesondere durch ihre Software-Kompetenz zur Vernetzung von Prozessen durch Cloud-basierte Lösungen, wo sie bereits sehr viele Erfahrungen und Anwender aufweisen. *China* folgt nach Einschätzung einzelner Unternehmen leicht zeitversetzt, wird aber durch den starken strategischen Fokus auf den Bereich der Automatisierung bei der vernetzten Produktion auch bald eine starke Dynamik entfachen. *Japan* besitzt eine sehr gute Ausgangsposition bei der Entwicklung hin zur Industrie 4.0 und kann auf seine Exzellenz bei Lean-Prozessen aufsetzen, die als wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung von Technologien zur digitalen Vernetzung in der Produktion gelten.
- Für hochqualifizierte Fachkräfte und Absolventen („Talente“) wird die Attraktivität des Standorts ein zunehmend wichtiges Kriterium bei der

Wahl ihrer Arbeitsstelle. In Deutschland konkurrieren die befragten Unternehmen beim „*Wettbewerb um Talente*“ einerseits mit den großen und bekannten Automobilherstellern und Markenunternehmen, andererseits in „In“-Städten wie Berlin oder IT-Regionen wie Karlsruhe auch mit der lokalen IT- und Start-up-Szene. So gehen zwar immer wieder „tolle Bewerbungen“ ein, der Kampf insbesondere um IT-Experten wird aber immer härter, in manchen Regionen ist der Markt „richtig leergefegt“.

- In *China* konkurrieren die deutschen Unternehmen bei der *Rekrutierung von hochqualifizierten Mitarbeitern* mit chinesischen Top-Unternehmen wie Alibaba oder Huawei, die von den chinesischen Top-Absolventen zunehmend bevorzugt werden. Hinzu kommen hohe Fluktuationsraten von qualifizierten Mitarbeitern in Ländern wie China (oder auch Mexiko oder Rumänien), die eine bedeutende Barriere für die Möglichkeit darstellen können, dort nachhaltig Forschung und Entwicklung zu betreiben. In Summe scheint der Wettbewerb um hochqualifizierte Fachkräfte damit in China noch „kompetitiver“ zu sein als in Deutschland.

6. Literatur

- Bauernhansl, T. (2014): Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer, S. 5–35.
- Belitz, M.; Edler, J.; Grenzmann, C. (2006): Internationalisation of Industrial R&D. In: Schmoch, U; Rammer, C; Legler, H (eds.): National Systems of Innovation in Comparison Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies, Dordrecht, pp. 47–65.
- Boes, Andreas; Baukrowitz, Andrea; Kämpf, Tobias; Marrs, Kira (Hrsg.) (2012): Globalisierung 2.0 – Qualifikation und Fachkräfteentwicklung in der IT-Branche In: Ralf Reichwald; Martin Frenz; Sybille Hermann; Agnes Schipanski (Hrsg.): Zukunftsfeld Dienstleistungsarbeit. Professionalisierung – Wertschätzung – Interaktion, Springer Gabler, Wiesbaden, S. 319–346.
- Boes, Andreas; Kämpf, Tobias (2011): Global verteilte Kopfarbeit. Offshoring und der Wandel der Arbeitsbeziehungen, edition sigma, Berlin.
- Boes, Andreas; Kämpf, Tobias; Marrs, Kira (2011): Herausforderung Globalisierung 2.0 – Ausgangsbedingungen, Entwicklungsszenarien, Erfolgsfaktoren, München.
- Deutsche Bundesbank, (o. J.): Direktinvestitionen deutscher Unternehmen im Ausland, <http://www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Aussenwirtschaft/Direktinvestitionen/direktinvestitionen.html> (Abruf am 27.06.2018)
- Hirsch-Kreinsen, H. (2009): Innovative Arbeitsgestaltung im Maschinenbau? Soziologisches Arbeitspapier, Nr. 27, Dortmund.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014): Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. Soziologisches Arbeitspapier, Nr. 38, Dortmund.
- Hutle, M. (2013): Zukunft der Industriesysteme. Vernetzung und Sicherheit, in: Industrie Management 29 (1), S. 62–64.
- Kinkel, S. (2012): Trends in production relocation and back-shoring activities: Changing patterns in the course of the global economic crisis. International Journal of Operations & Production Management, 32 (6), S: 696–720.
- Kinkel, S.; Friedewald, M.; Hüsing, B.; Lay, G.; Lindner, R. (2008): Arbeiten in der Zukunft: Strukturen und Trends der Industriearbeit, TAB-Arbeitsbericht, Berlin.

- Kinkel, S.; Lay, G. and Maloca, S. (2007): Development, motives and employment effects of manufacturing offshoring of German SMEs. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, Vol. 4 No. 3, pp. 256–276.
- Kinkel, S.; Maloca, S. (2009): Drivers and antecedents of manufacturing off-shoring and backshoring – A German perspective. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 15, S. 154–165.
- Kinkel, S., Rahn, J., Rieder, B., Lerch, C., Jäger, A. (2016): Digital- vernetztes Denken in der Produktion. Studie für die IMPULS-Stiftung des VDMA, Karlsruhe, November 2016.
- Kinkel, Steffen; Lay, Gunter (2004): Produktionsverlagerungen unter der Lupe. Entwicklungstrends bei Auslandsverlagerungen und Rückverlagerungen deutscher Firmen. Karlsruhe, Fraunhofer ISI, Mitteilungen aus der ISI-Erhebung zur Modernisierung der Produktion Nr. 34.
- Kinkel, Steffen; Maloca, Spomenka (2008): Produktionsverlagerungen rückläufig: Ausmaß und Motive von Produktionsverlagerungen und Rückverlagerungen im deutschen Verarbeitenden Gewerbe. Karlsruhe, Fraunhofer ISI, Mitteilungen aus der ISI-Erhebung zur Modernisierung der Produktion Nr. 45.
- Kinkel, Steffen; Maloca, Spomenka (2009): Produktionsverlagerung und Rückverlagerung in Zeiten der Krise: Entwicklungen und Treiber von Produktionsverlagerungen und Rückverlagerungen im deutschen Verarbeitenden Gewerbe. Karlsruhe, Fraunhofer ISI, Mitteilungen aus der ISI-Erhebung zur Modernisierung der Produktion Nr. 52.
- Kletti, J. (2013): Das MES der Zukunft. MES 4.0 unterstützt Industrie 4.0, in: *Productivity Management* 18 (2), S. 17–20.
- Kuemmerle, W. (1997): Building Effective R&D Capabilities Abroad. In: *Harvard Business Review*, March-April, pp. 61–70.
- Kuemmerle, W. (1999): Foreign Direct Investment in Industrial Research in the Pharmaceutical and Electronics Industry: Results from a Survey of Multinational Firms. In: *Research Policy*, Vol. 28, No. 2, pp. 252–274.
- Le Bas, C.; Sierra, C. (2002): Location versus home country advantages in R&D activities: Some further results on multinationals' locational strategies. In: *Research Policy* 31, pp. 589–609.
- Lewin, A.Y.; Massini, S.; Peeters, C. (2009): Why are companies offshoring innovation? The emerging global race for talent. In: *Journal of International Business Studies* 40, No. 6, pp. 901–925.
- Lewin, A.Y.; Peeters, C. (2006): Offshoring Work: Business Hype or the Onset of Fundamental Transformation? In: *Long Range Planning* 39, pp. 221–239.

- Lichtblau, K.; Stich, V.; Bertenrath, R.; Blum, M.; Bleider, M.; Millack, A. et al. (2015): Industrie 4.0-Readiness. Hg.: Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH und FIR e. V. an der RWTH Aachen.
- Sachwald, F. (2008): Location Choices within Global Innovation Networks: The Case of Europe. *Journal of Technology Transfer* 33 (4): 364–378.
- Schasse, Ulrich; Belitz, Heike; Kladroba, Andreas; Stenke, Gero (2014): Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der deutschen Wirtschaft. Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 2–2014.
- Zanker, C.; Kinkel, S., Maloca, S. (2013): Globale Produktion von einer starken Heimatbasis aus. Verlagerungsaktivitäten deutscher Unternehmen auf dem Tiefstand, Mitteilungen aus der ISI-Erhebung zur „Modernisierung der Produktion“ Nr. 63, Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Die internationale Arbeitsteilung von wissensintensiven Aktivitäten schreitet äußerst dynamisch voran. Die vorliegende Trendstudie untersucht anhand von Experteninterviews und Daten des Stifterverbands den aktuellen Stand der Globalisierung von F&E-Tätigkeiten und die treibenden Motive und Strategien dahinter. Demnach hat das zunehmende F&E-Engagement der deutschen Industrie im Ausland auch die inländischen F&E-Aktivitäten stimuliert. Wichtige Zukunftsthemen wie Industrie 4.0 und die dazu notwendige Softwareentwicklung sind weiterhin fest in Deutschland verankert.
