

Forschungsberichte aus dem
Institut der deutschen Wirtschaft Köln



Vera Demary / Barbara Engels /
Klaus-Heiner Röhl / Christian Rusche

Digitalisierung und Mittelstand

Eine Metastudie

Vera Demary / Barbara Engels /
Klaus-Heiner Röhl / Christian Rusche

Digitalisierung und Mittelstand

Eine Metastudie

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek.

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie. Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://www.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-602-14971-1 (Druckausgabe)

ISBN 978-3-602-45589-8 (E-Book|PDF)

Herausgegeben vom Institut der deutschen Wirtschaft Köln

Grafik: Dorothe Harren

© 2016 Institut der deutschen Wirtschaft Köln Medien GmbH

Postfach 10 18 63, 50458 Köln

Konrad-Adenauer-Ufer 21, 50668 Köln

Telefon: 0221 4981-452

Fax: 0221 4981-445

iwmedien@iwkoeln.de

www.iwmedien.de

Druck: Warlich Druck Meckenheim GmbH, Meckenheim



Inhalt

1	Einleitung	4
1.1	Definitionen	5
1.2	Vorgehensweise	7
2	Technologiediffusion im Mittelstand	8
2.1	Theorien der Technologiediffusion	9
2.2	Stufen der Technologiediffusion in Unternehmen	11
2.3	Technologiediffusion über Unternehmen hinweg	14
3	Status quo der Digitalisierung im Mittelstand	16
3.1	Informations- und Kommunikationstechnologie	16
3.2	Stand der Digitalisierung	18
3.3	Industrie 4.0	22
4	Chancen der Digitalisierung	26
4.1	Gesamtwirtschaftliche und branchenbezogene Potenziale	26
4.2	Einzelwirtschaftliche Potenziale im Mittelstand	30
5	Hemmnisse für Digitalisierung	35
5.1	Hohe Anforderungen an die IT-Sicherheit	36
5.2	Hohe Kosten/hoher Investitionsbedarf	40
5.3	Fehlendes Know-how	41
5.4	Fehlende Standards und Schnittstellenproblematik	44
5.5	Unsichere rechtliche Rahmenbedingungen	46
5.6	Begrenzte Breitbandverfügbarkeit	48
5.7	Sonstige Hemmnisse	51
6	Handlungsempfehlungen	52
6.1	Unterstützungsbedarf des Mittelstands	53
6.2	Empfehlungen an die Politik	55
	Anhang: verwendete Studien	62
	Literatur	65
	Kurzdarstellung / Abstract	74
	Die Autoren	75

1 Einleitung

Digitalisierung ist ein allumfassendes Phänomen, das insbesondere auch für die mittelständische Wirtschaft große Zukunftschancen bietet. Digitalisierung ermöglicht Innovationen, die neue Geschäftsmodelle fördern und den Wettbewerb nachhaltig verändern können. Speziell Prozessinnovationen spielen eine große Rolle, da sich das Produktivitätswachstum in den entwickelten Ländern gemessen an der Arbeitsproduktivität zuletzt stark verlangsamt hat (vgl. für Deutschland: Grömling, 2016). Für den starken deutschen Mittelstand bieten digitale Technologien die Chance, Prozesse zu optimieren und neue Märkte zu erschließen. Damit sind diese Technologien für die Weiterentwicklung der ökonomischen und technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands entscheidend.

Gerade kleine Unternehmen sind wichtig für den Innovationsprozess. Schumpeter (1909) argumentiert, dass sie eine besondere innovative Vitalität aufweisen und deshalb der Motor des Unternehmertums seien. Gilder (1988) und Rogers (2003) betrachten kleine Firmen aufgrund ihrer Vielzahl und Vielfältigkeit als Treiber der Erneuerung, während Neuerungen nach dem Trial-and-Error-Prinzip für große, kapitalmarktorientierte Unternehmen kaum noch durchführbar seien. Geringe interne Bürokratie ermöglicht kleinen Firmen Flexibilität und Spezialisierung. Tatsächlich bilden große Unternehmen oft kleine Spin-offs, um Innovationsaktivitäten flexibel organisieren zu können (Eriksson/Kuhn, 2006). Jedoch sind viele kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Deutschland weniger innovativ als früher. Laut einer Befragung des Deutschen Industrie- und Handelskammertags – dem DIHK-Innovationsreport – wollten im vergangenen Jahr nur noch 40 Prozent der KMU, ein Drittel weniger als 2010, ihre Innovationsstätigkeiten ausweiten (DIHK, 2015b). Außerdem konzentriert sich die Innovationsleistung der KMU in Deutschland auf immer weniger Unternehmen (Rammer/Schubert, 2016).

Digitalisierung als Treiber von Innovationen nimmt für KMU eine besondere Rolle ein. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie stark Digitalisierung in diesen Unternehmen in Deutschland ausgeprägt ist. Es gibt viele Studien, Umfragen und Experteninterviews, die sich dem Stand, dem Fortschritt und

den Potenzialen der Digitalisierung im deutschen Mittelstand widmen. Sie kommen zum Teil zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen bezüglich der Dynamik der Digitalisierung. Die vorliegende Metaanalyse fasst die Ergebnisse von 46 Studien zusammen und zeigt Gemeinsamkeiten und Differenzen auf.

Dazu werden im Folgenden zunächst die wichtigsten Begriffe definiert (Kapitel 1.1) und sodann die Vorgehensweise der Untersuchung erläutert (Kapitel 1.2). Kapitel 2 widmet sich der Diffusion von Technologien innerhalb von Unternehmen und über Unternehmen hinweg. Kapitel 3 zeigt anhand der betrachteten Studien auf, wie der Status quo der Digitalisierung im Mittelstand ist. Anschließend werden in Kapitel 4 die Chancen untersucht, die Digitalisierung für mittelständische Unternehmen bietet, während Kapitel 5 sich mit Digitalisierungshemmnissen befasst. Aus den Ergebnissen werden in Kapitel 6 Handlungsempfehlungen für die Politik hergeleitet.

1.1 Definitionen

Die Vernetzung von Produkten und Prozessen sowie die Verbindung von physischer und virtueller Welt machen den Kern der Digitalisierung aus. Das technische Fundament besteht in der Umwandlung analoger in digitale Daten, die von zahlreichen Akteuren in vernetzten Systemen genutzt und verbreitet werden können. Digitale Technologien finden heute Eingang in alle Bereiche der Wirtschaft, ob Dienstleistung, Handel oder Landwirtschaft. Digitalisierung hat viele Dimensionen und Stufen (IW Consult, 2016a, 7 ff.) und umfasst die Nutzung von Apps beim Bestellvorgang ebenso wie ein vollautonomes Fertigungswerk.

Besonders ausgeprägt sind die Potenziale der Digitalisierung im sekundären Sektor, wo sie häufig „Industrie 4.0“ genannt wird. Industrie 4.0 bedeutet die intelligente Vernetzung und somit die Autonomisierung von Maschinen, Prozessen und Produkten über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg. Industrieproduktion, Automatisierungstechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnologien verschmelzen dabei (Bertschek et al., 2015).

Die Verknüpfung von realer und virtueller Welt geschieht über das sogenannte Internet of Things (IoT), das mobile Geräte umfasst, die über das Internet

selbstständig kommunizieren können. In Cyber-Physischen Systemen (CPS) sind die in Materialien und Produkte eingebetteten mechanischen und elektronischen Systeme des Internet of Things mit softwaretechnischen Komponenten verbunden. Damit bilden Cyber-Physische Systeme das zentrale technische Element der intelligenten Vernetzung von Fertigungsprozessen (Ehrlich et al., 2015). Cyber-Physische Systeme sind durch den Austausch digitaler Daten miteinander vernetzt und können sich selbst steuern (Ganschar et al., 2013). Die unmittelbare, selbstständige Echtzeitkommunikation zwischen Menschen, Maschinen und Objekten über das Internet of Things ermöglicht dynamische, autonome Wertschöpfungsnetzwerke.

Im Rahmen der vorliegenden Metaanalyse werden die Begriffe „Mittelstand“, „mittelständische Unternehmen“ sowie „kleine und mittlere Unternehmen“ synonym verwendet. In den untersuchten Studien werden typischerweise Kriterien wie der Jahresumsatz oder die Beschäftigtenanzahl herangezogen, um den Mittelstand von den Großunternehmen abzugrenzen. So bezeichnet etwa das Institut für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn KMU als diejenigen Unternehmen, deren Jahresumsatz maximal 50 Millionen Euro beträgt und die weniger als 500 Mitarbeiter haben (IfM Bonn, 2016a). Damit unterscheidet sich diese Definition teils von der Abgrenzung der Europäischen Kommission, die bei KMU abstellt auf maximal 249 Beschäftigte und entweder einen Jahresumsatz von maximal 50 Millionen Euro oder eine Bilanzsumme von maximal 43 Millionen Euro (Europäische Kommission, 2003). Neben solchen quantitativen Kriterien lässt sich auch der qualitative Indikator der Einheit von Eigentum und Leitung verwenden, der beim IfM Bonn (2016b) den Mittelstand im Unterschied zu den KMU kennzeichnet. Damit fallen dann auch die sogenannten Familienunternehmen unter die Definition des Mittelstands, bei denen mindestens 50 Prozent der Anteile durch maximal zwei natürliche Personen gehalten werden, die gleichzeitig der Geschäftsführung angehören (IfM Bonn, 2016c). Die vorliegende Metaanalyse folgt einer weiten Definition des Mittelstands unter Einschluss quantitativer und qualitativer Kriterien.

Die Auswertung statistischer Daten anhand dieser Definition ist jedoch schwierig, da kaum Daten zu den Familienunternehmen vorliegen. Wird nur die quantitative Definition verwendet, gab es im Jahr 2015 in Deutschland rund 3,62 Millionen KMU (IfM Bonn, 2016d) – das entspricht 99,6 Prozent aller hie-

sigen Unternehmen. Die meisten dieser Unternehmen sind sehr klein, was auch erklärt, dass KMU im Jahr 2013 lediglich 35,5 Prozent des Gesamtumsatzes aller Unternehmen erwirtschafteten. In der Summe waren aber 59,2 Prozent aller sozialversicherungspflichtigen Arbeitnehmer bei einem KMU tätig. Der Mittelstand leistet damit einen erheblichen Beitrag für die deutsche Wirtschaft.

1.2 Vorgehensweise

In den Kapiteln 3 bis 5 werden die Ergebnisse von insgesamt 46 Studien verglichen (vgl. die tabellarische Übersicht der Studien im Anhang). Es handelt sich dabei größtenteils um Befragungen von Unternehmen zu einem oder mehreren Themen aus den Feldern Digitalisierung und Industrie 4.0. Einige wenige Studien beruhen auf Gesprächen mit einzelnen Experten. Für die vorliegende Metastudie sind vor allem Fragen zu den mikroökonomischen Effekten von Digitalisierung für einzelne Unternehmen relevant. Arbeitsmarkteffekte und Wirkungen auf das Humankapital werden nicht näher betrachtet. Es wurden nach Möglichkeit solche Studien ausgewählt, in denen entweder konkret mittelständische Unternehmen befragt oder in denen Ergebnisse für den Mittelstand separat ausgewiesen wurden. Um der großen Dynamik der Digitalisierung Rechnung zu tragen, die dazu führt, dass Studienergebnisse schnell überholt sind, wurden ausschließlich Studien verwendet, die aus den Jahren ab 2013 stammen. Bei einer Metaanalyse wie der hier vorgenommenen sind einige Herausforderungen zu beachten:

- Die Schwerpunkte der Studien sind recht heterogen. Dies gilt umso mehr, als das Thema Digitalisierung sehr komplex ist. In der Folge variieren die Fragestellungen zu gleichen oder ähnlichen Themen deutlich, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss. Ähnliches gilt mit Blick auf die Anzahl und die Selektion der befragten Unternehmen, auf die Branche und auch auf die Repräsentativität der Ergebnisse.
- Die Auswahl an Antwortmöglichkeiten in den Fragebögen von Unternehmensbefragungen hat großen Einfluss auf die Resultate. Kommt eine bestimmte Antwort in einer Studie nicht vor, kann dies daran liegen, dass diese Antwortmöglichkeit nicht gegeben war, obwohl die Antwort relevant für die Unternehmen ist.

- Die Definitionen der zentralen Begriffe „Mittelstand“ und „Digitalisierung“ variieren zwischen den Studien. In vielen Fällen fehlt eine Definition sogar. Auch dies ist bei der Interpretation der Vergleichsergebnisse der verschiedenen Studien zu beachten.

2 Technologiediffusion im Mittelstand

In diesem Kapitel wird diskutiert, wie sich neue Technologien in Form von Produktinnovationen und vor allem von Prozessinnovationen durchsetzen und ausbreiten. Bezüglich des Aggregationsgrads der Analyse der Technologiediffusion werden zwei verschiedene Ebenen identifiziert (vgl. Stoneman, 1983, 67 f.):

- die Ausbreitung von Innovationen innerhalb eines einzelnen Unternehmens (Intra-Firm Diffusion) und
- die Diffusion innerhalb eines Sektors oder einer Branche (Inter-Firm Diffusion/Intra-Industry Diffusion) oder innerhalb einer Volkswirtschaft (Inter-Industry Diffusion/Economy-Wide Diffusion).

Die Technologiediffusion stellt die dritte und letzte Phase von Innovationsprozessen dar. Sie folgt auf die Phase der Invention und die Phase der eigentlichen Innovation, in der neue Technologien bis zur Markteinführung gebracht werden. Die Frage, warum und wie Unternehmen digitale Inventionen und Innovationen schaffen, ist also dem Diffusionsprozess vorgelagert und wird hier ausgeklammert. Aufgrund der Komplexität und des Kompatibilitätsanspruchs von digitalen Innovationen wird davon ausgegangen, dass mittelständische Unternehmen größtenteils externe digitale Innovationen übernehmen, statt selbst welche zu kreieren, etwa in einer eigenen Forschungs- und Entwicklungsabteilung.

Viele empirische Studien untersuchen den Verlauf des Diffusionsprozesses als relative Veränderungen des Outputs, des Kapitalstocks oder der Zahl der Innovationsanwender (Holwegler, 2000). Die Diffusion von Basistechnologien, etwa der Dampfmaschine, der Fließbandfertigung und der Elektrizität, zu denen auch die Digitalisierung der Produktionsprozesse zu zählen ist, hat einen

großen Einfluss auf langfristige Wachstumszyklen der Weltwirtschaft, wie sie zuerst Kondratieff (1926) beschrieben hat (Röhl, 2001, 94). Empirisch ließ sich jedoch keine typische Zeitspanne für die gesamtwirtschaftliche Diffusion solcher Schlüsselinnovationen ermitteln (Duijn, 1983, 133). Jeder Diffusionsprozess hat sein eigenes Tempo. Dabei werden die Innovationen zunächst von schnellen Adoptoren in den führenden Wirtschaftszentren übernommen, um danach mehr oder weniger zügig auch in nachrangigen Zentren und in der Peripherie Anwendung zu finden (Röhl, 2001, 99). Innovationsnetzwerke können den jeweiligen Diffusionsverlauf beeinflussen (Karlsson, 1997, 239).

2.1 Theorien der Technologiediffusion

Viele der Theorien zur Technologiediffusion fokussieren auf die Nachfrageseite. Als Determinanten der Diffusionsprozesse gelten Informationsdiffusion, Kosten-Nutzen-Abwägungen, Risikoverhalten, Netzwerkaspekte und Pfadabhängigkeiten. Laut Mansfield (1961; 1963; 1968) ist die Diffusionsrate einer Technologie abhängig von der Zahl der Unternehmen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt die Technologie nutzen, von der Profitabilität der Innovation und von dem benötigten Investitionsvolumen. Dieses Modell ist jedoch stark vereinfachend, da die Entscheidungslogik der Unternehmen sowie die Profitabilität der Innovation nicht konkretisiert werden. Charakteristische Unternehmensvariablen wie Unternehmensgröße oder Branchenzugehörigkeit bleiben unbeachtet.

Im Modell von David (1969) existiert zu jedem Zeitpunkt ein Schwellenwert in Form einer bestimmten Produktionsmenge (und damit oft auch einer Unternehmensgröße), ab der die Kapitalkosten der Prozessinnovation durch die Kosteneinsparungen aus gesunkenem Arbeitseinsatz kompensiert werden und eine Übernahme der Innovation rentabel ist. Dieser Schwellenwert sinkt im Zeitablauf, sodass sich immer mehr und auch kleinere Unternehmen für die Übernahme der Innovation entscheiden.

Im spieltheoretischen Modell von Reinganum (1981a; 1981b) ist die Übernahme einer kostenreduzierenden Prozessinnovation von den abgezinsten Übernahmekosten und -nutzen sowie von der Entscheidung der Konkurrenz abhängig; sie hat also eine strategische Komponente. Zusatzprofite durch eine

frühe Übernahme werden gegen höhere Übernahmekosten zu einem frühen Zeitpunkt abgewogen. Die Unsicherheit potenzieller Anwender einer Innovation bezüglich der Profitabilität ist das Kernelement der Modelle von Jensen (1982) und Bhattacharya et al. (1986). Anfängliche Einschätzungen zur Profitabilität werden durch periodische Informationen ergänzt und dementsprechend angepasst: Die Unternehmen folgen einer Lernkurve.

Dafür, den digitalen Wandel theoretisch abzubilden, eignet sich vor allem das Konzept der Netzwerkexternalitäten beziehungsweise der Pfadabhängigkeit. Hier ist das Substitutiv- beziehungsweise Komplementaritätsverhältnis zwischen mehreren neuen Technologien zentral. Der Nutzen der Innovation ist abhängig von der Zahl der Anwender, die Erträge der Technologieübernahme sind steigend (Arthur, 1994). Durch Netzwerkexternalitäten ist es möglich, dass der gesamtwirtschaftliche Nutzen durch Wahl einer Technologie A maximal ist, obwohl der einzelwirtschaftliche Nutzen bei Technologie B höher ist.

Farrell/Saloner (1986; 1987) betrachten eine Abwandlung dieses Modells. Eine der Technologien hat hier einen zeitlichen Vorsprung. Basierend auf Netzwerkexternalitäten, ist ein Verbleiben (Lock-in) bei der älteren Technologie schon aufgrund der realisierten Anwenderzahl wahrscheinlicher als ein Wechsel zur neuen, jüngeren Technologie. Erwartungen spielen eine wichtige Rolle: Eine Übernahme der Innovation findet nur statt, wenn so viele weitere Anwender erwartet werden, dass der zukünftige Nutzen der neuen Technologie den der alten übersteigt. Technologien breiten sich nur sehr langsam aus, weil die Überlegenheit der Innovation nicht eindeutig ist und weil erste Anwender temporär inkompatibel mit anderen Akteuren im Netzwerk sind, bis eine kritische Masse erreicht wird. Unternehmen vermeiden es deshalb tendenziell, erste Anwender von – speziell netzwerkbasierten – Technologien zu sein (Farrell/Saloner, 1986, 954).

Diese theoretische Grundlage ist besonders geeignet für eine Abbildung des digitalen Wandels, da die Potenziale der Digitalisierung nur dann vollständig gehoben werden können, wenn Schnittstellen verschwinden oder minimiert werden. Der Nutzen der digitalisierten Wertschöpfungskette ist maximiert, wenn es keine digital-analogen Schnittstellen entlang der Wertschöpfungskette mehr gibt. Wenn aber etwa die Kunden des vollständig digitalisierten

Schraubenherstellers per Fax bestellen, entsteht dort ein Engpass, der eventuelle Kosteneinsparungen und Effizienzvorteile eliminieren oder zumindest einschränken kann (Schnittstellenproblematik).

In den oben dargestellten Modellen werden grundsätzlich die angebotsseitigen Determinanten der Technologiediffusion ignoriert. Katz/Shapiro (1985; 1986) dagegen berücksichtigen das Technologieangebot im Konzept der Netzwerk-externalitäten. Danach versuchen Anbieter neuer Technologien, durch eine Niedrigpreispolitik und durch die Schaffung von (In-)Kompatibilitäten bestehende Technologie-Lock-ins zu durchbrechen, welche die Anbieter etablierter Technologien zu halten versuchen. Anbieter neuer Technologien versuchen also, das Übernahmeverhalten der Nachfrager strategisch zu beeinflussen. Eines der bekanntesten Diffusionsmodelle ist das von Rogers (2003). Im Prozess der Technologiediffusion in einem Unternehmen gibt es laut Rogers fünf Stufen: Wissen, Überzeugung, Entscheidung, Implementierung und Bestätigung. Diese Stufen sollen nun genauer erläutert und auf den digitalen Wandel angewandt werden.

2.2 Stufen der Technologiediffusion in Unternehmen

Die fünf Diffusionsstufen als Kern der praxisorientierten Diffusionstheorie von Rogers (2003) dienen im Folgenden als Orientierungspunkt, um zu erläutern, wie digitale Technologien sich zunächst innerhalb eines Unternehmens durchsetzen und verbreiten, um anschließend innerhalb einer Branche und über Branchen hinweg zu diffundieren. Im Zentrum der Analyse stehen vereinfachend diejenigen Personen im Unternehmen, die letztlich über die Technologiediffusion (Übernahme und Verbreitung) entscheiden (nachfolgend: Entscheider).

Wissen

In der ersten Stufe der Technologiediffusion erfahren Entscheider von der Innovation und versuchen, weitere Informationen über diese zu sammeln. Je mehr über einen möglichen vorteilhaften Einsatz der Innovation in Erfahrung gebracht wird, desto eher wird sie adaptiert. Neben dem Wissenslevel der Entscheider sind persönliche Charakteristika wie Risikoaversion oder Kommunikationsverhalten relevant für die Übernahmeentscheidung.

Gerade in kleineren Unternehmen ist das Wissen über neue digitale Technologien wie die der Industrie 4.0 häufig noch gering. Einer Innovationsentscheidung gehen oft Monate der Informationssuche voraus. KMU benötigen daher einen besonders leichten Zugang zu externen Informations-, Wissens-, Know-how- und Technologiequellen, um Innovationskapazitäten aufzubauen (Dangayach et al., 2005). Der Prozess der Information über neue Technologien ist erfolgskritisch. Laut Christensen (2000) fokussieren sich speziell erfolgreiche Unternehmen oftmals zu sehr auf die aktuellen Bedürfnisse und Anforderungen ihrer Kunden. Sie verpassen es deshalb, neue Technologien und Geschäftsmodelle zu implementieren, welche die zukünftigen, noch unbekanntenen Kundenbedürfnisse decken können (Innovator's Dilemma).

Überzeugung

In der zweiten Stufe des Prozesses entwickeln die Entscheider auf Basis ihres Wissens über die Innovation eine Einstellung gegenüber dieser. Der Grad der Unsicherheit bezüglich der Funktionalität und Profitabilität der Innovation sowie die Einwirkungen aus dem sozialen Umfeld (zum Beispiel Kollegen) beeinflussen diese Einstellung. Die wahrgenommenen oder erwarteten Eigenschaften der Innovation werden determiniert durch: ihren relativen Vorteil, ihre Kompatibilität, ihre Komplexität, ihre Versuchseignung (Kann die Innovation zunächst ausprobiert werden?) sowie durch die Beobachtbarkeit der durch die Innovation hervorgerufenen Veränderungen („the degree to which the results of an innovation are visible to others“, Rogers, 2003, 16). Diese fünf Eigenschaften legen die Adaptionrate der Innovation fest.

Viele digitale Technologien eignen sich zwar für Versuche (etwa Trial-Versionen von unternehmensinternen Kommunikationsplattformen), jedoch muss zunächst eine kritische Masse an Mitarbeitern zu diesem Versuch motiviert werden. Andere Technologien (etwa viele Industrie-4.0-Anwendungen) sind weniger versuchsg geeignet. In diesem Falle bleibt KMU lediglich die Option, sich die Funktionsweise der Technologien in Testumgebungen anzuschauen und Erfahrungen von Übernehmern aus der Branche zu berücksichtigen. Häufig sind digitale Innovationen sehr komplex und daher schwierig zu verstehen und zu nutzen. Die Profitabilität der Technologien lässt sich teils nur grob abschätzen, was die Entscheidungsprozesse erschwert. Viele Industrie-4.0-Anwendungen sind darüber hinaus bloß beschränkt kompatibel mit bestehenden Tech-

nologien, sodass der „Sprung“ zur neuen Technologie groß ist. Die Beobachtbarkeit, also die Nachvollziehbarkeit der Resultate einer Innovation, ist je nach Technologie recht unterschiedlich. Gerade bei den oft umfassenden und disruptiven Innovationen des digitalen Wandels haben Leuchtturmprojekte daher einen Vorbildcharakter.

Rechtliche Unsicherheiten (etwa mit Blick auf Datenschutzrichtlinien) sowie fehlende Infrastruktur (etwa bei Breitbandnetzwerken) beeinflussen die Überzeugung negativ, dass die Übernahme der Innovation sich lohnt. Außerdem ist das Bilden einer Überzeugung eine Frage von Ressourcen, also von Geld, Zeit und Kompetenzen (Ylinenpää, 1998). Im Gegensatz zu Großunternehmen ist in mittelständischen Unternehmen häufig ein Eigentümerunternehmer der entscheidende Faktor. Subjektiv-emotionale Einstellungen des Eigentümerunternehmers – mangelnde Risikobereitschaft, Angst vor Strukturveränderungen, Trägheit oder Abneigung gegenüber Neuerungen – können Innovationsaktivitäten hemmen (Herstatt et al., 2007). Ein weiteres Hindernis kann in der Schwierigkeit liegen, die Kompetenzgrenzen des eigenen Unternehmens richtig einzuschätzen (Spielkamp/Rammer, 2004).

Entscheidung

Basierend auf Wissen und Überzeugung, wird eine Entscheidung getroffen, ob die Innovation übernommen wird oder ob nicht. Lässt sie sich zunächst versuchsweise einführen, fällt die Entscheidung in der Regel schneller. Rogers (2003) differenziert zwischen aktiver und passiver Ablehnung: Bei der aktiven Ablehnung wird die Innovation bereits ausprobiert oder ist sogar schon eingeführt, wird aber letztlich dann doch abgelehnt. Bei der passiven Ablehnung wird die Innovation gar nicht erst ausprobiert.

Selbst in mittelständischen Unternehmen kann der Entscheidungsprozess im engeren Sinne recht komplex sein, vor allem wenn mehrere Personen auf mehreren Hierarchieebenen ein Mitspracherecht haben. Diese Schwerfälligkeit trifft auf die Geschwindigkeit des digitalen Wandels: Bevor die Entscheidung für die Implementierung einer Technologie gefallen ist, ist diese Technologie möglicherweise schon veraltet oder es bestehen kostengünstigere Alternativen. Dennoch sind KMU verglichen mit größeren Unternehmen mit einer geringeren Anzahl an Hierarchieebenen und einer einfacheren Organisationsstruktur aus-

gestattet und daher relativ flexibel. Aufgrund meist kurzer und direkter Informationswege entstehen seltener Koordinationsprobleme. Da die Kommunikation häufig informell ist, kann sie jedoch unter Intransparenz leiden, was zu Barrieren und Verzögerungen führt (Spielkamp/Rammer, 2004).

Implementierung

Auf der Stufe der Implementierung geht es darum, eine Innovation im Unternehmen praktisch umzusetzen. An dieser Stelle brauchen Firmen häufig Unterstützung von außen, denn Informationen über die neue Technologie und deren Eigenschaften bilden eine unabdingbare Voraussetzung für ihre Anwendung. Digitale Technologien eignen sich besonders, um individuell an den Nutzer angepasst zu werden. Dabei ist allerdings gerade bei Industrie-4.0-Innovationen, die sich oftmals über die gesamte Wertschöpfungskette erstrecken, die Anschlussfähigkeit zu anderen Anwendern im Auge zu behalten. Abhängig von der Unternehmenskultur, sind die Mitarbeiter Veränderungen gegenüber offener oder verschlossener, was die konkrete Umsetzung der Innovation beeinflussen kann. Außerdem spielt das Change Management der oberen Hierarchieebenen eine entscheidende Rolle. Nicht selten sind die digitalen Strategien noch unausgereift und es bestehen wenig solide Infrastrukturen für digitale Prozesse und neue Arbeitsformen.

Bestätigung

In der letzten Stufe der Technologiediffusion werden die Nützlichkeit (relativer Vorteil) und die Profitabilität der implementierten Prozessinnovation von den Anwendern beurteilt. Basierend auf dieser Beurteilung, wird die Nutzung der Innovation fortgeführt, intensiviert, reduziert oder abgebrochen. Dadurch, dass bei digitalen Technologien generell viele Daten aufgezeichnet werden, sind unternehmensinterne Ex-post-Analysen generell recht gut durchführbar. Aufgrund der umfassenden und prozessübergreifenden Umstellung auf Industrie-4.0-Anwendungen erscheint ein Abbruch einer einmal eingeführten Innovation jedoch als problematisch und kostenintensiv.

2.3 Technologiediffusion über Unternehmen hinweg

Wurde eine Technologie erfolgreich in einem Unternehmen implementiert, entscheidet der Grad der Netzwerkexternalitäten sowie der generellen Durch-

lässigkeit und Kooperation zwischen Unternehmen über die Technologiediffusion und über deren Geschwindigkeit in einer Branche und in der Gesamtwirtschaft. Eine Besonderheit des digitalen Wandels ist die intensive Vernetzung der Wertschöpfungsprozesse über Unternehmen hinweg, vertikal wie horizontal. Deshalb ist es für die Diffusion einer digitalen Prozessinnovation wesentlich, wie viele vor- und nachgelagerte Kooperationspartner sowie Konkurrenten diese Innovation bereits anwenden oder anwenden wollen. Es bestehen zahlreiche Abhängigkeitsbeziehungen zu vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsebenen aufgrund des hohen Grades an Arbeitsteilung in Wertschöpfungsnetzwerken (Staudt et al., 1995). Zudem ist relevant, wie einfach oder kompliziert die Überbrückung von Schnittstellen zwischen noch nicht voll integrierten Systemen ist. Mit der Einführung von Standards lässt sich die Schnittstellenproblematik überwinden.

Oft muss eine kritische Masse von Nutzern erreicht werden, damit eine Innovation profitabel wird. Wenn Kunden oder andere Marktteilnehmer sie nicht oder nur langsam annehmen, wird ihre Diffusion erschwert. Häufig haben Unternehmen auch Angst vor Wissens-Spillover, die ihnen als First Mover komparative Nachteile bringen. Je nach Zusammensetzung der Branche ist die Geschwindigkeit des technologischen Wandels unterschiedlich. Branchen mit vielen kleinen Unternehmen testen mehr Innovationen und Ideen, sind also beweglicher (Bjerke/Johansson, 2015). In Branchen mit wenigen großen Unternehmen hingegen wird bei Innovationsprozessen seltener „outside the box“ gedacht. Das heißt, grundlegende Neuerungen im Schumpeter'schen Sinne, die vorhandene Geschäftsmodelle durch bahnbrechend andere ersetzen, sind vergleichsweise selten. Dafür wird in großen Unternehmen ein höherer Anteil der Innovationsvorhaben dann auch tatsächlich umgesetzt (Cohen/Klepper, 1992).

Multinationale Unternehmen gelten als besonders aktive Verbreiter von Technologien (Blomström/Kokko, 1998). Die internationale Produktion führt dazu, dass diese Unternehmen häufiger mit neuen Produktionstechnologien in Berührung kommen. Übernehmen sie diese, streuen sie sie nicht selten unternehmensweit. Folglich kommt es innerhalb des Unternehmens zu einem permanenten Technologietransfer. Auch alle angegliederten Kooperationspartner und weitere Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette werden potenziell

mit der Neuerung konfrontiert. Digitale Technologien diffundieren demnach schneller, wenn ein internationaler Bezug gegeben ist. Große nationale und multinationale Unternehmen übernehmen oftmals die entscheidende Rolle des kompetenten Kunden mittelständischer Unternehmen im Innovationsprozess (Eliasson, 2003).

3 Status quo der Digitalisierung im Mittelstand

Der Mittelstand bildet den Kern der deutschen Wirtschaft. Um zu sehen, wie er für die Zukunft aufgestellt ist, wird in den Kapiteln 3.1 bis 3.3 anhand ausgewählter Studien der Stand der Digitalisierung betrachtet.

3.1 Informations- und Kommunikationstechnologie

In den ausgewählten Studien werden die Begriffe „Mittelstand“ und „Digitalisierung“ teilweise unterschiedlich definiert. Um eine erste Annäherung an den Status quo der Digitalisierung im Mittelstand zu ermöglichen, soll die Definition der EU-Kommission zugrunde gelegt werden. Auf diese Weise lassen sich Daten aus der offiziellen Statistik zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) heranziehen. Zwischen dem Grad der Digitalisierung und der Nutzung von IKT besteht ein positiver Zusammenhang (Deloitte, 2013, 8). Ein hoher Grad an IKT-Nutzung in einem Unternehmen ist eine unabdingbare Voraussetzung für dessen Digitalisierung. Um eine umfassende Digitalisierung zu ermöglichen, die Geschäftsmodelle verändert und Geschäftsprozesse verbessert, ist es nötig, IKT anders als bisher prozessübergreifend statt vorwiegend im Rahmen von Insellösungen einzusetzen.

Tabelle 1 skizziert die Verbreitung von IKT in deutschen Unternehmen. Es wird deutlich, dass die Verwendung von Computern in den vergangenen Jahren stetig zugenommen hat, auf einen Anteil von zuletzt 92 Prozent der Unternehmen. 89 Prozent aller Unternehmen hatten einen Internetanschluss, wobei 93 Prozent aller Internetanschlüsse durch eine Breitbandverbindung gegeben waren (Statistisches Bundesamt, 2015). Von den Unternehmen mit Internetanschluss besaßen 66 Prozent eine eigene Webseite.

Nutzung von Computern und Internet

Tabelle 1

Anteile in Prozent

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Unternehmen mit Computer	85	85	86	88	91	92
Unternehmen mit Internetanschluss	82	82	85	87	89	89
davon: mit eigener Webseite	62	60	57	66	67	66

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2015



Die unternehmerische Nutzung von Computern und Internet ist also weiter gestiegen, jedoch zeichnen sich vor allem größere Unternehmen durch eine verstärkte Nutzung aus. Dies demonstriert Tabelle 2 über eine Darstellung der Nutzungsintensität von IKT nach Beschäftigtengrößenklassen. Die Nutzungsintensität erfasst verschiedene Aspekte der IKT-Nutzung anhand der (Nicht-) Zustimmung der Unternehmen zu zwölf Aussagen. Eine dieser Aussagen ist zum Beispiel: „Das Unternehmen nutzt Social-Media-Plattformen (nicht ausschließlich für kostenpflichtige Werbung)“. Je mehr Aussagen die Unternehmen zustimmen, desto höher ist die Nutzungsintensität.

Die Nutzungsintensität nimmt mit der Unternehmensgröße zu. Während zum Beispiel 47 Prozent der Unternehmen mit mehr als 249 Beschäftigten IKT mit hoher Intensität nutzen, sind es nur 17 Prozent der Unternehmen mit 10 bis 49 Arbeitnehmern. Zusammengerechnet nutzen 82 Prozent der kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten und 65 Prozent der mittleren Unternehmen mit 50 bis 249 Beschäftigten IKT mit einer geringen oder sehr geringen Intensität.

Nutzungsintensität von IKT

Tabelle 2

Anteile in Prozent (ohne Kleinstunternehmen mit bis zu neun Beschäftigten)

	Insgesamt	Nach Beschäftigtenzahl		
		10 bis 49	50 bis 249	Mehr als 249
Sehr geringe Nutzungsintensität (Zustimmung bei maximal drei Aussagen)	35	39	19	8
Geringe Nutzungsintensität (Zustimmung bei vier bis sechs Aussagen)	43	43	46	36
Hohe Nutzungsintensität (Zustimmung bei sieben bis neun Aussagen)	21	17	33	47
Sehr hohe Nutzungsintensität (Zustimmung bei zehn bis zwölf Aussagen)	2	–	3	10

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2015



Diese Werte sind jedoch nur ein erster Hinweis auf den Stand der Digitalisierung im Mittelstand. Beispielsweise waren die Aussagen der Befragung zum Teil auf größere Unternehmen zugeschnitten (etwa: „Das Unternehmen beschäftigt eigene IT-Fachkräfte“), wodurch die Nutzungsintensität in KMU unterschätzt wird. Auch die thematische Breite der zwölf Aussagen macht eine Abdeckung aller Aspekte der IKT-Nutzung für große Unternehmen wahrscheinlicher. Auf Basis der Daten des Statistischen Bundesamts (2015) gewinnt man den Eindruck, dass Großunternehmen den KMU bei der Nutzung der für die Digitalisierung notwendigen Technologien weit voraus sind. Im Folgenden wird der Status quo der Digitalisierung im deutschen Mittelstand auf Basis der ausgewählten Studien analysiert.

3.2 Stand der Digitalisierung

Die 46 analysierten Studien zum Thema Digitalisierung im Mittelstand zeigen, dass die KMU die Wichtigkeit der Digitalisierung erkannt haben. 73 Prozent der Mittelständler schreiben ihr eine starke oder sehr starke Aktualität zu (Deloitte, 2013). In einer anderen Untersuchung gaben 54 Prozent der befragten Unternehmen mit 30 bis 2.000 Beschäftigten an, dass Digitalisierung eine Rolle für das Geschäftsmodell spiele (EY, 2016). In einer repräsentativen Umfrage im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) bewerten 83 Prozent des Mittelstands die Digitalisierung als wichtig, sehr wichtig oder äußerst wichtig (BMWi, 2015b). Zum Vergleich: Für die gewerbliche Wirtschaft (wie Finanzdienstleistung, Handel, Verkehr, Logistik, IKT) insgesamt lag die Bewertung bei 80 Prozent.

Die positive Einschätzung der Digitalisierung variiert zwischen den Branchen. So halten sämtliche in einer Deloitte-Umfrage berücksichtigten mittelständischen Unternehmen aus dem Handel die Digitalisierung für wichtig oder sehr wichtig (Deloitte, 2013). Dies gilt in geringerem Maße für die Industrie (78 Prozent) und den Dienstleistungssektor (67 Prozent). Schlusslicht ist das Baugewerbe; hier ist die Digitalisierung nur für 33 Prozent der Unternehmen wichtig oder sehr wichtig.

Obwohl vielen mittelständischen Unternehmen die Bedeutung der Digitalisierung bekannt ist, beginnt die Umsetzung gerade erst. Die IW Consult (2016b)

gibt einen DIGITAL INDEX an, der anhand der Analyse des Internetauftritts eines Unternehmens ermittelt wird und den digitalen Reifegrad misst. Der kleinste Wert ist 0 und attestiert einem Unternehmen digitale Unreife. Den Maximalwert von 100 erreicht bislang kein Unternehmen. Der durchschnittliche Wert beträgt lediglich 4,8. Selbst die Start-ups (jünger als zehn Jahre) in Köln und Berlin kommen mit 23,8 und 24,6 nur auf niedrige Werte.

Digitalisierungsgrad nach Unternehmensgröße

Wie oben schon erwähnt, steigt der Digitalisierungsgrad mit der Größe des Unternehmens. Das Deutsche Handwerksinstitut (Welzbacher et al., 2015) gibt an, dass die Digitalisierung insbesondere bei Kleinst- und Kleinunternehmen noch nicht angekommen ist. Ähnliches ergibt eine Studie im Auftrag des DIHK: Für KMU sei es schwierig, objektiv die eigenen Bedürfnisse sowie die Risiken, Probleme und Möglichkeiten verschiedener Varianten von IT und IT-Sicherheit einzuschätzen (Gaycken/Hughes, 2015, 2).

Auch andere empirische Studien zeigen die positive Korrelation zwischen Unternehmensgröße und Digitalisierungsgrad (unter anderem: Statistisches Bundesamt, 2015; Bitkom, 2016d; ZDH, 2014; Rische et al., 2015; EY, 2016). Das IfM Bonn (Kay et al., 2015) kommt für mittelständische Kunden der Sparkasse Düsseldorf zu dem Schluss, dass Defizite eher in den mittelgroßen Unternehmen (2 bis unter 10 Millionen Euro Jahresumsatz) anzutreffen sind, wofür ausgeprägte Sicherheitsbedenken als eine Ursache genannt werden. Insgesamt findet auch diese Studie heraus, dass große Unternehmen bereits stärker digitalisiert sind. Größere Unternehmen müssen sich früher und öfter mit dem Thema auseinandersetzen als KMU. Jedoch kann die empirische Forschung auch verzerrte Befunde liefern: Wenn große Unternehmen sich häufiger beziehungsweise mehr mit Digitalisierung beschäftigen, antworten sie auch häufiger in Befragungen.

Es gibt aber auch Studien, die ein gegenteiliges Ergebnis ermitteln. So weist die IHK Berlin (2015) aus, dass in Berlin vor allem kleine Unternehmen die Vorreiter der Digitalisierung sind. Dies rührt vermutlich daher, dass vor allem kleine Unternehmen aus den Bereichen Handel, Finanzdienstleistungen und digitale Dienstleistungs-/Kreativwirtschaft an der Studie teilgenommen haben, die als sehr digitalisierungsaffin einzustufen sind. Die starke Start-up-Szene in

Berlin kann also dieses Ergebnis beeinflusst haben (Röhl, 2016b). Die Vorreiterrolle der Start-up-Szene für die Digitalisierung unterstreicht auch die IW Consult (2016b). Während der durchschnittliche DIGITAL-INDEX-Wert von Köln 6,0 beträgt, weisen Kölner Start-ups (jünger als zehn Jahre) einen Wert von 23,8 auf.

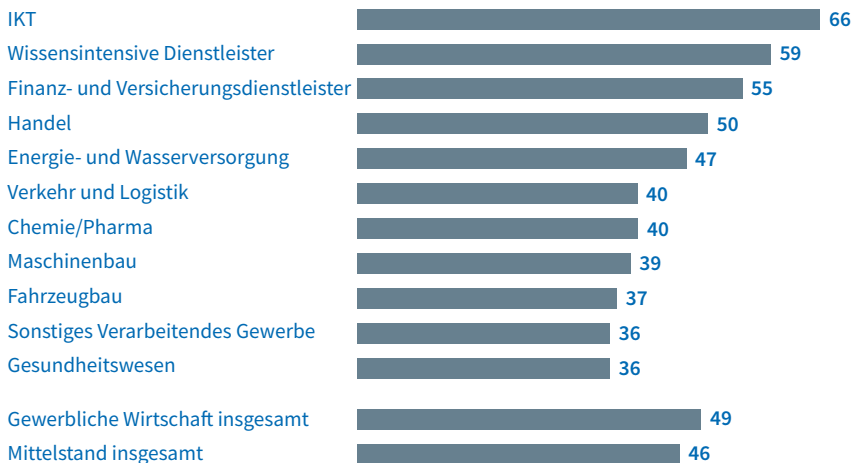
Digitalisierungsgrad nach Branche

Die Umsetzung der Digitalisierung variiert zudem zwischen den verschiedenen Wirtschaftszweigen. Abbildung 1 zeigt einen Index für den Stand der Digitalisierung in ausgewählten Branchen (BMWi, 2015b; inklusive Großunternehmen). Zum Vergleich sind der Wert für den gesamten Mittelstand sowie der Wert für die gesamte gewerbliche Wirtschaft angegeben. Der Stand der Digitalisierung basiert auf der Bewertung der Digitalisierung der Geschäftstätigkeit, der Ausrichtung des Unternehmens auf die Digitalisierung und der Intensität der Nutzung digitaler Technologien.

Digitalisierung nach Branchen

Abbildung 1

Wirtschaftsindex DIGITAL im Jahr 2015 auf einer Skala von 0 (nicht digitalisiert) bis 100 (vollständig digitalisiert)



Der Index wird anhand von drei Kategorien ermittelt: „Wie digital ist die Geschäftstätigkeit?“, „Ist das Unternehmen auf Digitalisierung ausgerichtet?“ und „Wie intensiv werden digitale Technologien genutzt?“

Daten: <http://link.iwkoeln.de/298796>

Quelle: BMWi, 2015b

IKT-Firmen, wissensintensive Dienstleister, Finanz- und Versicherungsdienstleister sowie der Handel gelten als überdurchschnittlich digitalisiert, während vor allem das Gesundheitswesen, ein Teil des Verarbeitenden Gewerbes und der Fahrzeugbau als unterdurchschnittlich digitalisiert eingeschätzt werden. Ebenfalls Nachholbedarf hat laut Ernst & Young (EY, 2016) das Baugewerbe, das einen Digitalisierungsgrad von nur 42 Prozent aufweist (heißt hier: für 42 Prozent spielen digitale Technologien derzeit eine mittelgroße oder sehr große Rolle für das Geschäftsmodell). In dieser Studie ist der Dienstleistungssektor mit 61 Prozent führend.

Für einzelne Branchen existieren separate Studien, die den Digitalisierungsgrad beleuchten. So erhält man unter anderem einen Einblick in den Stand der Digitalisierung in der Landwirtschaft: Eine repräsentative Befragung unter Landwirten kam zu dem Ergebnis, dass 51 Prozent der Landwirte der Digitalisierung weder in der Gegenwart (Jahr 2015) noch in der Zukunft eine Bedeutung beimessen (Bitkom, 2016a). Dementsprechend gering ist die Nutzung digitaler Technologien verbreitet: 19 Prozent der Landwirte greifen darauf zurück.

Ein differenzierteres Bild ist für das Handwerk möglich. Der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) hat in einer repräsentativen Studie (ZDH, 2014) ermittelt, dass fast alle Handwerksunternehmen Internetanschluss haben und digitale Geräte einsetzen. Diese werden jedoch zumeist für eng begrenzte Zwecke verwendet, etwa für E-Mail-Verkehr (83 Prozent), Onlinebanking (71 Prozent) und Datenaustausch (58 Prozent). Im Handwerk wird IKT also besonders für die Kommunikation und das Marketing genutzt. Dieses Bild bestätigt die Handwerkskammer zu Köln (HWK Köln, 2015). Die Handwerksunternehmen nutzen vor allem die E-Mail-Funktion (91 Prozent), verwenden das Internet aber auch zur Informationsbeschaffung sowie für Geschäftskontakte. Darüber hinaus haben 71 Prozent einen Internetauftritt und 38 Prozent werben über digitale Medien. Die HWK Köln schließt daraus, dass die Handwerksunternehmen die Chancen der Digitalisierung auf der Höhe der Zeit ergreifen. Die Digitalisierung im Sinne einer Vernetzung von Unternehmen untereinander und einer Digitalisierung von Produktionsprozessen wird in diesen beiden Studien nicht betrachtet. Der Stand der Digitalisierung im überwiegend kleinbetrieblichen Handwerk liegt aufgrund dieser Fokussierung auf einzelne Unternehmensbereiche im Vergleich zu anderen Branchen auf einem niedrigen Niveau.

Auch in anderen Branchen wird Digitalisierung primär für einzelne Funktionen eingesetzt. So hat Deloitte (2013) mit Blick auf 41 mittelständische Unternehmen herausgefunden, dass Digitalisierung überwiegend in Form von Online-banking und bei der elektronischen Rechnungsabwicklung eine Rolle spielt. Der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) und Pricewaterhouse-Coopers (PwC) ziehen in ihrem Mittelstandspanel den Schluss, dass Digitalisierung in der Industrie vorrangig im Vertrieb, aber weniger in der Produktion zur Anwendung kommen wird (BDI/PwC, 2015). Die Nutzung von IKT für spezielle Funktionsbereiche impliziert, dass der Stand der Digitalisierung auch innerhalb eines Unternehmens variiert.

Digitalisierungsgrad nach Geschäftsbereichen

Das IfM Bonn (Kay et al., 2015) geht genauer auf diesen Sachverhalt ein und fragt nach der Bedeutung der Digitalisierung für verschiedene Abteilungen. Die geringste Bedeutung kommt ihr im Personalbereich zu. Nur 28 Prozent der befragten KMU gaben an, Digitalisierung habe für die Personalabteilung eine hohe oder sehr hohe Bedeutung. Höhere Anteile gibt es bei Produktion (31 Prozent), Strategieentwicklung (31 Prozent), Einkauf (41 Prozent) und Vertrieb (46 Prozent). Die größte Bedeutung hat die Digitalisierung im internen Rechnungswesen (50 Prozent). Zu einem ähnlichen Resultat kommt die Studie von Deloitte (2013). Den befragten Unternehmen zufolge ist das Rechnungswesen am besten auf die Digitalisierung vorbereitet: 78 Prozent der Unternehmen bewerten die Vorbereitung als gut oder sehr gut. Es folgen die Bereiche Finanzen (76 Prozent), IT (76 Prozent) und Controlling (74 Prozent). Am schlechtesten vorbereitet sind die Rechtsabteilung (13 Prozent), das Wissensmanagement (32 Prozent) und die Personalabteilung (36 Prozent).

3.3 Industrie 4.0

Ein zentraler Bereich der Digitalisierung im Mittelstand ist die Digitalisierung der industriellen Wertschöpfungsketten, auch bekannt unter dem Begriff „Industrie 4.0“. Die „Vision Industrie 4.0“ (BMW, 2016b) beinhaltet die umfassende Vernetzung von Maschinen, Werkstücken und Menschen über Unternehmensgrenzen hinweg (Plattform Industrie 4.0, 2016). Aufgrund des frühen Entwicklungsstadiums ist die Einschätzung des Mittelstands zu diesem Thema gespalten. Es gibt Innovatoren, die erste Anwendungen entwickeln und ein-

setzen, aber auch mittelständische Unternehmen, die noch nichts von Industrie 4.0 gehört haben.

In einer nicht repräsentativen, europaweit durchgeführten Studie gaben 11 Prozent der Unternehmen im Jahr 2015 an, noch nie von Industrie 4.0 gehört zu haben (Jeschke/Löwer, 2015). Für Deutschland zeigt eine repräsentative Befragung, dass 22 Prozent der Unternehmen dieser Gruppe zuzuordnen sind (IW Köln/IW Consult, 2016). Dabei besteht eine erhebliche Diskrepanz zwischen kleinen, mittleren und großen Unternehmen. Während Letztere nur in knapp 10 Prozent der Fälle angaben, noch nie von Industrie 4.0 gehört zu haben, waren es rund 23 Prozent der kleinen und knapp 24 Prozent der mittleren Unternehmen. Dies ist jedoch nur eine Momentaufnahme: In anderen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Bekanntheit zunimmt. So ergab eine Befragung des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft (ifaa) in der Metall- und Elektroindustrie, dass der Bekanntheitsgrad von Industrie 4.0 innerhalb eines halben Jahres von 76 Prozent auf 90 Prozent gestiegen ist (ifaa, 2015). Jedoch gaben hier nur 38 Prozent der mittelständischen Unternehmen an, dass der Begriff für sie klar definiert sei.

Die Mehrheit der Unternehmen sieht große Potenziale in der Entwicklung von Industrie 4.0. Dies gilt insbesondere für die Metall- und Elektroindustrie. Laut ifaa (2015) messen rund 88 Prozent der Unternehmen dieser Branche Industrie 4.0 eine hohe oder sehr hohe Bedeutung bei. Auch eine Befragung von Unternehmen aus den Branchen Maschinen-/Anlagenbau, Automobilzulieferer, Prozessindustrie, Elektrotechnik-/Elektronikindustrie und Informations-/Kommunikationsindustrie zeigt hohe Erwartungen an Industrie 4.0 (Geissbauer et al., 2014). In dieser Studie gaben 59 Prozent der Unternehmen an, dass die Bedeutung von Industrie 4.0 für die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts aktuell (Jahr 2014) hoch oder sehr hoch sei. Für das Jahr 2019 erwarten dies 88 Prozent der Unternehmen.

Dazu passt, dass in einer Umfrage (IW Consult, 2015) eine Mehrheit der Unternehmen angab, dass es mehr Chancen als Risiken bei Industrie 4.0 gebe. Auf einer Skala von -100 (nur Risiken) bis +100 (nur Chancen) lag die mittlere Bewertung der Unternehmen bei +27. Ob diese positive Einschätzung berechtigt ist, wird in Kapitel 4 untersucht. Dort werden auch die konkreten Erwar-

tungen der Unternehmen an Industrie 4.0 thematisiert. Es ist festzuhalten, dass viele Unternehmen sich bereits intensiv mit den Chancen und Möglichkeiten, aber auch mit den Herausforderungen von Industrie 4.0 auseinandersetzen. 25 Prozent der Befragten einer Umfrage unter 559 Produktionsleitern, Geschäftsführern und Vorständen gaben an, dass Deutschland bei der Umsetzung der vernetzten Produktion führend sei (Bitkom, 2016b). Für die USA als führend in der Umsetzung stimmten 28 Prozent und für Japan 20 Prozent. Dies sind gute Aussichten auch für den deutschen Mittelstand. Gleichzeitig fällt jedoch auf, dass die Umsetzung von Industrie 4.0 im Mittelstand gerade erst beginnt.

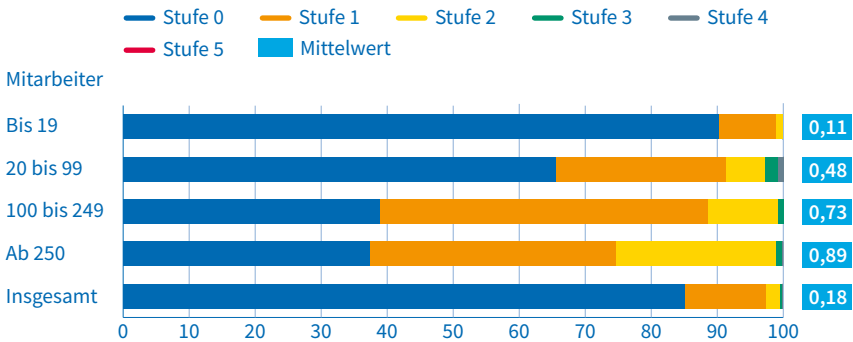
Die Digitalisierung innerhalb eines Unternehmens wird laut Rische et al. (2015) vor allem vom Geschäftsführer oder Vorstand vorangetrieben. Unter den kleinen Unternehmen gaben 58 Prozent an, der Vorstand sei der wichtigste Treiber für Digitalisierung. Bei den mittleren Unternehmen waren es 61 Prozent. Ohne die Unterstützung der Führungsebene ist eine unternehmerische Umsetzung von Industrie 4.0 also kaum möglich. Aber auch der Kunde ist ein wichtiger Treiber, wie 14 Prozent der kleinen und 11 Prozent der mittleren Unternehmen meinen. In der Studie von Deloitte (2013) schätzen 56 Prozent der befragten Unternehmen den Kunden als wichtigsten externen Treiber ein.

Der Entwicklungsstand der Unternehmen in Deutschland mit Blick auf Industrie 4.0 unterscheidet sich je nach Branche. Exemplarisch dafür ist die Industrie-4.0-Readiness im Maschinen- und Anlagenbau und im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt (IW Köln/IW Consult, 2016). Readiness meint den Reifegrad des Unternehmens, der auf sechs Dimensionen basiert: Smart Factory, Smart Products, Smart Operations, Data-Driven Services, Strategie und Organisation sowie Mitarbeiter. Die niedrigste Readiness-Stufe ist 0 (Außenstehender), die höchste Stufe ist 5 (Exzellenz). 39 Prozent der befragten Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau sowie 58 Prozent der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe sind als Außenstehende zu charakterisieren. Der Maschinen- und Anlagenbau ist deutlich fortgeschrittener als das Verarbeitende Gewerbe insgesamt. Nur eine kleine Minderheit hatte im Jahr 2015 die Stufen 3 (Erfahrener) oder 4 (Experte) erreicht: 5,6 Prozent im Maschinen- und Anlagenbau und 2,3 Prozent im Verarbeitenden Gewerbe. Auf Stufe 5 kam keines der befragten Unternehmen.

Industrie-4.0-Readiness nach Unternehmensgrößenklassen

Abbildung 2

Anteil der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe, im Jahr 2015, in Prozent



Mittelwert: gewichteter Mittelwert der Stufen (Ziffer der Stufe mal Anteil der Unternehmen in der Stufe).

Daten: <http://link.iwkoeln.de/298787>

Eigene Darstellung auf Basis von IW Köln/IW Consult, 2016, 154



Die Industrie-4.0-Readiness differiert auch nach Unternehmensgröße (Abbildung 2, für das Verarbeitende Gewerbe). Bemerkenswert ist, dass der höchste Anteil an Unternehmen, welche die Stufe 3 oder 4 erreicht haben, aus der Klasse mit 20 bis 99 Beschäftigten kommt. Somit sind einige Unternehmen dieser Klasse bereits besser auf Industrie 4.0 vorbereitet als die Großunternehmen. Sie nehmen die Rolle von Innovatoren im Schumpeter'schen Sinne ein. Wird der Mittelwert betrachtet, sind größere Unternehmen im Schnitt besser auf Industrie 4.0 eingestellt als KMU.

Zusammenfassend lässt sich auf Basis der analysierten Studien sagen, dass deutsche Unternehmen die Chancen der Digitalisierung erkannt und mit deren Umsetzung begonnen haben. Dabei sind größere Unternehmen jedoch in der Regel weiter als der Mittelstand. Überdurchschnittlich digitalisiert sind der IKT-Sektor, wissensintensive Dienstleister, Finanz- und Versicherungsdienstleister sowie der Handel, während unter anderem die Bauindustrie, das Handwerk und das Gesundheitswesen noch Nachholbedarf haben. Auf die Gründe für die unterschiedlichen Entwicklungsstadien wird Kapitel 5 genauer eingehen. Insgesamt gilt es für den deutschen Mittelstand, zu den großen Unternehmen aufzuschließen, um seine hervorragende Wettbewerbsposition halten und ausbauen zu können. Im folgenden Kapitel werden die Chancen analysiert, welche die Digitalisierung für den Mittelstand bietet.

4 Chancen der Digitalisierung

Die fortschreitende Digitalisierung und ihre Durchdringung des Verarbeitenden Gewerbes als Industrie 4.0 bieten erhebliche Chancen für den Mittelstand und die deutsche Wirtschaft als Ganzes. Dies ist der Grundtenor der im Folgenden untersuchten Studien, die sich mit den Potenzialen und Chancen beschäftigen. Insgesamt konzentrieren sich viele Studien auf die spezifischen Probleme und Herausforderungen, die mit der Digitalisierung einhergehen, weniger auf die Chancen.

Zwischen den Studien gibt es noch andere erhebliche Unterschiede im Untersuchungsfokus. Es werden gesamtwirtschaftliche Effekte, branchenbezogene Potenziale oder die Chancen aus Sicht der einzelnen Unternehmen thematisiert. Auch die Vorgehensweise variiert: Viele Studien basieren auf Befragungen von Unternehmen oder Experten, andere leiten die Wertschöpfungspotenziale theoretisch ab. Um ein Gesamtbild zu erhalten, werden nachfolgend zunächst die gesamtwirtschaftlichen Effekte sowie die Branchenpotenziale und danach die Chancen für einzelne Unternehmen betrachtet.

4.1 Gesamtwirtschaftliche und branchenbezogene Potenziale

Es sollen nun zunächst die gesamtwirtschaftlichen Potenziale der Digitalisierung in Bezug auf eine Steigerung der Wertschöpfung und der Produktivität analysiert werden.

Wertschöpfungssteigerungen

Die gesamtwirtschaftlichen Potenzialschätzungen der verschiedenen Studien gehen weit auseinander, wie die Metastudie „Industrie 4.0: Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland“ des BMWi (2015c) zeigt. Die Zuwächse des inkrementellen Umsatzes pro Jahr (Wertschöpfung ohne Abzug von Kosten und Vorleistungen) werden auf Basis der Daten der Studien berechnet und betragen je nach Studie 20 Milliarden Euro (Roland Berger, 2014), 28 beziehungsweise 30 Milliarden Euro (Bauer et al., 2014; Geissbauer et al., 2014) oder 145 Milliarden Euro (Manyika et al., 2013). Roland Berger/BDI (2015) beziffern das zusätzliche Wertschöpfungspotenzial in der europäischen

Industrie bei erfolgreicher Umsetzung des Digitalisierungsprozesses auf 1,25 Billionen Euro bis 2025. Davon entfallen 425 Milliarden Euro auf Deutschland. Von dem disruptiven Potenzial der Digitalisierung gehen allerdings auch erhebliche Gefahren für etablierte Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle aus (IW Köln/IW Consult, 2016, 148).

Laut Bitkom-Studie (Bauer et al., 2014) könnte hierzulande der Umsatz bis zum Jahr 2025 aufgrund der Digitalisierung je nach Branche um 1,2 bis 2,2 Prozent pro Jahr zusätzlich steigen. Die größten Potenziale gibt es – bezogen auf fünf untersuchte Branchen – mit jeweils 2,2 Prozent in der Chemieindustrie, der Elektroindustrie sowie im Maschinen- und Anlagenbau.

Produktivitätssteigerungen

Die bereits realisierten Effekte der Digitalisierung in Bezug auf die Arbeitswelt analysiert eine Bitkom/Prognos-Studie (Bühler/Gürtler, 2013). Sie ermittelt für den Zeitraum von 1998 bis 2012 branchenabhängig eine Zunahme der Wertschöpfung um 0,4 bis 0,9 Prozent jährlich. Kumuliert seien in der deutschen Wirtschaft knapp 1,5 Millionen Arbeitsplätze zusätzlich entstanden. Bislang scheint die positive Beschäftigungswirkung zusätzlicher Wertschöpfung durch neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle den Verlust von Arbeitsplätzen durch die Prozessautomatisierung zu übersteigen.

Jedoch sieht eine Reihe von Studien Arbeitsplätze in „traditionellen“ Wirtschaftszweigen und Unternehmen bedroht (so etwa Heumann/Landmann, 2016). Eine Expertise des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) für das Bundesarbeitsministerium hat ermittelt, dass in den USA 9 Prozent und in Deutschland 12 Prozent der Beschäftigten in Funktionen tätig sind, die durch die Digitalisierung relativ zeitnah einer Automatisierung zugänglich sein werden (Bonin et al., 2015). Eine Studie des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) kommt auf Automatisierungspotenziale zwischen 8 Prozent in Berlin und bis zu 20 Prozent im Saarland, wobei sie die Potenziale in der Industrie generell deutlich höher bewertet als im Dienstleistungssektor und im Handel (Buch et al., 2016). Generell zeigt sich aber, dass viele der derzeitigen Kompetenzen der Beschäftigten auch in stärker digitalisierten Unternehmen relevant sein werden (Hammermann/Stettes, 2016).

Einzelwirtschaftlich kann der Wegfall von Arbeitsplätzen durch die Digitalisierung zu Problemen im Strukturwandel führen (Eichhorst, 2016; Eichhorst/Buhlmann, 2015), insbesondere durch ein verstärktes Mismatch auf dem Arbeitsmarkt. Gesamtwirtschaftlich jedoch erscheint die Aussicht auf eine schneller wachsende Arbeitsproduktivität, die aus der Automatisierung einfacher (und zunehmend auch qualifizierter) Tätigkeiten resultieren würde, keineswegs als Bedrohung.

Gerade für Deutschland, das in den nächsten zwei Jahrzehnten so stark vom demografischen Wandel betroffen sein wird wie kaum ein anderes Land, könnte sich eine Beschleunigung des Produktivitätswachstums positiv auswirken. Bis zum Jahr 2030 ist – unter Annahme eines positiven Wanderungssaldos von 100.000 Personen jährlich – mit einem Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials um etwa 14 Prozent zu rechnen (Fuchs et al., 2011). Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS, 2013) erwartet einen etwas geringeren Rückgang von nur gut 10 Prozent auf 39,2 Millionen Erwerbspersonen im Jahr 2030. Eine deutlich höhere Zuwanderung – wie aktuell – würde in den kommenden Jahren zu einem leichten Anstieg der Gesamtbevölkerung führen (Deschermeier, 2016) und den Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials bis 2030 bremsen, kann den demografischen Trend aber unter realistischen Annahmen nicht dauerhaft umkehren (Fuchs et al., 2015).

Durch die wachsende Akademisierung sinkt die Zahl der dual ausgebildeten Fachkräfte besonders stark. Deren ausgeübte Funktionen haben – neben denen der Geringqualifizierten – das größte Potenzial für eine Automatisierung. Bis 2030 droht ein Rückgang der dual ausgebildeten Arbeitskräfte um bis zu 15 Prozent oder 3,5 Millionen (Helmrich et al., 2013), sofern man nicht eine sehr starke Steigerung der Ausbildungsbeteiligung unter den Geringqualifizierten annimmt, wie das Bundesarbeitsministerium in seiner Arbeitsmarktprognose 2030 (BMAS, 2013) es tut. Es erfordert einen starken Anstieg der Arbeitsproduktivität, speziell durch Automatisierung, wenn massive Engpässe bei der Besetzung von Stellen und damit verbundene Produktionsausfälle und Wachstumseinbußen vermieden werden sollen.

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich der Anstieg der Arbeitsproduktivität in vielen entwickelten Volkswirtschaften trotz einsetzender Digitalisierung auf

Unternehmensebene jedoch kontinuierlich verlangsamt. Das Produktivitätswachstum in Deutschland sank von rund 3,8 Prozent in den 1970er Jahren über gut 2 Prozent in den 1980er Jahren auf nur noch etwa 1 Prozent seit dem Jahr 2000 (OECD, 2016). Soll der Rückgang der Erwerbstätigenzahl das ohnehin schwache Potenzialwachstum Deutschlands – die Rate lag zuletzt bei circa 1,2 Prozent pro Jahr (Deutsche Bundesbank, 2012) – nicht in Richtung der Null-Prozent-Schwelle drücken, ist eine kräftige Erhöhung der Arbeitsproduktivität notwendig. Dies erscheint nur durch einen umfassenden Digitalisierungsschub der deutschen Wirtschaft plausibel erreichbar. Grund zur Hoffnung geben einzelne Unternehmen in praktisch allen Wirtschaftssektoren, denen in den Jahren seit 2000 entgegen dem gesamtwirtschaftlichen Trend beträchtliche Produktivitätszuwächse gelungen sind (Mann, 2016). Zu den gesamtwirtschaftlichen Chancen des Digitalisierungsprozesses zählen auch eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland und eine erhöhte Flexibilität der Wirtschaft im globalen Wettbewerb sowie mögliche Qualitätssteigerungen (ifaa, 2015, 27).

Im industriellen Bereich erlauben Industrie-4.0-Lösungen neben einer höheren Produktivität der Hauptinputfaktoren Arbeit und Kapital auch eine höhere Energie- und Ressourceneffizienz. Insgesamt erwarten die von Geissbauer et al. (2014) befragten 235 Industrieunternehmen eine Effizienzsteigerung ihrer Fertigung um 3,3 Prozent pro Jahr bis 2020, was sich auf ein Effizienzpotenzial von 18 Prozent summiert. Hierzu sind – hochgerechnet auf die gesamte Industrie – Investitionen in Höhe von mehr als 40 Milliarden Euro jährlich notwendig (Geissbauer et al., 2014, 12).

Bezogen auf die Gesamtwirtschaft wird in einer Studie der DZ Bank (Nigsch, 2016) bis zum Jahr 2025 ein Anstieg der Produktivität um 12 Prozent erwartet – ein deutlich geringerer Wert als für die Industrie, wo für manche Branchen (Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemie) bis 2025 sogar ein Produktivitätsfortschritt von 30 Prozent prognostiziert wird. Offenbar wird die Digitalisierung in Deutschland derzeit noch vorwiegend als Industriethema (Industrie 4.0) angesehen, während zum Beispiel Frey/Osborne (2013) für die USA beträchtliche Rationalisierungspotenziale und damit auch Produktivitätsfortschritte gerade bei Bürotätigkeiten erwarten. Diese Sicht scheinen manche hiesige Befragungen zu bestätigen: So sagten 74 Prozent der Unternehmen im Cloud-Monitor

(KPMG/Bitkom, 2016), dass die Cloud-Nutzung zu einer besseren Performance der IT-Leistungen geführt habe.

Die erhebliche Steigerung der Effizienz der Produktion, vor allem in der Industrie, muss jedoch nicht zu einer Verringerung der benötigten Inputfaktoren – insbesondere Arbeit – in gleicher Höhe führen, da mit Digitalisierung und Industrie-4.0-Technologien auch erhebliche zusätzliche Wertschöpfungspotenziale verbunden sind.

4.2 Einzelwirtschaftliche Potenziale im Mittelstand

Die analysierten Studien weisen große Unterschiede bei der Methodik und dem Untersuchungsobjekt auf. Auf Basis der Studien lassen sich die einzelwirtschaftlichen Chancen grob in zwei Bereiche einteilen: Zum einen sollen auf mehrerlei Art Effizienzsteigerungen erreicht werden. Zum anderen sollen neue Umsatzpotenziale durch einen größeren Kundennutzen und durch neue Geschäftsmodelle erschlossen werden.

Effizienzsteigerung durch Digitalisierung der Wertschöpfungskette

Eine Steigerung der Effizienz bedeutet einen verbesserten Einsatz der gegebenen Ressourcen. Wichtig in diesem Zusammenhang sind das Sammeln und die zielgerichtete Nutzung von betrieblichen Daten. Dadurch lassen sich Prozesse transparent machen, um sie besser mit anderen Prozessen abzustimmen und die Abläufe insgesamt zu optimieren. Belastungsspitzen und Unterauslastungen können so vermieden werden. Durch die datenbasierte Analyse der Prozesse können die Produktionsinputs zielgenauer eingesetzt und die Maschinen besser ausgelastet sowie überwacht werden. Das trägt zur Verringerung der Material-, Instandhaltungs- und Fertigungskosten bei (BMW, 2015c). Über eine bessere Abstimmung der Prozesse lassen sich Kosten sparen, zum Beispiel bei der Logistik. Die Effizienzsteigerung und somit die Kostenreduktion wird in der Mehrheit der Studien als zentrale Chance der Digitalisierung erachtet.

Mittelständische Unternehmen sind geprägt von ihrer Stellung in unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten, bei denen enge Verbindungen zu anderen Unternehmen bestehen, insbesondere zu Kunden und Lieferanten. Trotz fortschreitender Digitalisierung innerhalb der Unternehmen sind die

Schnittstellen zwischen den unterschiedlichen Akteuren in den Wertschöpfungsketten oft noch nicht digitalisiert (Deloitte, 2013, 5). Hier bestehen große Potenziale für die schnellere Abwicklung von Aufträgen und die Erhöhung der Produktivität durch die vollständige Digitalisierung entlang der gesamten Kette (vgl. Kapitel 5.4). In einer Befragung von 302 mittelständischen Unternehmen aus Deutschland und aus acht weiteren europäischen Ländern durch Jeschke/Löwer (2015) rechneten sich 59 Prozent der deutschen Unternehmen – und somit ein höherer Anteil als in den anderen acht Ländern – Chancen aus durch eine bessere Kontrolle ihrer Wertschöpfungskette. In der Studie der Commerzbank (2016) sahen 51 Prozent der 4.000 befragten mittelständischen Unternehmen einen konkreten Nutzen digitaler Technologien in der Vernetzung der Wertschöpfungskette. 61 Prozent sahen einen Nutzen in der besseren Planung und Steuerung der betrieblichen Abläufe.

Funktional verschieben sich die Chancen der Digitalisierung im Verarbeitenden Gewerbe von der Automatisierung der Produktion, die schon relativ weit fortgeschritten (aber bei weitem nicht ausgereizt) ist, hin zum Faktor Information. In den Bereichen der Geschäftsprozesse und der Kundenbeziehungen geht die Verschiebung in Richtung einer durchgehend digitalisierten Wertschöpfungskette. Die PwC-Studie zu Industrie 4.0 mit einer Befragung von 235 Industrieunternehmen ergab, dass im Jahr 2020 rund 80 Prozent der vertikalen Wertschöpfungsketten und 86 Prozent der horizontalen Kooperationen digitalisiert sein dürften (Geissbauer et al., 2014, 12).

Produktivitätssteigerung durch Digitalisierung

Mit 60 Prozent ist der Anteil der deutschen Unternehmen, die laut Jeschke/Löwer (2015) ein generelles Potenzial zur Erhöhung der Produktivität durch Industrie 4.0 sehen, etwas geringer als der Anteil von 69 Prozent der vom Bitkom (2016c) befragten Anwender und Planer von Industrie-4.0-Anwendungen in Unternehmen ab 100 Mitarbeitern, die Prozessverbesserungen erwarten. In der Bitkom-Studie folgen in den Anteilen der Nennungen eine verbesserte Kapazitätsauslastung (57 Prozent) und geringere Produktionskosten (44 Prozent).

Unternehmen, die sich bereits mit Industrie 4.0 befasst haben, sehen sogar zu drei Vierteln erhebliche Produktivitätspotenziale (Jeschke/Löwer, 2015). Als

wichtigste interne Treiber der Digitalisierung, die gleichzeitig Chancen sind, nennen in der Befragung von Deloitte 76 Prozent der Unternehmen eine Verbesserung der Prozesse und nur 22 Prozent eine Optimierung der Kostenstruktur (Deloitte, 2013). In einer Studie von GfK Enigma (2014) für die DZ Bank bezeichnen jedoch zwei Drittel der 1.000 befragten Mittelständler (0,5 bis 125 Millionen Euro Umsatz) Kosteneinsparungen durch effizientere Prozesse als größte Chance der Digitalisierung. Eine ähnlich große Anzahl erwartet eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit. Wettbewerbsvorteile stehen auch für die von der HWK Köln (2015) befragten Handwerksbetriebe im Mittelpunkt ihrer Digitalisierungsmaßnahmen, allerdings nur für 35 Prozent der Antwortenden.

Laut dem Mittelstandspanel von BDI/PwC (2015) rechnen 83 Prozent der Unternehmen mit einer Vereinfachung ihrer Arbeitsabläufe, was als Effizienzgewinn aufzufassen ist. Hohe Effizienzgewinne durch Digitalisierung erwartet auch die Mehrzahl der 4.000 mittelständischen Unternehmen mit Umsätzen von 2,5 bis über 100 Millionen Euro, die von der Commerzbank (2015) zu ihrer Zukunftsorientierung und Offenheit gegenüber digitalen Technologien befragt wurden. In einer Situation mit scharfem Verdrängungswettbewerb und immer schnelleren Produkt- und Innovationszyklen werde die Digitalisierung der Prozesse zu einem Effizienztreiber, gaben zwei Drittel der Unternehmen an. Für 43 Prozent steht die Kostensenkung, für 40 Prozent die Steigerung der Produktivität in den nächsten fünf Jahren im Mittelpunkt (Commerzbank, 2015, 15 f.). In der Folgebefragung im Jahr 2016 (Commerzbank, 2016) sahen 47 Prozent einen Nutzen digitaler Technologien in der Kostensenkung.

Erhöhung der Energie-, Material- und Rohstoffeffizienz

Die Digitalisierung der Wertschöpfungskette bietet den Unternehmen durch die Prozessoptimierung Einsparmöglichkeiten im Bereich des Energieverbrauchs und der eingesetzten Materialien und Rohstoffe (Geissbauer et al., 2014). Ein Drittel der von der Commerzbank (2015) befragten Unternehmen sieht noch erhebliche Einsparpotenziale durch eine höhere Energieeffizienz, allerdings nicht nur im Zusammenhang mit der Digitalisierung. Die stärksten Fortschritte werden im Einzelhandel erwartet, nicht im Verarbeitenden Gewerbe, in dem Effizienzthemen schon seit Jahren ganz oben auf der Agenda stehen. Einsparpotenziale gibt es auch bei natürlichen Ressourcen. Für die Landwirtschaft wird erwartet, dass durch die Digitalisierung die Ernte effizienter orga-

nisiert, die Böden geschont und insgesamt die Erträge gesteigert werden können (Bitkom, 2016a).

Erhöhung von Flexibilität und Transparenz

Im Kontext der Steigerung von Produktivität und Effizienz der Produktion sind auch die Resultate des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (Ganschar et al., 2013) zu betrachten. Die Studie stellt die starke Erhöhung der Produktionsflexibilität durch Industrie-4.0-Anwendungen ins Zentrum der Ergebnisse einer Befragung unter 661 Industrieunternehmen und 21 Experten. In der Untersuchung von GfK Enigma (2014) nennen 61 Prozent flexiblere Prozesse durch Industrie 4.0 als Treiber von Innovationen im Unternehmen.

Durch eine verbesserte Transparenz erwarten laut BMWi (2015c) mehr als 60 Prozent der Unternehmen ebenfalls neue Möglichkeiten zur Flexibilisierung der Produktion im Rahmen einer Auslagerung von Geschäftsprozessen. So nutzen bereits heute 54 Prozent der Unternehmen Cloud-Computing (KPMG/Bitkom, 2016).

Digitale Geschäftsmodelle, neue Produkte und Dienstleistungen

Neben einer Verbesserung der Prozesse durch die Digitalisierung bieten auch neue, digitale Geschäftsmodelle, die einen höheren Kundennutzen generieren und Produkte sowie Dienstleistungen revolutionieren können, große Chancen für den Mittelstand (Commerzbank, 2015; 2016; Geissbauer et al., 2014, 16). Durch zusätzliche Absatzfelder lassen sich Umsatzsteigerungen erzeugen. Dies kann auf verschiedenen Wegen geschehen. Die Unternehmen erwarten eine zunehmende Bedeutung von Internetplattformen, bei deren Benutzung sich eine größere und eventuell auch internationalere Zielgruppe erreichen ließe. So sehen 71 Prozent der Handwerker laut ZDH (2014) für sich eine Chance in der weiteren Verbreitung der Onlineplattformen.

Laut Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) und McKinsey ist für 70 Prozent der Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau die Verlagerung der Nachfrage weg aus Europa ein relevantes Thema, dem sie mehr Chancen als Risiken zusprechen (VDMA/McKinsey, 2014). Die Unternehmen rechnen auch mit einer Veränderung der Produkte und Dienstleistungen: Der Fokus verschiebt sich vom bloßen Produkt zu einem ganzheitlichen Angebot.

Im Mittelstandspanel von BDI/PwC (2015) sehen 44 Prozent der Unternehmen einen Nutzen der Digitalisierung für Produkt- und Dienstleistungsinnovationen sowie 29 Prozent einen Nutzen für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Bei der Studie von VDMA/McKinsey (2014) halten 41 Prozent die Revolutionierung von Produkten und Produktionsprozessen durch technologische Innovation für relevant und sehen dies meist als Chance.

Die nicht nur vertikale, sondern zunehmend auch horizontale Kooperation von digitalisierten Unternehmen erlaubt eine passgenauere Erfüllung von Kundenanforderungen durch eine schnellere Veränderung und eine größere Ausdifferenzierung des Produkt- und Serviceangebots in neuen Geschäftsmodellen (Geissbauer et al., 2014). Eine Studie von Wieselhuber & Partner und des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (Emmrich et al., 2015) für den deutschen Maschinenbau ergibt aber bislang eine nur geringe Quote an Unternehmen (15 Prozent), die sich mit der Weiterentwicklung ihrer Geschäftsmodelle oder mit neuen, digitalen Geschäftsmodellen befassen.

Die Chancen aus digitalen Geschäftsmodellen sind also noch ein Zukunftsthema im Mittelstand. In der Studie der Commerzbank (2016) stellten sich nur 18 Prozent der 4.000 Unternehmen als Vorreiter mit digitalen Geschäftsmodellen heraus. Immerhin bei 37 Prozent der von Deloitte (2013) Befragten hat es in den vergangenen drei Jahren einen deutlichen Wandel des Geschäftsmodells gegeben. In der Untersuchung von Jeschke/Löwer (2015) gaben 47 Prozent der deutschen und 54 Prozent der europäischen Unternehmen an, große Potenziale in der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle aufgrund von Industrie 4.0 zu sehen.

Die in den Studien am häufigsten genannte Digitalisierungschance für Unternehmen ist die Individualisierung der Produkte für den Kunden. Im Handwerk betrachten 73 Prozent die steigende Individualisierung als Chance (ZDH, 2014). Insbesondere erweiterte oder neue Dienstleistungen und digitale Plattformen bieten Möglichkeiten für Handwerksunternehmen (Welzbacher et al., 2015). 74 Prozent der Befragten im Maschinen- und Anlagenbau (VDMA/McKinsey, 2014) halten die Individualisierung für relevant und betrachten sie überwiegend als gute Chance. In der Umfrage des Bitkom (2016c) erhoffen sich 50 Prozent der Industrieunternehmen eine schnellere Umsetzung individueller Kundenwünsche.

Auf Basis der analysierten Studien lässt sich zusammenfassend sagen, dass die Chancen, die sich aus der Digitalisierung ergeben – sowohl in der Prozessoptimierung als auch in der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle –, bislang noch überwiegend ungenutzt bleiben. Auffällig ist, dass von den 46 untersuchten Studien zur Digitalisierung der deutschen Wirtschaft und des Mittelstands deutlich weniger Studien die Chancen der Digitalisierung thematisieren und im Detail analysieren, als dies im Bereich der Herausforderungen und Hemmnisse der Fall ist. Entweder werden die Potenziale mehrheitlich als offensichtlich angesehen oder die Studieninitiatoren halten die mit der Digitalisierung auftretenden Probleme für wichtiger.

5 Hemmnisse für Digitalisierung

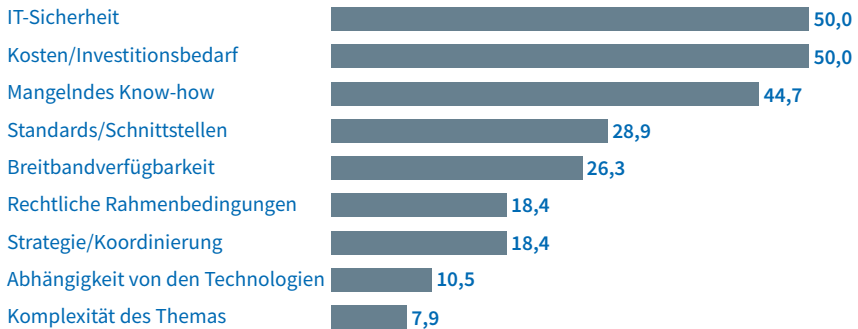
In diesem Kapitel werden die Hemmnisse untersucht, die den digitalen Wandel in den mittelständischen Unternehmen in Deutschland verlangsamen. In 38 der im Rahmen dieser Analyse betrachteten 46 Studien werden Barrieren für die Digitalisierung im Mittelstand diskutiert (vgl. die tabellarische Übersicht der Studien im Anhang). Oft ist das Studiendesign so angelegt, dass Unternehmen oder Experten bestimmte Barrieren zur Auswahl vorgelegt werden und sie selbst keine eigenen angeben können. Dementsprechend werden manche Hemmnisse vernachlässigt; die Ergebnisse sind aus diesem Grund mit Vorsicht zu interpretieren.

Abbildung 3 fasst die Hemmnisse und die jeweiligen prozentualen Nennungen zusammen. Die hohen Investitionen digitaler Innovationen erwähnt die Hälfte der 38 hier herangezogenen Studien als Hemmnis. Ebenfalls die Hälfte nennt die Anforderungen an die IT-Sicherheit, insbesondere an den Datenschutz, als Digitalisierungshürde. Ein Mangel an qualifiziertem Personal wird in 45 Prozent der Studien als Barriere gesehen. Fehlende Standards und die zunehmende Anzahl an Schnittstellen machen bei knapp 30 Prozent der Studien den Unternehmen zu schaffen; Standards und eine Lösung der Schnittstellenproblematik sind eine entscheidende Voraussetzung für eine unternehmensübergreifende Digitalisierung der Wirtschaft. Die mangelnde Breitbandverfügbarkeit stellt laut einem guten Viertel der Studien ein Problem dar. Der hohe Koordi-

Digitalisierungshemmnisse

Abbildung 3

Anteil der Studien, die das jeweilige Hemmnis nennen, an allen Studien (38), in Prozent



Daten: <http://link.iwkoeln.de/298798>

Eigene Darstellung



nierungsbedarf sowie die nötige Strategieplanung werden in knapp einem Fünftel der Studien als Barriere genannt. Rechtsunsicherheit als Hemmnis kommt in 18 Prozent der untersuchten Analysen vor. Als sonstige Hürden werden die Angst vor der Abhängigkeit von den Technologien (11 Prozent) und die Komplexität der Technologien (8 Prozent) genannt. Im Folgenden wird auf die einzelnen Hemmnisse detaillierter eingegangen.

5.1 Hohe Anforderungen an die IT-Sicherheit

Datenschutz und Datensicherheit spielen eine entscheidende Rolle im digitalen Wandel. Je mehr und je intensiver Prozesse, Maschinen und Menschen miteinander verbunden sind, desto eher können sie angegriffen werden. Sogenannte Cybercrimes umfassen den Diebstahl von Kunden- und Angestellten-daten, von organisatorischen und operativen Geschäftsdaten, von technisch-maschinellen Steuerungsdaten, von Innovations- und Entwicklungsdaten (Industriespionage) sowie die Löschung, Sperrung, Störung und Manipulation von Daten (Gaycken/Hughes, 2015).

Die Vernetzung über den gesamten Wertschöpfungsprozess hinweg erfordert ein hohes Level an unmittelbarer IT-Sicherheit (Virens Scanner, Firewalls, regelmäßige Updates, Angriffserkennungssysteme, Datenverschlüsselung), an or-

organisatorischer Sicherheit (Zugriffsregelungen, Notfallmanagement), an personeller Sicherheit (Mitarbeiterschulungen, Sicherheitskultur im Unternehmen) sowie an Sicherheitszertifizierungen. Sicherheitsaspekte müssen beispielsweise schon beim Design intelligenter Produktionsanlagen berücksichtigt werden (Ganschar et al., 2013). Da Digitalisierung Unternehmensgrenzen überwindet, muss auch die IT-Sicherheit zunehmend unternehmensübergreifend organisiert werden. Die Organisation der IT-Sicherheit über das Setzen einheitlicher Standards ist jedoch oft mangelhaft. Darüber hinaus gibt es zahlreiche technische Implementierungsprobleme, die verhindern, dass bestehende Empfehlungen für IT-Sicherheitsmaßnahmen in Wertschöpfungsnetzwerken der Industrie 4.0 realisiert werden (BMW, 2016b).

Laut Branchenverband Bitkom (2015) sind gut 50 Prozent aller Unternehmen in Deutschland im Zeitraum 2013/2014 Opfer von IT-Kriminalität geworden – Tendenz steigend. Mittelständler sind mit über 60 Prozent besonders stark von Spionage- und Sabotageakten sowie von Datendiebstahl betroffen. Der direkte finanzielle Verlust beläuft sich auf etwa 51 Milliarden Euro pro Jahr für die deutsche Wirtschaft. Dazu kommen indirekte Schäden wie ein Vertrauensverlust unter den Kunden. Eine PwC-Studie (Bussmann et al., 2016) ergibt, dass unter Einbeziehung von Verdachtsfällen 47 Prozent der Unternehmen in der jüngeren Vergangenheit von E-Crime und 57 Prozent von klassischer Wirtschaftskriminalität betroffen waren. Am häufigsten sind (ohne die Verdachtsfälle): Computerbetrug (13 Prozent), Manipulation von Konto- und Finanzdaten (11 Prozent) sowie Ausspähen und Abfangen von Daten (9 Prozent).

Viele Mittelständler verfügen nicht über das notwendige Wissen und die Ressourcen, um zu identifizieren, wo Sicherheitsprobleme liegen und wie sie sich schützen können. Auffallend viele von ihnen wiegen sich in Sicherheit. Bei einer lokalen Studie der Handwerkskammer zu Köln antworteten 65 Prozent der Handwerksbetriebe auf die Frage, ob ihnen die rechtlichen Aspekte und die Anforderungen an die Datensicherheit bei der Digitalisierung bekannt seien, mit Ja (HWK Köln, 2015). Bei Berliner Unternehmen fühlen sich 55 Prozent für die Gewährleistung von IT-Sicherheit und Datenschutz gut oder sehr gut gerüstet (IHK Berlin, 2015). Für 64 Prozent der Hamburger Unternehmen hingegen sind die Anforderungen an IT-Sicherheit ein Digitalisierungshemmnis, vor allem unter größeren Industrieunternehmen (Rische et al., 2015).

In vielen Studien erachten die Befragten die IT-Sicherheit als wichtig. Beispielsweise sind sich 90 Prozent der Unternehmen einer GfK-Studie (GfK Enigma, 2014) bewusst, dass digitale Technologien mit stärkeren Anforderungen an die Datensicherheit einhergehen. Knapp die Hälfte befürchtet Ideenklau durch unsachgemäßen Einsatz digitaler Technologien und durch Sabotage. Dementsprechend viele Unternehmen und Branchenexperten nennen mangelnde IT-Sicherheit als große Hürde für den digitalen Wandel.

Laut DIHK-Unternehmensbarometer (DIHK, 2015a) empfinden 59 Prozent von fast 1.900 befragten Unternehmen die Anforderungen an die IT-Sicherheit als Hemmnis. Unter Industrieunternehmen mit 500 bis 999 Mitarbeitern führt mit 73 Prozent der höchste Anteil mangelnde IT-Sicherheit als Hemmnis an. Im Gegensatz dazu ist für nur ein Fünftel der von PwC (Geissbauer et al., 2014) befragten Industrieunternehmen Unklarheit bezüglich der Datensicherheit eine Herausforderung. Eine weitere PwC-Studie (Bussmann et al., 2016) zeichnet ein anderes Bild: Demnach zögern 40 Prozent der forschungsintensiven Unternehmen aufgrund hoher E-Crime-Risiken beim Schritt in Richtung Industrie 4.0. Neben der Auswahl der befragten Unternehmen könnte auch die Art der Fragestellung zu einer eher positiven oder eher negativen Sicht auf die eigene IT-Sicherheit führen und auf die gefühlte Fähigkeit, den Herausforderungen der Zukunft zu begegnen.

Von den Unternehmen der Landwirtschaftsbranche sehen 38 Prozent die Anforderungen an Datensicherheit als Barriere (Bitkom, 2016a). In einer anderen Bitkom-Umfrage (Bitkom, 2016d) haben die Firmen ähnliche Sicherheitsbedenken: Jeweils etwa 40 Prozent haben Angst vor Datenverlust und dem Zugriff auf sensible Daten. Unter größeren Industrieunternehmen (ab 100 Mitarbeiter) empfinden 55 Prozent die Anforderungen an den Datenschutz und 51 Prozent die Anforderungen an die Datensicherheit als Hemmnis für den Einsatz von Industrie-4.0-Anwendungen (Bitkom, 2016c). Ähnlich viele Sicherheitsbedenken aufseiten der Befragten finden das IW-Unternehmensbarometer (51 Prozent; IW Köln/IW Consult, 2016) sowie eine europäische Studie (49 Prozent; Jeschke/Löwer, 2015). Auch eine Untersuchung der Commerzbank zeigt, dass rund die Hälfte der Unternehmen Sicherheitsrisiken und Probleme beim Datenschutz als Hemmnis sieht, vor allem jene Befragten, die bereits digitale Innovationen umsetzen (Commerzbank, 2015).

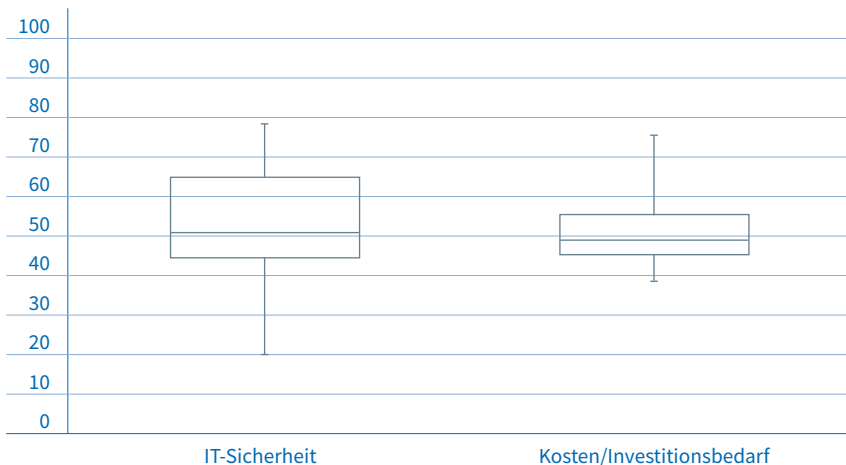
Einen deutlich höheren Wert verzeichnet das BDI/PwC-Mittelstandspanel (BDI/PwC, 2015): Demnach hemmen für 73 Prozent der befragten mittelständischen Industrieunternehmen Sorgen um die Datensicherheit den Digitalisierungsprozess. Ähnlich wie in der Commerzbank-Studie beschäftigen sich Unternehmen, die bereits heute einen mittleren bis sehr hohen Digitalisierungsgrad aufweisen, deutlich häufiger mit Themen wie Industriespionage und Datendiebstahl als Unternehmen mit einem niedrigen Digitalisierungsgrad. Exportierende Unternehmen sind eher sicherheitsbewusst als binnenmarktorientierte Unternehmen (BDI/PwC, 2015, 26).

Eine Studie des ZEW (2015) präzisiert das Sicherheitsproblem für die digitale Technologie des Cloud-Computings: 78 Prozent der befragten Unternehmen vor allem aus dem Verarbeitenden Gewerbe gaben an, die Nutzung von Cloud-Computing führe zu Problemen mit der Datensicherheit. Laut DIHK (2016) ist die IT-Sicherheit der größte Unsicherheitsfaktor bei der Cloud-Nutzung, gefolgt von rechtlichen Unsicherheiten.

Boxplot zu IT-Sicherheit und Kosten/Investitionsbedarf

Abbildung 4

Anteile der Unternehmen, die in den analysierten 19 Studien hohe Anforderungen an die IT-Sicherheit beziehungsweise hohe Kosten/hohen Investitionsbedarf als Hemmnisse nennen



Die Abschnitte zeigen jeweils Minimum, erstes Quartil, Median, drittes Quartil und Maximum.

Daten: <http://link.iwkoeln.de/298799>

Eigene Darstellung

Die hohen Anforderungen an die IT-Sicherheit sind den betrachteten Studien zufolge ein Digitalisierungshemmnis vor allem für größere mittelständische Industrieunternehmen, für bereits teilweise digitalisierte Unternehmen sowie für exportierende Unternehmen. Abbildung 4 fasst die Ergebnisse zum Thema IT-Sicherheit sowie zum Thema Kosten (vgl. Kapitel 5.2) in Form von Kastengrafiken (Boxplots) zusammen, aus welcher sich der Median und die Streuung der Ergebnisse ablesen lassen. Bei der IT-Sicherheit (linker Boxplot) liegt der Median bei 51 Prozent. Die Werte liegen zwischen 20 und 78 Prozent.

5.2 Hohe Kosten/hoher Investitionsbedarf

Innovationen erfordern Investitionen. Der Investitionsbedarf bei digitalen Technologien erstreckt sich oftmals auf die gesamte Wertschöpfungskette. Er beinhaltet darüber hinaus nicht nur die Innovationen selbst, sondern auch flankierende Maßnahmen etwa zur IT-Sicherheit. Digitale Innovationen sind zudem oftmals mit kostenintensiven Schulungsmaßnahmen verbunden. Gleichzeitig ist der tatsächliche Investitionsbedarf gerade für mittelständische Unternehmen vorab schwer abschätzbar, da die Digitalisierung der Wertschöpfungskette von großer Komplexität gekennzeichnet ist.

Häufig stufen mittelständische Unternehmen die Investitionskosten mittelfristig höher ein als den erwarteten Ertrag, der sich aus dem Umsatzwachstum generieren lässt (Geissbauer et al., 2014). Die Unternehmen stehen vor der schwierigen Aufgabe, die wirtschaftlichen Erträge der Digitalisierung ex ante abzuschätzen (BMW, 2015c). Aufgrund der nicht unerheblichen Netzwerkeffekte, die aus der Abhängigkeit der unternehmensspezifischen Erträge vom Grad der Digitalisierung anderer Unternehmen entstehen, ist die Profitabilität oft unklar (DIN/DKE, 2015). Unsichere Erfolgsaussichten und hohe Misserfolgsraten sind für gut ein Drittel der 4.000 befragten Mittelständler der Commerzbank-Studie ein Problem bei der Planung des digitalen Wandels (Commerzbank, 2015).

Generell behindern fehlende Ressourcen KMU stärker im Digitalisierungsprozess als Großunternehmen (BMW, 2015c). Insgesamt stufen sechs von zehn Unternehmen die erforderlichen Investitionen in die Digitalisierung als zu hoch ein (Bitkom, 2016d). Die Werte der Studien fallen jedoch sehr unterschiedlich

aus. Laut EY (2016) klagen vor allem Industrie- und Dienstleistungsunternehmen über fehlende finanzielle Ressourcen. Der DIHK (2015a) ermittelt unter den Finanz- und den Verkehrsunternehmen die meisten Finanzierungslücken: Jeweils 49 Prozent geben hohe Investitionskosten als Digitalisierungshemmnis an; insgesamt sind die Kosten für 39 Prozent der Unternehmen ein Problem. Unternehmen der Landwirtschaft sagen zu 76 Prozent, dass hohe Investitionskosten gegen den Einsatz digitaler Technologien sprächen (Bitkom, 2016a).

Unter größeren Industrieunternehmen (ab 100 Mitarbeiter) wird das Hemmnis der Kosten als ähnlich stark wie in der Landwirtschaft empfunden: 75 Prozent geben an, hohe Investitionskosten seien eine Hürde für den Einsatz von Industrie-4.0-Anwendungen (Bitkom, 2016c). Verglichen mit diesen Werten, sehen im IW-Unternehmensbarometer – mit nur knapp 40 Prozent – weniger Unternehmen die Kosten als Hindernis (IW Köln/IW Consult, 2016). Die Commerzbank (2015) stellte fest, dass die Hälfte der 4.000 befragten Unternehmen den hohen Investitionsbedarf als Problem bei der Gestaltung des digitalen Wandels auffasst. Besonders jene sind betroffen, die bereits digitale Technologien aktiv aufgreifen, ein- und umsetzen. Der unklare wirtschaftliche Nutzen bei zugleich hohem Investitionsbedarf ist laut PwC-Studie (Geissbauer et al., 2014) für 46 Prozent der Industrieunternehmen die zentrale Herausforderung. Vor allem für vernetzte Prozesse und Produkte wird der Investitionsbedarf als Hemmnis betrachtet (DIHK, 2016).

Der Kostenaufwand ist den Studien zufolge für viele Branchen ein Digitalisierungshemmnis. Klare Tendenzen, für welche Branche oder Firmengröße die Belastung besonders stark ist, gibt es nicht. Die rechte Seite von Abbildung 4 (vgl. Kapitel 5.1) fasst die Resultate zum Thema Kosten/Investitionsbedarf in einem Boxplot zusammen. Der Median liegt bei 49 Prozent, also leicht unter dem der IT-Sicherheit. Im Vergleich zur IT-Sicherheit ist die Streuung der Werte deutlich geringer, das Ergebnis der Studien also einheitlicher.

5.3 Fehlendes Know-how

Der Mangel an technisch versiertem Personal stellt eine zentrale Hürde für den digitalen Fortschritt im Mittelstand dar. Nicht ausreichend weitergebildete Mitarbeiter oder nicht vorhandene Fachkräfte erschweren die Entwicklung und

Durchsetzung von Innovationen. Der digitale Wandel verändert die Anforderungen an die Mitarbeiter über sämtliche Wertschöpfungsstufen hinweg, denn Prozesse werden durch die Digitalisierung agiler und datengetriebener (Hammermann/Stettes, 2016). Zahlreiche Mitarbeiter müssen erst für Industrie-4.0-Technologien qualifiziert werden (Ganschar et al., 2013). Auch steigt der Bedarf an Datenanalysten und IT-Spezialisten (Geissbauer et al., 2014). Die Struktur der Ausbildung ist in Deutschland weitgehend noch nicht auf die Digitalisierung eingestellt, was auch mittel- und langfristige Fachkräftengpässe führen wird. 56 Prozent der Unternehmen einer GfK-Studie sind der Meinung, dass IT-Fachkräfte schwer zu rekrutieren seien (GfK Enigma, 2014).

Mehr als 66 Prozent der deutschen Mittelständler berichten von Fachkräftemangel (DIHK, 2015b). Laut Bitkom (2016e) verfügen lediglich 58 Prozent der Unternehmen über die erforderlichen Mitarbeiter, um die Digitalisierung voranzutreiben, mittlere Unternehmen (100 bis 499 Mitarbeiter) eher als kleine Unternehmen (unter 100 Mitarbeiter).

Laut DIHK-Unternehmensbarometer (DIHK, 2015a) empfinden 39 Prozent der befragten knapp 1.900 Unternehmen die unzureichende Kompetenz der Mitarbeiter als Hemmnis für die Digitalisierung. Vor allem das Baugewerbe (52 Prozent) sowie Unternehmen mit 20 bis 249 Mitarbeitern sind betroffen. In der Finanzwirtschaft sieht knapp ein Drittel fehlende Qualifikationen als Problem. Laut Bitkom (2016d) klagen vor allem Unternehmen aus Handel, Chemie-/Pharma-/Lebensmittelindustrie sowie IT/Beratung über mangelndes Personal für die Digitalisierung (jeweils etwa die Hälfte der Befragten). Von den in der Landwirtschaft tätigen Unternehmen sehen 47 Prozent den Fachkräftemangel als Digitalisierungshemmnis (Bitkom, 2016a). Ein gleich hoher Wert resultiert aus einer Studie unter 300 europäischen Unternehmen aller Branchen (Jeschke/Löwer, 2015).

Unter Industrieunternehmen ab 100 Mitarbeitern empfinden 53 Prozent den Mangel an Fachkräften als Hürde für den Einsatz von Industrie-4.0-Anwendungen (Bitkom, 2016c). Deutlich weniger, nämlich 41 Prozent, sehen laut IW-Unternehmensbarometer fehlendes Fachwissen als Hemmnis, darunter vor allem jene Unternehmen, die noch nicht aktiv sind beim Thema Industrie 4.0 (IW Köln/IW Consult, 2016). Die unzureichende Qualifikation der Mitarbeiter

ist für ein Drittel der von PwC befragten Industrieunternehmen eine der zentralen Herausforderungen (Geissbauer et al., 2014). Laut EY (2016) klagen besonders Handels-, Bau- sowie Energieunternehmen über fehlendes Know-how und Personalmangel. Einer GfK-Studie zufolge halten insbesondere Unternehmen der Ernährungsbranche sowie umsatzstarke Unternehmen ihre Mitarbeiter für qualifiziert genug (GfK Enigma, 2014).

Die Studie von BDI/PwC (2015, 28) zeigt, dass die Einschätzung des Personal mangels von der Unternehmensgröße abhängig ist: Industrieunternehmen mit 100 und mehr Beschäftigten sehen im fehlenden Know-how ihrer Mitarbeiter deutlich häufiger Schwierigkeiten als kleinere Unternehmen (Durchschnitt aller Unternehmen: 45 Prozent). Das bestätigt auch eine Hamburger Lokalstudie (Rische et al., 2015), bei der speziell Industrieunternehmen mit mindestens 250 Mitarbeitern die unzureichende Kompetenz der Mitarbeiter bemängeln (53 Prozent, Durchschnitt: 42 Prozent).

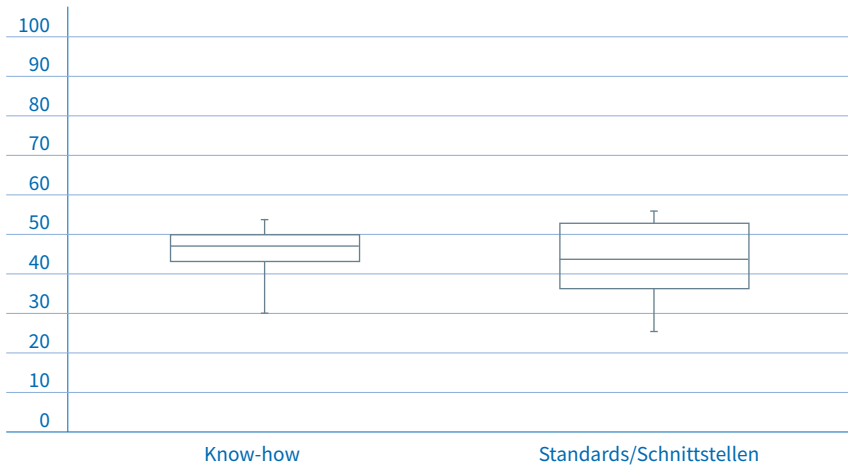
Die positive Korrelation von Personal mangel und Unternehmensgröße ist nicht unstrittig: Laut Rammer et al. (2005, 29) haben gerade kleine und mittelgroße Unternehmen häufig einen Nachteil am Angebotsmarkt für Hochqualifizierte, da sie als weniger attraktive Arbeitgeber gelten. Das Personal in KMU reiche oft nicht aus, um neben dem Tagesgeschäft Innovationsentscheidungen zu koordinieren. Es ist anzunehmen, dass größere Unternehmen jedoch weit mehr Fachkräfte aus vielen verschiedenen Disziplinen benötigen als kleinere Unternehmen. Zudem haben große Unternehmen möglicherweise eine realistischere Einschätzung als KMU, welche Qualifikationsprofile sie für die Digitalisierung zusätzlich benötigen, weil sie sich mit dem Thema bereits intensiver befasst haben. Laut dem Statistischen Bundesamt haben größere Unternehmen im Schnitt mehr Schwierigkeiten, freie Stellen für IT-Kräfte zu besetzen (50 Prozent berichten davon), der Unterschied zu kleinen Unternehmen ist mit 6 Prozentpunkten jedoch gering (Statistisches Bundesamt, 2015).

Neben fehlenden Qualifikationen können vom vorhandenen Personal auch auf der Verhaltensebene Digitalisierungshemmnisse ausgehen. Bereichsdenken, Missgunst, Neid, Unwille zu Veränderungen und Widerstände der von den Veränderungen betroffenen Mitarbeiter sind im Innovationsprozess nicht ungewöhnlich (Bitzer, 1990, 256). In den untersuchten Studien wurden derartige

Boxplot zu Know-how und Standards/Schnittstellen

Abbildung 5

Anteile der Unternehmen, die in den analysierten Studien fehlendes Know-how (17 Studien) oder fehlende Standards/Schnittstellen (11 Studien) als Hemmnisse nennen



Die Abschnitte zeigen jeweils Minimum, erstes Quartil, Median, drittes Quartil und Maximum.

Daten: <http://link.iwkoeln.de/298800>

Eigene Darstellung



interne personelle Hemmnisse in den wenigsten Fällen abgefragt, dennoch ist davon auszugehen, dass diese Komponente eine Rolle spielt. Unter größeren Industrieunternehmen (ab 100 Mitarbeiter) nennt ein Fünftel die fehlende Akzeptanz in der Belegschaft als Hemmnis auf dem Weg zu mehr Industrie-4.0-Anwendungen (Bitkom, 2016c).

Personalmangel wird branchenübergreifend als Hemmnis gesehen, laut den Studien vor allem von größeren Unternehmen des Mittelstands. Abbildung 5 (linke Seite) zeigt die Ergebnisse zum Thema Know-how im Boxplot. Der Median liegt bei 47 Prozent. Die Streuung ist weitaus geringer als bei IT-Sicherheit und bei Kosten/Investitionsbedarf.

5.4 Fehlende Standards und Schnittstellenproblematik

Die Digitalisierung verknüpft Wertschöpfungsprozesse innerhalb der Unternehmen und über Unternehmen hinweg. Dabei entstehen sowohl zahlreiche

digitale als auch zahlreiche analog-digitale Schnittstellen, die überwunden werden müssen, um die Effizienzpotenziale der Digitalisierung vollständig zu heben. Prozess- und Produktstandards spielen also eine zentrale Rolle. Sie sind vor allem auch wichtig, weil es keine einheitliche Form der Digitalisierung gibt und Unternehmen sich daher in verschiedenen Digitalisierungsphasen befinden. Beispielsweise gibt es digitalisierte Unternehmen, die ihre Kundenbestellungen immer noch per Fax bekommen; die Digitalisierung der gesamten Wertschöpfungskette steht noch aus. Durch unterschiedliche Produktbezeichnungen kommt es ebenfalls zu Ineffizienzen.

Der Prozess um das Setzen digitaler Standards steht in Deutschland noch am Anfang (Bitkom, 2016c). Aktuell berichten beispielsweise 59 Prozent der Unternehmen im Baugewerbe (Planer, Handwerk, Zulieferer) laut einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation von Schnittstellenproblemen zwischen Planung, Auslieferung und Fertigung aufgrund von unterschiedlicher Software und fehlenden gemeinsamen Austauschformaten (Braun et al., 2015). Schnittstellenproblematiken dürften sich mit der fortschreitenden Digitalisierung noch deutlich verstärken, weil immer mehr Prozesse und Maschinen miteinander verbunden werden. Das führt dazu, dass viele Unternehmen nicht wissen, in welche Technologien sie investieren und auf welche Standards sie setzen sollen, da nicht absehbar ist, welche davon sich mittel- und langfristig durchsetzen werden. Daraus entstehen erhebliche Verzögerungen und damit Kostensteigerungen im Digitalisierungsprozess.

Insgesamt klagen 35 Prozent der Unternehmen des DIHK-Unternehmensbarometers über fehlende Standards als Digitalisierungshemmnis, darunter besonders Unternehmen mit 10 bis 19 Mitarbeitern (41 Prozent) und unter diesen speziell diejenigen, die „sonstige Dienstleistungen“ anbieten (55 Prozent). In der Informations- und Kommunikationsbranche beschwerten sich mit 24 Prozent die wenigsten Befragten über fehlende Standards (DIHK, 2015a). Bei größeren Industrieunternehmen (ab 100 Mitarbeiter) sind es 36 Prozent (Bitkom, 2016c). Die PwC-Studie (Geissbauer et al., 2014) weist für Industrieunternehmen einen um 10 Prozentpunkte geringeren Wert aus.

Im IW-Unternehmervotum sehen mit 56 Prozent insgesamt deutlich mehr Firmen fehlende Normen und Standards als Barriere (IW Köln/IW Consult,

2016). Eine Hamburger Lokalstudie ermittelt einen Wert von 48 Prozent, mit geringen Unterschieden über die Unternehmensgrößen hinweg (Rische et al., 2015). Laut Commerzbank (2015) fehlen 42 Prozent der Unternehmen verlässliche Standards, besonders jenen, die bereits digitale Technologien umsetzen (54 Prozent). Im Bereich Cloud-Computing befürchten 56 Prozent der Unternehmen Schnittstellenprobleme (ZEW, 2015).

Insgesamt werden fehlende Standards sowie Schnittstellenprobleme den betrachteten Studien zufolge von Unternehmen als untergeordnetes Hemmnis angesehen. Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass Schnittstellen oft nicht als solche wahrgenommen werden und Effizienzverluste unbemerkt bleiben. Es ist vor diesem Hintergrund besonders wichtig, diese Effizienzverluste in einer wissenschaftlichen Analyse zu quantifizieren.

Abbildung 5 (vgl. Kapitel 5.3, rechte Seite) fasst die Anteile der Unternehmen, die das Fehlen einheitlicher Standards und die Schnittstellenproblematik als Hemmnis sehen, in einem Boxplot zusammen. Der Median liegt bei 43 Prozent. Der Median und die Streuung der Ergebnisse sind bei den Problemen mit Standards/Schnittstellen sowie beim Fehlen von Know-how jeweils geringer als bei IT-Sicherheit und Kosten/Investitionsbedarf.

5.5 Unsichere rechtliche Rahmenbedingungen

Unsicherheiten bei den rechtlichen Rahmenbedingungen hemmen ebenfalls den digitalen Wandel im Mittelstand. Mit der Digitalisierung treten zahlreiche Szenarien auf, die von den bisherigen Gesetzen und Richtlinien nicht ganz abgedeckt werden oder bei denen neue Interpretationen nötig sind. Verschiedene Rechtsbereiche sind davon betroffen, darunter das Wettbewerbsrecht, das Eigentumsrecht sowie das Strafrecht (und andere Haftungsregelungen). Die immer stärker werdende Vernetzung über Landesgrenzen hinweg erfordert zunehmend europaweit und international einheitliche Rechtsgrundlagen. Mit der Datenschutz-Grundverordnung der EU ist im April 2016 eine wichtige Rechtsgrundlage verabschiedet worden, welche die Geschäftsmodelle zahlreicher Unternehmen stark beeinflussen wird. Die Privacy-Shield-Verhandlungen zwischen der EU und den USA über den transatlantischen Datenaustausch haben indes zu Unsicherheiten für Tausende von Unternehmen geführt.

Einer Studie des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI) zufolge bremsen rechtliche Hemmnisse die digitalen Geschäftsmodelle in Deutschland aus (BDI/Noerr, 2015). Die meisten Befragten sehen solche Hemmnisse in den Bereichen Datenschutz, Outsourcing und Cloud-Computing sowie bei den Themen Verantwortung, Zurechnung und Versicherbarkeit von Handlungen autonomer Systeme (BDI/Noerr, 2015, 8). Vor allem datengetriebene Geschäftsmodelle scheitern an Rechtsunsicherheiten bezüglich der Erfassung von Medien-, Wirtschafts- und persönlichen Daten und an der Existenz verschiedener Regelungen im internationalen Vergleich (Münchener Kreis et al., 2015, 22).

Besonders der fehlende Schutz des geistigen Eigentums und die mangelnde Durchsetzung ebendieser Schutzrechte hindern Unternehmen daran, Innovationsaktivitäten voranzutreiben. Die Digitalisierung erschwert beispielsweise die Lokalisierung desjenigen, der Schutzrechte geistigen Eigentums verletzt (DIHK, 2015b).

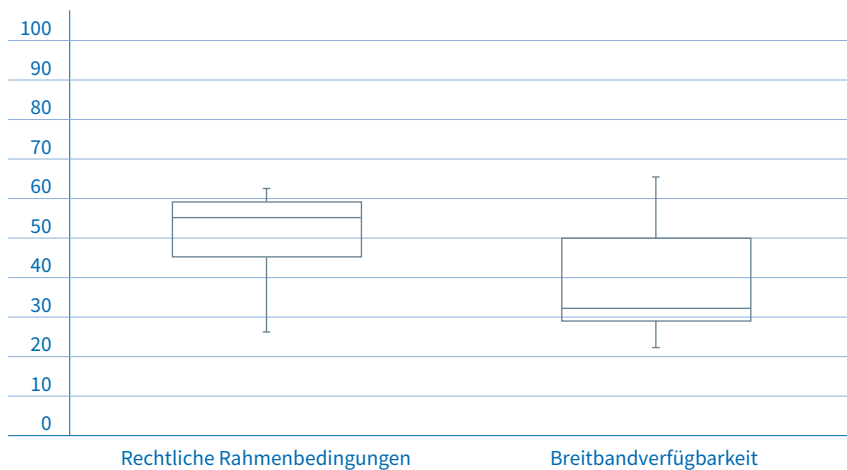
Regulatorische Vorgaben, die zudem oft unklar bleiben, sowie zeit- und kostenaufwendige Zulassungs- und Genehmigungsverfahren auf deutscher und europäischer Ebene machen knapp 80 Prozent der deutschen KMU im Innovationsprozess zu schaffen (DIHK, 2015b). Laut Bitkom (2016d) stimmen 27 Prozent der Befragten der Aussage zu, bestehende rechtliche und regulatorische Bestimmungen sprächen gegen die Digitalisierung ihres Unternehmens.

Rechtliche Unsicherheiten sind für die Hälfte der im DIHK-Unternehmensbarometer Befragten ein Digitalisierungshemmnis (DIHK, 2015a). Mit 56 Prozent bejaht vor allem das Gastgewerbe die Aussage, rechtliche Unsicherheiten seien ein Hindernis bei der Einstellung auf die Digitalisierung. Auch die Finanzwirtschaft und sonstige Dienstleister klagen in überdurchschnittlichem Maße darüber. Speziell Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern sind betroffen. Unter größeren Industrieunternehmen (ab 100 Mitarbeiter) fehlt laut Bitkom (2016c) 40 Prozent ein gesicherter Rechtsrahmen. Eine Hamburger Studie (Rische et al., 2015) ermittelt hohe Zustimmungswerte besonders bei sehr kleinen Unternehmen (weniger als 10 Mitarbeiter: 61 Prozent) und bei großen Unternehmen (mindestens 250 Mitarbeiter: 58 Prozent). Noch höher ist der Wert aus dem IW-Unternehmervotum (IW Köln/IW Consult, 2016): Die unklare Rechtslage ist für 62 Prozent ein Hemmnis auf dem Weg zur Industrie 4.0.

Boxplot zu Rechtsunsicherheit und Breitbandverfügbarkeit

Abbildung 6

Anteile der Unternehmen, die in den analysierten Studien unsichere rechtliche Rahmenbedingungen (7 Studien) oder begrenzte Breitbandverfügbarkeit (10 Studien) als Hemmnisse nennen



Die Abschnitte zeigen jeweils Minimum, erstes Quartil, Median, drittes Quartil und Maximum.

Daten: <http://link.iwkoeln.de/298801>

Eigene Darstellung



Rechtliche Unsicherheiten sind speziell für kleinere Unternehmen ein Digitalisierungshemmnis. Abbildung 6 (linke Seite) fasst die Zustimmungswerte der Unternehmen in einem Boxplot zusammen. Der Median liegt bei 56 Prozent.

5.6 Begrenzte Breitbandverfügbarkeit

Die Grundlage der Digitalisierung ist die Verknüpfung von Menschen, Dingen, Maschinen und Prozessen über das Internet. Deshalb ist eine entsprechende digitale Infrastruktur in Form eines Netzes mit einer hohen Bandbreite, einer geringen Latenz (Übertragungsverzögerungen) und von Symmetrie (gleiche Datenrate für Sender und Empfänger) unerlässlich. Der Breitbandausbau ist gerade in den ländlichen Regionen Deutschlands noch nicht weit vorangeschritten. Abbildung 7 zeigt die Versorgung mit Breitbandinternet nach Regionen. Als Hemmnis für Innovationen (darunter auch digitale) geben im DIHK-Innovationsreport (DIHK, 2015b) 57 Prozent der Unternehmen die mangelnde Breitbandversorgung an. Kleinere Unternehmen mit 10 bis 20 Mitarbeitern leiden besonders darunter

(74 Prozent). Größere Unternehmen sind finanziell eher in der Lage, sich an den Ausbaukosten der Telekommunikationsanbieter zu beteiligen (DIHK, 2015b, 4). Tendenziell ist eine leistungsfähige IT-Infrastruktur für Großunternehmen wichtiger als für KMU, was damit zusammenhängt, dass die Prozessketten in Großunternehmen deutlich komplexer und damit die zu übertragenden Datenvolumina in der Regel weit höher sind (BMW, 2015c). Dennoch sind auch KMU auf hohe Bandbreiten angewiesen, gerade in Agglomerationsräumen.

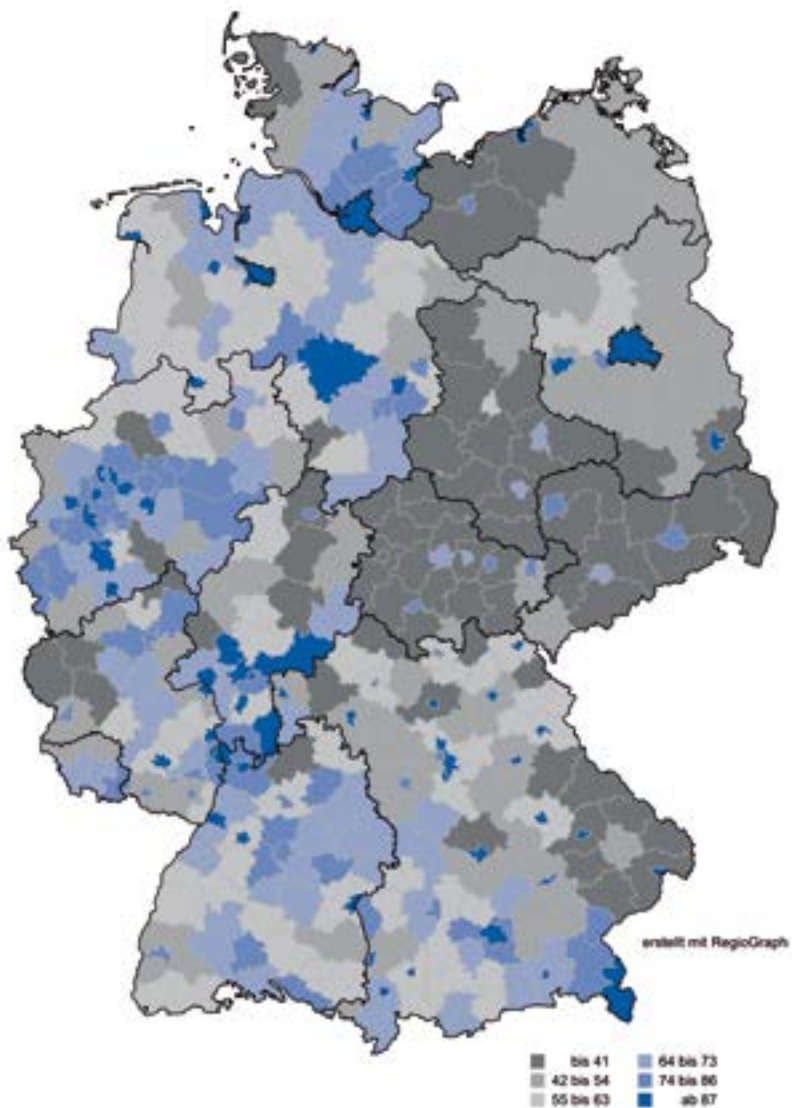
Als konkretes Hemmnis für die Digitalisierung sehen 32 Prozent der Unternehmen den nicht ausreichenden Breitbandanschluss an. Von 502 befragten Industrieunternehmen klagten 29 Prozent über mangelnden Breitbandausbau (DIHK, 2015a). In Hamburg ist es knapp ein Viertel der Befragten, darunter vor allem sehr kleine Industrieunternehmen (Rische et al., 2015). Der Wert ist vermutlich aufgrund der bereits bestehenden Netzinfrastruktur innerhalb Hamburgs eher gering. Bei zunehmender Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg, zum Beispiel auch mit überregionalen Zulieferern und Kunden, dürfte dieser Wert zunehmen, da die Internetanschlüsse im Umland von Hamburg – und generell in peripheren Regionen – langsamer sind als in der Stadt (Rische et al., 2015).

Etwa die Hälfte der Industrieunternehmen im Mittelstandspanel von BDI/PwC (2015) sorgt sich ebenfalls um die Verfügbarkeit der digitalen Infrastruktur. Deutlich höhere Werte zeigt das IW-Unternehmervotum (IW Köln/IW Consult, 2016): Demnach halten zwei Drittel der Befragten die unzulängliche Breitbandversorgung für das Haupthemmnis auf dem Weg zur Industrie 4.0. Viele Kölner Handwerksunternehmen geben laut HWK Köln (2015) an, keinen Breitbandanschluss zu haben, obwohl die Region laut der Telekommunikationsanbieter mit Breitband versorgt wird. Vor allem die größeren Handwerksbetriebe empfinden den Internetzugang oftmals als zu langsam. Sie sind in stärkerem Maße als die kleinen Betriebe im Datenaustausch mit Behörden und Lieferanten (ZDH, 2014). Dem Bitkom (2016d) zufolge sind viele Mittelständler aber mit wesentlich geringeren Geschwindigkeiten unterwegs, als es für sie möglich wäre: Ein Viertel der Unternehmen mit weniger als 500 Mitarbeitern hat Übertragungsraten von weniger als zehn Megabit pro Sekunde gebucht, rund 60 Prozent surfen mit zehn bis 50 Megabit pro Sekunde. Lediglich 7 Prozent nutzen eine Internetanbindung mit mehr als 50 Megabit pro Sekunde.

Regionale Versorgung mit Breitbandinternet

Abbildung 7

Anteil der Haushalte, denen Breitbandinternet mit einer Übertragungsrate von mindestens 50 Megabit pro Sekunde zur Verfügung steht, in Prozent



Stand: Mitte 2015; Kreise und kreisfreie Städte.

Quelle: Anger et al., 2016, basierend auf BMVI/TÜV Rheinland, 2016

Letztlich ist der Ausbau des Breitbandinternets für die Unternehmen entscheidend, um den digitalen Wandel bewältigen zu können. Für kleine Firmen ist der mangelnde Breitbandanschluss eher ein Hemmnis als für große. Große Unternehmen benötigen diesen zwar mehr als kleine, können sich ihn aber auch besser leisten. Abbildung 6 (vgl. Kapitel 5.5, rechte Seite) fasst die Ergebnisse in einem Boxplot zusammen. Der Median liegt bei 32 Prozent. Ein mangelnder Breitbandanschluss scheint im Vergleich zu den anderen Hemmnissen als nicht so schwerwiegend angesehen zu werden.

5.7 Sonstige Hemmnisse

Neben den in den Kapiteln 5.1 bis 5.6 behandelten Hemmnissen werden in den betrachteten Studien noch zahlreiche andere Hemmnisse gelistet. Die häufigsten Nennungen verzeichnen die Komplexität und der unklare Nutzen der Digitalisierung. Komplexität sowie Geschwindigkeit der technischen Entwicklung werden von gut der Hälfte der Unternehmen verschiedener Branchen als Problem bei der Planung und Gestaltung des digitalen Wandels gesehen (Commerzbank, 2015). Einen ähnlich hohen Wert ermittelt der Bitkom (2016a) für die Landwirtschaft: 53 Prozent der Unternehmen sagen, dass die Komplexität des Themas gegen digitale Anwendungen spreche, 38 Prozent ist der Nutzen der Digitalisierung unklar. Branchenübergreifend liegt der vom Bitkom (2016d) erhobene Wert bei 37 Prozent.

Unter größeren Industrieunternehmen (ab 100 Mitarbeiter) sieht die Hälfte die Komplexität des Themas als Hindernis, aber nur 7 Prozent der Befragten ist der Nutzen von Industrie-4.0-Anwendungen unklar (Bitkom, 2016c). Laut IW-Unternehmensbarometer (IW Köln/IW Consult, 2016) gibt es branchenübergreifend deutlich mehr Unwissenheit: Knapp 40 Prozent der befragten Unternehmen ist der Nutzen von Industrie 4.0 unklar. 37 Prozent der Unternehmen sehen speziell im Cloud-Computing keinen zusätzlichen Nutzen (ZEW, 2015).

Aufgrund der Unsicherheit über die Profitabilität von digitalen Innovationen müssen Innovationsentscheidungen häufig sehr strategisch getroffen werden. Nur vier von zehn Unternehmen haben eine Strategie für die Digitalisierung ihrer Büro- und Verwaltungsprozesse. Bei den Großunternehmen verfügen

70 Prozent über eine solche Strategie (Bitkom, 2016d). Zu den weiteren in den betrachteten Studien genannten Digitalisierungshemmnissen zählen:

- unklare Zuständigkeiten,
- mangelndes Geschäftsverständnis der IT-Spezialisten,
- sinkende Produktivität in der Umstellungsphase (Commerzbank, 2015),
- mangelnde Motivation seitens der Führungskräfte, Abläufe zu erfassen und zu hinterfragen (Welzbacher et al., 2015),
- Angst vor der Veränderung der Unternehmenskultur,
- erwarteter Innovationsdruck,
- Angst vor Veränderung des Geschäftsmodells,
- fehlende Markterfordernis und Relevanz,
- mangelnde Start-up-Förderung,
- Abhängigkeit von der Funktionsverlässlichkeit (Jeschke/Löwer, 2015; GfK Enigma, 2014),
- niedriger Reifegrad der erforderlichen Technologien, unzureichende Netzwerkstabilität/Datenspeicherung (Geissbauer et al., 2014) sowie
- ein zu langes Festhalten an erfolgreichen Strategien der Vergangenheit, das einhergeht mit einer zu starken Fokussierung der deutschen Wirtschaft auf den eigenen Markt (Münchner Kreis et al., 2015).

Insgesamt gibt es für den Mittelstand zahlreiche Faktoren, die den digitalen Wandel behindern oder verhindern. Besonders hohe Zustimmungswerte unter den Unternehmen erhalten Anforderungen an die IT-Sicherheit und Rechtsunsicherheit.

6 Handlungsempfehlungen

Aus der Metaanalyse von 46 Studien zur Digitalisierung im deutschen Mittelstand sowie aus der Abwägung von Status quo, Potenzialen und Hemmnissen der Digitalisierung im deutschen Mittelstand ergeben sich konkrete Handlungsempfehlungen. Die entsprechenden Maßnahmen können dazu beitragen, die Digitalisierung voranzutreiben und so den Wettbewerbsstandort Deutschland zu stärken.

6.1 Unterstützungsbedarf des Mittelstands

Die Digitalisierung stellt hohe Anforderungen an Unternehmen, sowohl in zeitlicher und personeller als auch in finanzieller Hinsicht. Aufgrund der im Vergleich zu Großunternehmen geringeren zur Verfügung stehenden Ressourcen ist der Mittelstand in besonderem Maße mit Schwierigkeiten konfrontiert. Der Unterstützungsbedarf, den Unternehmen haben, wird in vielen der in der vorliegenden Analyse betrachteten Befragungen erfasst. Zwar variieren Fragestellung und Antwortmöglichkeiten, es lassen sich aber Trends erkennen (Übersicht 1). Wichtig ist den Unternehmen vor allem die staatliche Unterstützung bei den Themen Datensicherheit/-schutz sowie IT-Sicherheit. Unternehmen möchten sowohl über die Anforderungen an die Sicherheit informiert als auch bei diesbezüglichen Maßnahmen unterstützt werden.

Die Umsetzung von Digitalisierung im Unternehmen macht darüber hinaus Personal erforderlich, das mit den Technologien umgehen oder sie sogar entwickeln kann. Aus diesem Grund findet sich in zahlreichen Studien der Wunsch der Unternehmen nach staatlicher Unterstützung bei der Aus- und Weiterbildung von entsprechenden Fachkräften. Darüber hinaus geben die Befragten in mehreren Studien an, dass sie sich finanzielle Hilfen bei Investitionen in die Digitalisierung wünschen. Diese Hilfen umfassen dabei sowohl eine Förderung von Forschung und Entwicklung als auch eine Förderung von Gründungen sowie von unternehmensinternen Investitionen in digitale Technologien.

Unterstützungsbedarf von Unternehmen im Digitalisierungsprozess

Übersicht 1

Top-5-Ergebnisse, Sortierung nach Häufigkeit der Nennung in 16 Studien

Unternehmen insgesamt	Kleine und mittlere Unternehmen
1. Datensicherheit/-schutz	1. IT-Sicherheit
2. Fachkräfteförderung/-weiterbildung	2. Datensicherheit/-schutz
3. Staatliche Investitionsförderung	3. E-Commerce
4. Breitbandausbau	4. Fachkräfteförderung/-weiterbildung
5. Standards	5. Breitbandausbau

Eigene Darstellung auf Basis von Bauer et al., 2014; Bischoff, 2015; BMWi, 2015b; DIHK, 2015a; 2015b; EY, 2015; Gaycken/Hughes, 2015; Geissbauer et al., 2014; HWK Köln, 2015; ifaa, 2015; IHK Berlin, 2015; Münchner Kreis et al., 2015; Rische et al., 2015; Roland Berger/BDI, 2015; Welzbacher et al., 2015; ZDH, 2014

Werden nur jene Studien betrachtet, die den Mittelstand in den Fokus nehmen oder Ergebnisse für ihn separat ausweisen, konkretisiert sich der spezielle Bedarf der KMU (Übersicht 1): Zwar ist auch für KMU Unterstützung bei Datensicherheit/-schutz einer der am häufigsten vorkommenden Wünsche, liegt aber hinter der Unterstützung beim Thema IT-Sicherheit. Schon wenn sich nur ein einziges Unternehmen intern digitalisiert, stellt dies hohe Anforderungen an den Schutz der IT-Systeme. Vernetzt sich eine große Anzahl an Unternehmen miteinander, ist das Netzwerk nur so sicher wie der schwächste Teilnehmer (Demary, 2015). In einem derartigen Netzwerk IT-Sicherheit zu gewährleisten, erfordert einen immensen Aufwand, der Ressourcen bindet und deshalb gerade für KMU eine große Belastung darstellt. Gleichzeitig ist die Integrität der Systeme für den Mittelstand entscheidend, um an Produktionsnetzwerken und damit am Wettbewerb teilhaben zu können. Investitionen in die Systemsicherheit sind also unausweichlich. Dazu zählt nicht zuletzt die Schaffung eines Bewusstseins bei den Mitarbeitern für die Verletzlichkeit und Angreifbarkeit der Systeme.

Für Unternehmen aller Größen gleichermaßen relevant ist eine leistungsfähige Infrastruktur für ihre Digitalisierungsaktivitäten. Die Förderung des Breitbandausbaus wird daher in mehreren Studien von Unternehmen befürwortet. Breitbandnetze mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von mindestens 50 Megabit pro Sekunde sind aber besonders im ländlichen Raum noch wenig verbreitet (Anger et al., 2016, 70). Eine gezielte staatliche Förderung des Netzausbaus ist gerade für KMU sehr wichtig (vgl. Kapitel 5.6).

Unterstützungsbedarf wird generell vor allem von Unternehmen formuliert, die bereits mit der Digitalisierung begonnen haben oder dies planen. Keinen Bedarf an Unterstützung dürften diejenigen haben, welche die Chancen der Digitalisierung noch nicht erkannt haben, sowie diejenigen, deren Ressourcen ausreichen, um die Digitalisierung allein zu stemmen, und die sich durch eine Förderung keine Vorteile erhoffen. In der Studie des ZDH (2014) wird für das Handwerk angegeben, dass bei knapp 46 Prozent der Unternehmen kein Unterstützungsbedarf besteht.

6.2 Empfehlungen an die Politik

Aus den oben dargestellten Befunden (vgl. Kapitel 3 bis 5) und dem Unterstützungsbedarf, den der Mittelstand in zahlreichen analysierten Studien geäußert hat (vgl. Kapitel 6.1), lassen sich Handlungsempfehlungen ableiten. Diese richten sich primär an die Politik auf Bundesebene, schließen aber auch andere politische Adressaten mit ein. Ziel der Empfehlungen ist es, die Rahmenbedingungen für den Mittelstand so zu setzen, dass Investitionen in Digitalisierung angeregt werden und somit Digitalisierung erfolgreich umgesetzt werden kann.

Digitale Infrastruktur ausbauen

Ohne einen schnellen und zuverlässigen Breitbandanschluss lässt sich kein Unternehmen nachhaltig digitalisieren. Die digitale Infrastruktur ist eine notwendige Voraussetzung für eine Anpassung der unternehmerischen Prozesse an die neuen Technologien. Erste Schritte zum Ausbau werden mit dem Bundesförderprogramm Breitband unternommen, mit dem seit Ende des Jahres 2015 vor allem der Ausbau des Breitbandnetzes mit 50 Megabit pro Sekunde in den bislang unterversorgten (ländlichen) Regionen gefördert wird (BMVI, 2016). Dafür stellen Bund und Länder insgesamt 2,6 Milliarden Euro zur Verfügung.

Diese Förderung ist technologie-neutral und grundsätzlich zu begrüßen. Fraglich ist jedoch, ob das Fördervolumen ausreichend sein wird, um die Verfügbarkeit von schnellem Breitband auch im ländlichen Raum in ausreichendem Maße zu gewährleisten. Bei einer Förderung sollte verstärkt darauf geachtet werden, nur dort zu fördern, wo es keine unternehmensgetriebene Marktlösung gibt, weil sich der Ausbau des Netzes für den Betreiber nicht rentiert. In diesen Fällen sollten die Deckungslücken öffentlich finanziert werden. Es sollte außerdem vermieden werden, dauerhaft Technologien zu unterstützen, die mittelfristig jene Anforderungen nicht erfüllen, die künftig gestellt werden in puncto Bandbreite, Latenz (Übertragungsverzögerungen) und Symmetrie (gleiche Datenrate für Sender und Empfänger).

Zuständigkeiten klären

Mit der Digitalisierung verändert sich die Wirtschaft besonders schnell. Nicht immer halten Ministerien und andere öffentliche Stellen mit dieser Dynamik Schritt. 86 Prozent der befragten Digitalisierungsexperten gaben in einer Stu-

die an (Münchner Kreis et al., 2015, 20): „Die Ressorts in den Bundes- und Landesministerien und die interministerielle Zusammenarbeit werden in ihrer derzeitigen Form den rasant wachsenden Herausforderungen der digitalen Gesellschaft nicht gerecht.“

Das Thema Digitalisierung ist für viele Ministerien und Ressorts relevant, sodass es zahlreiche Schnittstellen gibt, was die Dynamik des dortigen Arbeitens eher verringert. Aufgrund der Vielzahl der betroffenen Bereiche ist es entscheidend, die Zusammenarbeit zwischen Ministerien und Ressorts transparent und überschneidungsfrei zu organisieren und Zuständigkeiten klar zu regeln. Die neue Legislaturperiode ab Herbst 2017 ließe sich als Chance nutzen, um der ministeriellen Arbeit zum Thema Digitalisierung neuen Schwung zu verleihen. In diesem Zusammenhang ließe sich erwägen, die Digitalisierung besonders in den Fokus zu rücken, und zwar mithilfe einer zentralen Stelle, die Informationen bündelt und Aktionen koordiniert (etwa in Person eines Beauftragten der Bundesregierung). Dies könnte auch dazu beitragen, die Geschwindigkeit der staatlichen Stellen bei der Bearbeitung von Fragen zur Digitalisierung zu erhöhen.

Europäisch denken

Viele der Rahmenbedingungen für Digitalisierung in Deutschland werden von den europäischen Institutionen geprägt oder vorgegeben. Auch die Vernetzung von Unternehmen in der EU kennt keine Ländergrenzen. Aus diesem Grund sollte die Etablierung eines europäischen digitalen Binnenmarktes vorangetrieben werden. Europaweit einheitliche Regelungen tragen zu Rechtssicherheit für den Mittelstand bei und helfen so, Hemmnisse abzubauen.

Dabei sollte es Priorität haben, die Rahmenbedingungen in der EU an die Erfordernisse der Digitalisierung anzupassen. Dies ist etwa in Bezug auf das Urheberrecht oder den Transfer von Daten relevant. Es sollte dagegen nicht das Ziel sein, Europa gegen andere Wirtschaftsräume wie die USA oder Asien abzuschotten und mithilfe übermäßiger Regulierung im digitalen Raum Wettbewerber vom europäischen Markt fernzuhalten.

Datenschutzregeln schnell umsetzen

Die große Bedeutung des Datenschutzes auch für KMU beschränkt sich nicht auf Deutschland, sondern betrifft alle Länder weltweit. Die im Mai 2016 finali-

sierte EU-Datenschutz-Grundverordnung trägt dem Rechnung und vereinheitlicht den europäischen Datenschutz bis zum Jahr 2018. Zwar ist eine Einheitlichkeit über die EU-Mitgliedstaaten hinweg vorgesehen. Zahlreiche Öffnungsklauseln ermöglichen es den nationalen Gesetzgebern jedoch theoretisch, ausgewählte Aspekte des Datenschutzes zu verändern.

Für den deutschen Mittelstand sind einheitliche Datenschutzregeln in Europa sinnvoll und notwendig, um Rechtssicherheit auch bei grenzüberschreitenden Transaktionen zu erlangen. Der deutsche Gesetzgeber ist nun gefragt, bis zum Mai 2018 allein 430 Gesetze auf Bundesebene entsprechend anzupassen (Sander, 2016). Hinzu kommen weitere auf Landesebene. Eine zügige Umsetzung ist von großer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Digitalisierung im Mittelstand. Darüber hinaus gilt es, die Öffnungsklauseln sinnvoll zu nutzen. Dabei sollte dringend die Balance gehalten werden zwischen Verbraucherschutz auf der einen Seite und der Vermeidung von zusätzlichem bürokratischem Aufwand und Wettbewerbsnachteilen für den Mittelstand auf der anderen Seite. Eine Einheitlichkeit der europäischen Regelungen entspricht der Idee der digitalen Vernetzung, während ausschweifende nationale Zusatzregelungen dieser Idee entgegenstehen.

IT-Sicherheit stärken

Eines der wichtigsten Themen für KMU mit Blick auf die Umsetzung der Digitalisierung ist die Sicherheit der IT-Systeme. Zwar gibt es hier bereits kostenpflichtige Unterstützung sowohl von privaten Anbietern als auch von öffentlichen Unternehmen wie der Bundesdruckerei. Jedoch ist das Unwissen von KMU über IT-Sicherheit groß, bei gleichzeitig sehr komplexen Anforderungen (Gaycken/Hughes, 2015, 2).

Zunächst kann die Stärkung der IT-Sicherheit auch im Mittelstand durch die Information über mögliche Dienstleister (etwa für Systemsicherheit) erfolgen. Für KMU ist der Markt dafür sehr unübersichtlich, zumal die Anforderungen an einen solchen Dienstleister vielfach nicht bekannt oder schwer zu konkretisieren sind. Die Erstellung aktueller Leitfäden zu notwendigen Maßnahmen und Ansprechpartnern in der Region sind vor diesem Hintergrund zu empfehlen. Des Weiteren besteht erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, zum Beispiel in Bezug auf Prüfverfahren für IT-Sicherheit (Gaycken/Hughes,

2015, 74) oder Methoden zur kontinuierlichen IT-Sicherheitsüberwachung von Produktionssystemen (BMW, 2016b, 13). Die Förderung entsprechender Forschung – wie beispielsweise im Forschungsrahmenprogramm für IT-Sicherheit (Bundesregierung, 2016) – sollte deshalb forciert werden.

Kosten begrenzen

Gerade für den Mittelstand mit seinen vergleichsweise beschränkten Ressourcen ist Digitalisierung mit enormem Aufwand verbunden. Um dennoch die notwendige Beschäftigung mit den Möglichkeiten und Anforderungen der Digitalisierung zu erlauben, müssen mittelständische Unternehmen an anderen Stellen entlastet werden. Es gilt daher, Bürokratie abzubauen – und zwar auch über die „One in, one out“-Regel der Bundesregierung hinaus, die für jedes neue bürokratieschaffende Gesetz den Abbau von Bürokratie an anderer Stelle vorschreibt. Dafür liegen vielfältige Vorschläge vor, die von Aufbewahrungs- und Dokumentationspflichten im Steuerrecht über Aufzeichnungs- und Nachweispflichten beim Mindestlohn bis hin zum Ausbau des E-Governments reichen (Röhl, 2016a).

Neben diesen indirekt auf die Digitalisierungsmöglichkeiten von KMU wirkenden Maßnahmen stellen die vorhandenen Innovationsförderprogramme die Unternehmen vor große bürokratische Herausforderungen. So haben beispielsweise 43 Prozent der kleinen Firmen in einer Befragung angegeben, Förderprogramme aufgrund der schwierigen Antragstellung nicht in Anspruch genommen zu haben (DIHK, 2015b, 22). Neben einer Vereinfachung der Antragsmodalitäten könnte eine verbesserte Öffentlichkeitsarbeit dazu beitragen, dass KMU die Förderprogramme häufiger nutzen, um auf diese Weise digitale Innovationen voranzutreiben. Eine weitere Möglichkeit zur Kostenbegrenzung ist die Förderung transitiver Technologien. Transitive Technologien erlauben es, alte Produktionstechnologien schrittweise und kostengünstig für Industrie 4.0 auszubauen. Viele mittelständische Unternehmen haben hohe Bestände an kostenintensiven Maschinen, die sie mithilfe von transitiven Technologien weiterverwenden können (BMW, 2015c).

Wissenstransfer fördern

Für viele KMU sind die Digitalisierung und ihre Vorteile noch unspezifisch oder unklar. Das nötige Wissen ist in Deutschland generell durchaus vorhanden und

lässt sich auf KMU übertragen und anwenden. Aus diesem Grund kommt dem Transfer des Wissens zum Thema Digitalisierung im Allgemeinen und zu spezifischen Fragestellungen im Besonderen eine hohe Bedeutung zu. Dieser Transfer kann über eine enge Vernetzung von KMU, Hochschulen, Forschungsinstituten, digitalen Start-ups sowie anderen Unternehmen erfolgen. Eine Anreizsetzung für KMU durch entsprechende Förderung kann dabei den Anstoß geben.

Das Bundeswirtschaftsministerium hat mit dem Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“ einen ersten Schritt in die richtige Richtung getan. Mit elf sogenannten Mittelstand-4.0-Kompetenzzentren sowie vier Mittelstand-4.0-Agenturen soll seit Ende 2015 der Mittelstand bei Digitalisierung, Vernetzung und Einführung von Industrie-4.0-Anwendungen unterstützt werden (BMW, 2016a). Während die Kompetenzzentren praxisnah arbeiten und Unternehmen direkt informieren, beschäftigen sich die Agenturen mit übergeordneten Themen wie Cloud-Computing. Diese Themen sollen über Multiplikatoren – wie etwa Verbände – an den Mittelstand herangetragen werden. Noch ist unklar, ob die Zielgruppe auf diese Weise überhaupt erreicht werden und inwieweit eine Vernetzung mit anderen Akteuren erfolgen kann. Eine regelmäßige Evaluation ist sinnvoll, um die Angemessenheit dieser Vorgehensweise zu prüfen. Von besonderer Relevanz sind in diesem Zusammenhang, wie bei den Kompetenzzentren auch vorgesehen, Beispiele guter Praxis, anhand derer Mittelständler von anderen Mittelständlern lernen können.

Digitale Bildung stärken

Die Digitalisierung erfordert erweiterte Kompetenzen, um mit den neuen Technologien angemessen und zielgerichtet umgehen zu können. Es ist notwendig, diese Kompetenzen auf allen Bildungsstufen zu vermitteln, damit die in den Unternehmen tätigen Fachkräfte heute und morgen den Anforderungen ihrer Tätigkeit gerecht werden können (Hammermann/Stettes, 2016). Ein Schwerpunkt sollte auf der schulischen Bildung liegen, damit künftige Fachkräfte einen Großteil der benötigten Fähigkeiten bereits vor Eintritt in ein Unternehmen erwerben und der Bedarf an unternehmerischen Ressourcen für ihre Weiterqualifizierung minimiert wird. Dabei geht es unter anderem um allgemeine digitale Kompetenzen wie den Umgang mit digitalen Medien, die in allen Schul-fächern zu verankern sind (Deutsche Telekom Stiftung, 2015). Ziel sollte es

sein, eine digitale Grundbildung zu vermitteln. In einem weiteren Schritt ist dann anzustreben, spezielle digitale Kenntnisse etwa zu Programmiersprachen zu unterrichten. Hierbei ist es entscheidend, dass der Unterricht nicht nur ausgewählten, sondern grundsätzlich allen Schülern offensteht. Voraussetzung für die Wissensvermittlung ist eine aktuelle und angemessene Ausstattung der Schulen mit Computertechnologien und -programmen.

Darüber hinaus gilt es, Unternehmen dabei zu unterstützen, ihre Belegschaften mithilfe von Weiterbildungsmaßnahmen so zu qualifizieren, dass sie die Anforderungen der Digitalisierung bewältigen können. Dies ist insbesondere deshalb von so großer Bedeutung, weil Bedarf und tatsächlich durchgeführte Weiterbildungen in Digitalkompetenzen bislang oftmals auseinanderklaffen (Bitkom, 2016f).

Digitale Gründungen anregen

Innovationen, auch solche im Bereich Digitalisierung, werden häufig von Start-ups generiert und umgesetzt. Um die Digitalisierung der deutschen Wirtschaft im Allgemeinen und die des Mittelstands im Besonderen voranzutreiben, sind digitale Gründungen sehr wichtig. Die seit einiger Zeit zu beobachtende Gründungsschwäche in Deutschland ist unter anderem auf die schlechte Verfügbarkeit von Risikokapital zurückzuführen (Röhl, 2014). Daneben stellt eine mangelnde Gründungskultur in Europa ein Problem dar, das in den USA nicht in dieser Form vorhanden ist (Röhl, 2016b).

Um digitale Gründungen zu fördern, sind zunächst die Bedingungen für Risikokapitalgeber in Deutschland zu verbessern. Ein Vorschlag für ein Venture-Capital-Gesetz liegt bereits vor (BVK, 2015). Zudem sollte die Gründungsmentalität bereits in der Schule gestärkt werden. Dies kann beispielsweise durch Förder- und Mentorenprogramme für Jugendliche, aber auch durch Schülerfirmen geschehen (Röhl, 2016b, 31 ff.).

Insgesamt befindet sich der deutsche Mittelstand hinsichtlich der Digitalisierung auf einem guten Weg. Einige KMU nutzen genau wie Großunternehmen die Chancen der Digitalisierung bereits für sich, entwickeln Anwendungen und setzen diese um. Um die Hemmnisse für die übrigen Unternehmen abzubauen, gibt es für die Politik viele Ansatzpunkte. Wichtig sind ein schneller Abbau

bestehender Hürden und eine zügige Unterstützung der Unternehmen, die der Dynamik der Digitalisierung gerecht wird.

Anhang: verwendete Studien

Studie	Jahr der Befragung	Branche	Unterscheidung nach Unternehmensgröße?	Anzahl befragter Unternehmen oder Experten	Repräsentativ?	Studie verwendet in Kapitel ...			
						3	4	5	6
Bauer et al. (2014)	2014	5 Branchen	nein	8 Experteninterviews	nein		x	x	x
BDI/Noerr (2015)	2015	alle	ja	91 Rechtsabteilungen (großer) Unternehmen	nein			x	
BDI/PwC (2015)	2014	Industrie	ja	914 Industrieunternehmen	ja	x	x	x	
Bischoff (2015)	2015	produzierender Mittelstand	ja	keine Befragung				x	x
Bitkom (2016a)	2015	Landwirtschaft		101 Unternehmen	ja	x	x	x	
Bitkom (2016c)	2016	Industrie	nein	559 Unternehmen	nein		x	x	
Bitkom (2016d)	2015	alle	ja	1.108 Unternehmen	ja	x		x	
BMWi (2015a)	2015	gewerbliche Wirtschaft	ja	770, davon 291 Mittelstand	ja			x	
BMWi (2015b)	2015	gewerbliche Wirtschaft	ja	770, davon 291 Mittelstand	ja	x		x	x
BMWi (2015c)	2015	Industrie	ja	29 Studien, 150 Indikatoren, Umfrage unter 53 Industrieexperten	nein	x	x	x	
BMWi (2016b)	2016	alle	ja	keine empirische Studie		x		x	
Braun et al. (2015)	2015	Bau(planung)	nur indirekt	378 Unternehmen	nein	x		x	
Bühler/Gürtler (2013)	2013	alle		keine empirische Studie			x		
Bussmann et al. (2016)	2015	alle	nein	720 Unternehmen	ja			x	
Capgemini (2014)	2014	alle	nein	469 Interviews mit Führungskräften	nein			x	
Commerzbank (2015)	2014 bis 2015	Verarbeitendes Gewerbe, Dienstleistung, Groß- und Einzelhandel, Baugewerbe	nein	4.000 Unternehmen	ja		x	x	
Deloitte (2013)	2012	Bau, Dienstleistung, Handel und Industrie	ja	41 Unternehmen	nein	x	x		

DIHK (2015a)	2014	alle	ja	1.850 Unternehmen; 10.800 Unternehmen bei Onlinevertriebsfrage	nein			x	x
DIHK (2015b)	2015	Maschinenbau, Chemie, Pharma, Elektrotechnik, Metall, verschiedene wissenschaftliche Dienstleistungen	ja	über 1.000 Unternehmen	nein			x	x
DIHK (2016)	2016	Industrie, Bauwirtschaft, Handel, Verkehr, Gastgewerbe, Information/Kommunikation, Finanzwirtschaft, sonstige Dienstleistungen	ja	1.620 Unternehmen	nein			x	
DIN/DKE (2015)	2015	alle	nein	keine empirische Studie				x	
Ehrlich et al. (2015)	2015	alle	nein	keine empirische Studie				x	
Emmrich et al. (2015)	2015	Maschinen- und Anlagenbau	nein	20 Führungskräfte aus Maschinen- und Anlagenbau, 13 Experten aus IT-Branche	nein		x		
EY (2015)	2014	alle	zum Teil	rund 2.000 Unternehmen, davon 170 in Deutschland	nein				x
EY (2016)	2015	Dienstleistung, Industrie, Handel, Bau/ Energie	ja	3.000 Unternehmen	ja	x		x	
Ganschar et al. (2013)	2013	alle	nein	661 produzierende Unternehmen, 21 Produktionsexperten	ja		x	x	
Gaycken/Hughes (2015)	2015	alle	nur KMU	keine empirische Studie		x		x	x
Geissbauer et al. (2014)	2014	Industrie, IKT	zum Teil	235 Unternehmen	ja	x	x	x	x
GfK Enigma (2014)	2014	Mittelstand, quotiert nach Umsatz pro Jahr und Branche	ja	1.000 Unternehmen	ja		x	x	

Studie	Jahr der Befragung	Branche	Unterscheidung nach Unternehmensgröße?	Anzahl befragter Unternehmen oder Experten	Repräsentativ?	Studie verwendet in Kapitel ...			
						3	4	5	6
Heumann/Landmann (2016)	2016	alle	nein	Expertenbefragung	nein		x		
HWK Köln (2015)	2015	Handwerk	nein	446 Unternehmen	nein	x	x	x	x
ifaa (2015)	2015	Metall-/Elektroindustrie	ja	498 Unternehmen	nein	x	x	x	x
IHK Berlin (2015)	2015	alle	ja	280 Unternehmen	nein	x	x	x	x
IW Köln/IW Consult (2016)	2015	alle	zum Teil	1.094 Unternehmen	ja	x	x	x	
Jeschke/Löwer et al. (2015)	2015	alle	nein	302 Unternehmen	nein	x	x	x	
Kay et al. (2015)	2014	alle	ja	227 Unternehmen	nein	x			
KPMG/Bitkom (2016)	2015	alle	ja	457 Unternehmen	ja		x	x	
Münchner Kreis et al. (2015)	2014	IKT versus Nicht-IKT	nein	517 Unternehmen	ja			x	x
Nigsch (2016)	2016	alle	nein	keine empirische Studie			x		
Rische et al. (2015)	2015	alle, Fokus auf Industrie	ja	705 Unternehmen	nein	x	x	x	x
Roland Berger/BDI (2015)	2015	alle, Fokus auf Industrie	nein	über 300 Topentscheider deutscher Unternehmen	nein	x	x		x
Statistisches Bundesamt (2015)	2015	alle	ja	maximal 20.000 Unternehmen	nein	x		x	
VDMA/McKinsey (2014)	2014	Maschinen-/Anlagenbau	ja	333 Unternehmen	nein		x		
Welzbacher et al. (2015)	2015	Handwerk	nein	44 Experteninterviews	nein	x	x	x	x
ZDH (2014)	2014	Handwerk	ja	6.230 Unternehmen	ja	x	x	x	x
ZEW (2015)	2014 bis 2015	alle	ja	rund 4.500 Unternehmen	ja			x	

Eigene Zusammenstellung

Literatur

- Anger, Christina / Koppel, Oliver / Plünnecke, Axel, 2016, MINT-Frühjahrsreport 2016. Herausforderungen der Digitalisierung, Gutachten für BDA, BDI, „MINT Zukunft schaffen“ und Gesamtmetall, Köln
- Arthur, W. Brian, 1994, Increasing Returns and Path Dependence in the Economy, Ann Arbor
- Bauer, Wilhelm / Schlund, Sebastian / Marrenbach, Dirk / Ganschar, Oliver, 2014, Industrie 4.0. Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien / Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (Hrsg.), Berlin
- BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie / Noerr – Noerr LLP (Hrsg.), 2015, Industrie 4.0. Rechtliche Herausforderungen der Digitalisierung. Ein Beitrag zum politischen Diskurs, Berlin
- BDI / PwC – PricewaterhouseCoopers, 2015, BDI/PwC-Mittelstandspanel. Die Digitalisierung im Mittelstand, Ausgabe 1/2015, Berlin
- Bertschek, Irene et al., 2015, Industrie 4.0. Erwartungen und absehbare Effekte, in: ifo-Schnelldienst, 68. Jg., Nr. 10, S. 3–18
- Bhattacharya, Sudipto / Chatterjee, Kalyan / Samuelson, Larry, 1986, Sequential Research and the Adoption of Innovations, in: Oxford Economic Papers, 38. Jg., Supplement: Strategic Behaviour and Industrial Competition, S. 219–243
- Bischoff, Jürgen (Hrsg.), 2015, Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand, Kurzfassung der Studie, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Mülheim an der Ruhr
- Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien, 2015, Digitale Angriffe auf jedes zweite Unternehmen, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitale-Angriffe-auf-jedes-zweite-Unternehmen.html> [23.6.2016]
- Bitkom, 2016a, Jeder fünfte Landwirtschaftsbetrieb nutzt bereits digitale Anwendungen, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Jeder-fuenfte-Landwirtschaftsbetrieb-nutzt-bereits-digitale-Anwendungen.html> [19.5.2016]
- Bitkom, 2016b, USA und Deutschland sind bei Industrie 4.0 weltweit führend, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/USA-und-Deutschland-sind-bei-Industrie-40-weltweit-fuehrend.html> [23.5.2016]
- Bitkom, 2016c, Industrie 4.0. Wie Sensoren, Big Data und 3D-Druck die Produktion und die Arbeit in der Fabrik verändern, <https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-Pls/2016/Bitkom-Pressekonferenz-Indusrie-40-21-04-2016-Praesentation-final.pdf> [15.6.2016]
- Bitkom, 2016d, Der Weg zum digitalen Büro ist erst zur Hälfte geschafft, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Der-Weg-zum-digitalen-Buero-ist-erst-zur-Haelfte-geschafft.html> [23.6.2016]

- Bitkom, 2016e, Unternehmen nutzen häufiger Faxgeräte als Soziale Netzwerke, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Unternehmen-nutzen-haeufiger-Faxgeraete-als-Soziale-Netzwerke.html> [27.6.2016]
- Bitkom, 2016f, Digitalisierung schafft neue Jobs für Fachkräfte, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitalisierung-schafft-neue-Jobs-fuer-Fachkraefte.html> [11.7.2016]
- Bitzer, Bernd, 1990, Innovationshemmnisse im Unternehmen, Wiesbaden
- Bjerke, Lina / Johansson, Sara, 2015, Patterns of innovation and collaboration in small and large firms, in: *Annals of Regional Science*, 55. Jg., Nr. 1, S. 221–247
- Blomström, Magnus / Kokko, Ari, 1998, Multinational corporations and spillovers, in: *Journal of Economic Surveys*, 12. Jg., Nr. 3, S. 247–277
- BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2013, Arbeitsmarktprognose 2030, Berlin
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2016, Aufruf zum Bundesförderprogramm zum Breitbandausbau, <http://www.breitbandbuero.de/index.php?id=bundesfoerderprogramm&PHPSESSID=e0e3fed04cf6d1bddb23e3f13537279> [30.5.2016]
- BMVI / TÜV Rheinland, 2016, Bericht zum Breitbandatlas Mitte 2015 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur, http://www.zukunftbreitband.de/SharedDocs/DE/Anlage/Digitales/bericht-zum-breitbandatlas-ende-2015-ergebnisse.pdf?__blob=publicationFile [11.5.2016]
- BMW i – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2015a, Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2015, Berlin
- BMW i, 2015b, Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2015. Wirtschaftsindex DIGITAL: Mittelstand 2015, Berlin
- BMW i, 2015c, Industrie 4.0: Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, Berlin
- BMW i, 2016a, Mittelstand 4.0. Digitale Produktions- und Arbeitsprozesse, <https://www.mittelstand-digital.de/DE/Foerderinitiativen/mittelstand-4-0.html> [1.6.2016]
- BMW i, 2016b, IT-Sicherheit für die Industrie 4.0. Produktion, Produkte, Dienste von morgen im Zeichen globalisierter Wertschöpfungsketten, Abschlussbericht, Berlin
- Bonin, Holger / Gregory, Terry / Zierahn, Ulrich, 2015, Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Kurzexpose, Nr. 57, Endbericht für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Mannheim
- Braun, Steffen / Rieck, Alexander / Köhler-Hammer, Carmen, 2015, Ergebnisse der BIM-Studie für Planer und Ausführende. Digitale Planungs- und Fertigungsmethoden, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart
- Buch, Tanja / Dengler, Katharina / Matthes, Britta, 2016, Relevanz der Digitalisierung für die Bundesländer: Saarland, Thüringen und Baden-Württemberg haben den größten Anpassungsbedarf, IAB-Kurzbericht, Nr. 14/2016, Nürnberg

- Bühler, Joachim / Gürtler, Christoph, 2013, Digitale Arbeitswelt. Gesamtwirtschaftliche Effekte, Endbericht, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien / Prognos (Hrsg.), Berlin
- Bundesregierung, 2016, IT-Sicherheit, <http://www.foerderinfo.bund.de/de/IT-Sicherheit-1654.php> [1.6.2016]
- Bussmann, Kai-Detlef / Nestler, Claudia / Salvenmoser, Steffen, 2016, Wirtschaftskriminalität in der analogen und digitalen Wirtschaft, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg / PricewaterhouseCoopers (Hrsg.), Frankfurt am Main
- BVK – Bundesverband Deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften, 2015, Diskussionsvorschlag für einen Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes zur Förderung des Venture-Capital-Standorts Deutschland, <http://www.bvkap.de/presse/pressemitteilungen/2015-01-28/bvk-stellt-gesetzentwurf-fur-venture-capital-gesetz-vor-die> [1.6.2016]
- Capgemini, 2014, Digitizing Manufacturing: Ready, Set, Go!, https://www.de.capgemini-consulting.com/resource-file-access/resource/pdf/digitizing-manufacturing_0.pdf [1.6.2016]
- Christensen, Clayton M., 2000, The Innovator's Dilemma. When New Technologies Cause Great Firms to Fail, Boston
- Cohen, Wesley M. / Klepper, Steven, 1992, The tradeoff between firm size and diversity in the pursuit of technological progress, in: Small Business Economics, 4. Jg., Nr. 1, S. 1–14
- Commerzbank, 2015, Management im Wandel. Digitaler, effizienter, flexibler!, Frankfurt am Main
- Commerzbank, 2016, Unternehmen Zukunft. Transformation trifft Tradition, Frankfurt am Main
- Dangayach, G. Seith / Pathak, Subhash C. / Sharma, A. D., 2005, Managing Innovation, in: Asia-Pacific Tech Monitor, 22. Jg., Nr. 3, S. 30–33
- David, Paul A., 1969, A Contribution to the Theory of Diffusion, Memorandum, Nr. 71, Research Center of Economic Growth, Stanford University, Stanford
- Deloitte – Deloitte & Touche GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, 2013, Digitalisierung im Mittelstand, Daten aus Forschungsprojekten des Deloitte Mittelstandsinstituts an der Universität Bamberg, Bamberg
- Demary, Vera, 2015, Risiken bei Industrie 4.0, in: Versicherungswirtschaft, 70. Jg., S. 100
- Deschermeier, Philipp, 2016, Einfluss der Zuwanderung auf die demografische Entwicklung in Deutschland, in: IW-Trends, 43. Jg., Nr. 2, S. 21–38
- Deutsche Bundesbank, 2012, Potenzialwachstum der deutschen Wirtschaft. Mittelfristige Perspektiven vor dem Hintergrund demographischer Belastungen, in: Monatsbericht, 64. Jg., Nr. 4, S. 13–28

- Deutsche Telekom Stiftung, 2015, Schule digital. Der Länderindikator 2015, Bonn
- DIHK – Deutscher Industrie- und Handelskammertag, 2015a, DIHK-Unternehmensbarometer, Berlin
- DIHK, 2015b, DIHK-Innovationsreport 2015/2016. Mittelstand fällt zurück, Ergebnisse einer Befragung der IHK-Organisation bei 1.000 innovativen Unternehmen, Berlin
- DIHK, 2016, Wirtschaft digital: Perspektiven erkannt, erste Schritte getan. Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung, Berlin
- DIN – Deutsches Institut für Normung / DKE – Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, 2015, Deutsche Normungs-Roadmap Industrie 4.0, Version 2, Frankfurt am Main
- Duijn, Jacob J. van, 1983, The Long Wave in Economic Life, London
- Ehrlich, Lars et al., 2015, Digitalökonomie. Strategie 2030, Berenberg / Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (Hrsg.), Hamburg
- Eichhorst, Werner, 2016, Arbeitsmarkteffekte. Polarisierung bei Beschäftigung, Einkommen und Arbeitsformen?, Vortrag auf dem 2. Institutskolloquium IAB, IMK, IW Köln, 25.2.2016, www.iwkoeln.de/_storage/asset/270278/storage/master/file/8822360/download/Arbeitsmarkteffekte_Eichhorst_Pr%C3%A4sentation_IW.pdf [8.6.2016]
- Eichhorst, Werner / Buhlmann, Florian, 2015, Die Zukunft der Arbeit und der Wandel der Arbeitswelt, IZA Standpunkte, Nr. 77, Bonn
- Eliasson, Gunnar, 2003, Global economic integration and regional attractors of competence, in: Industry and Innovation, 10. Jg., Nr. 1, S. 75–102
- Emmrich, Volkhard et al., 2015, Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0. Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau, Wieselhuber & Partner / Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (Hrsg.), München
- Eriksson, Tor / Kuhn, Johan M., 2006, Firm spin-offs in Denmark 1981–2000. Patterns of entry and exit, in: International Journal of Industrial Organization, 24. Jg., Nr. 5, S. 1021–1040
- Europäische Kommission, 2003, Empfehlung der Kommission vom 6.5.2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen, 2003/361/EG, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0361&from=EN> [28.6.2016]
- EY – Ernst & Young, 2015, EY Global Commercial Banking Survey, Pressegespräch, 9.3.2015, Frankfurt am Main, <http://www.ey.com/DE/de/Newsroom/News-releases/20150309-EY-News-Jeder-dritte-Geschaefskunde-will-Hausbank-wechseln> [2.6.2016]
- EY, 2016, EY Mittelstandsbarometer Digitalisierung im deutschen Mittelstand, [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016/\\$FILE/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016/$FILE/EY-Mittelstandsbarometer-Digitalisierung-2016.pdf) [8.6.2016]

- Farrell, Joseph / Saloner, Garth, 1986, Installed Base and Compatibility. Innovation Product Preannouncements and Predation, in: American Economic Review, 76. Jg., Nr. 5, S. 940–955
- Farrell, Joseph / Saloner, Garth, 1987, Competition, Compatibility and Standards. The Economics of Horses, Penguins and Lemmings, in: Gabel, H. Landis (Hrsg.), Product Standardization and Competitive Strategy, Amsterdam, S. 1–21
- Frey, Carl B. / Osborne, Michael A., 2013, The Future of Employment. How Susceptible are Jobs to Computerization?, Oxford University Programme on the Impacts of Future Technology, Oxford
- Fuchs, Johann / Kubis, Alexander / Schneider, Lutz, 2015, Die Effekte der Zuwanderung auf das langfristige Erwerbsspersonenpotenzial, in: Wirtschaftsdienst, 95. Jg., Nr. 12, S. 845–850
- Fuchs, Johann / Söhnlein, Doris / Weber, Brigitte, 2011, Rückgang und Alterung sind nicht mehr aufzuhalten, IAB-Kurzbericht, Nr. 16/2011, Nürnberg
- Ganschar, Oliver et al., 2013, Produktionsarbeit der Zukunft. Industrie 4.0, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (Hrsg.), Stuttgart
- Gaycken, Sandro / Hughes, Rex, 2015, Cyberreadiness in kleinen und mittleren Unternehmen, Studie Digital Society Institute Berlin, ESMT Berlin, im Auftrag des DIHK, Berlin
- Geissbauer, Reinhard / Schrauf, Stefan / Koch, Volkmar / Kuge, Simon, 2014, Industrie 4.0. Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution, PricewaterhouseCoopers (Hrsg.), o. O.
- GfK Enigma, 2014, Umfrage in mittelständischen Unternehmen zum Thema Digitalisierung. Bedeutung für den Mittelstand, im Auftrag der DZ Bank, https://www.dz-bank.de/content/dam/dzbank_de/de/library/presselectlibrary/pdf_dokumente/DZ_Bank_Digitalisierung_Grafiken.pdf [27.6.2016]
- Gilder, George, 1988, The revitalization of everything. The law of the microcosm, in: Harvard Business Review, 66. Jg., Nr. 2, S. 49–61
- Grömling, Michael, 2016, Digitale Revolution. Eine neue Herausforderung für die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen?, in: Wirtschaftsdienst, 96. Jg., Nr. 2, S. 135–139
- Hammermann, Andrea / Stettes, Oliver, 2016, Qualifikationsbedarf und Qualifizierung. Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung, IW policy paper, Nr. 3/2016, Köln
- Helmrich, Robert / Wolter, Marc I. / Zika, Gerd / Maier, Tobias, 2013, Future Skilled-Labour Markets in Germany: from Model-Based Calculations to Scenario, in: Statistika, 93. Jg., Nr. 3, S. 70–90
- Herstatt, Cornelius / Buse, Stephan / Tiwari, Rajnish / Umland, Martin, 2007, Innovationshemmnisse in kleinen und mittelgroßen Unternehmen. Konzeption der empirischen Untersuchung, <https://tubdok.tub.tuhh.de/bitstream/11420/279/1/Fragebogenkonzept.pdf> [18.4.2016]

- Heumann, Stefan / Landmann, Juliane, 2016, Auf dem Weg zum Arbeitsmarkt 4.0? Mögliche Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeit und Beschäftigung in Deutschland bis 2030, Bertelsmann Stiftung / stiftung neue verantwortung (Hrsg.), Gütersloh
- Holwegler, Bernhard, 2000, Implikationen der Technologiediffusion für technologische Arbeitslosigkeit, Schriftenreihe des Promotionsschwerpunkts Makroökonomische Diagnosen und Therapien der Arbeitslosigkeit, Nr. 13/2000, Stuttgart
- HWK Köln – Handwerkskammer zu Köln, 2015, Umfrage zur Digitalisierung in Handwerksunternehmen im Bezirk der Handwerkskammer zu Köln, Köln
- ifaa – Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.), 2015, Industrie 4.0 und Digitalisierung. Umsetzung in der Metall- und Elektroindustrie, Düsseldorf
- IfM Bonn – Institut für Mittelstandsforschung Bonn, 2016a, KMU-Definition des IfM, <http://www.ifm-bonn.org/definitionen/kmu-definition-des-ifm-bonn/> [28.6.2016]
- IfM Bonn, 2016b, Definition Mittelstand des IfM, [http://www.ifm-bonn.org/definitionen/](http://www.ifm-bonn.org/definitionen/[23.6.2016]) [23.6.2016]
- IfM Bonn, 2016c, Familienunternehmen-Definition des IfM Bonn, <http://www.ifm-bonn.org/definitionen/familienunternehmen-definition/> [23.6.2016]
- IfM Bonn, 2016d, Kennzahlen der KMU nach Definition des IfM Bonn, <http://www.ifm-bonn.org/statistiken/mittelstand-im-ueberblick/#accordion=0&tab=1> [23.6.2016]
- IHK Berlin – Industrie- und Handelskammer Berlin (Hrsg.), 2015, Digitalisierung der Berliner Wirtschaft, Berlin
- IW Consult – Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult, 2015, IW-Unternehmer-votum, Köln
- IW Consult, 2016a, Der Weg in die Gigabit-Gesellschaft. Wie Netzausbau zukünftige Innovationen sichert, unter Mitwirkung von Economica Institut für Wirtschaftsforschung und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, im Auftrag des Vodafone Instituts für Gesellschaft und Kommunikation, Köln
- IW Consult, 2016b, Startup Region Köln, Gutachten im Auftrag der Stadt Köln und der Industrie- und Handelskammer zu Köln, Köln
- IW Köln – Institut der deutschen Wirtschaft Köln / IW Consult, 2016, Wohlstand in der digitalen Welt. Erster IW-Strukturbericht, Köln
- Jensen, Richard, 1982, Adoption and Diffusion of an Innovation of Uncertain Profitability, in: *Journal of Economic Theory*, 27. Jg., S. 182–193
- Jeschke, Klaus / Löwer, Thomas, 2015, Zukunftsvision: Sind Sie reif für Industrie 4.0? Finanzquellen ausschöpfen und zukünftige Geschäftsmöglichkeiten schaffen, Expense Reduction Analysts (Hrsg.), Köln
- Karlsson, Charlie, 1997, Product development, innovation networks, infrastructure and agglomeration economies, in: *Annals of Regional Science*, 31. Jg., S. 235–258
- Katz, Michael L. / Shapiro, Carl, 1985, Network Externalities, Competition and Compatibility, in: *American Economic Review*, 75. Jg., Nr. 3, S. 424–440

- Katz, Michael L. / Shapiro, Carl, 1986, Technology Adoption in the Presence of Network Externalities, in: *Journal of Political Economy*, 94. Jg., Nr. 4, S. 822–841
- Kay, Rosemarie / Schlepphorst, Susanne / Schröder, Christian, 2015, Bedeutung der Digitalisierung im Mittelstand, *IfM-Materialien*, Nr. 244, Bonn
- Kondratieff, Nikolai D., 1926, Die langen Wellen der Konjunktur, in: *Archiv für Sozialwissenschaft und Socialpolitik*, 56. Jg., S. 573–609
- KPMG / Bitkom, 2016, *Cloud-Monitor 2016, Cloud-Computing in Deutschland. Status quo und Perspektiven*, Köln
- Mann, Catherine, 2016, Es geht nicht nur ums Internet, in: *Handelsblatt*, Nr. 110, 10.6.2016, S. 48
- Mansfield, Edwin, 1961, Technical Change and the Rate of Imitation, in: *Econometrica*, 29. Jg., Nr. 4, S. 741–766
- Mansfield, Edwin, 1963, The Speed of Response of Firms to New Techniques, in: *Quarterly Journal of Economics*, 77. Jg., Nr. 2, S. 290–311
- Mansfield, Edwin, 1968, *The Economics of Technological Change*, New York
- Manyika, James et al., 2013, *Disruptive technologies. Advances that will transform life, business, and the global economy*, McKinsey Global Institute (Hrsg.), o. O.
- Münchener Kreis et al., 2015, Digitalisierung. Achillesferse der deutschen Wirtschaft? Wege in die digitale Zukunft, *Zukunftsstudie Münchener Kreis*, Bd. VI, o. O.
- Nigsch, Claus, 2016, Industrie 4.0. Folgen für die deutsche Volkswirtschaft, Konjunktur und Kapitalmarkt, *Research-Publikation der DZ BANK, Special*, 16.2.2016, Frankfurt am Main
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016, Labour productivity growth in the total economy, <http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=LEVEL> [22.6.2016]
- Plattform Industrie 4.0, 2016, Was ist Industrie 4.0?, <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html;jsessionid=ED7F79C08F4ED1BAE9F2F06DF284C34A> [27.5.2016]
- Rammer, Christian / Löhlein, Heide / Peters, Bettina / Aschhoff, Birgit, 2005, Innovationsverhalten der Unternehmen im Land Bremen, *Studie des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung*, Mannheim
- Rammer, Christian / Schubert, Torben, 2016, Concentration on the Few? R&D and Innovation in German Firms 2001 to 2013, *ZEW Discussion Paper*, Nr. 16-005, Mannheim
- Reinganum, Jennifer F., 1981a, On the Diffusion of New Technology. A Game Theoretic Approach, in: *Review of Economic Studies*, 48. Jg., Nr. 3, S. 395–405
- Reinganum, Jennifer F., 1981b, Market Structure and the Diffusion of New Technology, in: *Bell Journal of Economics*, 12. Jg., Nr. 2, S. 618–624

- Rische, Marie-Christin / Schlitte, Friso / Vöpel, Henning, 2015, Industrie 4.0. Potenziale am Standort Hamburg, Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut im Auftrag der Handelskammer Hamburg, Hamburg
- Rogers, Everett M., 2003, Diffusion of innovations, New York
- Röhl, Klaus-Heiner, 2001, Die sächsischen Agglomerationsräume. Innovations- und Wachstumspole für die regionale Wirtschaftsentwicklung?, ifo Dresden Studien, Nr. 32, Dresden
- Röhl, Klaus-Heiner, 2014, Venture Capital. Ein neuer Anlauf zur Erleichterung von Wagniskapitalfinanzierungen, IW policy paper, Nr. 6/2016, Köln
- Röhl, Klaus-Heiner, 2016a, Mittelstandsentlastungsgesetz. Vorschläge zur Entlastung kleiner und mittlerer Unternehmen von bürokratischen Auflagen, Kurzugutachten für den Normenkontrollrat, Köln
- Röhl, Klaus-Heiner, 2016b, Unternehmensgründungen. Mehr innovative Startups durch einen Kulturwandel für Entrepreneurship?, IW policy paper, Nr. 2/2016, Köln
- Roland Berger – Roland Berger Strategy Consultants, 2014, Industry 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed, München
- Roland Berger / BDI – Bundesverband der Deutschen Industrie, 2015, Die digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Wer sie gewinnt. Was jetzt zu tun ist, München
- Sander, Birgit, 2016, Neue EU-Verordnung. Datenschützer MV klagt über Personalnot, <http://www.nnn.de/regionales/mecklenburg-vorpommern/datenschuetzer-mv-klagt-ueber-personalnot-id13604421.html> [1.6.2016]
- Schumpeter, Joseph A., 1909, On the concept of social value, in: Quarterly Journal of Economics, 23. Jg., Nr. 9, S. 213–232
- Spielkamp, Alfred / Rammer, Christian, 2004, Balanceakt Innovation. Erfolgsfaktoren im Innovationsmanagement von KMU, ZEW Dokumentation, Nr. 06-04, Mannheim
- Statistisches Bundesamt, 2015, Unternehmen und Arbeitsstätten. Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien in Unternehmen, Wiesbaden
- Staudt, Erich et al., 1995, Kooperation als Erfolgsfaktor ostdeutscher Unternehmen. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung zur Kooperationslandschaft in Ostdeutschland, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 65. Jg., Nr. 11, S. 120–123
- Stoneman, Paul, 1983, The Economic Analysis of Technological Change, Oxford
- VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau / McKinsey – McKinsey & Company, 2014, Zukunftsperspektive deutscher Maschinenbau. Erfolgreich in einem dynamischen Umfeld agieren, Frankfurt am Main
- Welzbacher, Christian et al., 2015, Digitalisierung der Wertschöpfungs- und Marktprozesse. Herausforderungen und Chancen für das Handwerk, Heinz-Piast-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz Universität Hannover (Hrsg.), Hannover

Ylinenpää, Hakan, 1998, Measures to overcome Barriers to Innovation in Sweden, Paper EFMD European Small Business Seminar in Vienna, 16.9.1998, <http://www.ies.luth.se/org/Rapporter/AR9826.pdf> [23.6.2016]

ZDH – Zentralverband des Deutschen Handwerks, 2014, Digitalisierung der Geschäftsprozesse im Handwerk. Ergebnisse einer Umfrage unter Handwerksbetrieben im ersten Quartal 2014, Berlin

ZEW – Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, 2015, Industrie 4.0. Digitale (R)Evolution der Wirtschaft, IKT-Report, Oktober 2015, Mannheim

Kurzdarstellung

Der Mittelstand bildet das Rückgrat der deutschen Wirtschaft. Damit diese auch künftig international wettbewerbsfähig bleibt, bietet die Digitalisierung den Unternehmen eine große Chance, Prozesse zu optimieren, neue Geschäftsmodelle zu erarbeiten und neue Märkte zu erschließen. In diesem Zusammenhang sind digitale Technologien für die Weiterentwicklung der ökonomischen und technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands entscheidend. Die vorliegende IW-Analyse untersucht auf Basis von 46 Studien aus den Jahren 2013 bis 2016 den Status quo der Digitalisierung im deutschen Mittelstand, fasst Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Studien zusammen und erläutert Chancen und Potenziale sowie Hemmnisse und Risiken der Digitalisierung. Ausgehend von dieser Metaanalyse werden Handlungsempfehlungen für die Politik abgeleitet, die dazu beitragen sollen, die Digitalisierung im Mittelstand so voranzutreiben, dass sie den Wettbewerbsstandort Deutschland nachhaltig stärkt.

Abstract

Germany's small and medium-sized enterprises, known collectively as the Mittelstand, form the backbone of the German economy. Digitalization offers such companies a golden opportunity to optimize processes, develop new business models and open up new markets, so ensuring that they remain internationally competitive. Digital technologies are thus crucial to the ongoing development of Germany's economic and technological capabilities. Based on 46 studies conducted between 2013 to 2016, the present IW analysis examines the current level of digitalization in the Mittelstand. It summarizes what the studies have in common and where they differ and explains both the opportunities and potential and the obstacles and risks emanating from digitalization. From this meta-analysis the authors derive policy recommendations designed to boost digitalization in the Mittelstand and thus enhance Germany's long-term position as a competitive location for industrial investment.

Die Autoren

Dr. rer. pol. **Vera Demary**, geboren 1981 in Gütersloh; Studium der Volkswirtschaftslehre in Paderborn, St. John's (Kanada) und Rotterdam sowie Promotion in Köln; seit 2009 im Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Leiterin des Kompetenzfelds „Strukturwandel und Wettbewerb“.

Barbara Engels, B. Sc. und M. Sc. in Economics, geboren 1988 in Erlangen; Studium der Volkswirtschaftslehre in Berlin, New York und Barcelona; seit 2015 im Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Economist im Kompetenzfeld „Strukturwandel und Wettbewerb“.

Dr. rer. pol. **Klaus-Heiner Röhl**, geboren 1968 in Buchholz in der Nordheide; Studium der Volkswirtschaftslehre in Kiel und Promotion in Dresden; seit März 2002 im Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hauptstadtbüro Berlin), Senior Economist im Kompetenzfeld „Strukturwandel und Wettbewerb“.

Dr. rer. pol. **Christian Rusche**, geboren 1984 in Sangerhausen; Studium der Volkswirtschaftslehre in Magdeburg und Promotion in Dortmund; seit 2016 im Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Economist im Kompetenzfeld „Strukturwandel und Wettbewerb“.

