

IfM-Materialien

Institut für
Mittelstandsforschung

IfM
BONN

www.ifm-bonn.org

Digitalisierungsprozesse von KMU im Verarbeitenden Gewerbe

von Annette Icks, Christian Schröder, Siegrun Brink,
Christian Dienes, Stefan Schneck

IfM-Materialien Nr. 255

Impressum

Herausgeber

Institut für Mittelstandsforschung Bonn
Maximilianstr. 20, 53111 Bonn
Telefon +49/(0)228 / 72997 - 0
Telefax +49/(0)228 / 72997 - 34

Ansprechpartner

Annette Icks
Christian Schröder

IfM-Materialien Nr. 255

ISSN 2193-1852 (Internet)
ISSN 2193-1844 (Print)

Bonn, März 2017

Das IfM Bonn ist eine Stiftung
des privaten Rechts.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Industrie, Mittelstand und Handwerk
des Landes Nordrhein-Westfalen



Digitalisierungsprozesse von KMU im Produzierenden Gewerbe

Business Process Digitization of SME in the Manufacturing Sector

Annette Icks, Christian Schröder, Sigrun Brink, Christian Dienes, Stefan Schneck

IfM-Materialien Nr. 255

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie untersucht den Digitalisierungsgrad von Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe anhand einer repräsentativen Befragung von 1.400 Unternehmen in Nordrhein-Westfalen, Bayern und Baden-Württemberg. Die Unternehmen empfinden sich insgesamt bereits als gut vernetzt. Während die mittleren und großen Unternehmen die mit der Digitalisierung verbundenen Chancen vielfach erkennen, muss bei kleinen Unternehmen eine Fehleinschätzung hinsichtlich der eigenen Positionierung und des bestehenden Digitalisierungspotentials konstatiert werden. Die betriebliche Vernetzung ist vor allem motiviert durch die Erzielung von Kosteneinsparpotenzialen. Die Chancen durch datenbasierte Geschäftsmodelle bzw. smartere Produkte werden noch nicht in ausreichendem Maße gesehen und genutzt. Das größte Vernetzungshemmnis liegt vor allem in dem hohen organisatorischen Aufwand. Unternehmen, die innovationsaktiv sind und zudem planvoll an Digitalisierungsvorhaben herangehen, gehören zu den Vorreiterunternehmen.

Schlagwörter: *Produzierendes Gewerbe, KMU, Digitalisierung, datenbasierte Geschäftsmodelle, smarte Produkte, Industrie 4.0*

Abstract

This study empirically examines the degree to which companies digitized their business processes. The investigation is based on a representative sample covering 1,400 firms in the manufacturing sector in North Rhine-Westphalia, Bavaria, and Baden-Wuerttemberg. We show that firms realize a relatively high degree of digitization. This is mainly driven by medium- and large-sized companies, indicating that small businesses are lagging behind. Despite their low degree of digitization, small companies overestimate their objective degree of digitization. Digitization is mainly motivated by cutting costs, while revenue creating activities remain largely uncovered: Only a minority of companies is engaged in the implementation of data based business models or the production of smart products. In contrast, firms engaging in innovation activities and pursuing a digital strategy are more likely to realize a high degree of digitization. The main obstacle for firms to digitize their business processes is due to organizational problems.

JEL: L10, O30

Keywords: *manufacturing sector, SME, digitization, data based business models, smart products, Industry 4.0*

Inhalt

Verzeichnis der Abbildungen	II
Verzeichnis der Tabellen und Übersichten	IV
Kurzfassung	V
1 Einleitung	1
2 Literaturüberblick	3
3 Datenquelle und methodische Herangehensweise	9
3.1 Beschreibung der Datenbasis	9
3.2 Stichprobenbeschreibung	9
3.3 Operationalisierung der unternehmensinternen und externen Vernetzung	11
4 Ergebnisse der empirischen Untersuchung	12
4.1 Bedeutung der Digitalisierung für die Unternehmen	12
4.2 Unternehmensinterne Vernetzung	16
4.2.1 Vernetzung innerhalb der Abteilungen eines Unternehmens	16
4.2.2 Abteilungsübergreifende Vernetzung innerhalb eines Unternehmens	19
4.2.3 Treiber und Hemmnisse der unternehmensinternen Vernetzung	20
4.3 Unternehmensübergreifende Vernetzung	25
4.3.1 Treiber unternehmensübergreifender Vernetzung	29
4.3.2 Hemmnisse der externen Vernetzung	30
4.4 Smarte Produkte im industriellen Mittelstand	32
5 Vernetzungsgrad der Produktion	34
5.1 Vernetzungstypen und ihre Operationalisierung	34
5.2 Strukturmerkmale vernetzter Unternehmen	38
5.3 Zusammenhang zwischen Merkmalen und Vernetzungsgrad der Unternehmen	40
5.4 Auswirkungen des digitalen Wandels aus Sicht der Unternehmen	42
6 Vernetzung im Ländervergleich: Nordrhein-Westfalen im Fokus	44
7 Fazit	51
Literatur	55
Anhang	58

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Verteilung der Stichprobe nach Branchen, Beschäftigtenzahl und Bundesländer	10
Abbildung 2: Operationalisierung der Vernetzungsebenen	12
Abbildung 3: Bedeutung der Digitalisierung für die Unternehmen	13
Abbildung 4: Positionierung der Unternehmen im Digitalisierungsprozess	14
Abbildung 5: Weiteres Digitalisierungspotenzial der Unternehmen	15
Abbildung 6: Vernetzungsmöglichkeiten der Unternehmen	16
Abbildung 7: Abteilungsinterne Vernetzung	17
Abbildung 8: Abteilungsinterne Vernetzung nach Beschäftigtengrößenklassen	18
Abbildung 9: Abteilungsübergreifende Vernetzung in den Unternehmen	19
Abbildung 10: Treiber der internen Vernetzung	21
Abbildung 11: Treiber der internen Vernetzung nach Beschäftigtengrößenklassen	22
Abbildung 12: Hemmnisse der internen Vernetzung	23
Abbildung 13: Hemmnisse der internen Vernetzung nach Beschäftigtengrößenklassen	24
Abbildung 14: Unternehmensübergreifende Vernetzung und Anzahl der Vernetzungspartner	26
Abbildung 15: Vernetzung nach Geschäftsbereichen und externen Partnern	27
Abbildung 16: Unternehmensübergreifende Vernetzung nach Beschäftigtengrößenklassen	28
Abbildung 17: Treiber der externen Vernetzung	29
Abbildung 18: Hemmnisse der externen Vernetzung	31
Abbildung 19: Anteil der Unternehmen mit internetfähigen Produkten	33

III

Abbildung 20: Operationalisierung der Vernetzungstypen	35
Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Vernetzungsgruppen	36
Abbildung 22: Vernetzungstypen nach Digitalisierungspotenzial	37
Abbildung 23: Merkmale nach Vernetzungstyp	38
Abbildung 24: Beschäftigtengrößenklassen nach Vernetzungstypen	40
Abbildung 25: Einschätzungen zum digitalen Wandel nach Beschäftigtengrößenklassen	43
Abbildung 26: Verteilung der Branchen über die Bundesländer	44
Abbildung 27: Verteilung der Größenklassen über die Länder	45
Abbildung 28: Bedeutung der Digitalisierung für das eigene Unternehmen	46
Abbildung 29: Eigene Positionierung im Digitalisierungsprozess	47
Abbildung 30: Zukünftiges Digitalisierungspotenzial in den Bundesländern	48
Abbildung 31: Verteilung der Vernetzungstypen nach Bundesland	49
Abbildung 32: Smarte Produkte nach Bundesländern	51
Abbildung A1: Optimierte Produktionsprozesse	63
Abbildung A2: Vernetzungspartner der Unternehmen	65
Abbildung A3: Vernetzungspartner der Vorreiter	65
Abbildung A4: Einschätzungen zum digitalen Wandel nach Vernetzungstyp	66

Verzeichnis der Tabellen und Übersichten

Tabelle A1:	Unternehmenskennziffern nach Größenklassen	61
Tabelle A2:	Abteilungsübergreifende Vernetzung in den Unternehmen nach Beschäftigtengrößenklassen	62
Tabelle A3:	Regressionsergebnisse	64
Tabelle A4:	Strukturmerkmale nach Vernetzungstyp	66
Übersicht 1:	Begriffsverständnis von Industrie 4.0	4
Übersicht A1:	Studien zum Stand der Umsetzung	58
Übersicht A2:	Branchenübersicht	60

Kurzfassung

Die vorliegende Studie erfasst den Grad der Digitalisierung der KMU im Verarbeitenden Gewerbe. Um herauszufinden, welche Faktoren die digitale Vernetzung von Geschäftsprozessen begünstigen oder bremsen, hat das Institut für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern befragt.

Geschäftsübergreifende Vernetzung noch ausbaufähig

Mehr als drei von vier Unternehmen haben einige ihrer Geschäftsprozesse abteilungsübergreifend vernetzt. Allerdings haben nur fünf Prozent ihre gesamten Geschäftsbereiche digital miteinander verbunden. Der Vernetzungsgrad steigt mit der Unternehmensgröße an. Fast jedes zweite Unternehmen tauscht automatisch Daten mit anderen am Wertschöpfungsprozess beteiligten Unternehmen aus. Etwa drei Viertel davon haben entweder einen oder zwei Vernetzungspartner. Am häufigsten handelt es sich dabei um (Service)Dienstleister und Zulieferer. Insbesondere der Vertrieb, aber auch der Einkauf und das Controlling gehören zu den stärker unternehmensübergreifend vernetzten Abteilungen.

Die Digitalisierung wird selten zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle genutzt

Rund zwei Drittel der Unternehmen möchten mit der Digitalisierung ihre Produktions- bzw. Geschäftsprozesse optimieren. Weniger bedeutsam sind hingegen (noch) die Erschließung neuer Märkte oder die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Für solche neue datenbasierte Geschäftsmodelle spielen smarte Produkte zukünftig eine wichtige Rolle. Bisher hat fast jedes fünfte Unternehmen mindestens ein internetfähiges Produkt im eigenen Sortiment oder plant in absehbarer Zeit deren Herstellung.

Technische Hürden sind nicht die größte Herausforderung

Hoher organisatorischer Aufwand wird von den Unternehmen als größtes Hemmnis der betriebsinternen Vernetzung genannt. Die Digitalisierung erfordert also neben den technologischen Innovationen gleichzeitig auch organisatorische Innovationen, damit sie ihr Potenzial im Unternehmen entfalten kann. Nahezu alle Unternehmen sehen in ihren Mitarbeitern bzw. ihrer Qualifikation den Schlüssel für eine erfolgreiche Digitalisierung. Sie sind zudem der Mei-

nung, dass die neuen Technologien zukünftig Mitarbeiter kaum ersetzen, sondern vielmehr unterstützen werden.

Fehleinschätzung zwischen "gefühltem" und tatsächlichem Digitalisierungsgrad in kleinen Unternehmen

Jedes dritte Unternehmen sieht sich im Digitalisierungsprozess als (sehr) gut aufgestellt. Diese Einschätzung teilen vor allem die kleinen Unternehmen. Infolgedessen halten sie eine weitere Digitalisierung für vergleichsweise weniger wichtig als größere Unternehmen. Tatsächlich greift diese Wahrnehmung jedoch zu kurz: Sowohl intern als auch unternehmensübergreifend sind kleine Unternehmen deutlich weniger vernetzt als große Unternehmen. Wird die Vernetzung der Produktion als Maßstab genommen, so zeigt sich, dass die Gruppe der digitalen Nachzügler unter den kleinen Unternehmen mehr als viermal so groß ist als unter den mittleren und größeren Unternehmen. In das Bild passt, dass der Anteil der digitalen Vorreiter unter den kleinen Unternehmen nur ein Drittel beträgt im Vergleich zu den anderen Unternehmen.

Digitalisierungsstrategie zahlt sich aus

Digitale Vorreiter haben oftmals eine eigene IT-Abteilung und sind innovativ. Zudem haben sie häufiger Geschäftsbeziehungen ins Ausland, was die Bedeutung der Digitalisierung für die internationale Wettbewerbsfähigkeit unterstreicht. Am wichtigsten für die Digitalisierung im eigenen Unternehmen und den Umgang mit den vielfältigen Herausforderungen ist jedoch eine Digitalisierungsstrategie. Unternehmen, die die Digitalisierung in ihrer Strategie verankert haben, zeichnen sich durch effiziente Geschäftsprozesse aus und verfügen auch öfter über smarte Produkte im eigenen Sortiment. Sie sind damit deutlich besser als andere Unternehmen für die Zukunft gerüstet.

Sensibilisierung der digitalen Nachzügler

Der Unternehmensstandort hingegen hat keinen Einfluss auf den Digitalisierungsgrad. Daher gilt für die Wirtschaftspolitik in allen drei Bundesländern gleichermaßen, insbesondere die digitalen Nachzügler in den Blick zu nehmen und für die Chancen der Digitalisierung zu sensibilisieren. Eine aktive Ansprache dieser oftmals kleinen Unternehmen hilft ihnen, den eigenen Stand der Digitalisierung realistischer einzuschätzen und zusätzliche Impulse für die Möglichkeiten der neuen Technologien zu geben.

1 Einleitung

Die seit den 1960er Jahren jährlich exponentiell angestiegene Leistungsfähigkeit von Mikroprozessoren bei gleichzeitiger Miniaturisierung und fallenden Preisen verändert zunehmend die Industrieproduktion. Produktionsanlagen werden untereinander vernetzt. Vor-, Zwischen- und Endprodukte werden mit sogenannten Cyber-physischen Systemen (CPS) ausgestattet. Damit wird es Werkstücken möglich, über das Internet mit anderen Instanzen im Wertschöpfungsprozess zu kommunizieren und Informationen über ihren physischen Zustand bzw. nächste Arbeitsschritte weiterzuleiten. Werkstücke kennen bereits als Rohlinge ihren Endzustand und leiten sich selbst effizient durch den Produktionsprozess. Nicht nur die Produktion selbst, sondern auch produktionsnahe Aktivitäten wie Logistik und Vertrieb sowie unterstützende Aktivitäten wie beispielsweise Beschaffung und Controlling werden miteinander vernetzt, sowohl unternehmensintern als auch unternehmensübergreifend. Ausgelieferte Produkte bleiben mit dem Unternehmen über das Internet verbunden und die Übertragung von Echtzeitdaten, beispielsweise zum Nutzerverhalten, liefern Impulse für Produktverbesserungen. Mitunter profitiert der Nutzer unmittelbar durch Hinweise auf einen effizienteren Einsatz oder ein Produkt wird nachträglich durch das Aufspielen eines Software-Updates mit zusätzlichen bzw. verbesserten Funktionen ausgestattet. Unternehmen können durch ihre mit "Intelligenz" ausgestatteten Produkte sehr große Datenmengen nahezu in Echtzeit auswerten und neue datenbasierte Dienstleistungen über den gesamten Produktlebenszyklus anbieten – von der Wartung bis zum Recycling.

Diese horizontale und vertikale Vernetzung aller am Wertschöpfungsprozess beteiligter Instanzen erfährt derzeit unter dem Begriff Industrie 4.0 zunehmende Aufmerksamkeit. Mit Industrie 4.0 werden große Produktivitäts- und Umsatzsteigerungen verbunden. In Deutschland wird ca. ein Viertel der gesamten Wertschöpfung im Produzierenden Gewerbe geschaffen und 95 % der Unternehmen sind Mittelständler (vgl. Schröder 2016). Es ist daher von hoher gesamtwirtschaftlicher Bedeutung, dass diese Unternehmen die Potenziale der neuen Technologien erkennen und nutzen. Die besondere Herausforderung besteht darin, den gesamten Produktionsprozess mit Hilfe von neuen Vernetzungstechnologien zukünftig auch virtuell abbilden zu können, um die Produktivität zu erhöhen und neue datenbasierte Geschäftsmodelle zu entwickeln. Damit werden auch umfassende Anpassungen der Unternehmensorganisation notwendig. So wird die Tätigkeit von Produktionsmitarbeitern durch die neuen Technologien bzw. Assistenzsysteme mit großer Wahrscheinlichkeit aufgewer-

tet und bestehende hierarchische Strukturen werden aufgebrochen und müssen angepasst werden (vgl. Hirsch-Kreinsen 2016). Gleichzeitig werden durch die enge Zusammenarbeit von Mensch und Maschine neue Sicherheits- bzw. Präventionskonzepte sowie Weiterbildungsmaßnahmen erforderlich. Auch die Anforderungen an den Datenschutz steigen durch die zunehmenden Möglichkeiten der Leistungskontrolle von Mitarbeitern (vgl. Spath et al. 2013). Durch die neuen Technologien können Tätigkeiten dezentral ausgeführt werden, d. h. die Planung, Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen sind ortsungebunden möglich, wodurch die räumliche und zeitliche Flexibilität steigt (vgl. Stettes 2016). Dadurch werden neue Arbeitszeitmodelle in den Unternehmen notwendig, genauso wie ein umfassender Schutz gegen Cyberkriminalität.

Industrie 4.0 erfordert also einen hohen Gestaltungsaufwand, der idealerweise von der Geschäftsführung strategisch geplant und von den Mitarbeitern akzeptiert und umgesetzt wird. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ist dieser Veränderungsprozess angesichts knapper Ressourcen oftmals eine größere Herausforderung als für große Unternehmen. KMU verfügen häufig nicht über eine eigene IT-Abteilung und für die Geschäftsführung ist es neben dem Tagesgeschäft kaum möglich, die zahlreichen technologischen Trends zu überblicken und das jeweilige wirtschaftliche Potenzial der verschiedenen Technologien für das eigene Unternehmen einzuschätzen. Andererseits sind sie aufgrund flacher hierarchischer Strukturen oftmals flexibler und somit in der Lage, schneller zu reagieren. Und die Umsetzungsgeschwindigkeit wird für den wirtschaftlichen Erfolg im industriellen Mittelstand wichtig sein. Zwar wird die zunehmende Digitalisierung im Verarbeitenden Gewerbe evolutionär also sukzessive erfolgen, es ist jedoch zu erwarten, dass sie schnell an Dynamik gewinnt und eine revolutionäre Wirkung entfaltet (vgl. Rische et al. 2015, S. 5). Wie bereits in anderen Branchen geschehen, ist auch für das Produzierende Gewerbe zu vermuten, dass die neuen Technologien herkömmliche Wertschöpfungsketten grundlegend verändern, z. B. indem sich Betreiber von virtuellen Plattformen zwischen die bisherigen Wertschöpfungspartner schieben. Daher ist es für die Unternehmen von hoher strategischer Bedeutung, den Zugang digitaler Schnittstellen zum Kunden zu behalten bzw. herzustellen, um datenbasierte Dienstleistungen für sich wirtschaftlich nutzbar machen zu können.

Die Umsetzung von Industrie 4.0 als Zusammenspiel verschiedener sich ergänzender Technologien steht noch relativ am Anfang. Die vorliegende Studie

setzt an diesen Anfängen an und greift den Kerngedanken von Industrie 4.0 auf: Die Vernetzung im Sinne eines durchgängigen Datenaustauschs innerhalb und zwischen den Geschäftsbereichen im Unternehmen sowie unternehmensübergreifend. Anhand einer repräsentativen Befragung im Verarbeitenden Gewerbe wird der Grad der Vernetzung dargestellt. Ziel der Studie ist es, ein realistisches und differenziertes Bild aufzuzeigen, wo sich der industrielle Mittelstand auf dem Weg zur Industrie 4.0 tatsächlich befindet und was die wesentlichen Hemmnisse und Treiber für diese Entwicklung sind. Es wurde in der Befragung selbst jedoch bewusst auf die Verwendung des Begriffs Industrie 4.0 verzichtet, da der nachfolgende Literaturüberblick zur Digitalisierung bzw. Industrie 4.0 verdeutlicht, dass es noch kein einheitliches Verständnis von diesem Konzept in den Unternehmen gibt.

2 Literaturüberblick

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) revolutionieren die Produktion, sie verändern die Wertschöpfung der Unternehmen und definieren die Grenzen des Wettbewerbs neu (vgl. Porter/Heppelmann 2014, S. 4). Zukünftig wird im gesamten Verarbeitenden Gewerbe mit einem Aufholprozess in der Nutzung von IKT gerechnet. Durch die technologischen Entwicklungssprünge ist es möglich, physische Vor-, Zwischen- und Endprodukte in das Internet einzubinden und den gesamten Produktionsprozess nahezu in Echtzeit virtuell abzubilden. Diese Vernetzung aller am Wertschöpfungsprozess beteiligter Instanzen – seien es Maschinen, Menschen oder Werkstücke – im eigenen Unternehmen und unternehmensübergreifend ist unter dem Begriff Industrie 4.0 bekannt geworden. Die Begrifflichkeit Industrie 4.0 entstand vor ca. fünf Jahren und war zunächst nur Fachleuten geläufig. Mittlerweile kennt jedoch auch eine große Mehrheit der Unternehmen diesen Terminus (vgl. ifaa 2015, S. 10; Löwer/Jeschke 2015, S. 8). Trotz des steigenden Bekanntheitsgrads des Begriffs Industrie 4.0 existiert bislang noch keine einheitliche Definition, wie der nächste Abschnitt zeigt. Die Durchsicht der vorhandenen Studien macht jedoch deutlich, dass der Grad der digitalen Vernetzung von Geschäftsprozessen in den Unternehmen ein geeigneter Indikator ist, um die Voraussetzungen für die Realisierung von Industrie 4.0 Anwendungen festzustellen.

Begriffsverständnis von Industrie 4.0

Auch wenn mittlerweile nahezu jedem Unternehmen der Begriff Industrie 4.0 bekannt ist und ihm eine gewisse Bedeutung beigemessen wird, ist nur einer Minderheit der Unternehmen wirklich klar, was sich genau dahinter verbirgt

(vgl. ifaa 2015, S. 10; Löwer/Jeschke 2015, S. 8). Bei Industrie 4.0 handelt es sich nicht um eine einzige Technologie, sondern ein ganzes Bündel verschiedener IT-Anwendungen, das je nach unternehmerischen Erfordernissen unterschiedlich zusammengestellt sein kann. Durch die Verschiedenartigkeit der zum Einsatz kommenden IT-Anwendungen variiert auch das Verständnis der Unternehmen von Industrie 4.0 teilweise erheblich. Im Jahr 2014 ermittelte Techconsult für den produzierenden Mittelstand einen Verbreitungsgrad von Industrie 4.0 von ca. 25 %. Die Folgebefragung in 2015 mit exakt der gleichen Fragestellung ergab jedoch einen Verbreitungsgrad von lediglich 5 % (vgl. Techconsult 2015, S. 18f.). Dieser Rückgang begründet sich damit, dass sich das Wissen der Befragten zu Industrie 4.0 im Zeitverlauf erhöht hat. Dieser höhere Kenntnisstand führte zu einer realistischeren Bewertung des tatsächlichen betrieblichen Digitalisierungsgrads durch die Unternehmen selbst (vgl. Techconsult 2015, S. 19). Ein fehlendes, nicht eindeutiges Begriffsverständnis von Industrie 4.0 kann zu Fehleinschätzungen durch die Unternehmen führen. Valide Aussagen zum tatsächlichen Umsetzungsstand von Industrie 4.0 in den Unternehmen sind entsprechend nur eingeschränkt möglich und nachfolgend präsentierte Ergebnisse im Lichte dieses unzulänglichen Begriffsverständnisses einzuordnen (siehe auch Übersicht 1).

Übersicht 1: Begriffsverständnis von Industrie 4.0

Studie	Begriff Industrie 4.0
acatech (2016)	Definition Industrie 4.0: "Der Terminus bezeichnet einen tiefgreifenden ökonomischen Paradigmenwechsel, der die Entwicklung hochflexibler Wertschöpfungsketten, neuer Geschäftsmodelle und innovativer Services beschreibt. Kennzeichen der Industrie 4.0 sind die Fertigung individualisierter Produkte bis hin zur Losgröße eins unter den Bedingungen einer hochflexibilisierten Produktion sowie die Entwicklung von Verfahren zur Selbstoptimierung, -konfiguration und -diagnose." (S. 26)
ifaa (2015)	Begriffsverständnis: – 92,1 % ist der Begriffs Industrie 4.0 bekannt – 32,8 % erscheint der Begriff klar definiert
IW Köln/IW Consult (2016)	Definition Industrie 4.0: "(...) vertikale und horizontale Vernetzung von Wertschöpfungsketten und eine teilautonome Selbststeuerung der Prozesse." (S. 21)
Lichtblau et al. (2015)	Definition Industrie 4.0: "Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. (...) Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke (...). (Plattform Industrie 4.0, 2015)." (S.11) Industrie 4.0 umfasst die vier Dimensionen Smart Factory, Smart Products, Smart Operations und Data-driven Services (S. 12)

Fortsetzung Übersicht 1: Begriffsverständnis von Industrie 4.0

Studie	Begriff Industrie 4.0
McKinsey (2015)	Definition Industrie 4.0: "[...] we define all digitally enabled disruptive technologies that are likely to have a significant impact on manufacturing within the next 10 years as Industry 4.0 relevant." (S. 11)
PwC (2014)	Definition Industrie 4.0: "Industrie 4.0 umfasst nicht nur die Digitalisierung und Vernetzung der horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsketten, sondern wird auch das Produkt- und Serviceangebot der Unternehmen revolutionieren und zur Umsetzung neuer, oftmals disruptiver digitaler Geschäftsmodelle führen." (S. 10)
Staufen (2015)	Definition Smart Factory: "...[I]n der Fabrik der Zukunft tauschen Maschinen und Werkstücke permanent Informationen aus und sorgen automatisiert und intelligent für optimale Ergebnisse und effiziente Abläufe." (S. 3) Definition Industrie 4.0: "...internetgestützte Vernetzung von Objekten, Maschinen und Menschen in Echtzeit..." (S. 4)
Weiss et al. (2014)	Definition Industrie 4.0: "(...) neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten." (S. 5)
ZEW (2015)	Definition Industrie 4.0: "(...) umfassende Digitalisierung und Vernetzung von Produktionsprozessen, ausgehend von der Kundenbestellung, über den Erstellungsprozess, bis hin zu nachgelagerten Produktdienstleistungen." (S. 1)

Bedeutung von Industrie 4.0 für die Unternehmen

Die Bedeutung von Industrie 4.0 ist in den Unternehmen überwiegend angekommen. Die treibende Kraft für die Verzahnung der Produktion mit modernsten Informations- und Kommunikationstechnologien im Rahmen von Industrie 4.0 ist die rasant voranschreitende Digitalisierung (vgl. Plattform Industrie 4.0 2016). Die Mehrheit der Unternehmen weisen der Digitalisierung eine mittlere bis sehr hohe Bedeutung zu (vgl. Brink/Schlepphorst 2015, S. 20; Deutsche Telekom 2016, S. 4; Schröder et al. 2015, S. 6; Saam et al. 2016, S. 30). Aufgrund komplexerer Geschäftsprozesse sind es vor allem die Großunternehmen, die die Digitalisierung nochmals wichtiger einschätzt als KMU (vgl. BMWi 2016, S. 21; EY 2016, S. 3; DZ Bank 2014, S. 7). Niveauunterschiede in den Anteilswerten sind dabei auf unterschiedliche Branchensammensetzung und Herangehensweisen der Studien an das Thema Digitalisierung zurückzuführen und erklären auch uneinheitliche Ergebnisse zur Bedeutung innerhalb unterschiedlicher Branchen (vgl. Schröder et al. 2015; DIHK 2014; Deutsche Telekom 2016; EY 2016; DZ Bank 2014). Unternehmen können eine Einschätzung zur Relevanz der Digitalisierung bzw. von Industrie 4.0 eher für das eigene Unternehmen und bestenfalls im Vergleich zu Unternehmen der eigenen Branche vornehmen, eine branchenübergreifende Einordnung ist hingegen kaum möglich.

Industrie 4.0 wird von den Unternehmen eindeutig als wirtschaftliche Chance und nicht als Risiko wahrgenommen (vgl. McKinsey 2015, S. 50; acatech 2016, S. 10; EY 2016). Das trifft insbesondere auf Großunternehmen zu (vgl. EY 2016). Mit dem Einsatz von Industrie 4.0-Technologien werden hohe Effizienzgewinne im Produktionsprozess verbunden und – durch die Einbindung physischer Produkte in das Internet – neue datenbasierte Geschäftsmodelle ermöglicht. Für den Zeitraum von 2015 bis 2020 schätzen Experten das volkswirtschaftliche Potenzial von Industrie 4.0 auf bis zu 150 Mrd. Euro inkrementellen Umsatz (Wertschöpfung ohne Abzug der Kosten bzw. Vorleistung). Davon entfallen ca. 135 Mrd. Euro auf das Verarbeitende Gewerbe (vgl. Wischmann et al. 2015, S. 18f.). Diese Zahlen verdeutlichen – trotz der großen Unsicherheit solcher Prognosen – das beträchtliche gesamtwirtschaftliche Potenzial von Industrie 4.0.

Dass die Wettbewerbsfähigkeit durch Kosteneinsparungen mit Hilfe von Industrie 4.0-Technologien tatsächlich steigt, verdeutlichen entsprechende Schätzungen (vgl. Bauernhansl et al. 2014, S. 31ff.). Kosteneinsparungen sind in nahezu allen betrieblichen Bereichen möglich. Das größte Einsparpotenzial von 60 bis 70 % wird – so die Annahme – durch die Reduzierung von Komplexitätskosten realisiert. Kosten werden aber auch durch die Reduzierung von Materialkosten durch geringere Bestandsreserven (30 bis 40 %), flexibleren Personaleinsatz sowie den Wegfall redundanter Tätigkeiten (10 bis 20 %) eingespart. Das gleiche gilt für die Logistik und bei der Instandhaltung. Unternehmen erwarten durch die Digitalisierung der Wertschöpfungskette mit Industrie 4.0-Technologien eine jährliche Effizienzsteigerung von durchschnittlich 3,3 % in den nächsten fünf Jahren (vgl. PwC 2014). Dabei steht die Produktion im besonderen Fokus (vgl. ifaa 2015, S. 15; Staufen 2015, S. 5; Lichtblau et al. 2015, S. 41). Neben den quantitativen Vorteilen wie Effizienzsteigerungen bzw. Kostenreduktion (vgl. PwC 2014, S. 19; Lichtblau et al. 2015, S. 18) werden auch qualitative Aspekte als wichtige Treiber von Industrie 4.0 benannt. Dazu zählen eine höhere Produktionsflexibilität, schnellere Reaktionszeiten (vgl. EY 2016, S. 7; PwC 2014, S. 21) sowie eine bessere Planung und Steuerung von Produktionsprozessen (vgl. Weiss et al. 2014, S. 60; PwC 2014, S. 21).

Umsetzung von Industrie 4.0 in den Unternehmen

Insgesamt zeigt sich, dass Industrie 4.0 von den großen Unternehmen ausgeht und die Umsetzung dort weiter fortgeschritten ist als in den KMU (vgl. Weiss et al. 2014, S. 49; ifaa 2015, S. 17; Techconsult 2015, S. 76; IW

Köln/IW Consult 2016; Staufen 2015, S. 4; Lichtblau et al. 2015, S. 19; ZEW 2015, S. 1; Saam et al. 2016, S. 23). Am höchsten ist die digitale Durchdringung unter den wissensintensiven Dienstleistern sowie in der IKT-Branche, gefolgt von Finanz- und Versicherungsdienstleistern und dem Handel. Innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes gibt es eine deutliche Spreizung. So ist der Digitalisierungsgrad im Maschinen- und Fahrzeugbau sowie in der Chemie und Pharmabranche deutlich höher als im übrigen Verarbeitenden Gewerbe (vgl. BMWi 2016, S. 22).

Je nach Befragungskreis variiert der Anteil an Unternehmen, der sich mit dem Thema Industrie 4.0 beschäftigt oder es zumindest beobachtet, zwischen 45 % und 80 % (vgl. Weiss et al. 2014; IW Köln/IW Consult 2016, S. 148; ifaa 2015; Staufen 2015; Techconsult 2015; Lichtblau et al. 2015). Eine Ausnahme bildet das Handwerk, in dem sich bisher erst eine Minderheit von 5 % überhaupt mit der vernetzten Produktion auseinandergesetzt hat (vgl. ZDH 2014, S. 11). Der Anteil der Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe, die sich nicht nur mit dem Thema beschäftigen, sondern tatsächlich systematisch Industrie 4.0-Technologien eingeführt haben, liegt insgesamt im einstelligen Prozentbereich (vgl. Weiss et al. 2014, S. 49; ifaa 2015, S. 17; IW Köln/IW Consult 2016, S. 153; Staufen 2015, S. 4; Techconsult 2015, S. 76; Saam et al. 2016, S. 23). Zu den führenden Branchen innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes bei der Umsetzung von Industrie 4.0-Technologien zählen der Maschinen- und Anlagenbau sowie die Elektroindustrie und der Fahrzeugbau (vgl. Bitkom 2016, S. 18; IW Köln/IW Consult 2016, S. 155; Lichtblau et al. 2015, S. 19; ZEW 2015, S. 1; Techconsult 2015). Sowohl der Maschinen- und Anlagenbau als auch die Elektroindustrie sind gleichzeitig Hersteller bzw. Anbieter und Nutzer von Industrie 4.0-Technologien. Ein wesentlicher Grund, der den relativ hohen Verbreitungsgrad in diesem Wirtschaftsbereich erklärt. Jedes fünfte Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau führt erste Pilotinitiativen in den Fachabteilungen durch und investiert in Industrie 4.0 (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 29f.). Im Fahrzeugbau ist hingegen die Automatisierung bereits seit Dekaden relativ weit fortgeschritten. Durch die aufwendige Logistik sowie großer Variantenvielfalt und hoher Qualitätsansprüche in der Montage ist die Einführung von Industrie 4.0-Anwendungen nur der nächste logische Schritt (vgl. Huber 2016).

Bei der Umsetzung von Industrie 4.0 bislang noch vernachlässigt, werden die Möglichkeiten, die neue datenbasierte Geschäftsmodelle bieten (vgl. Lichtblau et al. 2015). So versprechen komplementäre Dienstleistungen zu den ausge-

lieferten physischen Produkten, wie die datenbasierte Überwachung, Wartung und Reparatur, hohe Umsatzmargen. Idealerweise gelingt es Unternehmen, ein digitales Ökosystem um die eigenen Produkte aufzubauen und dadurch die Kundenbindung zu stärken. Die Potenziale neuer Dienstleistungen bzw. Geschäftsmodelle erkennen die Unternehmen zwar grundsätzlich, eine tatsächliche Umsetzung findet jedoch bisher kaum statt (vgl. Löwer/Jeschke 2015, S. 10; Weiss et al. 2014, S. 60; Bitkom 2016). Lediglich ein Drittel der deutschen Maschinen- und Anlagenbauer bietet datengetriebene Services an, davon ist nur die Hälfte der Unternehmen mit Kunden vernetzt, wobei mittelgroße Unternehmen deutlich schlechter abschneiden als kleine bzw. große Unternehmen (bis 99 Mitarbeiter bzw. ab 500 Beschäftigte) (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 50). Auch die Möglichkeiten zur Individualisierung von Produkten durch den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien spielt für die Unternehmen noch eine untergeordnete Rolle (vgl. PwC 2014, S. 21). Es besteht die Gefahr, dass strategisch wichtige digitale Schnittstellen zu den eigenen Kunden großen Plattformanbietern aus dem IKT Sektor überlassen werden. Solche Anbieter virtueller Plattformen kommen vornehmlich aus den USA und könnten sich, wie bereits in anderen Branchen – beispielsweise im Handel – geschehen, zwischen Unternehmen und ihre Kunden schieben.

Bisher implementieren Unternehmen also überwiegend Teillösungen im Produktionsbereich, während bereichs- bzw. unternehmensübergreifende Anwendungen selten sind (vgl. Bitkom 2016S. 19f.). Vernetzte Anwendungen sind komplex, erfordern Interoperabilität sowie organisatorische Anpassungen und stellen hohe Anforderungen an Sicherheit und Datenschutz. Damit die wirtschaftlichen Potenziale gehoben werden können, sollten diese Faktoren durch die Unternehmensleitung koordiniert vorangetrieben werden. In über der Hälfte der Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau findet Industrie 4.0 jedoch keine strategische Berücksichtigung und nur ein Viertel der Unternehmen verfolgt eine strategisch ausgerichtete Umsetzung von Industrie 4.0, wobei der Anteil unter den größeren Unternehmen deutlich höher ist als unter den KMU (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 28).

Bisher gibt es nur wenige Konzepte, die den Verbreitungsgrad von Industrie 4.0 systematisch erfassen. Bisherige Studien, die zumeist auf subjektiven Selbsteinschätzungen durch die Unternehmen beruhen oder die Nutzung bestimmter Technologien abfragen, liefern oftmals ein uneinheitliches Bild zur Digitalisierung im industriellen Mittelstand. Daher wird in der vorliegenden Studie unabhängig von den eingesetzten Technologien eruiert, inwiefern Unter-

nehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe ihre Prozesse innerhalb und zwischen verschiedenen Geschäftsbereichen sowie über die eigenen Unternehmensgrenzen hinaus bereits vernetzt haben und ein durchgängiger Datenaustausch möglich ist. Zudem wird untersucht, welche Chancen und Risiken die Unternehmen mit der zunehmenden Virtualisierung ihres Wertschöpfungsprozesses verbinden.

3 Datenquelle und methodische Herangehensweise

3.1 Beschreibung der Datenbasis

Die Auswahl der befragten Unternehmen im Vorfeld der Datenerhebung erfolgte durch eine Zufallsauswahl. Die Grundgesamtheit bildeten alle Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes, deren Geschäftssitz in Deutschland liegt und die mindestens zehn Beschäftigte aufweisen. Darüber hinaus wurde ein Länderfokus auf die Bundesländer Nordrhein-Westfalen als bevölkerungsreichstes und wirtschaftsstarkes deutsches Bundesland sowie Baden-Württemberg und Bayern gelegt, in denen überdurchschnittlich viele Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes zu finden sind. Aufgrund der Wirtschafts- und Beschäftigungsstruktur sind insbesondere Baden-Württemberg, aber auch Bayern von der zunehmenden Digitalisierung betroffen. In diesen Ländern arbeiten überdurchschnittlich viele Beschäftigte in Berufen, die bereits heute zu mehr als 70 % von Computern oder computergestützten Maschinen übernommen werden könnten (vgl. Buch et al. 2016, S. 2).

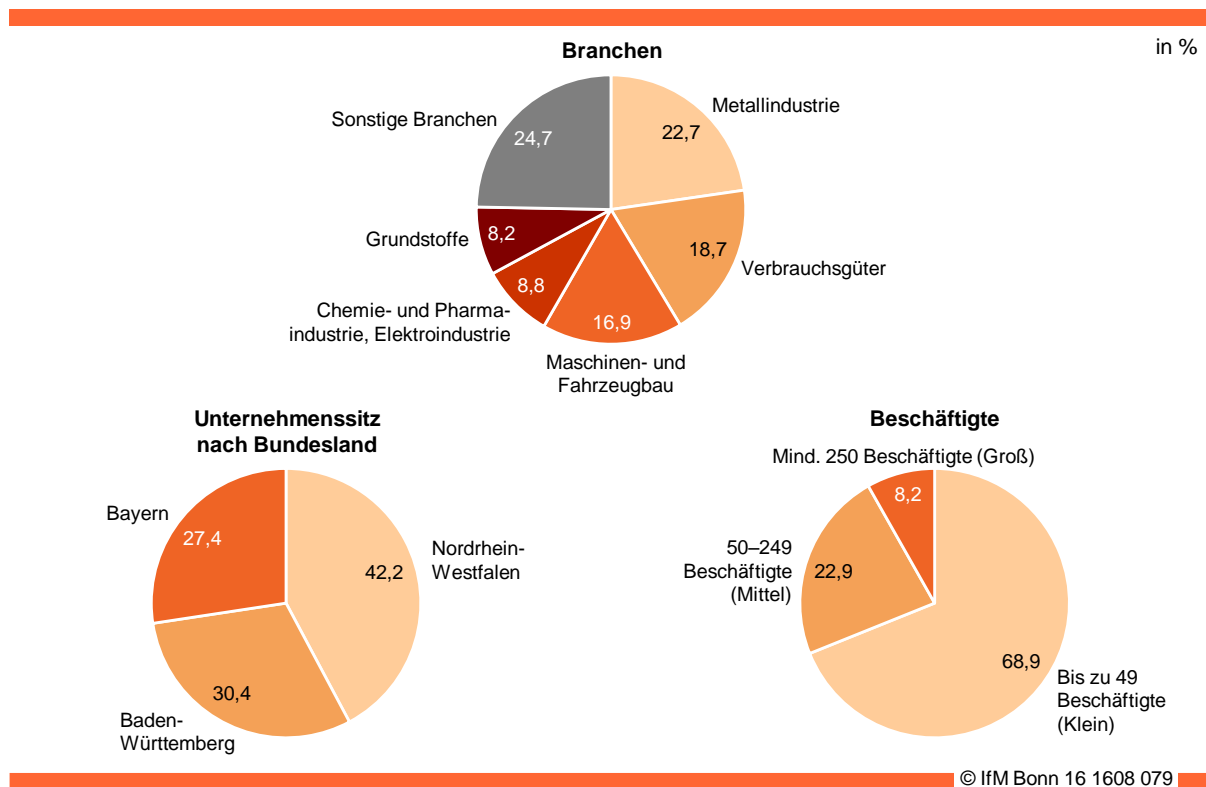
Die internetbasierte Befragung, die auf Wunsch auch in schriftlicher Form vorgenommen werden konnte, wurde von August bis Oktober 2016 durchgeführt. An der Befragung nahmen insgesamt 1.400 Unternehmen teil.

3.2 Stichprobenbeschreibung

In der vorliegenden Stichprobe bildet die Metallindustrie die größte Gruppe der befragten Unternehmen. Fast jedes fünfte Unternehmen im Sample ist der Verbrauchsgüterindustrie zuzuordnen, also bspw. der Nahrungs-, Textil- und Papierindustrie. Die kleineren Branchen bilden die Grundstoffindustrie und die Chemie- und Pharmaindustrie sowie die Elektroindustrie (vgl. Abbildung 1).¹

¹ Eine genaue Branchenzuordnung befindet sich in der Übersicht A1 des Anhangs.

Abbildung 1: Verteilung der Stichprobe nach Branchen, Beschäftigtenzahl und Bundesländer



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Am stärksten sind nordrhein-westfälische Unternehmen im Datensatz vertreten. Zwei von fünf Unternehmen haben ihren Unternehmenssitz in diesem Bundesland, was die Größe und Wirtschaftskraft des Bundeslandes widerspiegelt. Drei von zehn Unternehmen sitzen in Baden-Württemberg und jedes vierte hat seinen Unternehmenssitz in Bayern. Damit sind Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen im Vergleich zu der Grundgesamtheit (39,3%) leicht überdurchschnittlich vertreten, während baden-württembergische (31,4%) und bayerische Unternehmen (29,3%) leicht unterrepräsentiert sind (vgl. Destatis 2014). Von kleinen Abweichungen abgesehen ist die Datensatzstruktur der amtlichen Statistik relativ ähnlich, so dass nicht von Verzerrung auszugehen ist.

Die Mehrheit der in der Stichprobe vertretenen Unternehmen hatte Ende des Geschäftsjahres 2015 bis zu 49 Beschäftigte. Damit dominieren die kleineren Unternehmen, während rund jedes vierte mit 50 bis 249 Beschäftigten zu den Unternehmen mittlerer Größe zählt. Nur jedes zehnte Unternehmen kann mit mindestens 250 Beschäftigten den großen Unternehmen zugerechnet werden.

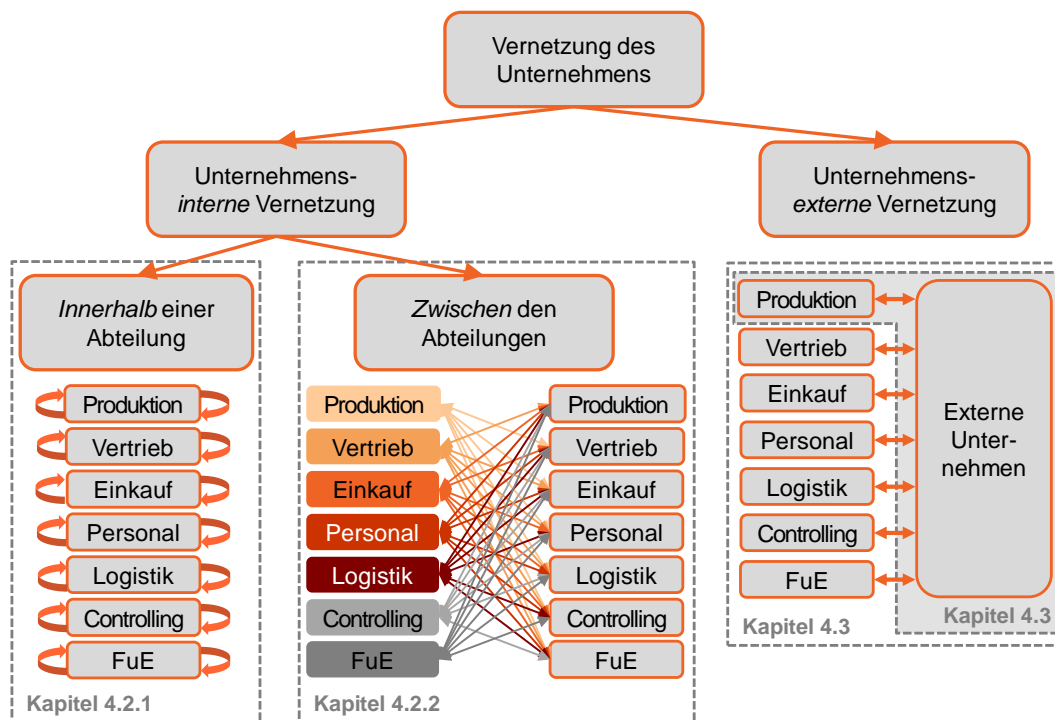
Es zeigt sich, dass kleinere Unternehmen häufiger familiengeführt und im Handwerk tätig sind. Größere Unternehmen sind hingegen in der Regel älter und stärker im Ausland aktiv. Sie betreiben öfter Forschung und Entwicklung und sind infolge dessen auch innovationsaktiver. Weniger Unterschiede zwischen kleinen und großen Unternehmen zeigen sich bei der Bildungsstruktur der Beschäftigten. Auffällig ist hierbei lediglich, dass kleine Unternehmen einen größeren Anteil von Mitarbeitern mit abgeschlossener Berufsausbildung beschäftigen (vgl. Tabelle A1 im Anhang).

3.3 Operationalisierung der unternehmensinternen und externen Vernetzung

Der technische Ausgangspunkt von Digitalisierungsprozessen bildet die Umwandlung analoger in digitale Daten, die in vernetzten Systemen verarbeitet und genutzt werden (vgl. Demary et al. 2016, S. 5). Auf dem Weg zur sog. Smart Factory steht nicht nur die Vernetzung innerhalb einer Abteilung eines Unternehmens im Fokus, sondern vor allem auch die abteilungsübergreifende und letztendlich die Vernetzung zwischen verschiedenen Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette. Diese drei verschiedenen Vernetzungsebenen wurden im Rahmen dieser Studie erfasst, um den aktuellen Vernetzungsgrad des industriellen Mittelstands zu ermitteln (vgl. Abbildung 2).

Die Unternehmen sollten angeben, inwiefern die Abteilungen Produktion, Vertrieb, Einkauf, Personal, Logistik, Controlling (Rechnungswesen und Finanzen) und – falls vorhanden – Forschung und Entwicklung (FuE) in ihrem Unternehmen vernetzt sind. Im Detail wurde gefragt, ob die Computer, Maschinen oder Systeme innerhalb der jeweiligen Abteilung im (Daten)-Austausch miteinander stehen. Im Folgenden werden Abteilungen als intern vernetzt betrachtet, wenn Computer, Maschinen oder Systeme innerhalb der jeweiligen Abteilung mindestens teilweise miteinander kommunizieren. Analog dazu gilt die Abteilung eines Unternehmens als abteilungsübergreifend bzw. unternehmensübergreifend vernetzt, wenn Computer, Maschinen oder Systeme der jeweiligen Abteilung mindestens teilweise mit anderen Abteilungen des Unternehmens bzw. anderen Unternehmen kommunizieren.

Abbildung 2: Operationalisierung der Vernetzungsebenen



© IfM Bonn 16 1608 064

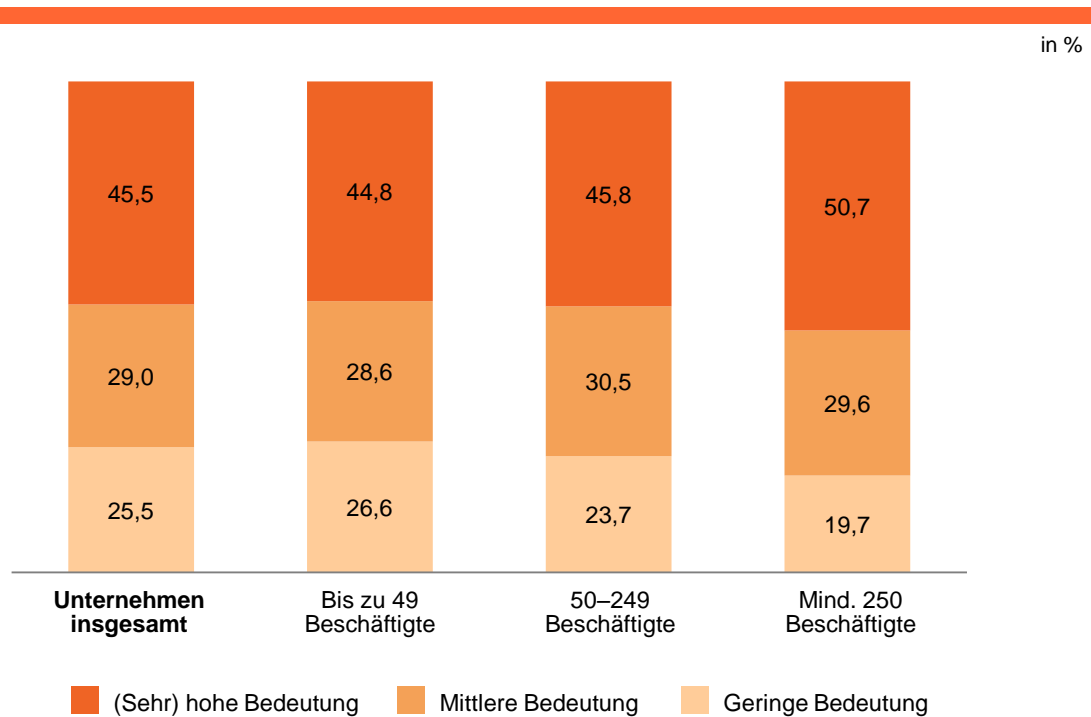
Quelle: Eigene Darstellung.

4 Ergebnisse der empirischen Untersuchung

4.1 Bedeutung der Digitalisierung für die Unternehmen

Ein Großteil der Unternehmen hat die Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnologien, die mit dem Intranet bzw. Internet verbunden sind, bereits heute für das eigene Unternehmen erkannt. Insgesamt hat der Einsatz dieser Technologien für 45,5 % der Unternehmen eine (sehr) hohe Bedeutung. Die Relevanz steigt dabei mit der Unternehmensgröße an, wenn die Unterschiede auch nur gering sind (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3: Bedeutung der Digitalisierung für die Unternehmen



© IfM Bonn 16 1608 014

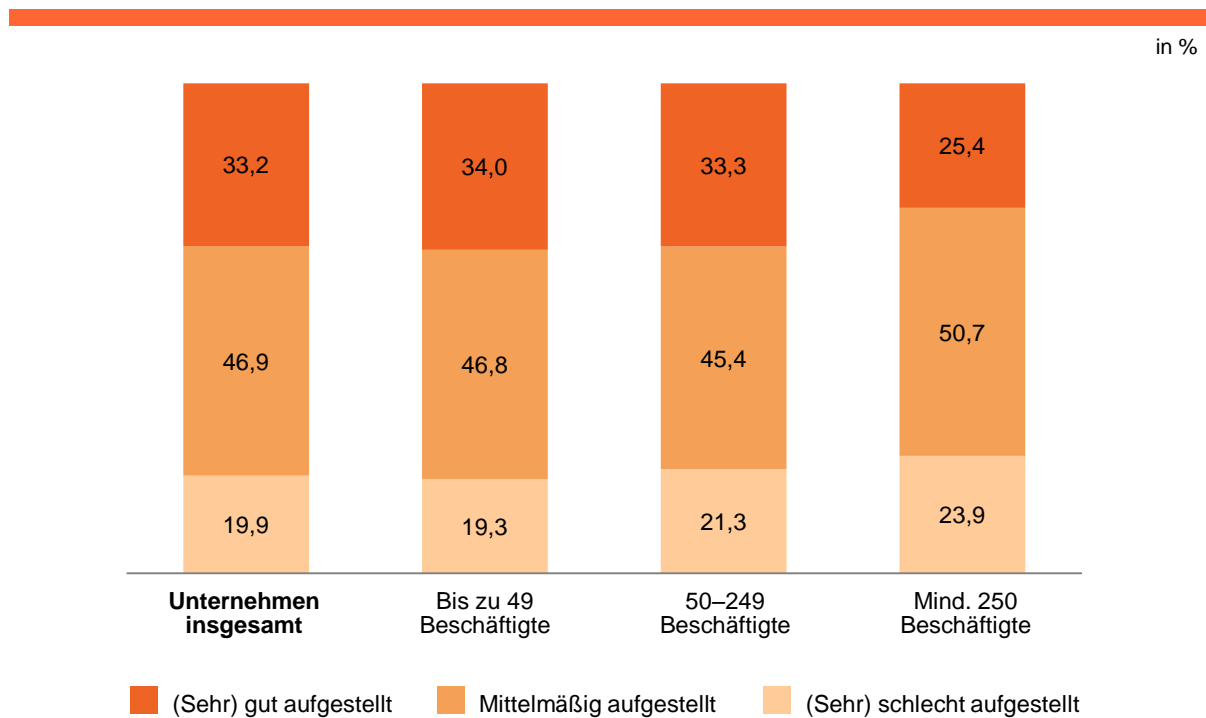
Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Nicht zuletzt die mediale Präsenz der Themen "Industrie 4.0" und "Digitalisierung" sorgte dafür, dass mittlerweile viele Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe für dieses Thema sensibilisiert sind. Die Untersuchungsergebnisse zeigen jedoch auch, dass immer noch ein Viertel der Unternehmen die Digitalisierung als für sich unbedeutend einschätzt. Vor allem die kleinen Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten kommen zu diesem Urteil. Offen bleibt zunächst, ob digitale Technologien aufgrund der Struktur des Fertigungsprozesses kleinerer Unternehmen tatsächlich weniger bedeutend sind oder ob andere Gründe, wie bspw. fehlendes (technologisches) Verständnis zu dieser Einschätzung führen. Dies werden wir mit Hilfe der nachfolgenden Analysen zu klären versuchen.

Eine Sensibilisierung für das Thema sagt noch nichts über den möglichen Umsetzungsgrad im Umfeld eines technologischen bzw. digitalen Wandels aus. Wir fragten die Unternehmen, wie sie sich selbst im Prozess einer zunehmenden Digitalisierung aufgestellt sehen. Auf den ersten Blick positiv scheint zu sein, dass sich etwa ein Drittel der Unternehmen (sehr) gut positioniert fühlt, und nur jedes fünfte die eigene Position in diesem Prozess als (sehr) schlecht beurteilt (vgl. Abbildung 4). Getragen wird dieses Ergebnis vor allem durch die kleinen und mittleren Unternehmen. Im Vergleich dazu ist der Anteil großer

Unternehmen, die sich im Digitalisierungsprozess (sehr) gut aufgestellt sehen, deutlich geringer.

Abbildung 4: Positionierung der Unternehmen im Digitalisierungsprozess

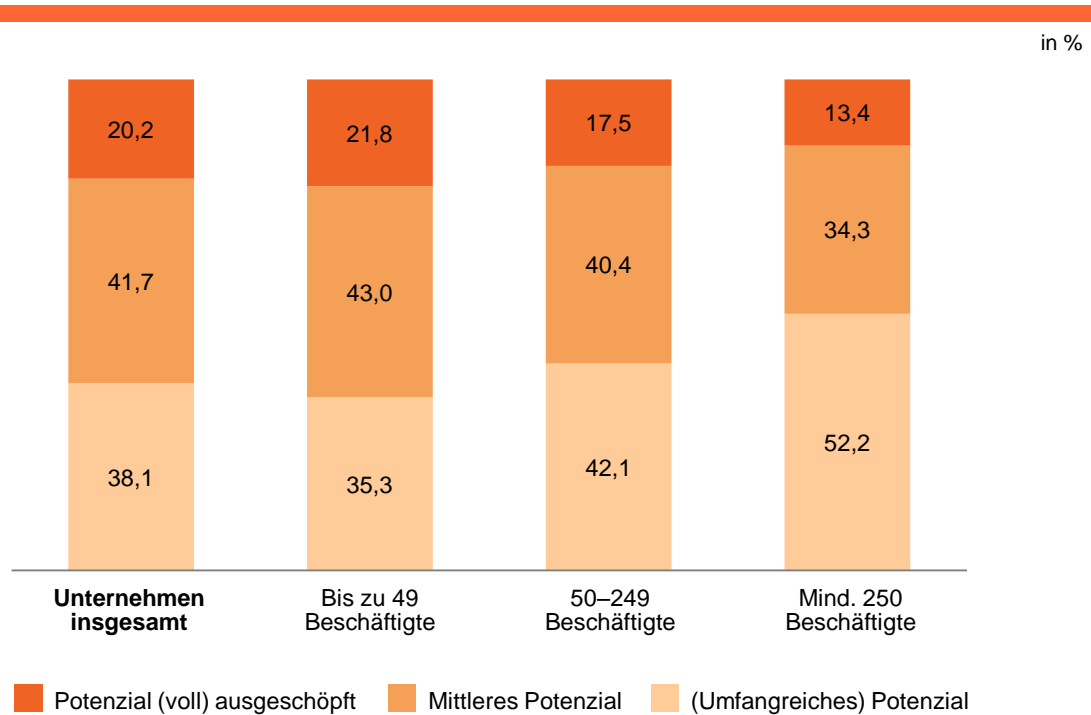


© IfM Bonn 16 1608 015

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Dieses Ergebnis überrascht zunächst, ergeben bisherige Studien doch, dass die Digitalisierungsaffinität mit der Unternehmensgröße steigt. Ein möglicher Grund für unsere Befragungsergebnisse könnte sein: Größere Unternehmen haben sich bereits stärker mit der Digitalisierung auseinandergesetzt, da sie schon jetzt stärker damit konfrontiert sind als kleine Unternehmen. So können z. B. internationale Geschäftsbeziehungen eine technologische Anpassung erforderlich machen. Da sie über größere personelle und finanzielle Ressourcen verfügen, sind sie eher in der Lage, Digitalisierungsoptionen zu erkennen, geeignete Digitalisierungsstrategien zu entwickeln und Veränderungen schneller und umfänglicher umzusetzen. Die Tatsache, dass größere Unternehmen größeren Handlungsbedarf sehen, zeigt sich auch in der Beurteilung des Digitalisierungspotenzials für das Unternehmen (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 5: Weiteres Digitalisierungspotenzial der Unternehmen



© IfM Bonn 16 1608 018

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

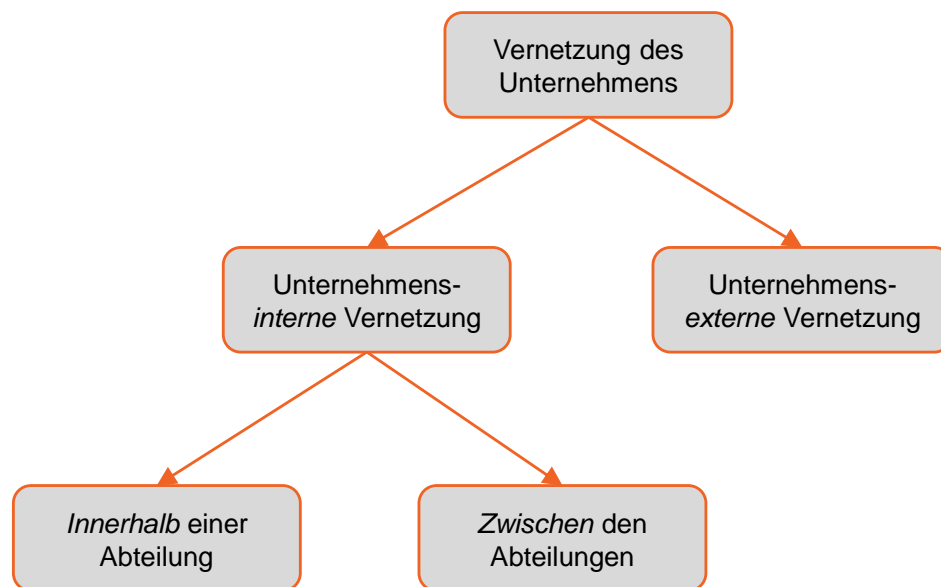
Je größer das Unternehmen, umso größer ist der Anteil der Unternehmen, die (großes) Potenzial sehen, die Erstellung ihrer Produkte und/oder Dienstleistungen (noch weiter) zu digitalisieren. Während mehr als die Hälfte der großen Unternehmen Digitalisierungspotenzial sieht, sind es bei den kleinen Unternehmen gerade ein Drittel der Unternehmen. Es ist zu vermuten, dass großen Unternehmen eher als kleinen bewusst ist, dass sie auf technologische Veränderungen zeitnah reagieren müssen, um den Anschluss im Digitalisierungsprozess nicht zu verlieren.

Sowohl bei der Bedeutung der Digitalisierung als auch bei der Positionierung der Unternehmen sowie der Beurteilung des Digitalisierungspotenzials für die Unternehmen handelt es sich um subjektive Einschätzungen der Unternehmen. Diese sagen zunächst wenig darüber aus, inwiefern digitale Technologien bereits in ein Unternehmen Einzug gehalten haben und wie weit die Unternehmen im Digitalisierungsprozess tatsächlich vorangeschritten sind. An diesem Punkt setzten die weiteren Untersuchungen dieser Studie an, die nachfolgend die Vernetzung im Unternehmen (unternehmensintern) und die Vernetzung der Unternehmen mit anderen Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette (unternehmensextern) betrachtet.

4.2 Unternehmensinterne Vernetzung

Wird der Vernetzungsgrad innerhalb der Unternehmen betrachtet, werden zwei Vernetzungsebenen unterschieden: Der Vernetzung innerhalb einer und zwischen verschiedenen Abteilungen eines Unternehmens (vgl. Abbildung 6).

Abbildung 6: Vernetzungsmöglichkeiten der Unternehmen



© IfM Bonn 16 1608 060

Quelle: Eigene Darstellung.

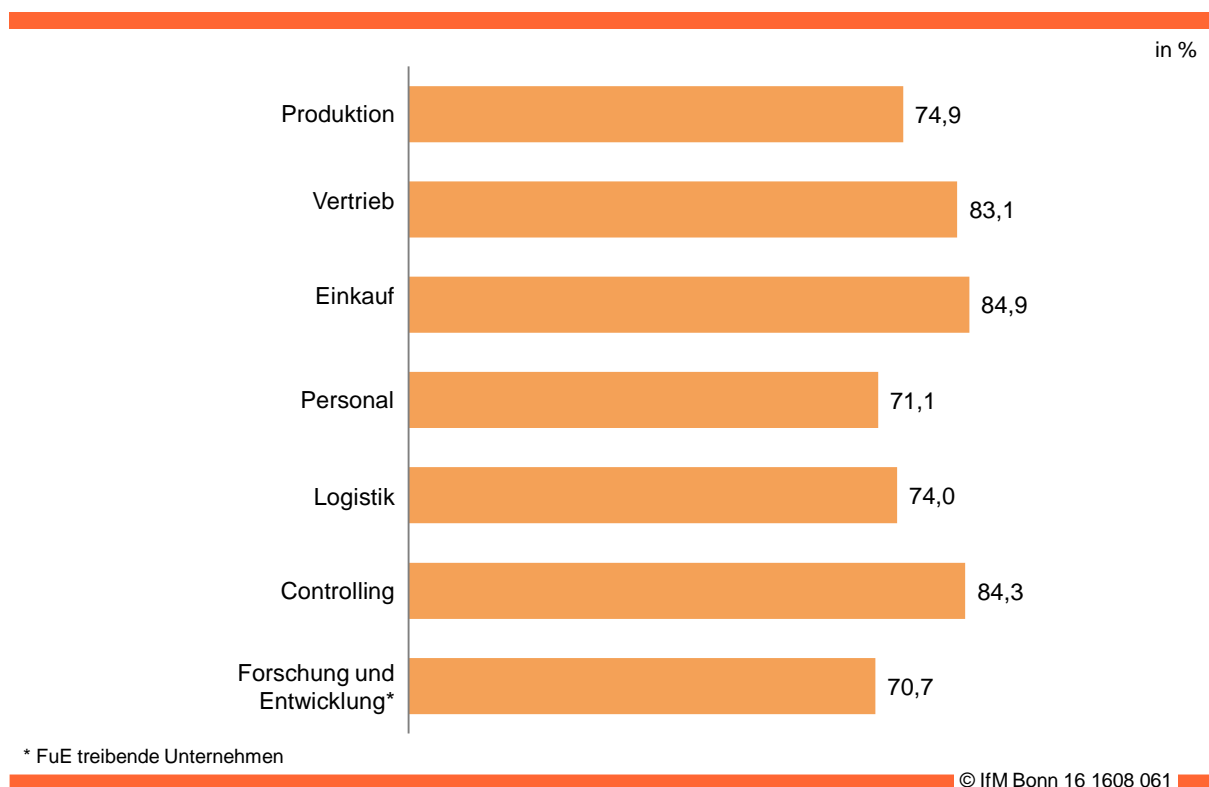
Zunächst betrachten wir die Vernetzung auf Abteilungsebene (Kap. 4.2.1). Im Mittelpunkt steht dabei die Frage, inwiefern die Computer, Maschinen oder Systeme innerhalb der einzelnen Abteilung miteinander kommunizieren und Daten austauschen. Dies erscheint als die einfachste Form der Vernetzung, da i.d.R. keine unterschiedlichen Systeme oder zum Einsatz kommende Technologien synchronisiert werden müssen. Bereits mit mehr technischem und organisatorischem Aufwand ist die Vernetzung zwischen verschiedenen Abteilungen innerhalb eines Unternehmens verbunden, die im Anschluss in Kapitel 4.2.2 im Mittelpunkt der Untersuchungen steht.

4.2.1 Vernetzung innerhalb der Abteilungen eines Unternehmens

Der Vernetzungsgrad in den Unternehmen ist in den letzten Jahren deutlich fortgeschritten. Bei fast allen der von uns befragten Unternehmen (96 %) ist mindestens eine Abteilung vernetzt. Typischerweise weisen die Abteilungen,

die durch Computerarbeitsplätze charakterisiert sind, einen besonders hohen Automatisierungsgrad auf. Dazu zählt neben Vertrieb und Controlling insbesondere der Einkauf. Diese drei Abteilungen sind in mehr als 80 % der Unternehmen abteilungsintern vernetzt. Das weist daraufhin, dass Unternehmen besonders in diesen Abteilungen vom automatischen Datenabgleichen profitieren und dies hier zu einem hohen Grad des unternehmensinternen, systemintegrierten Informationsaustausch führt (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 41). Auch die weiteren Abteilungen wie Produktion/Fertigung als Kernbereich der Wertschöpfung in Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes, Logistik, aber auch die Bereiche Personal und FuE weisen mit drei Viertel der Unternehmen einen hohen Vernetzungsgrad auf (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7: Abteilungsinterne Vernetzung

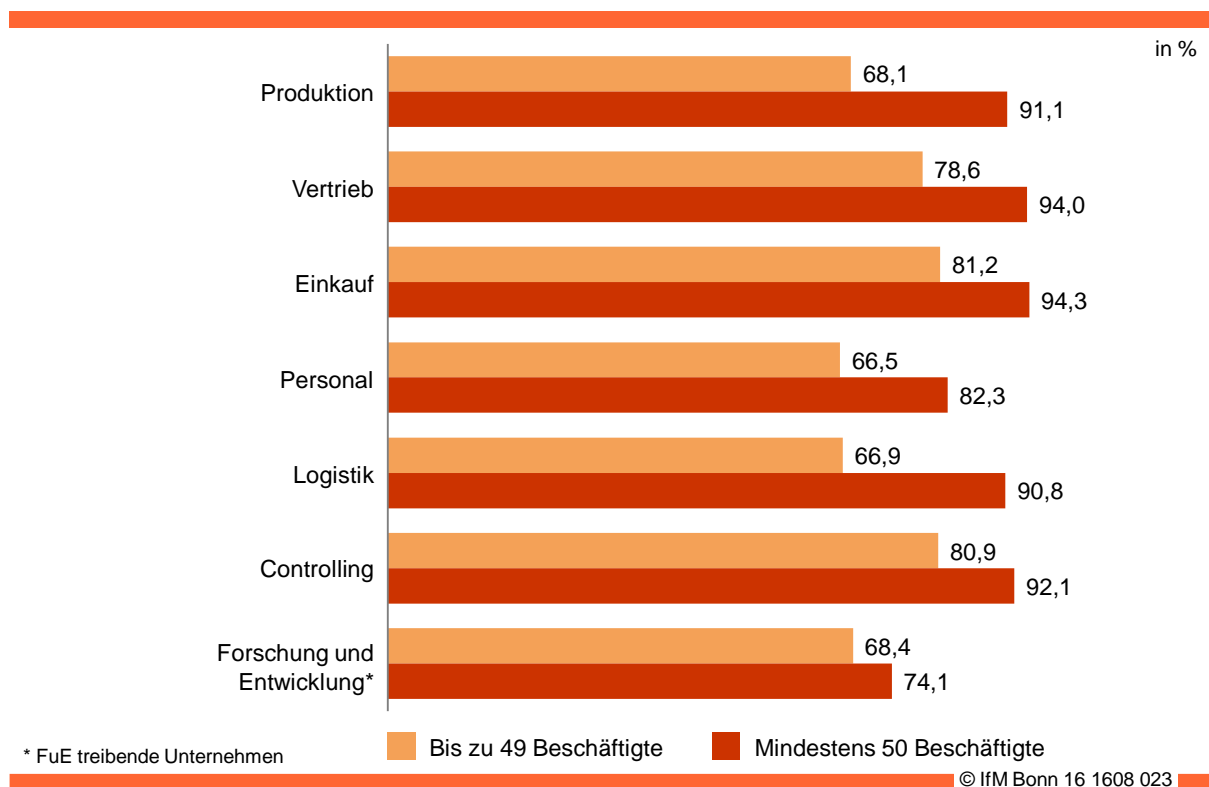


Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Ein Unternehmensgrößenvergleich zeigt, dass diese Potenziale noch nicht in allen Unternehmen gleichermaßen erkannt und entsprechende Systeme noch nicht durchgängig installiert worden sind. Auch wenn sich kleine Unternehmen im Digitalisierungsprozess subjektiv gut aufgestellt empfinden und deutlich weniger Digitalisierungspotenzial sehen als große Unternehmen, zeigen die Befragungsergebnisse zum Vernetzungsgrad ein anderes Bild: Alle Abteilungen sind in kleinen Unternehmen unverkennbar geringer vernetzt als in großen

(vgl. Abbildung 8). Ein Grund könnte darin liegen, dass in kleinen Unternehmen weniger Beschäftigte bei meist flacheren Hierarchien vorhanden sind, so dass die Notwendigkeit einer Vernetzung innerhalb einer Abteilung nicht zwingend notwendig erscheint bzw. gar nicht möglich ist, weil die Abteilungen zu klein sind und z. B. nur ein Computer existiert. Größere Unternehmen weisen hingegen einen höheren Koordinationsbedarf auf, da die einzelnen Abteilungen größer sind.

Abbildung 8: Abteilungsinterne Vernetzung nach Beschäftigtengrößenklassen



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

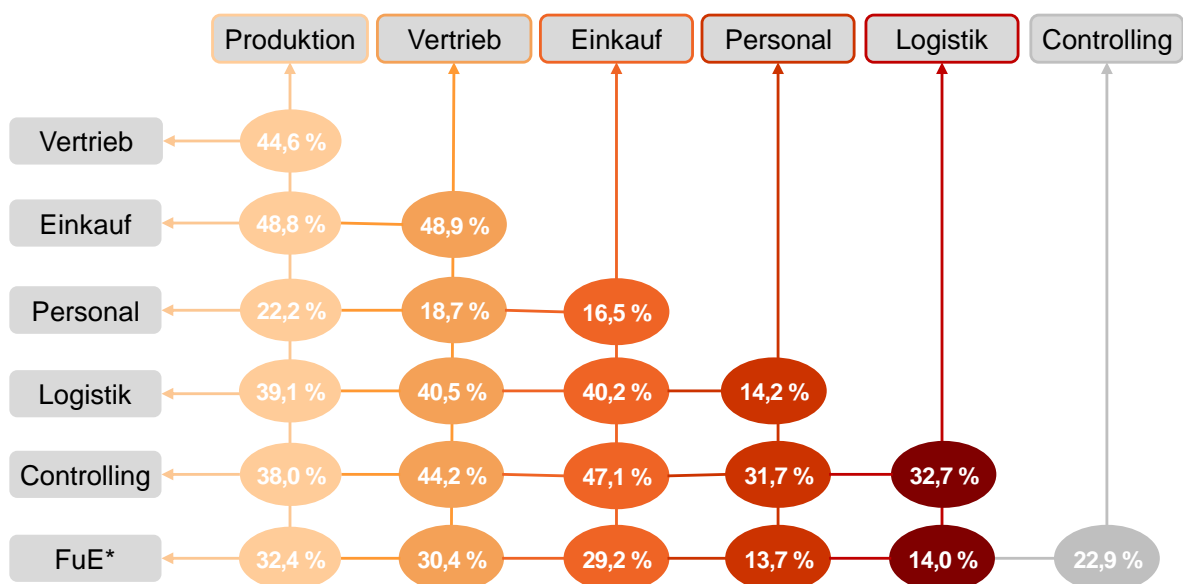
Bei der abteilungsinternen Vernetzung stellen wir insgesamt fest, dass digitale Technologien die verschiedenen Abteilungen der Unternehmen bereits zu einem hohen Grad durchdrungen haben. Insgesamt sind 44,7 % der Unternehmen komplett abteilungsintern vernetzt. Dies kann jedoch nur der erste Schritt im Digitalisierungsprozess sein. Für eine intelligente Fabrik ist es bspw. nicht nur erforderlich, dass die Maschinen innerhalb der Produktionsabteilung miteinander kommunizieren, sondern bspw. auch, dass knappe Materialbestände automatisch identifiziert und eine Nachbestellung angestoßen wird. Das wiederum erfordert eine abteilungsübergreifende Kommunikation der Systeme.

4.2.2 Abteilungsübergreifende Vernetzung innerhalb eines Unternehmens

Die Vernetzung ist zwischen den Abteilungen geringer ausgeprägt als die abteilungsinterne Vernetzung. Dennoch sind mehr als drei Viertel der Unternehmen abteilungsübergreifend vernetzt. In den meisten Unternehmen handelt es sich um einen digitalen Datenaustausch zwischen zwei Abteilungen. Vollständig abteilungsübergreifend vernetzt sind jedoch nur 5,1 % der Unternehmen, noch nicht einmal jedes zwanzigste Unternehmen.

Bei der Betrachtung einzelner Abteilungen fällt der hohe Vernetzungsgrad der Abteilung Einkauf mit dem Vertrieb, der Produktion und dem Controlling auf. Abteilungen, die auch abteilungsintern einen hohen Vernetzungsgrad aufweisen. Ebenfalls häufig sind Produktion und Vertrieb abteilungsübergreifend vernetzt (vgl. Abbildung 9).

Abbildung 9: Abteilungsübergreifende Vernetzung in den Unternehmen



* FuE treibende Unternehmen

© IfM Bonn 16 1608 046

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Ähnlich wie bei der abteilungsinternen Vernetzung erreichen größere Unternehmen auch abteilungsübergreifend eine höhere digitale Durchdringung. D. h. der Anteil der Unternehmen, die abteilungsübergreifend vernetzt sind, steigt mit der Unternehmensgröße an (vgl. Tabelle A2 im Anhang). Insbeson-

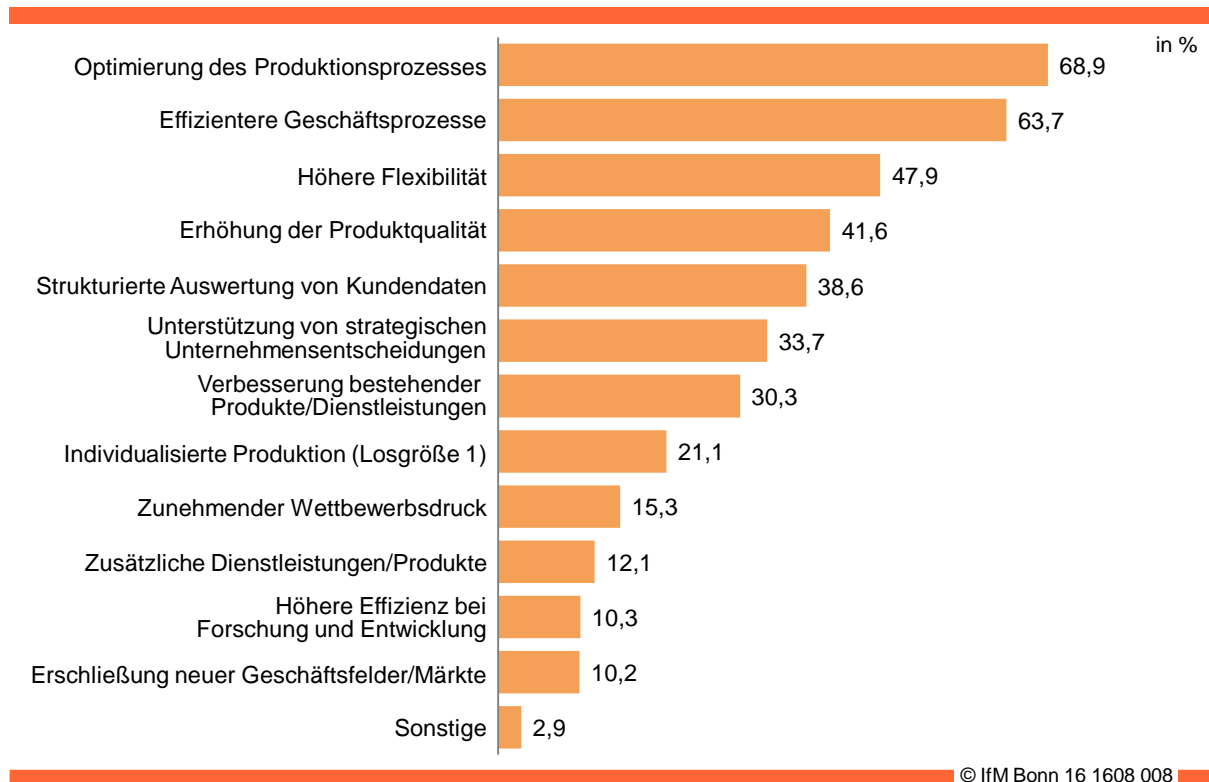
dere kleine Unternehmen verfügen häufig nicht über eigenständig arbeitende Funktionsbereiche für Personal und FuE, so dass sie diese auch nicht vernetzen können. Entsprechend besteht gerade bei diesen Bereichen eine hohe Diskrepanz zwischen kleinen und großen Unternehmen. Doch nicht nur bei den kleinen Unternehmen, auch bei den größeren Unternehmen besteht noch ein hohes Digitalisierungspotenzial. Insbesondere die nur mittelbar am Produktionsprozess beteiligten Funktionsbereiche bleiben hinter den übrigen Funktionsbereichen zurück. Gerade eine Vernetzung der FuE-Abteilung bspw. mit der Produktion eines Unternehmens könnte noch ungenutzte Potenziale bergen und Impulse im Innovationsprozess bei der schnellen, kundenorientierten Entwicklung von Produkten und Prozessen geben.

4.2.3 Treiber und Hemmnisse der unternehmensinternen Vernetzung

Ziel der Unternehmen beim Einsatz neuer digitaler Technologien und deren Vernetzung ist aus Sicht der Unternehmen vor allem die Optimierung betriebsinterner Prozesse. Auf die Frage, warum Geschäftsbereiche im Unternehmen vernetzt wurden, gaben rund zwei Drittel der Unternehmen – unabhängig von der Unternehmensgröße – an, ihre Produktions- und Geschäftsprozesse optimaler bzw. effizienter gestalten zu wollen (vgl. Abbildung 10). In den Befragungsergebnissen zeigt sich auch die Bedeutsamkeit einer Digitalisierungsstrategie. Unternehmen, die ihre Digitalisierungsprozesse planvoll angehen und Maßnahmen aufeinander abstimmen, treiben vergleichsweise häufiger ihre Vernetzung aus Gründen der Optimierung ihrer Produktionsprozesse voran, und zwar unabhängig von anderen unternehmensspezifischen Faktoren, die eine Rolle spielen könnten (vgl. Model 1 in Tabelle A3 im Anhang).

Im Hinblick auf eine Produktionsprozessoptimierung konnten die Unternehmen durch die unternehmensinterne Vernetzung vor allem den Materialverbrauch und Logistikprozesse optimaler gestalten sowie Rüstzeiten verkürzen. Allerdings zeigt sich in der Umfrage auch, dass Industrie 4.0 Technologien (noch) zu wenig eingesetzt werden, um Produktionsprozesse zu optimieren. Bspw. werden echtzeitbasierte Daten für die automatisierte Produktionssteuerung von nur wenigen Unternehmen genutzt. Auch die vorausschauende Instandhaltung spielt bei den meisten Unternehmen noch keine Rolle (vgl. Abbildung A1 im Anhang).

Abbildung 10: Treiber der internen Vernetzung



© IfM Bonn 16 1608 008

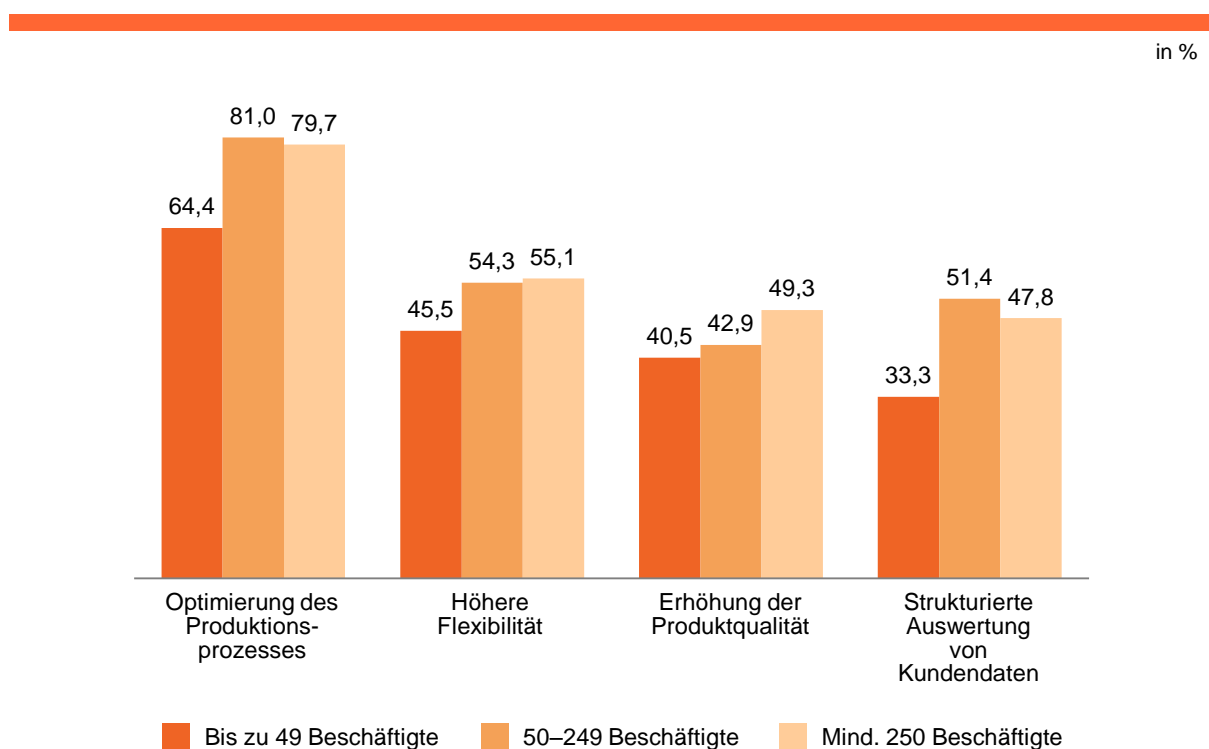
Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Bereits heute erfassen rund sieben von zehn Unternehmen Maschinen- und Prozessdaten, was nicht zuletzt eine vollautomatische Fehlererkennung im Produktionsprozess ermöglicht (vgl. Lichtblau et al. 2015, S. 37). Nicht verwunderlich also, dass die elektronische Datenerfassung von den Unternehmen auch dazu eingesetzt wird, um flexibler zu werden und ihre Produktqualität zu verbessern.

Bei Digitalisierungsprozessen geht es nicht nur um die Ausschöpfung von Optimierungspotenzialen, es geht vor allem auch um stark individualisierte Produkte unter den Bedingungen einer hoch flexibilisierten Produktion. Über eine umfassende digitale Vernetzung sollen Kunden und Geschäftspartner in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse eingebunden sowie die Echtzeit-Steuerung von unternehmerischen Prozessen und ganzen Wertschöpfungsketten ermöglicht werden. Dies eröffnet den Unternehmen nicht zuletzt die Umsetzung völlig neuartiger Produkte und Geschäftsmodelle (vgl. BMBF 2016). Zum aktuellen Zeitpunkt treibt jedoch nur jedes zehnte von uns befragte Unternehmen die Entwicklung neuer Dienstleistungen/Produkte bzw. die Erschließung neuer Märkte bei der unternehmensinternen Vernetzung an.

Immerhin nutzen knapp 40 % der Unternehmen die Vernetzung, um strukturierte Daten zu generieren. Wie bei den übrigen Treibern auch, sind es vor allem die größeren Unternehmen, die in der Erfassung strukturierter Daten Vorteile erkennen (vgl. Abbildung 11). Allerdings nutzen auch diese Unternehmen die Daten noch nicht, um neue Geschäftsfelder und Märkte zu erschließen. Offensichtlich dient die Erfassung strukturierter Daten zunächst einmal anderen Zwecken. Es bestehen also noch große Potenziale, die es auf dem Weg zur intelligenten Fabrik auszuschöpfen gilt.

Abbildung 11: Treiber der internen Vernetzung nach Beschäftigtengrößenklassen

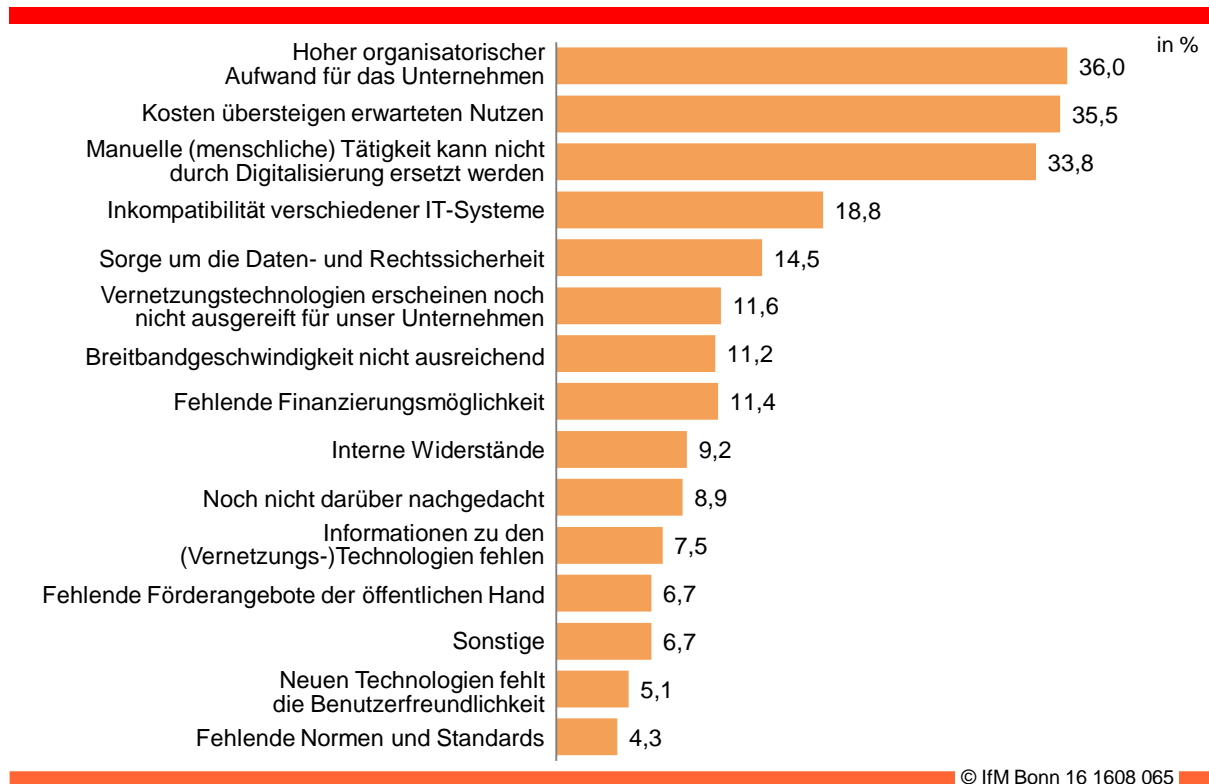


© IfM Bonn 16 1608 042

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Von großem Interesse sind nicht nur die Gründe, die Unternehmen antreiben, ihr Unternehmen zu vernetzen, sondern insbesondere auch die damit verbundenen Probleme, die einer internen Vernetzung entgegenstehen. Von den Unternehmen werden vor allem drei Hemmnisse genannt: Der hohe organisatorische Aufwand der Umsetzung, die hohen Kosten, die den erwarteten Nutzen übersteigen und schließlich sehen viele Unternehmen generell keinen Anlass zur Vernetzung. In diesem Fall sind die Unternehmen der Meinung, dass manuelle Tätigkeiten nicht durch digitale Technologien ersetzt werden können (vgl. Abbildung 12).

Abbildung 12: Hemmnisse der internen Vernetzung



© IfM Bonn 16 1608 065

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

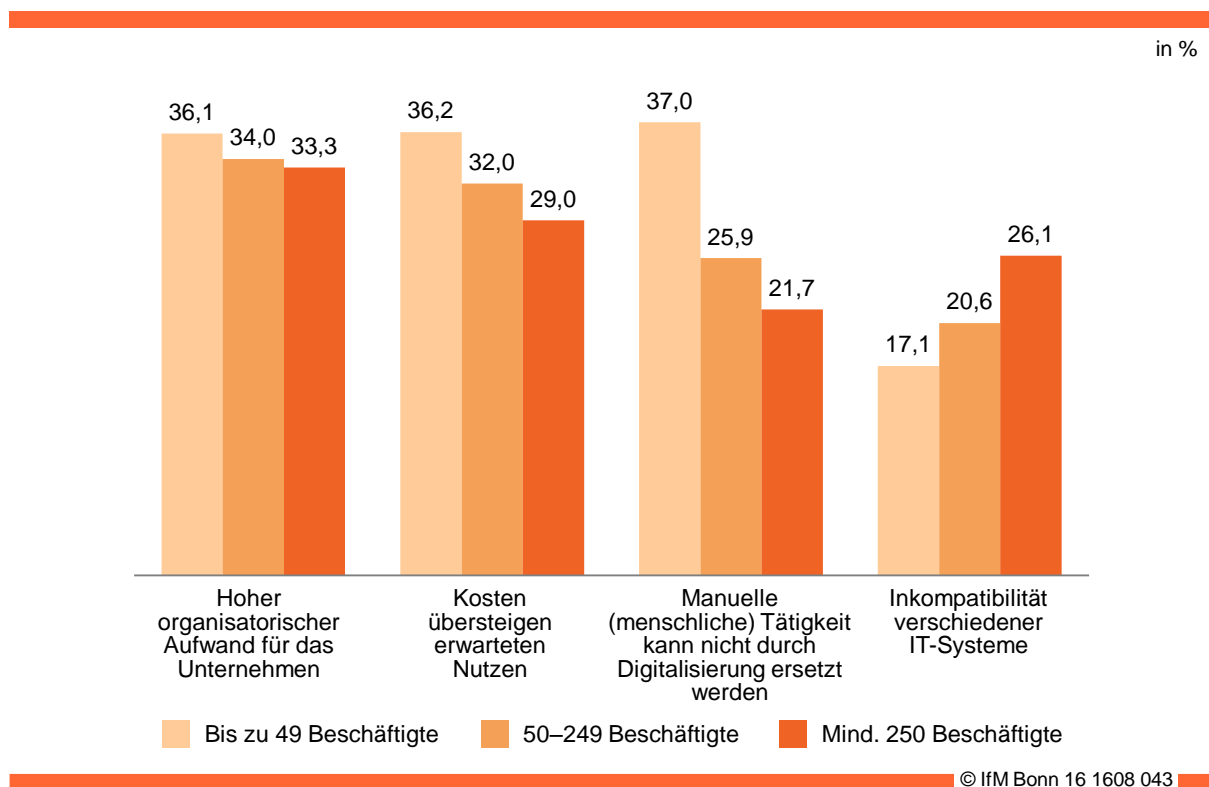
In der öffentlichen Diskussion wird häufig die Sorge um Datensicherheit, mangelnde Kompatibilität der IT-Systeme und die unzureichende Datenübertragungsgeschwindigkeit als wesentliche Digitalisierungshemmnisse genannt (vgl. DIHK 2014; Brink/Schlepphorst 2015). Im Kontext der internen Vernetzung können diese Ergebnisse nicht bestätigt werden. Gründe, die im weitesten Sinn mit dem Austausch von Daten in Zusammenhang stehen, werden erst mit großem Abstand als Hemmnis benannt. Auch rechtliche Rahmenbedingungen und mangelnde Unterstützungsangebote stellen aktuell offensichtlich nur ein eher untergeordnetes Hemmnis dar. So beklagt noch nicht einmal jedes zehnte Unternehmen fehlende Förderangebote oder fehlende (rechtliche) Standards. Die zahlreichen Förderangebote sowohl vom Bund als auch von den Ländern scheinen den Unternehmen bekannt zu sein und werden offensichtlich als ausreichend betrachtet. Möglicherweise unterschätzen die Unternehmen im Kontext einer internen Vernetzung aber auch die Erfordernisse einer digitalen Infrastruktur, so dass trotz der geringen Nennungen hier nach wie vor Handlungsbedarf besteht.

Interessant ist die unterschiedliche Problemwahrnehmung kleiner und größerer Unternehmen. Generell sehen kleine Unternehmen größere Schwierigkeiten als größere Unternehmen. Lediglich die Inkompatibilität verschiedener IT-

Systeme bewerten deutlich häufiger große Unternehmen als Hindernis zu einer vollständigen Vernetzung der Abteilungen. Dies erklärt sich durch die komplexere Unternehmensstruktur. Viele Abteilungen bedingen eine größere Schnittstellenproblematik und damit höheren (technologischen) Koordinierungsaufwand.

Alle anderen oben genannten Haupthemmnisse fallen bei kleinen Unternehmen stärker ins Gewicht (vgl. Abbildung 13). Besonders auffällig: Manuelle (menschliche) Tätigkeiten können nach Ansicht der kleinen Unternehmen nicht durch Digitalisierung ersetzt werden. Dieser Meinung sind fast doppelt so viele kleine wie große Unternehmen.

Abbildung 13: Hemmnisse der internen Vernetzung nach Beschäftigtenklassen



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Eine mögliche Begründung könnte sein, dass in der Gruppe der kleinen Unternehmen viele Handwerksunternehmen zu finden sind. Diese sind oftmals Generalisten, die eine Vielzahl von Anforderungsprofilen in einer Person vereinen. Insofern sind kleine Unternehmen deutlich häufiger davon überzeugt, dass ihre Tätigkeit (noch) nicht durch Algorithmen und Digitalisierung ersetzt werden kann – insgesamt kommt jedes dritte Unternehmen zu dieser Einschätzung.

Wird im Rahmen einer multivariaten Analyse der Einfluss mehrerer unternehmensspezifischer Merkmale berücksichtigt, so zeigt sich, dass neben den Handwerksunternehmen auch familiengeführte Unternehmen häufiger als nicht-familiengeführte Unternehmen der Meinung sind, dass manuelle Tätigkeiten nicht durch digitale Technologien ersetzt werden können (vgl. Model 2 von Tabelle A3 im Anhang). Vor diesem Hintergrund ist es auch nicht verwunderlich, dass kleinere Unternehmen, die häufiger in Familienhand sind, deutlich häufiger (noch) keinen Bedarf sehen, ihr Unternehmen zu vernetzen. Die Implementierung neuer Technologien zur Vernetzung eines Unternehmens ist immer auch mit Risiken verbunden, die insbesondere familiengeführte Unternehmen aufgrund ihrer stärkeren Risikoaversität scheuen (vgl. Werner et al. 2013, S. 10 f.).

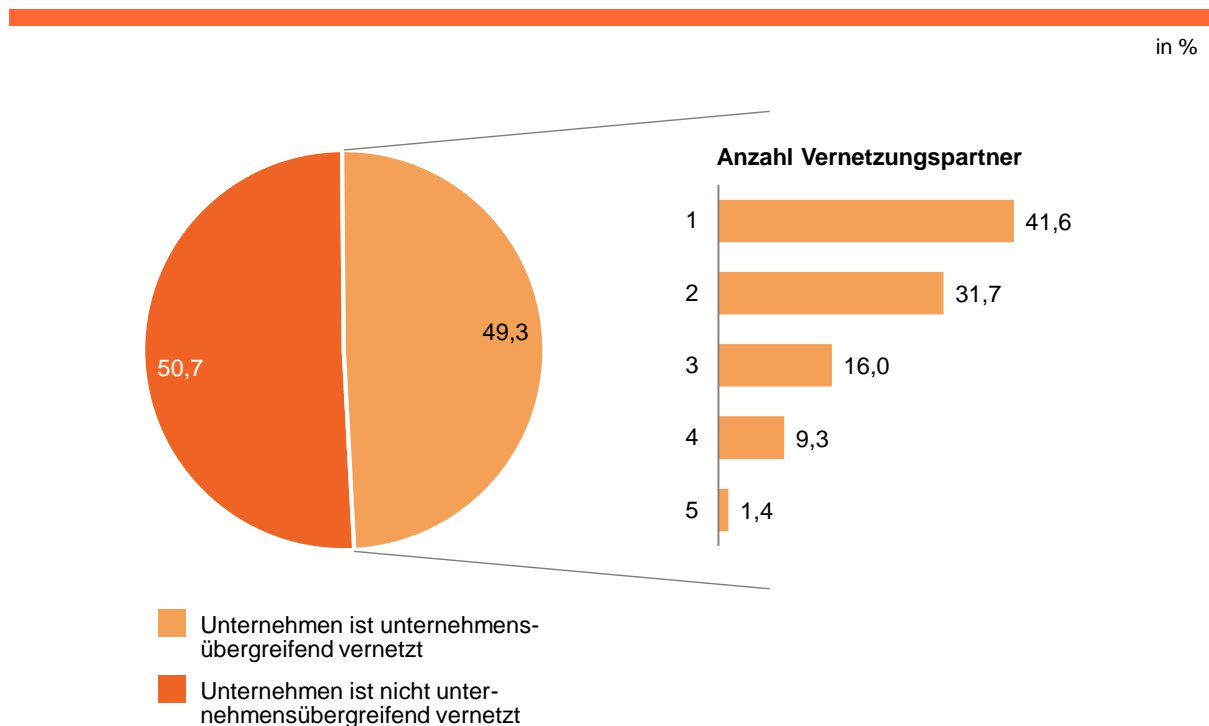
4.3 Unternehmensübergreifende Vernetzung

Ein wesentliches Merkmal von Industrie 4.0 ist jedoch nicht nur die unternehmensinterne Vernetzung, sondern die Vernetzung über die Unternehmensgrenzen hinweg und der damit verbundene Datenaustausch der am Wertschöpfungsprozess beteiligten Unternehmen. Dazu zählen Zulieferer von Rohstoffen und Vorprodukten, Servicedienstleister und Abnehmer/Erstausrüster², ebenso wie mögliche Forschungspartner. Die Vernetzung mit externen Unternehmen zielt auf die Realisierung von Effizienzgewinnen, indem beispielsweise Lieferketten synchronisiert, Produktionszeiten verkürzt und Innovationszyklen beschleunigt werden (vgl. Bloching et al. 2015, S. 19).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen einen vergleichsweise großen, unternehmensübergreifenden Vernetzungsgrad. Nahezu die Hälfte aller befragten Unternehmen ist mit mindestens einem externen Partner vernetzt (vgl. Abbildung 14).

² Unter dem Begriff Erstausrüster (ebenso Original Equipment Manufacturer bzw. OEM genannt) verstehen wir den Hersteller von finalen Produkten, der diese an den Kunden oder Handel liefert. Hierbei ist es möglich, dass der Erstausrüster auch von Zulieferern gefertigte Teile und Komponenten zusammensetzt (vgl. Bloching et al. 2015, S. 18).

Abbildung 14: Unternehmensübergreifende Vernetzung und Anzahl der Vernetzungspartner



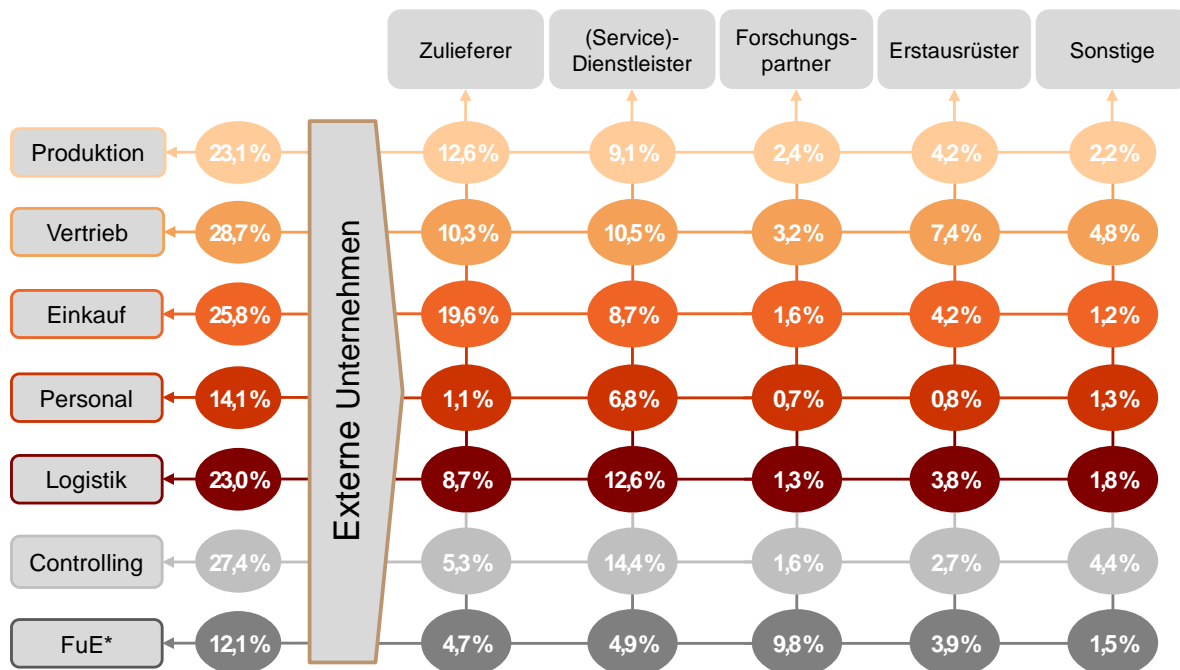
© IfM Bonn 16 1608 076

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Etwa drei Viertel der überbetrieblich vernetzten Unternehmen haben einen oder zwei externe Partner. Am häufigsten erfolgt eine Vernetzung mit externen (Service-) Dienstleistern. Fast ebenso häufig findet ein automatisierter Datenaustausch mit Zulieferern statt. Deutlich abgeschlagen folgen Erstausrüster und Forschungspartner (vgl. Abbildung A2 im Anhang).

In etwa der Hälfte der unternehmensübergreifend vernetzten Unternehmen sind ein bzw. zwei Abteilungen an dem automatisierten Datenaustausch mit externen Partnern beteiligt. Bei einer detaillierten Betrachtung zeigt sich, dass die Unternehmen vor allem vertriebsseitig mit anderen Unternehmen vernetzt sind. Der digitale Austausch von Daten zwischen der Vertriebsabteilung und einem anderen Unternehmen findet in knapp drei von zehn Unternehmen statt, wobei die Vernetzung insbesondere mit Zulieferern und (Service-) Dienstleistern erfolgt (vgl. Abbildung 15).

Abbildung 15: Vernetzung nach Geschäftsbereichen und externen Partnern



* FuE treibende Unternehmen

© IfM Bonn 16 1608 048

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

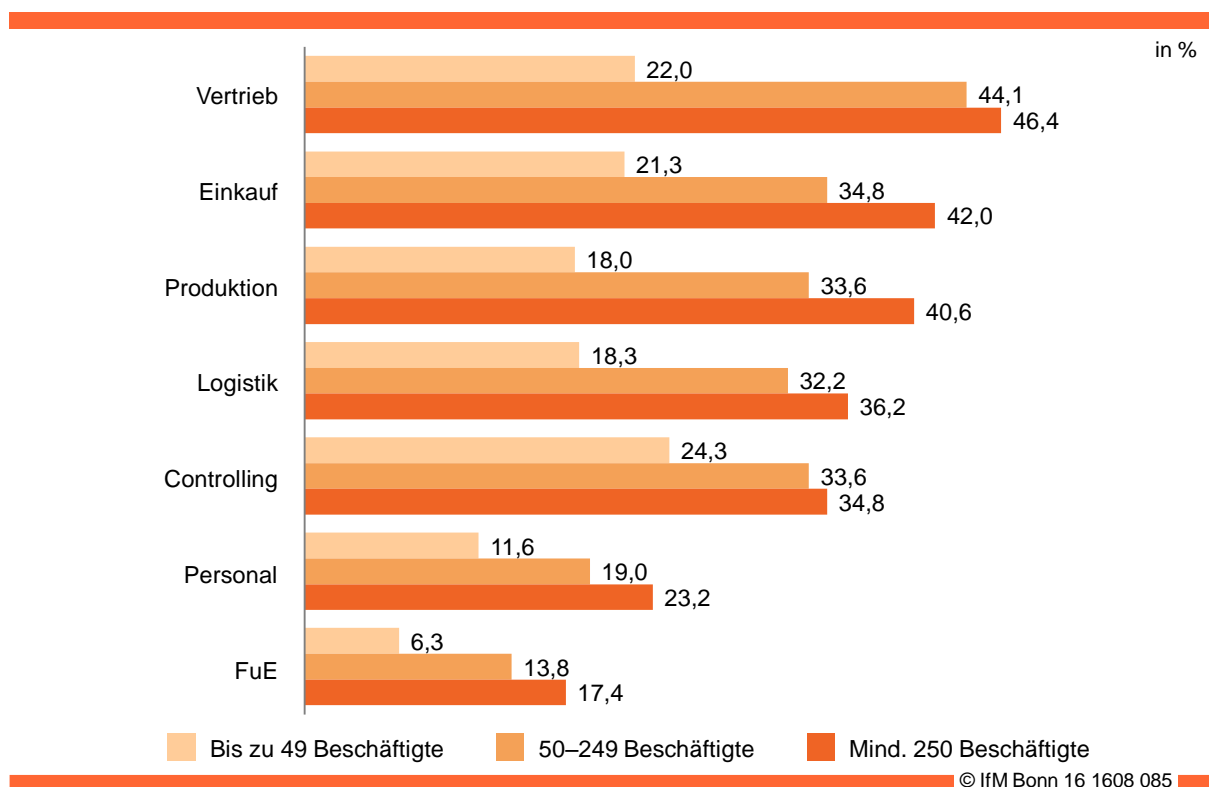
In 27,4 % der Fälle ist das Controlling der Unternehmen unternehmensübergreifend vernetzt – fast ebenso häufig wie die Vertriebsabteilung. Häufigster Vernetzungspartner sind in diesem Fall die (Service-) Dienstleister. In den Aufgabenbereich des Controllings fallen dabei nicht nur Informations- und Dienstleistungsaufgaben, sondern ihr obliegen auch Planungs- und Steuerungsfunktionen für die zukünftige Unternehmensplanung. Denkbar wäre in diesem Zusammenhang die Zusammenarbeit mit Steuerberatern, Softwareanbietern oder Unternehmensberatern, aber auch Anbietern von Cloud-Systemen zur Verarbeitung umfangreicher Datenmengen.

Immerhin jedes vierte Unternehmen hat den Einkauf, die Produktion oder die Logistik-Abteilung unternehmensübergreifend vernetzt. Dieses Ergebnis deckt sich somit mit der Studie von Lichtblau et al. (2015, S. 41), wonach die Produktion in 23,2 % der Unternehmen unternehmensübergreifend vernetzt ist. Während Unternehmen bei der Vernetzung von Einkauf und Produktion vor allem auf eine Verbindung zu Zulieferern Wert legen – hier dürften vor allem Effizienzvorteile durch eine schnelle Produktion im Vordergrund stehen –, erfolgt die Vernetzung der Logistikabteilung vergleichsweise häufig mit (Service-) Dienstleistern. Der Bereich Logistik umfasst sowohl den Transport als auch die Lagerung, das Umschlagen, Verpacken und Verteilen von Produkten.

Unternehmensbereiche, in denen sich momentan ein dynamischer Automatisierungsprozess vollzieht. Nicht zuletzt auch deshalb, weil sich hier große Optimierungsvorteile generieren lassen.

Deutlich geringer ist eine Vernetzung über die eigenen Unternehmensgrenzen hinaus im Bereich Forschung und Entwicklung – weniger als jedes zehnte Unternehmen setzt hier auf den Datenaustausch mit externen Partnern. Der Austausch von Daten mit anderen Unternehmen ist auch immer mit der Öffnung des unternehmenseigenen Systems nach außen verbunden. Gerade das ist jedoch bei der Entwicklung von Innovationen ein hochsensibles Thema, wenn es um die Ausnutzung von Wettbewerbsvorteilen aufgrund einer Pionierstrategie geht.

Abbildung 16: Unternehmensübergreifende Vernetzung nach Beschäftigtenklassen



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

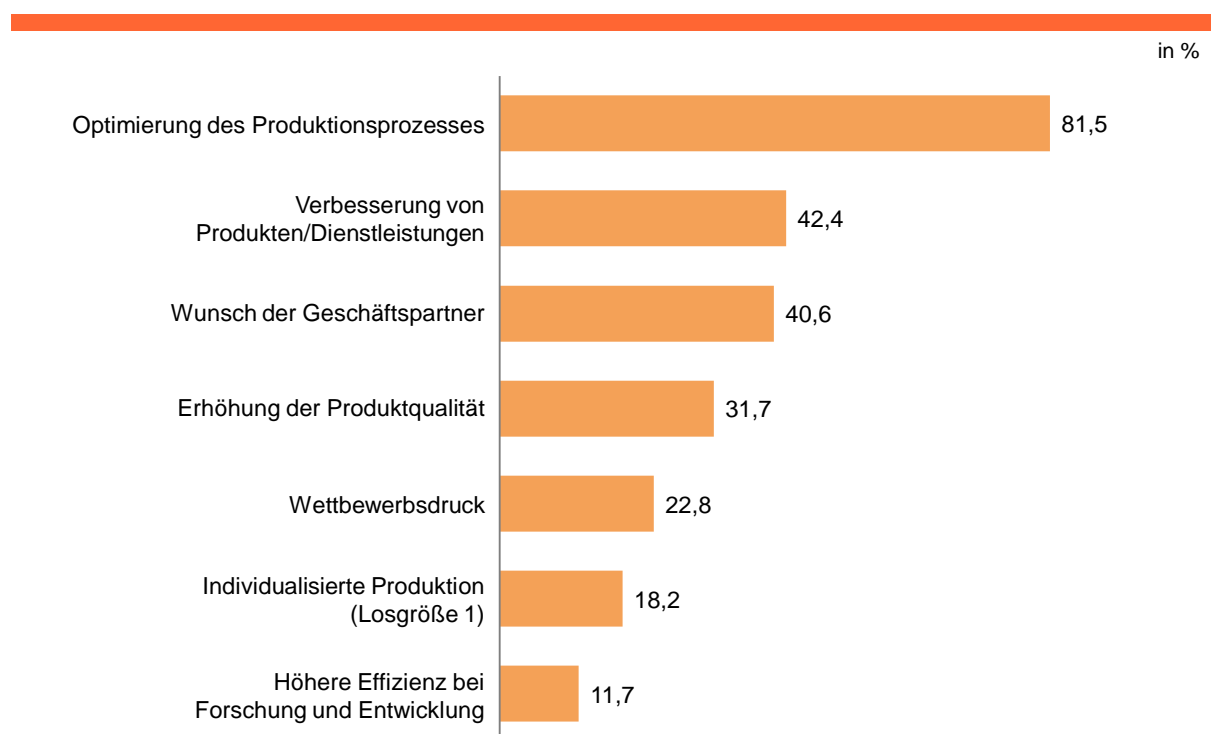
Wie bereits weiter oben dargestellt, weisen große Unternehmen ein höheres internes Vernetzungsniveau auf als kleine Unternehmen. Sie sind besser mit den technologischen Möglichkeiten und Bedingungen, aber auch der vernetzten Arbeitsweise, vertraut und haben damit auch bessere Voraussetzungen für eine externe Vernetzung. Dies bestätigen auch unsere Ergebnisse: Fast alle Abteilungen großer Unternehmen sind in nahezu doppelt so vielen Fällen un-

ternehmensübergreifend vernetzt (vgl. Abbildung 16). Lediglich bei der Controlling-Abteilung ist der Unterschied nicht ganz so groß. Hier macht sich bemerkbar, dass kleine Unternehmen häufiger Unterstützung bei Finanz- und IT-Dienstleistungen in Anspruch nehmen müssen, da ihnen intern das Know-how fehlt.

4.3.1 Treiber unternehmensübergreifender Vernetzung

Unabhängig von der Größenklasse ist es – wie bei der unternehmensinternen Vernetzung auch – vor allem die Nutzung von Effizienzvorteilen, die die Unternehmen antreibt, sich unternehmensübergreifend zu vernetzen. Mehr als 80 % der Unternehmen bewerten die optimale Gestaltung von Produktionsprozessen zwischen den beteiligten Unternehmen als Hauptargument für die Vernetzung (vgl. Abbildung 17). Optimierungspotenziale ergeben sich vor allem durch die Verfügbarkeit von Prozessdaten. Die Auswertung solcher Daten ermöglicht es, Potenziale und mögliche Schwachstellen schneller zu erkennen und gegebenenfalls zu nutzen oder zu beheben.

Abbildung 17: Treiber der externen Vernetzung



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Am zweithäufigsten nennen die Unternehmen die Verbesserung von Produkten und Dienstleistungen als Motiv für eine Vernetzung über die eigenen Un-

ternehmensgrenzen hinaus. Allerdings ist dieses Motiv nur in rund vier von zehn Fällen mit ausschlaggebend für eine unternehmensübergreifende Vernetzung. Offensichtlich ist vielen Unternehmen (noch) nicht bewusst, dass mit der Vernetzung nicht nur ein besserer Datenfluss, sondern auch zusätzliche Produkteigenschaften und z. B. Aftersales-Dienstleistungen verbunden sind.

Neben den unternehmensinternen Gründen spielen auch unternehmensexterne Treiber eine Rolle. So wurde der Wunsch einer unternehmensübergreifenden Vernetzung bei immerhin vier von zehn Unternehmen durch ihre Geschäftspartner an sie herangetragen. Gerade Hersteller von Vorleistungsgütern befinden sich hier häufiger in einer Abhängigkeit von ihren Abnehmern und kommen deren Wunsch nach einem digitalen Datenaustausch nach. Hier zeigt sich ein Weg der digitalen Durchdringung der Industrie. Die Vermutung, dass die Vernetzung von den größeren Unternehmen ausgehend auf die kleineren übertragen, wird lässt sich anhand unserer Daten nicht belegen. Offensichtlich sind es die mittleren und größeren Unternehmen, die von den Betrieben, die sie beliefern, zur Vernetzung aufgefordert werden. Sowohl bei der Beschäftigtengrößenklasse 50 bis 249 als auch bei den Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten gilt dies für mehr als jedes zweite Unternehmen. Bei den kleinen Unternehmen sind es deutlich weniger: Nicht einmal jedes Dritte wird vom Geschäftspartner zur Vernetzung aufgefordert.

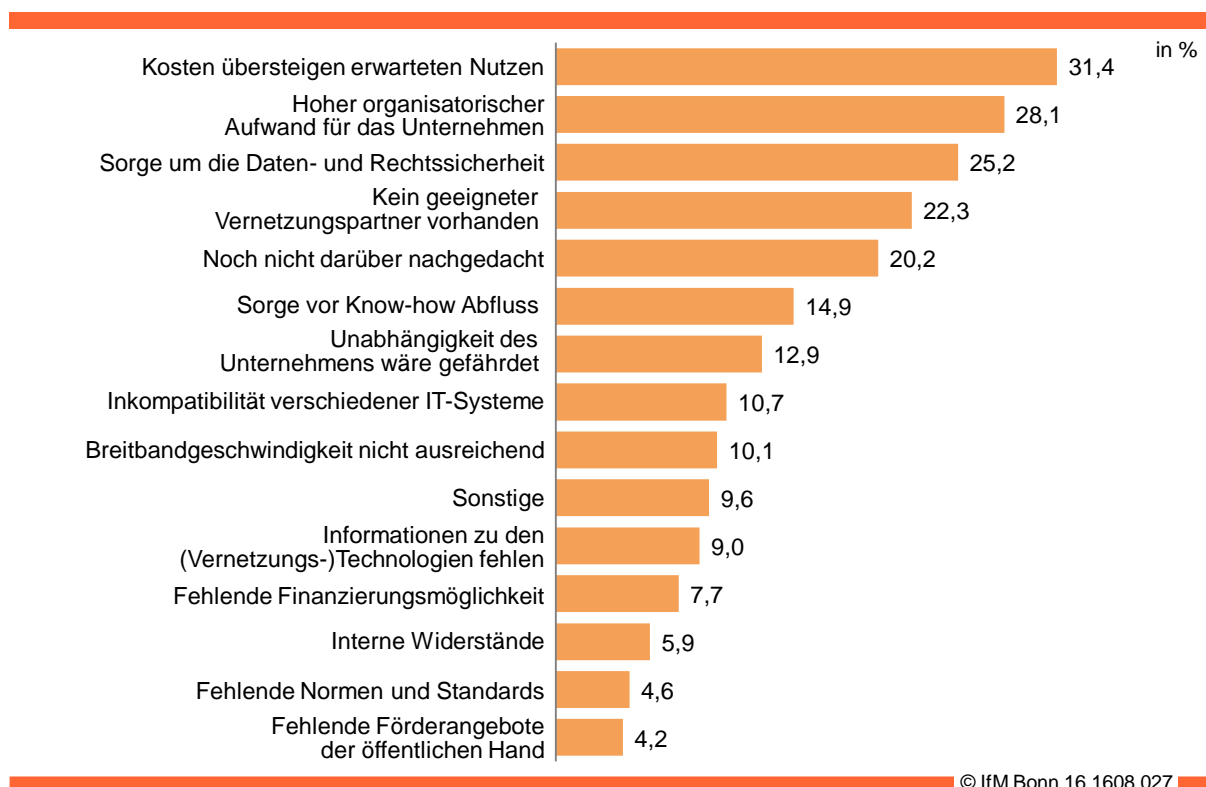
Kaum bedeutsam ist der Wettbewerbsdruck als Motiv für eine Vernetzung mit anderen Unternehmen. In unserer Befragung fühlt sich nur jedes fünfte Unternehmen aufgrund steigenden Konkurrenzdrucks veranlasst, Vernetzungsstrategien zu verfolgen. Dabei spielt es kaum eine Rolle, ob die Unternehmen auslandsaktiv sind oder nicht. Offensichtlich geht von den internationalen Konkurrenten kein größerer Digitalisierungsdruck aus als von inländischen. Allerdings sind größere Unternehmen eher betroffen (36,4 %) als kleine Unternehmen (17,4 %). Ebenfalls eine eher untergeordnete Rolle spielen mögliche Effizienzgewinne bei FuE-Kooperationen. Wenig überraschend, betrachtet man sowohl den geringen inner- als auch überbetrieblichen Vernetzungsgrad dieser Abteilung.

4.3.2 Hemmnisse der externen Vernetzung

Das größte Hemmnis der unternehmensübergreifenden Vernetzung sind aus Sicht der Unternehmen die damit verbundenen Kosten, die den erwarteten Nutzen übersteigen (vgl. Abbildung 18). Hier drückt sich auch die Unsicherheit aus, welche technologische Lösung für das Unternehmen die geeignete wäre.

Viele Unternehmen verfügen nicht über die erforderlichen IT-Kenntnisse oder gar eine eigene IT-Abteilung. Lediglich ein Drittel der Unternehmen beschäftigt IT-Fachkräfte. Somit bleiben für die Unternehmen sowohl die Höhe der vermuteten Investitionskosten als auch der aus der Investition resultierende Nutzen unklar. Auch der organisatorische Aufwand hemmt die Vernetzungsaktivitäten der Unternehmen. So müssen neben den technologischen Kenntnissen Vernetzungsstrukturen mit den anderen Unternehmen abgestimmt werden. Ein automatisierter Datenaustausch führt aber möglicherweise auch zu einer Änderung in der Arbeitsorganisation. Dies führt bei knapp drei von zehn Unternehmen zu Verzögerungen bei der Implementierung von überbetrieblichen digitalen Technologien.

Abbildung 18: Hemmnisse der externen Vernetzung



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Während die Datensicherheit bei der unternehmensinternen Vernetzung noch ein eher untergeordnetes Problem darstellte, fällt es bei der externen Vernetzung stärker ins Gewicht. Jedes 4. Unternehmen hemmt die Sorge um Daten- und Rechtssicherheit in ihren Vernetzungsaktivitäten. Deutlich weniger Probleme bereiten den Unternehmen hingegen die bisher geschaffenen Normen und Standards, dessen Fehlen nur jedes zwanzigste Unternehmen als Hemmnis einstuft. Auch ein größeres Förderangebot der öffentlichen Hand zur

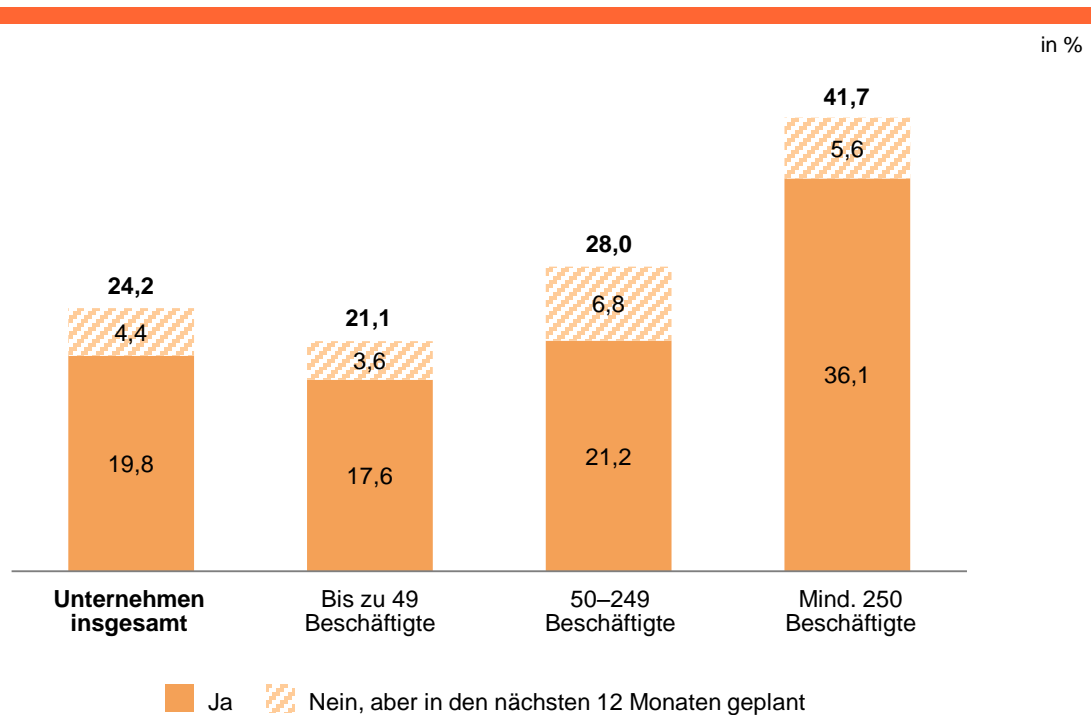
Steigerung des digitalen Datenaustauschs zwischen Unternehmen ist aus Sicht der Unternehmen nicht erforderlich.

Ein Fünftel der Unternehmen haben noch überhaupt nicht über die Vernetzung mit anderen Unternehmen nachgedacht. Hierbei handelt es sich insbesondere um kleine Unternehmen. Dies ist in der Unternehmensgrößenklasse mit maximal 49 Beschäftigten mit 31,6 % der häufigste Grund, warum keine unternehmensübergreifende Vernetzung vorliegt. Unter Umständen fehlt diesen Unternehmen das Expertenwissen für den Umgang und die Umsetzung technologischer Neuerungen. Dafür spricht, dass sich jedes zehnte Unternehmen mehr Informationen zu den Vernetzungstechnologien wünscht. Im Gegensatz dazu haben sich alle großen Unternehmen bereits mit der überbetrieblichen Digitalisierung beschäftigt und fühlen sich auch ausreichend informiert.

4.4 Smarte Produkte im industriellen Mittelstand

Die oben beschriebene Vernetzung kann nur ein erster Schritt der Unternehmen sein, um dem dynamischen Industrie 4.0-Prozess folgen zu können. Die Vernetzung selbst stellt keinen Selbstzweck dar, sondern ist die Voraussetzung für eine selbststeuernde Automatisierung von Maschinen, Produkten oder ganzer Fabriken. Es geht also um die Transformation rein mechanischer Produkte hin zu intelligenten und über das Internet vernetzten Produkten (sog. smarte Produkte und Dienstleistungen). So werden Unternehmen zukünftig z. B. ihre Produkte mit Sensoren und Mikroprozessoren ausstatten und die gesammelten Daten an andere Hersteller oder Nutzer mithilfe von Vernetzungstechnologien senden. Gerade im Verarbeitenden Gewerbe, wo ein Großteil der Wertschöpfung durch den Verkauf industrieller Produkte generiert wird, können Unternehmen durch die Vernetzung nicht nur Effizienzvorteile ausschöpfen, sondern es können sich auch ganz neue Geschäftsfelder ergeben. In der vorliegenden Studie wurden die Unternehmen gefragt, ob sie mindestens ein Produkt herstellen, das internetfähig und damit potentiell für die Vernetzung geeignet ist. Fast jedes vierte Unternehmen bietet bereits entweder solche smarten Produkte an oder plant deren Herstellung (vgl. Abbildung 19). Dieser relativ hohe Anteil ist im Wesentlichen durch die deutlich gesunkenen Preise für Sensoren und Vernetzungstechnologien zu erklären (vgl. Porter/Heppelmann 2014; McKinsey 2015).

Abbildung 19: Anteil der Unternehmen mit internetfähigen Produkten



© IfM Bonn 16 1608 016

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Offenbar haben vor allem die großen Unternehmen die "Zeichen der Zeit" erkannt und rüsten sich bereits heute für die Zukunft. Kleine Unternehmen haben bei der Produktion smarter Produkte noch Nachholbedarf. Unter ihnen hat lediglich jedes fünfte Unternehmen mindestens ein internetfähiges Produkt im Sortiment. Auch zukünftig wird sich voraussichtlich das Bild nicht ändern, da nur für sehr wenige kleine Unternehmen smarte Produkte in ihrer Geschäftsplanung eine Rolle spielen. Dies kann den zukünftigen Unternehmenserfolg beeinträchtigen. Hersteller smarter Produkte erzielen eine vergleichsweise höhere Wachstumsrate ihres Umsatzes (6,8% gegenüber 5,8%) als Unternehmen, die diese Produkte nicht anbieten. Als Umsatztreiber wird von den Herstellern smarter Produkte vor allem die Erschließung neuer Geschäftsfelder genannt.

Es stellt sich die Frage, ob sich bestimmte Unternehmensmerkmale oder Einflussfaktoren identifizieren lassen, die Unternehmen motivieren, intelligente und vernetzte Produkte herzustellen bzw. ihre Herstellung zu planen. Als Ergebnis einer multivariaten Analyse fallen vor allem technologienahe Faktoren ins Auge. Unternehmen, die eine Digitalisierungsstrategie verfolgen, eine eigene IT-Abteilung führen und Forschung und Entwicklung betreiben, haben tendenziell bessere Chancen, für die Vernetzung geeignete Produkte zu er-

stellen (vgl. Model 4 von Tabelle A3 im Anhang). Darüber hinaus deuten die Ergebnisse auch an, dass Unternehmen mit einem höheren Anteil an Mitarbeitern mit Hochschulabschluss eher zu den Herstellern smarter Produkte gehören. Ein möglicher Grund ist, dass hochqualifizierte Mitarbeiter eher über das notwendige Wissen über neue technologische Entwicklungen verfügen und dadurch auch eher in der Lage sind, technisch anspruchsvollere Produkte herzustellen.

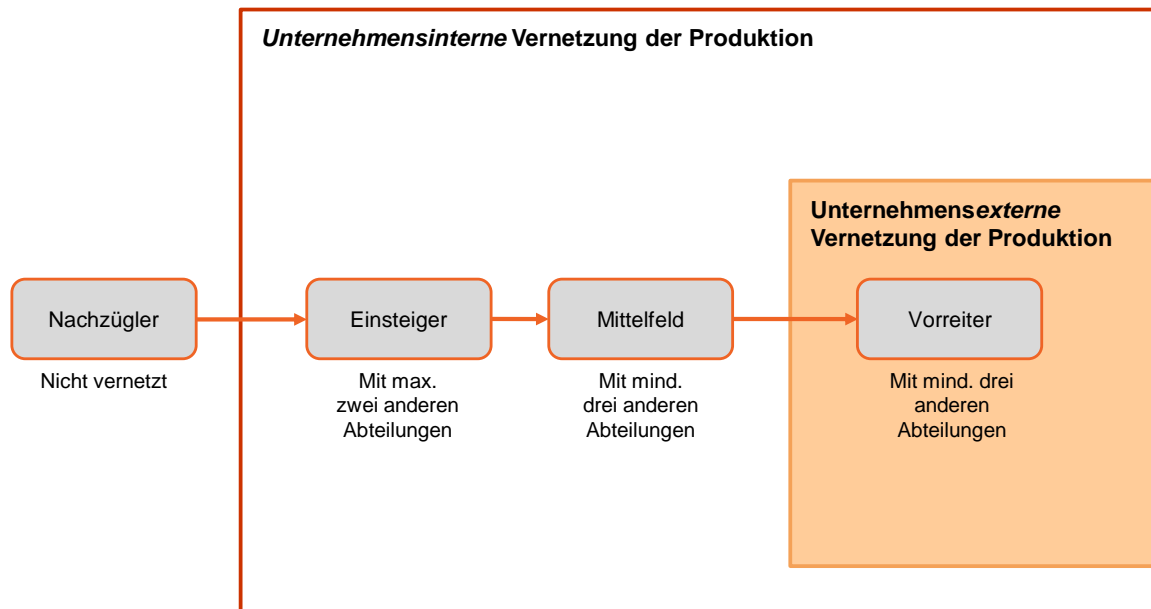
Die Produktion und Nutzung smarter Produkte ist häufig auch ein Ergebnis der Auswertung großer Datenströme. Wissen die Unternehmen, wie ihre Kunden Produkte tatsächlich nutzen, können sie das Produktangebot auf ihre Zielgruppen abstimmen. Auf diese Weise bestehen bei smarten Produkten erhebliche Produktdifferenzierungsmöglichkeiten, die es den Unternehmen ermöglicht, ihre Wertschöpfung zu steigern (vgl. Porter/Heppelmann 2014, S. 10). Allerdings zeigen die Befragungsergebnisse, dass hier noch großes Potenzial besteht. Selbst bei denjenigen Unternehmen, die eine sehr gute unternehmensinterne und –externe Vernetzung aufweisen, nutzen nur knapp mehr als die Hälfte der Unternehmen Kundendaten, um sie strukturiert auszuwerten. Möglicherweise fehlt es den Unternehmen an Expertenwissen, wie sie die Daten unternehmensrelevant auswerten und nutzen können.

5 Vernetzungsgrad der Produktion

5.1 Vernetzungstypen und ihre Operationalisierung

Aufgrund der besonderen Bedeutung der Produktion für das Verarbeitende Gewerbe, bildet der Vernetzungsgrad der Produktionsabteilung einen Schwerpunkt der vorliegenden Studie. Anhand des Vernetzungsumfangs und der Vernetzungsstruktur der Produktionsabteilung werden vier Kategorien gebildet, die den Vernetzungsgrad der Produktion widerspiegeln. Maßgeblich dafür ist sowohl die unternehmensinterne Vernetzung als auch die unternehmensübergreifende Vernetzungsaktivität der Unternehmen (vgl. Abbildung 20).

Abbildung 20: Operationalisierung der Vernetzungstypen

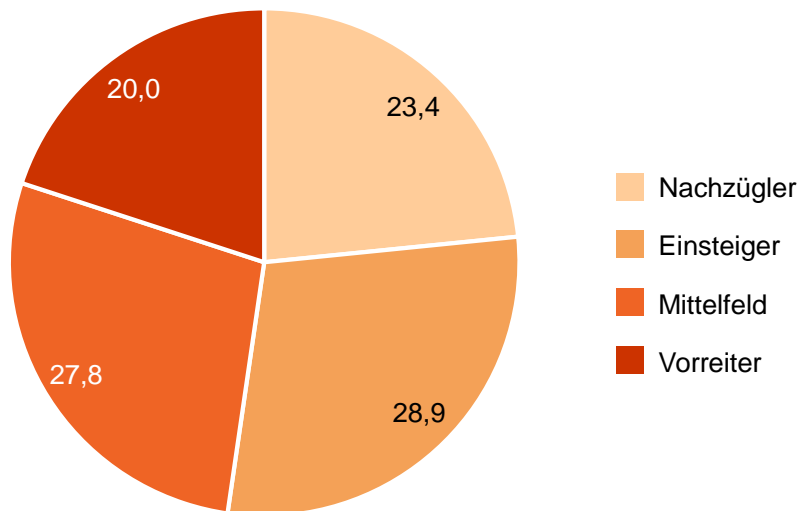


Quelle: Eigene Darstellung.

Die Zuordnung der Unternehmen zu den einzelnen Gruppen erfolgt entsprechend ihres Vernetzungsgrades: Am unteren Ende sind die Unternehmen überhaupt nicht vernetzt (Nachzügler), am oberen Ende erfolgt ein digitaler Datenaustausch innerhalb des Unternehmens und über Unternehmensgrenzen hinweg (Vorreiter). Unternehmen, die bereits erste Schritte bei der Vernetzung unternommen haben, werden als Einsteiger bezeichnet. Im Vergleich dazu sind Unternehmen im Mittelfeld etwas stärker unternehmensintern vernetzt.

Erfreulicherweise zeigen die Befragungsergebnisse einen vergleichsweise hohen Vernetzungsgrad: Jedes fünfte Unternehmen zählt zu den Vorreitern und ist dementsprechend auch unternehmensübergreifend vernetzt (vgl. Abbildung 21).

Abbildung 21: Häufigkeitsverteilung der Vernetzungsgruppen



© IfM Bonn 16 1608 068

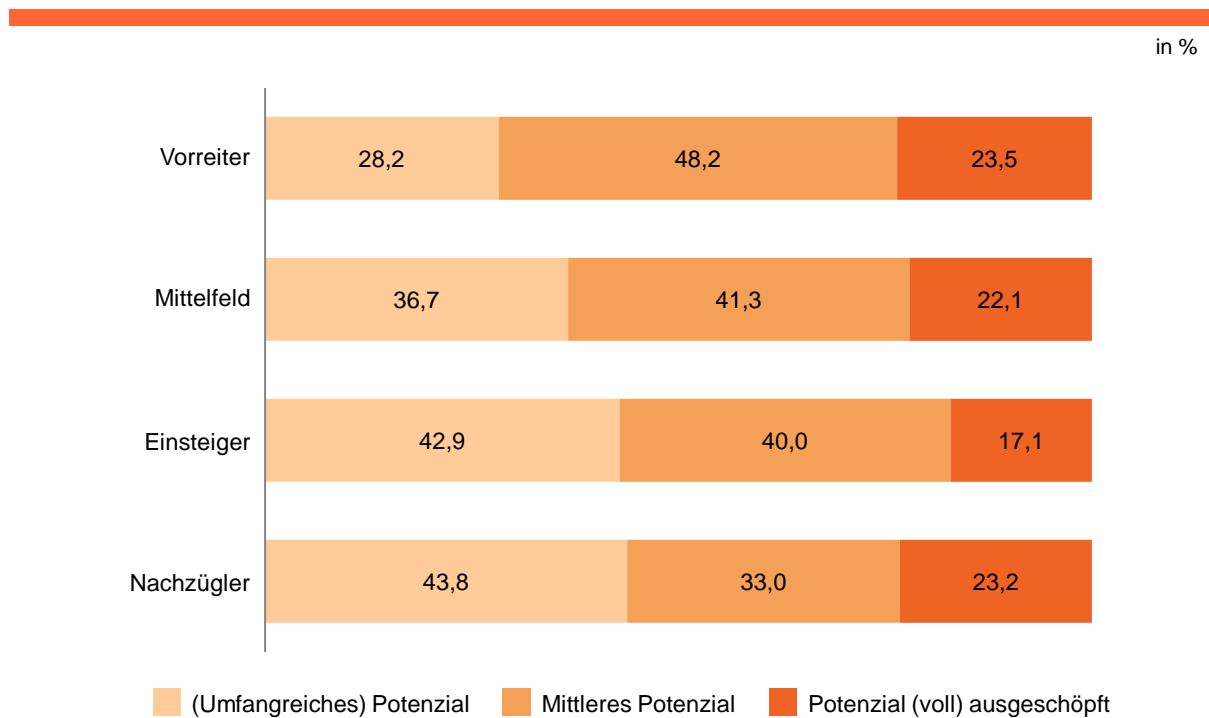
Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Die Befragungsergebnisse zeigen auch, dass mehr als die Hälfte der Vorreiter automatisch Daten mit Zuliefererunternehmen austauscht, um bspw. die Menge der Vorleistungsgüter mit der Produktionsmenge abzustimmen. Ähnlich bedeutsam sind externe (Service-) Dienstleister, mit denen fast 40 % der Vorreiter vernetzt sind. So können bspw. Störungen in der Produktion in Echtzeit an den Servicedienstleister übertragen werden, der sich zeitnah um die Fehlerbehebung kümmert und Wartungsarbeiten durchführt. Für die Unternehmen weniger relevant sind hingegen Vernetzungsaktivitäten mit Forschungspartnern und Erstausrüstern (vgl. Abbildung A3 im Anhang).

Anlass zur Sorge bereitet jedoch, dass ein Viertel der Unternehmen als Nachzügler einzustufen sind, d. h. weder intern, geschweige denn extern vernetzt sind. Hier besteht noch erheblicher Nachholbedarf im Hinblick auf den Einsatz und die Nutzung digitaler Technologien. Das heißt allerdings nicht, dass die Unternehmen keine Berührungspunkte mit digitalen Technologien haben. Immerhin befindet sich in der Gruppe der Nachzügler - wenn auch zu einem geringen Anteil - Unternehmen, die smarte Produkte herstellen oder deren Herstellung planen (13,3%). Dies kann ein Hinweis darauf sein, dass die Herstellung smarter Produkte nicht zwangsläufig eine vernetzte Produktionsabteilung erfordert.

Es stellt sich die Frage, inwieweit die Nachzügler ihren Nachholbedarf erkennen und für sich entsprechend hohes Digitalisierungspotenzial identifizieren.

Abbildung 22: Vernetzungstypen nach Digitalisierungspotenzial



© IfM Bonn 16 1608 074

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Nachzügler, also Unternehmen, deren Produktion als Kernbereich der industriellen Wertschöpfung keinerlei Zugang zu Digitalisierung und Industrie 4.0 aufweist, sind sich offensichtlich ihrer Situation bewusst, denn sie erkennen für ihr Unternehmen umfangreiches Digitalisierungspotenzial. Bedenklich ist allerdings, dass fast ein Viertel der Nachzügler ihr Digitalisierungspotenzial als volla ausgeschöpft sieht. Hier verkennen die Unternehmen die Chancen, die mit der Digitalisierung verbunden sind. Möglicherweise fehlt es diesen Unternehmen an Information über die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten. Auch fehlende personelle und finanzielle Ressourcen könnten ein Grund dafür sein, dass vorhandene Potenziale nicht ausgeschöpft werden. Offenbar sehen sie die Notwendigkeit einer unternehmensinternen Vernetzung einfach nicht. Diese Gruppe von Unternehmen benötigt eine andere Ansprache als bereits vernetzungsaktive Unternehmen.

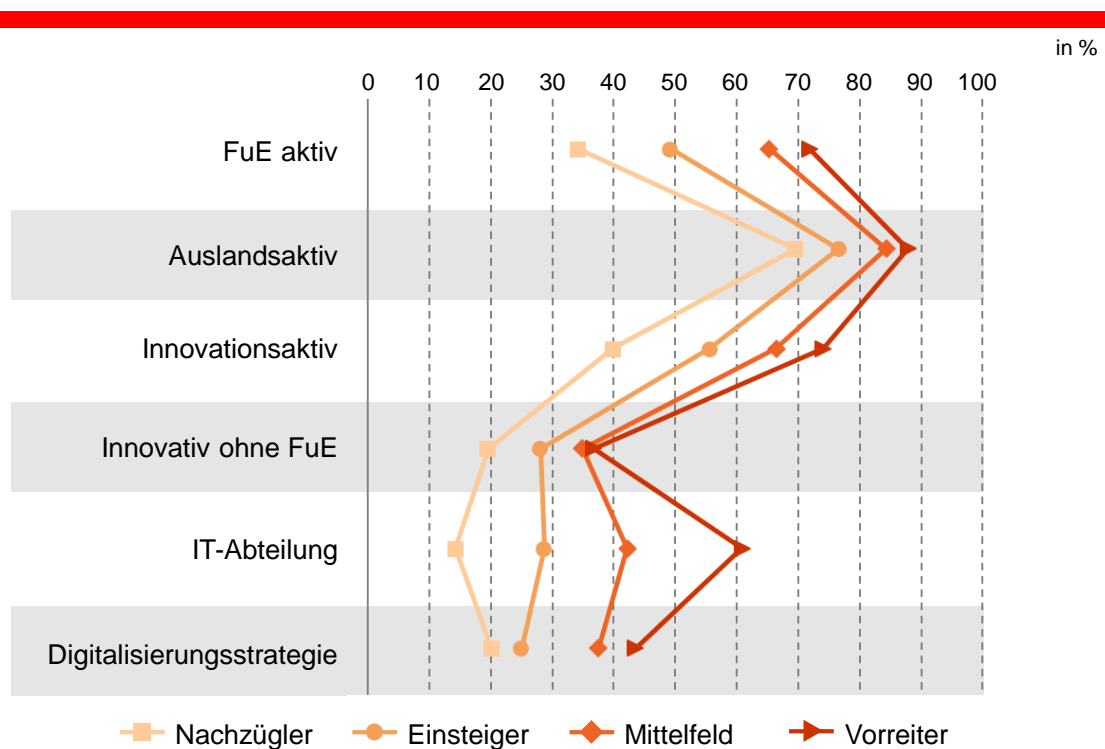
5.2 Strukturmerkmale vernetzter Unternehmen

Welche Merkmale weisen nun diejenigen Unternehmen auf, die bereits jetzt schon (sehr) gut vernetzt sind? In die Untersuchung wurde eine Vielzahl von Merkmalen einbezogen. Als erstes Ergebnis bleibt festzuhalten, dass bei einer einfachen deskriptiven Auswertung folgende Merkmale keine Rolle im Vernetzungsprozess spielen (vgl. Tabelle A4 im Anhang):

- Familiengeführte Unternehmen,
- Qualifikationsstruktur,
- Nischenmarkt versus Gesamtmarkt,
- Zulieferer oder Endprodukthersteller.

Darüber hinaus gibt es aber auch Merkmale, die einen deutlichen Einfluss vermuten lassen: Dazu zählen neben dem Vorhandensein einer eigenen IT-Abteilung, vor allem die Innovations- (d. h. FuE- bzw. innovationsaktiv) und Internationalisierungsaktivitäten der Unternehmen sowie der Umstand, ob eine Digitalisierungsstrategie im Unternehmen vorhanden ist (vgl. Abbildung 23).

Abbildung 23: Merkmale nach Vernetzungstyp



© IfM Bonn 16 1608 077

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

- *Eigene IT-Abteilung*: Den größten Einfluss auf die Vernetzungsaktivität der Unternehmen hat das Vorhandensein einer eigenen IT-Abteilung im Unter-

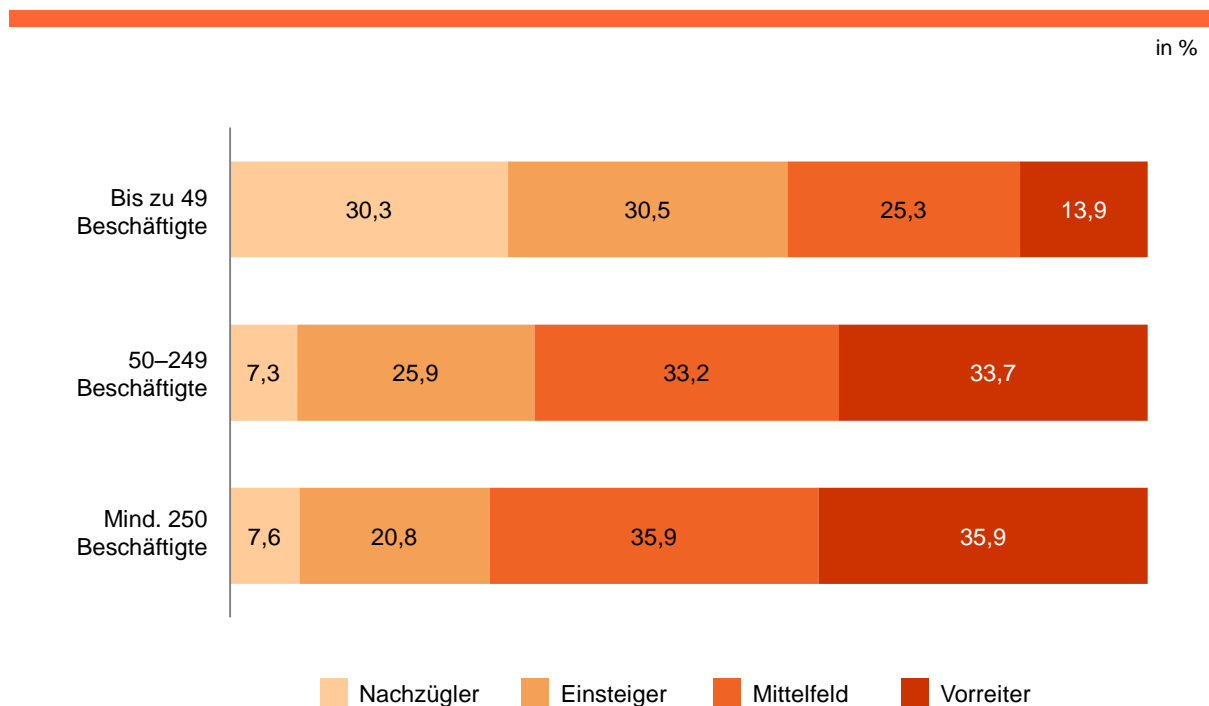
nehmen. 85 % der Unternehmen, die keine IT-Abteilung haben, sind der Gruppe der Nachzügler zuzuordnen. Es gibt in diesen Unternehmen offensichtlich niemanden, der über notwendiges technisches Fachwissen verfügt, um entsprechende Vernetzungsimpulse geben zu können. Von den Vorreiter-Unternehmen beschäftigen hingegen sechs von zehn Unternehmen eigene IT-Mitarbeiter. Interessant ist dabei die Frage, welche Aufgaben diese Abteilung hat. Abgesehen von der System(ab)sicherung, die alle Unternehmen für wichtig halten, messen Vorreiter-Unternehmen im Gegensatz zu den Nachzüglern auch der zukünftigen Ausrichtung der IT im Unternehmen größere Bedeutung bei. In 70 % der Vorreiter-Unternehmen gehört es zu den Aufgaben der IT-Abteilung, den Mehrwert neuer Technologien für das Unternehmen zu antizipieren und die Unternehmensleitung dazu zu beraten.

- *Innovations- und FuE-Aktivitäten:* Ebenfalls positive Effekte übt erwartungsgemäß die Innovations- und FuE-Tätigkeit auf die Vernetzung der Unternehmen aus. Hier ist anzunehmen, dass Unternehmen generell Neuerungen positiv gegenüberstehen. Über ihre FuE-Aktivität erhalten diese Unternehmen bereits frühzeitig Informationen über Marktentwicklungen und passen ihre Technologie entsprechend an. Dabei ist eine eigene FuE-Abteilung bzw. FuE-Tätigkeit keine notwendige Voraussetzung, um innovativ und damit im Vernetzungsprozess gut aufgestellt zu sein. Auch der Anteil der FuE-Aufwendungen am Umsatz ist nicht ausschlaggebend für eine gute Vernetzung: D. h. Vorreiter-Unternehmen investieren nicht mehr in FuE als Nachzügler-Unternehmen. Mehrheitlich verwenden die Unternehmen 1 % bis 5 % des Umsatzes für FuE.
- *Digitalisierungsstrategie:* Unternehmen, die eine Digitalisierungsstrategie verfolgen, sind häufiger vernetzt als Unternehmen ohne einen entsprechenden Plan. Generell verfolgt nur ein Drittel der Unternehmen eine Digitalisierungsstrategie. Insofern erstaunt es dann auch nicht, dass noch nicht einmal die Hälfte derjenigen Unternehmen, die im Digitalisierungsprozess gut aufgestellt sind, die Vernetzung planvoll angehen.
- *Größe des Unternehmens:* Eine Differenzierung nach Beschäftigtengrößenklassen verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Größenklasse und Vernetzungsaktivität (vgl. Abbildung 24): Je größer das Unternehmen ist, umso häufiger zählen die Unternehmen zu den Vorreitern. In diesen Zusammenhang passt auch das Ergebnis, dass Handwerksunternehmen, die

ja in die Gruppe der kleinen Unternehmen einzuordnen sind, deutlich weniger vernetzt sind als andere Unternehmen.

Die geringe Vernetzungsaktivität kleiner Unternehmen ist vermutlich auch ihrer Organisationsstruktur geschuldet: Sie haben in der Regel eine flachere Hierarchie und weniger Abteilungen. Absprachen werden weniger über digitale Medien, sondern vielmehr persönlich getroffen. Dies könnte auch eine Erklärung dafür sein, dass immerhin fast jedes vierte Nachzügler-Unternehmen sein Digitalisierungspotenzial voll ausgeschöpft sieht (vgl. Abbildung 22). Dies mag eine Erklärung für den geringen internen Vernetzungsgrad sein, für eine externe Vernetzung kleiner Unternehmen gilt dies jedoch nicht. Hier gilt es die kleinen Unternehmen zu sensibilisieren.

Abbildung 24: Beschäftigtengrößenklassen nach Vernetzungstypen



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

5.3 Zusammenhang zwischen Merkmalen und Vernetzungsgrad der Unternehmen

Die bisherigen Untersuchungen zum Vernetzungsgrad zeigen spezifische Merkmale auf, durch die sich stärker vernetzte Unternehmen von den weniger stark vernetzten unterscheiden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass verschiedene Unternehmensmerkmale in Zusammenhang stehen. So gehören

z. B. große Unternehmen eher zu den Vorreitern als kleine Unternehmen. Allerdings ist anzunehmen, dass große Unternehmen eher über eine eigene IT-Abteilung verfügen und auch mehr Forschung und Entwicklung betreiben, was sich ebenfalls günstig auf einen höheren Vernetzungsgrad auswirkt. Um einzelne Effekte isoliert betrachten zu können, wird mittels multivariater Verfahren der Zusammenhang zwischen dem Vernetzungsgrad und einer Reihe verschiedener Unternehmensmerkmale analysiert.

Auf den ersten Blick bestätigen die Analyseergebnisse den höheren Vernetzungsgrad größerer Unternehmen (vgl. Model 3 von Tabelle A3 im Anhang). Differenziert man jedoch zwischen großen und mittelgroßen Unternehmen zeigt sich dieser positive Effekt vor allem, wenn mittelgroße Unternehmen mit kleinen verglichen werden. Auffällig ist, dass der positive Zusammenhang zwischen Größe und Vernetzungsgrad bei weiter steigenden Beschäftigtenzahlen abnimmt. Offenbar kommen bei großen Unternehmen mit mind. 250 Beschäftigten erste Vernetzungshemmnisse zum Tragen. Diese dürften überwiegend der Unternehmensgröße und der damit verbundenen Komplexität der Unternehmensstrukturen geschuldet sein. Hier könnte bspw. die Inkompatibilität verschiedener IT-Systeme eine Rolle spielen, die insbesondere von Seiten großer Unternehmen vergleichsweise häufig bemängelt wird (vgl. Abbildung 13).

Auch technologienahe Merkmale stehen erwartungsgemäß in einem positiven Zusammenhang mit dem Vernetzungsgrad: Sowohl Unternehmen mit einer eigenen IT-Abteilung als auch forschungs- und entwicklungsaktive Unternehmen sind vergleichsweise besser vernetzt. Auch hier bestätigen sich die Ergebnisse der bivariaten Analysen. Dabei scheint es auch kaum eine Rolle zu spielen, ob Forschung und Entwicklung eine regelmäßige Tätigkeit der Unternehmen darstellt oder ob sie gelegentlich durchgeführt wird.

Ein weiteres wesentliches Ergebnis ist, dass insbesondere Unternehmen, deren Hauptabsatzmarkt durch sich rasch ändernde Technologien für Produktion und Dienstleistungen gekennzeichnet ist, stärker vernetzt sind. Möglicherweise rüsten Unternehmen in diesen Absatzmärkten technologisch auf, um mit ihren Kunden Schritt zu halten und setzen dabei verstärkt auf eine bessere interne und unternehmensübergreifende Vernetzung. Ein weiteres Merkmal, das einen höheren Vernetzungsgrad begünstigt, ist das Vorhandensein einer Digitalisierungsstrategie. D. h. unter Berücksichtigung weiterer spezifischer Merkmale haben Unternehmen, die sich intensiv mit Fragen der Digitalisierung beschäftigen und konkrete Pläne für deren Umsetzung haben, tendenziell bessere Vo-

raussetzungen für das Erreichen eines höheren Vernetzungsgrades ihrer Produktion. Auch die Herstellung von smarten bzw. über das Internet vernetzten Produkten wird davon begünstigt, wie intensiv sich die Unternehmen dem Thema Digitalisierung annehmen (vgl. Model 3 und 4 in Tabelle A3).

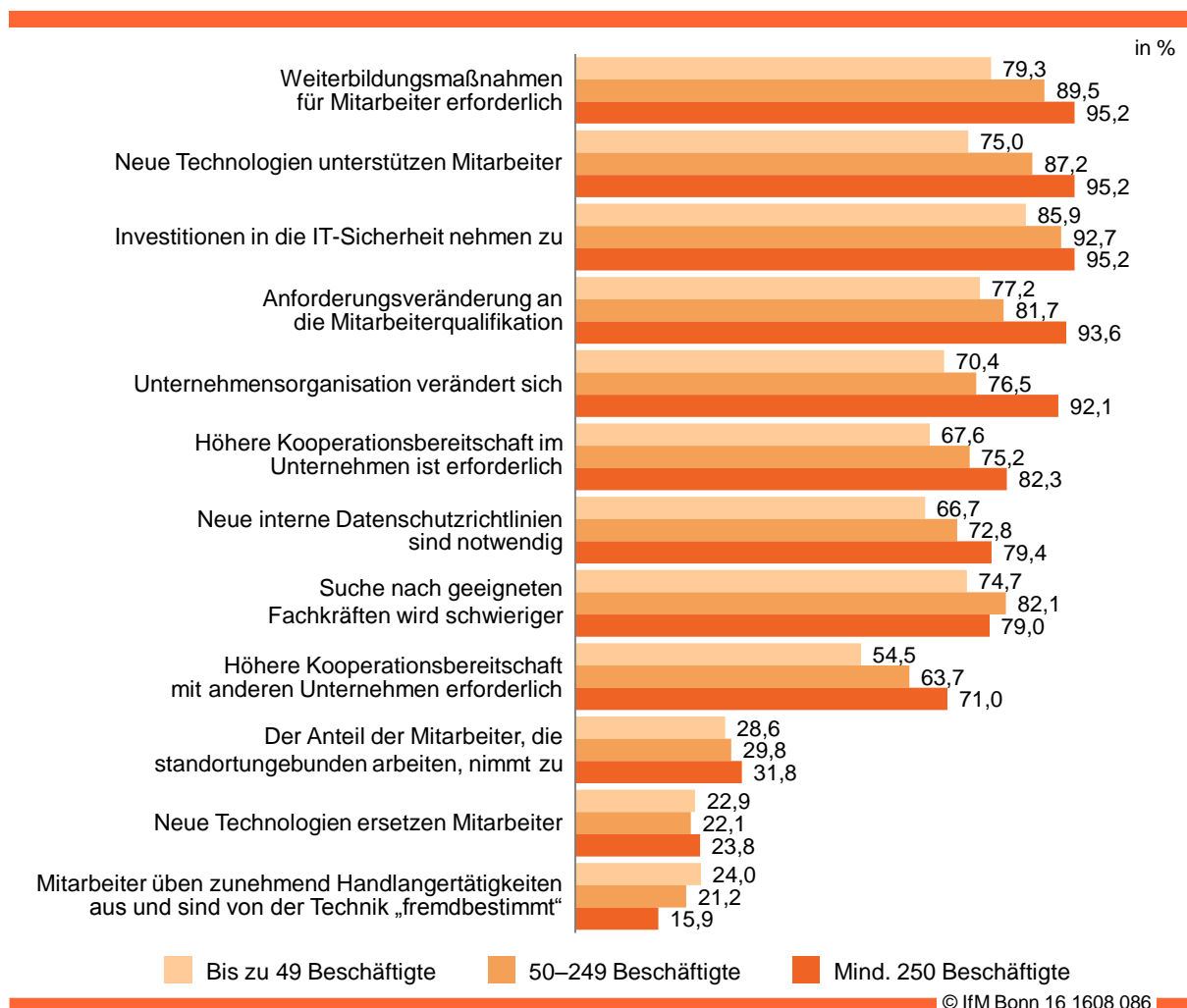
5.4 Auswirkungen des digitalen Wandels aus Sicht der Unternehmen

Die Vernetzung innerhalb der Unternehmen hat in den letzten Jahren zugenommen. Insgesamt legen unsere Studienergebnisse nahe, dass viele Unternehmen mittlerweile zumindest in Teilen digitalisiert bzw. vernetzt sind. Allerdings ist davon auszugehen, dass sich der Digitalisierungsprozess dynamisch fortsetzt und die Unternehmen auch zukünftig mit den Herausforderungen der digitalen Transformation konfrontiert sein werden. Dieses Kapitel beschäftigt sich deshalb mit der Frage, inwieweit sich eine zunehmende Digitalisierung auf Mitarbeiter bzw. Unternehmensorganisation in den nächsten fünf Jahren auswirkt.

Insgesamt ist die überwiegende Mehrheit der Befragten der Auffassung, dass Digitalisierung sowohl organisatorische Veränderungen für ihr Unternehmen mit sich bringen als auch Veränderungen für ihre Belegschaft (vgl. Abbildung 25). Dabei begreifen die Unternehmen den technologiebasierten Wandel eher als Chance: Sie sind der Meinung, dass neue Technologien die Mitarbeiter dabei unterstützen, ihre Arbeitsproduktivität zu erhöhen. In dieses Bild passt auch, dass der überwiegende Teil der Befragungsteilnehmer auf Weiterbildungsmaßnahmen ihrer Mitarbeiter setzt.

Während in der öffentlichen Diskussion vielfach Industrie 4.0 mit umfassendem Stellenabbau verbunden wird (vgl. Frey/Osborne 2013), bewerten die hier befragten Unternehmen die Arbeitsmarktsituation deutlich positiver. Noch nicht einmal jedes vierte Unternehmen geht von einem technologiebedingten Stellenabbau aus. Auch die Gefahr der Entwertung von Arbeit durch monotone Kontrolltätigkeiten oder zunehmende Fremdbestimmtheit durch intelligente Systeme wie z. B. Roboter, wird von nur wenigen Unternehmen gesehen. Im Zuge des digitalen Wandels wird auch das Thema Sicherheit nicht an Aktualität verlieren: Bspw. sieht ein Großteil der Befragten einen steigenden Investitionsbedarf in die IT-Sicherheit oder die Formulierung neuer interner Datenschutzrichtlinien als wichtige Voraussetzungen für einen sicheren Datenaustausch.

Abbildung 25: Einschätzungen zum digitalen Wandel nach Beschäftigungsgrößenklassen



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Insgesamt zeigt sich aber auch, dass die Einschätzungen nicht von allen Unternehmen in gleichem Maße geteilt werden: Größere Unternehmen erwarten einen vergleichsweise stärkeren digitalisierungsbedingten Wandel für ihr Unternehmen. Kleine Unternehmen hingegen teilen bspw. weniger die Auffassung, dass digitale Technologien die Mitarbeiter unterstützen können und sehen möglicherweise deshalb einen vergleichsweise geringeren Weiterbildungsbedarf. Gleichzeitig gehen kleine Unternehmen ebenso selten wie große davon aus, dass Mitarbeiter durch neue Technologien ersetzt werden. Allerdings schätzt fast ein Viertel der kleinen Unternehmen, dass Mitarbeiter zunehmend Handlangertätigkeiten ausüben und von der Technik fremdbestimmt werden. Damit stehen sie dem digitalen Wandel verhältnismäßig skeptischer gegenüber als größere Unternehmen.

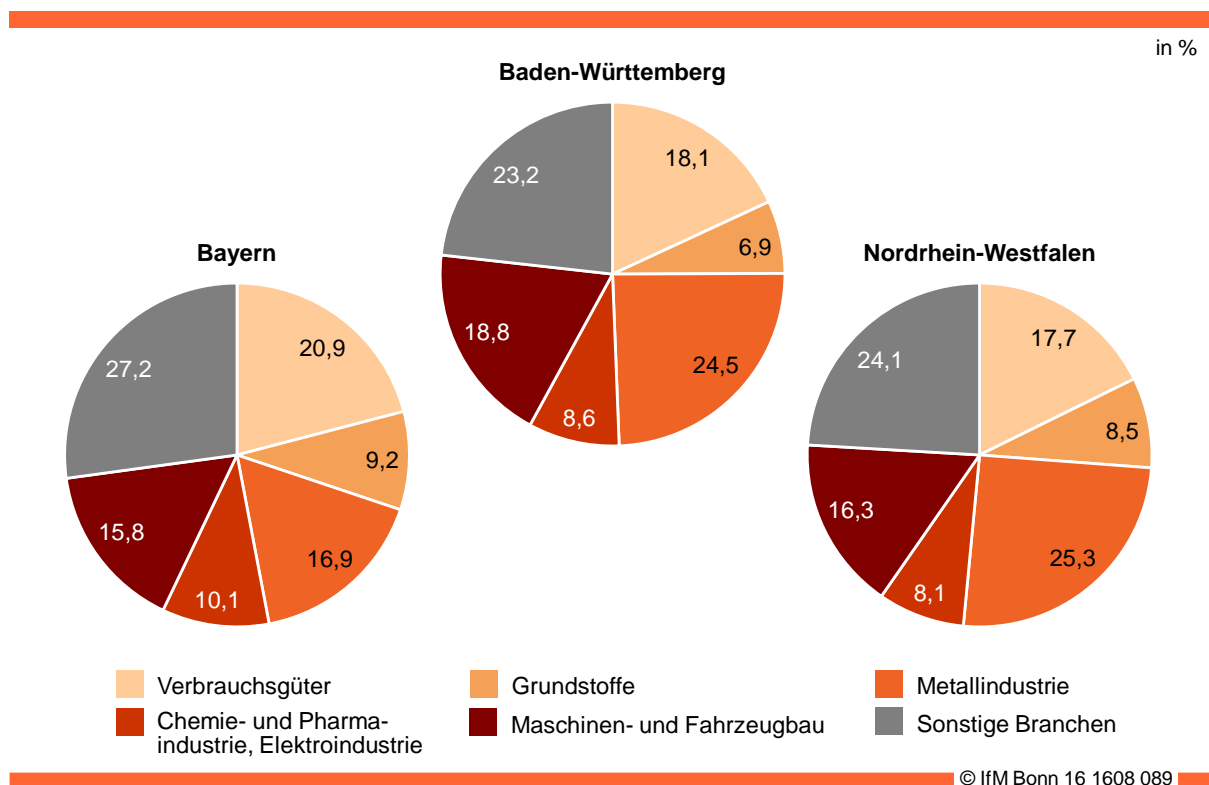
Interessant ist die Einschätzung der weiteren Auswirkungen des digitalen Wandels für ihr Unternehmen in Abhängigkeit ihres aktuellen Vernetzungsgrads: Vorreiter sehen vor allem die Unterstützungsfunktion neuer Technologien für ihre Mitarbeiter und gehen davon aus, dass es noch wichtiger wird, mit anderen Unternehmen zu kooperieren (vgl. Abbildung A4 im Anhang). Nicht verwunderlich, erfordert eine Vernetzung über die Unternehmensgrenzen hinaus doch immer auch eine intensivere Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen. Zu dieser Einschätzung kommen deutlich weniger Nachzügler-Unternehmen, die nicht nur die Investitionen in die Sicherheit, sondern vielmehr den Weiterbildungsbedarf der Mitarbeiter und die immer schwieriger werdende Suche nach Fachkräften betonen.

6 Vernetzung im Ländervergleich: Nordrhein-Westfalen im Fokus

- Strukturdaten

Wie bereits in Kapitel 3.1 beschrieben, erfolgte in den drei betrachteten Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen eine Vollerhebung von Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe mit mehr als 10 Beschäftigten.

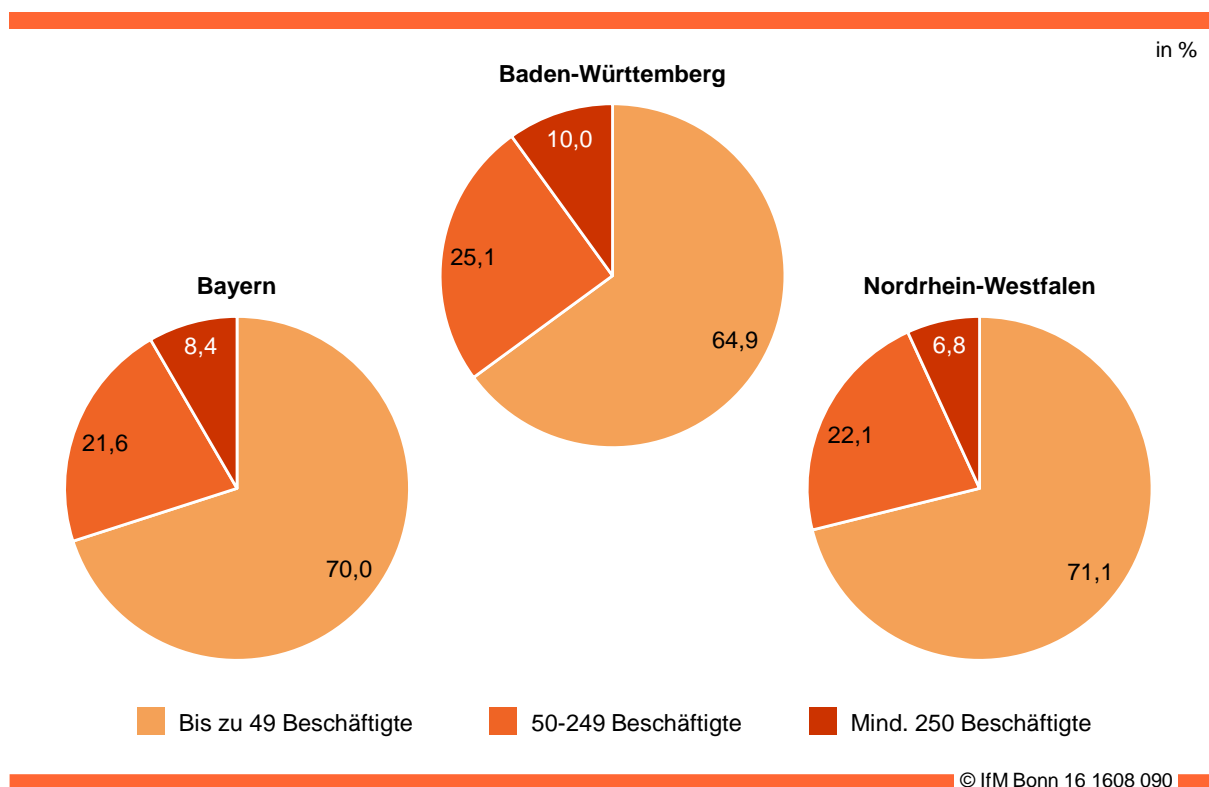
Abbildung 26: Verteilung der Branchen über die Bundesländer



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Die Strukturdaten der einzelnen Bundesländer gleichen sich. Graduell sind Unterschiede z. B. bei der Anzahl der Unternehmen der Metallindustrie zu erkennen. Auch die Verteilung der Unternehmen nach Beschäftigtengrößenklassen zeigt nur geringe Unterschiede. Nordrhein-Westfalen zeigt einen etwas geringeren Anteil größerer Unternehmen als Bayern und Baden-Württemberg, dafür einen größeren Unternehmensanteil kleiner Unternehmen als Baden-Württemberg. Damit ist von kleinen Abweichungen abgesehen die Datensatzstruktur der amtlichen Statistik relativ ähnlich, so dass nicht von Verzerrung auszugehen ist.

Abbildung 27: Verteilung der Größenklassen über die Länder

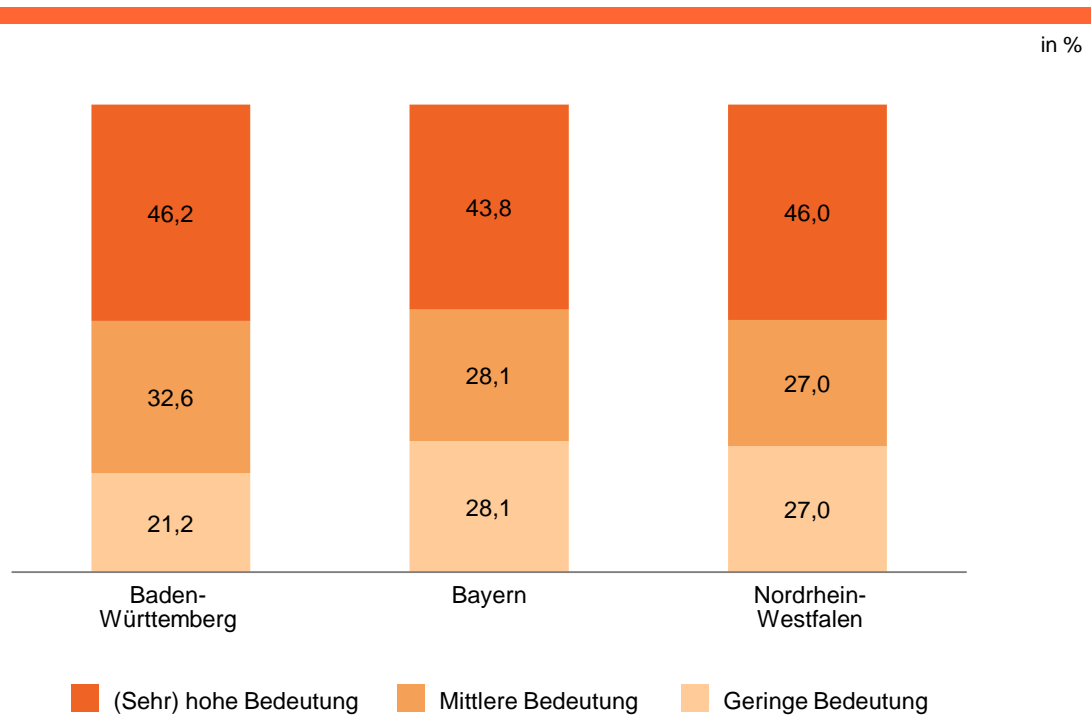


Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

- Bedeutung der Digitalisierung

In allen drei Bundesländern erkennt fast die Hälfte der Unternehmen die (sehr) hohe Bedeutung der Digitalisierung. Gleichzeitig fällt auch auf, dass ein vergleichsweise hoher Anteil an Unternehmen aus Bayern (28,1 %) und Nordrhein-Westfalen (27 %) die Digitalisierung als wenig bedeutend einstuft. Deutlich mehr als Unternehmen, die ihren Standort in Baden-Württemberg haben (21,2 %). Letztere scheinen sensibilisierter für die neueren Entwicklungen zu sein bzw. sehen diese Entwicklungen für ihre Unternehmen als relevanter an als die Unternehmen der anderen Bundesländer.

Abbildung 28: Bedeutung der Digitalisierung für das eigene Unternehmen

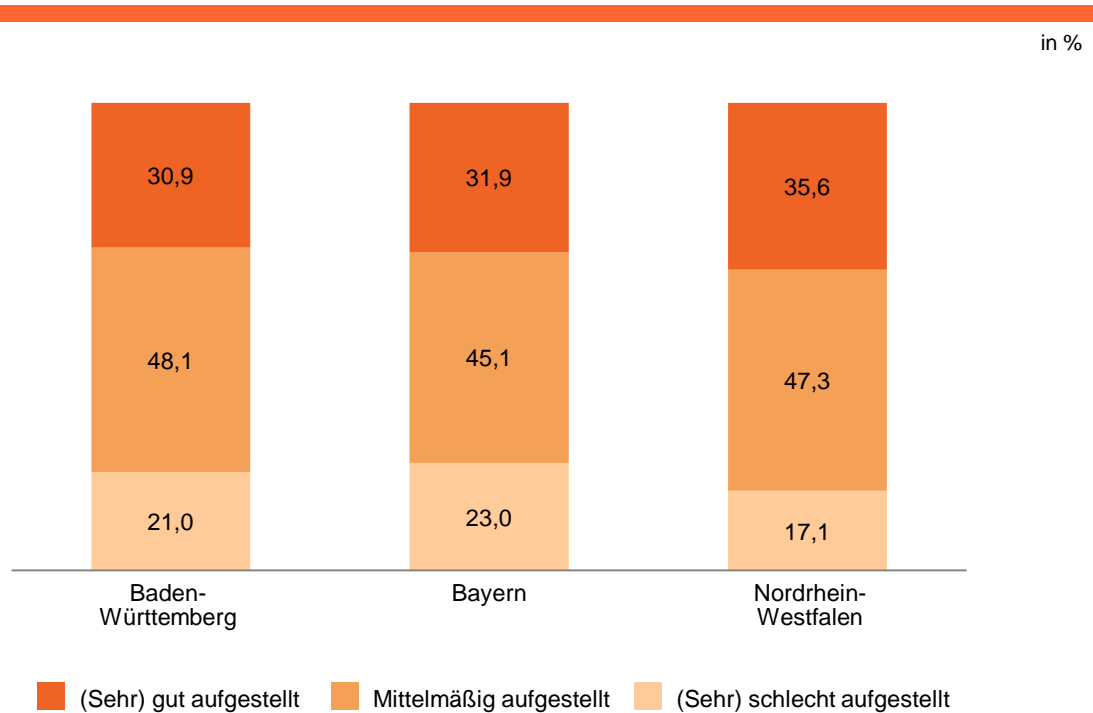


© IfM Bonn 16 1608 087

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Die Bedeutung der Digitalisierung sagt noch nichts darüber aus, wie die Unternehmen sich im Digitalisierungsprozess aufgestellt sehen. Die Ergebnisse zeigen, dass vor allem Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen sich vergleichsweise positiv bewerten. Die positive Einschätzung hinsichtlich ihrer eigenen Positionierung im Digitalisierungsprozess zeigt sich sowohl in dem vergleichsweise hohen Anteil der Unternehmen, die sich gut aufgestellt sehen als auch in dem relativ geringen Anteil von Unternehmen, die noch Nachholbedarf erkennen.

Abbildung 29: Eigene Positionierung im Digitalisierungsprozess

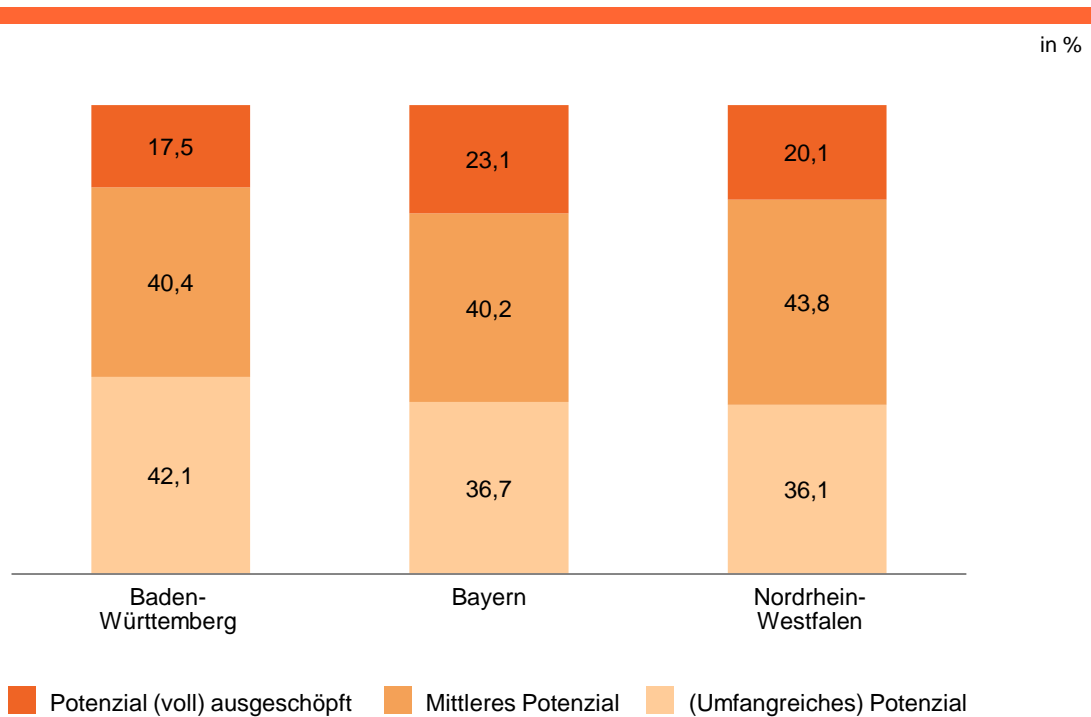


© IfM Bonn 16 1608 088

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Man könnte nun annehmen, dass diejenigen Unternehmen, die sich selbst einen guten Digitalisierungsgrad bescheinigen, nur noch geringes weiteres Potenzial für ihr Unternehmen wahrnehmen, bzw. Unternehmen, die bislang nur geringe Vernetzungsaktivitäten zeigten, für ihr Unternehmen hohes Potenzial identifizieren.

Abbildung 30: Zukünftiges Digitalisierungspotenzial in den Bundesländern



© IfM Bonn 16 1608 092

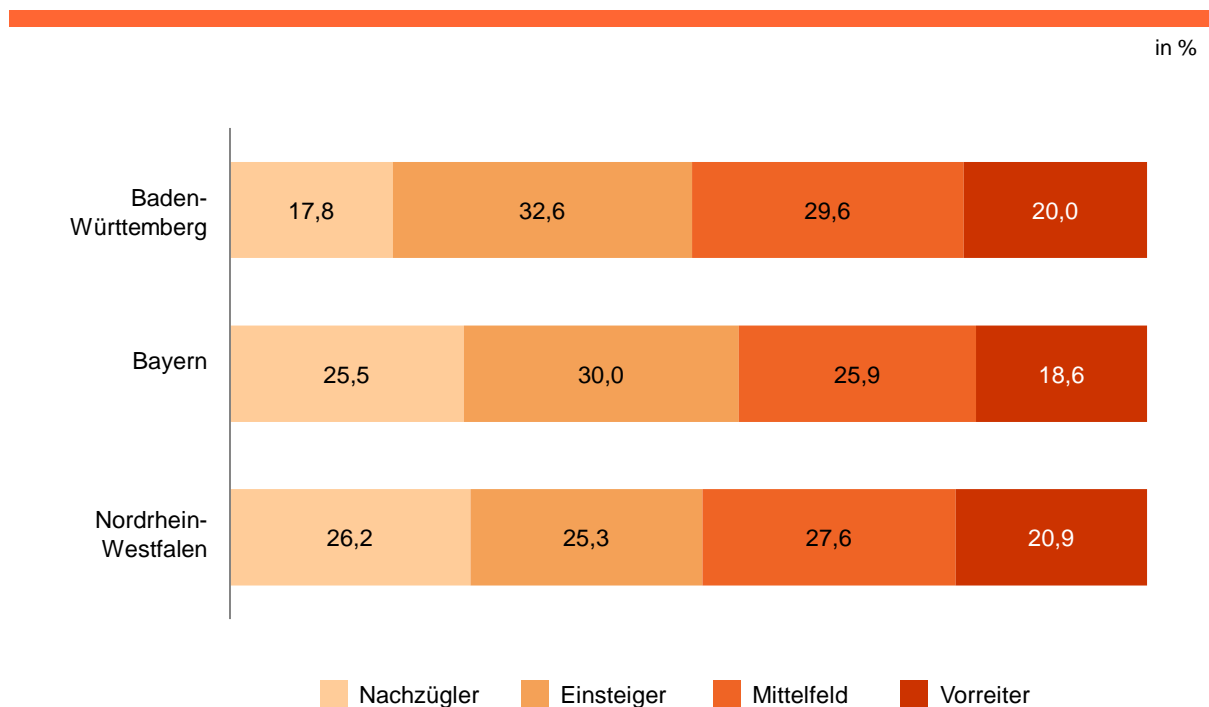
Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Unsere Befragungsergebnisse können diese Annahmen nicht bestätigen. Unternehmen aus Baden-Württemberg, die sich eher im Mittelfeld einstuften erkennen für ihre Unternehmen noch das umfangreichste Digitalisierungspotenzial im Vergleich zu den beiden anderen Ländern. Bayern hingegen, nicht übermäßig gut aufgestellt, identifiziert zu einem geringeren Anteil umfangreiches zukünftiges Potenzial. Unternehmen aus Nordrhein-Westfalen befinden sich im Mittelfeld. Allerdings ist auch hier gut jedes fünfte Unternehmen der Ansicht, sein Digitalisierungspotenzial sei bereits ausgeschöpft.

Diese Ergebnisse können zum einen darauf hindeuten, dass die Unternehmen tatsächlich einen hohen Digitalisierungsgrad aufzeigen. Es kann aber auch sein, dass sie die Entwicklungen verkennen und damit nicht ausreichend vorbereitet sind.

Wie bereits in Kapitel 5.1 beschrieben, wurden die Unternehmen in unterschiedliche Kategorien wie Nachzügler, Einsteiger, Mittelfeld und Vorreiter eingestuft, je nachdem wie intensiv das Unternehmen seine Produktionsabteilung mit anderen inner- und überbetrieblichen Abteilungen vernetzt hat.

Abbildung 31: Verteilung der Vernetzungstypen nach Bundesland



© IfM Bonn 16 1608 072

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

NRW weist mit mehr als 26 % die meisten Nachzügler auf: also Unternehmen, die weder einzelne Abteilungen intern vernetzt haben und auch nicht mit anderen Unternehmen vernetzt sind. Hier werden die Unterschiede in der Selbsteinschätzung und dem tatsächlichen Umsetzungsstand deutlich. Offensichtlich besteht noch erheblicher Nachholbedarf. Gleichzeitig weist Nordrhein-Westfalen einen leicht höheren Anteil an Vorreiter-Unternehmen auf, die auch überbetrieblich sehr gut vernetzt sind. Insofern ist Nordrhein-Westfalen, das Bundesland mit den größten Unterschieden in Bezug auf den Grad der Digitalisierung im industriellen Mittelstand.

Eine differenzierte Betrachtung der internen und externen Vernetzung zeigt, dass mit 96 % nahezu alle Unternehmen intern vernetzt sind. Dies gilt unabhängig von ihrem Unternehmensstandort. Deutlich geringer ist der Anteil an Unternehmen, die extern vernetzt sind, dies gilt für alle Bundesländer. Nordrhein-Westfälische Unternehmen sind am seltensten mit anderen Unternehmen vernetzt (45,8 %). In Bayern liegt der Anteil bei 53,5 % und in Baden-Württemberg bei 49,1 % der befragten Unternehmen.

- Vernetzungsmerkmale

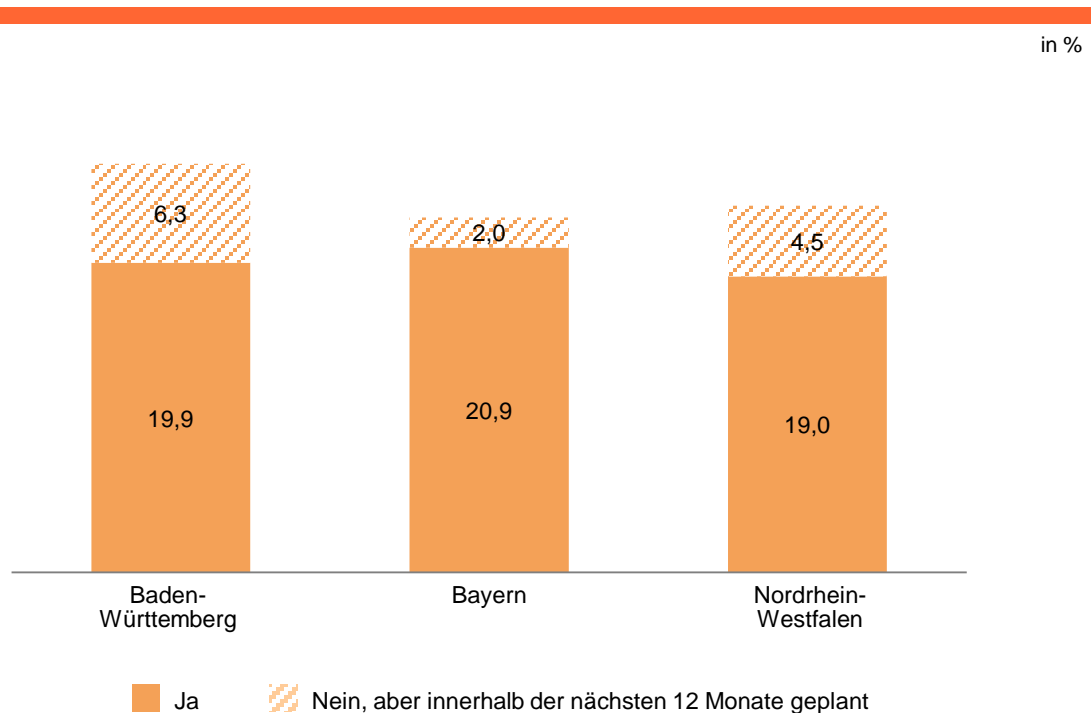
In Kapitel 5.2 haben wir verschiedene Merkmale dahingehend analysiert, ob sie einen (positiven) Einfluss auf Vernetzungsaktivitäten haben. In diesem Zusammenhang wurde auch das Merkmal Bundesland untersucht. Anhand einer Regressionsanalyse konnte aber festgestellt werden, dass der Standort irrelevant für den Digitalisierungsgrad war. D.h. landesspezifische Standortfaktoren haben keinen entscheidenden Einfluss auf die Umsetzungsaktivitäten. Ebenfalls keine Unterschiede konnten hinsichtlich Umsatzwachstum und Beschäftigungswachstum in den drei Bundesländern festgestellt werden.

Ein positiver Zusammenhang mit den Vernetzungsaktivitäten findet sich für Unternehmen mit eigener IT-Abteilung und eigener Digitalisierungsstrategie sowie innovativen und international ausgerichteten Unternehmen. Diese Merkmale erklären jedoch kaum, warum die Nachzüglerquote in Nordrhein-Westfalen höher ist. Es ergeben sich lediglich leichte Unterschiede zwischen den Unternehmen in Baden-Württemberg einerseits und den Unternehmen in Nordrhein-Westfalen und Bayern andererseits. Unternehmen aus Baden-Württemberg zeigen eine etwas höhere Innovations- und FuE-Aktivität und sind auslandaktiver.

- Smarte Produkte

Auch der regional differenzierte Blick verdeutlicht, dass die Herstellung von Smarten Produkten in den Ländern sehr ähnlich verbreitet ist. Ca. jedes fünfte Unternehmen hat mindestens ein Smartes Produkt in seinem Produktportfolio. Die zukünftig höchste Dynamik ist jedoch von den Unternehmen in Baden-Württemberg zu erwarten. Dort planen immerhin über sechs Prozent der befragten Unternehmen smarte Produkte innerhalb der nächsten 12 Monate einzuführen, während es in Bayern knapp zwei Prozent sind. Möglicherweise liegt das an dem höheren Anteil größerer Unternehmen in Baden-Württemberg. Je größer die Unternehmen, desto wahrscheinlicher ist auch der Einsatz von Smarten Produkten. Dennoch sollte sich grundsätzlich jedes Unternehmen, unabhängig von seiner Größe, intensiv mit den Möglichkeiten beschäftigen, eigene Produkte ins Internet einzubinden, um für sich datenbasierte Zusatzgeschäfte zu erschließen und die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten.

Abbildung 32: Smarte Produkte nach Bundesländern



© IfM Bonn 16 1608 091

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

7 Fazit

Industrie 4.0, also die internetbasierte Vernetzung aller am Wertschöpfungsprozess beteiligten Instanzen, ermöglicht einerseits eine höhere Flexibilisierung der Produktion bei gleichzeitig steigender Produktivität und Produktqualität und andererseits datenbasierte Geschäftsmodelle. Mittelständische Unternehmen stehen bei der Umsetzung nicht nur vor technischen Herausforderungen, für ihr Unternehmen relevante Technologien zu identifizieren und zu implementieren. Digitalisierung erfordert darüber hinaus umfassende Veränderungen der gesamten Unternehmensorganisation und mitunter des bisherigen Geschäftsmodells. Aufgrund der großen gesamtwirtschaftlichen Bedeutung des produzierenden Gewerbes für Deutschland ist es wichtig, dass die Unternehmen die Chancen der Digitalisierung für sich erkennen und wahrnehmen.

Ziel der Studie war es den Grad der Digitalisierung im industriellen Mittelstand zu erfassen und mögliche Treiber und Hemmnisse zu identifizieren. Bisherige Studien zum Stand der Digitalisierung beruhen überwiegend auf Selbsteinschätzungen durch Unternehmer. Diese können jedoch vom objektiven Digitalisierungsgrad deutlich abweichen. Daher hat die vorliegende Studie den tatsächlichen Vernetzungsgrad von Geschäftsprozessen innerhalb der Unter-

nehmen als auch unternehmensübergreifend erfasst. Dadurch konnte zugleich eine zweite Problematik bisheriger Studien vermieden werden: Industrie 4.0 ist ein Konzept, das nicht eine einzige, sondern verschiedene Technologien umfasst, die Vernetzung von Geschäftsprozessen stellt jedoch eine technologische Voraussetzung dar. Mit der Erfassung des Vernetzungsgrades, insbesondere der Vernetzung der Produktion, wird auch die Fähigkeit der Unternehmen abgebildet, Industrie 4.0 zu realisieren, ohne explizit ausgewählte Industrie 4.0 Anwendungen abfragen zu müssen.

Anhand der vorliegenden, repräsentativen Befragung zeigt sich, dass es unter den kleinen Unternehmen bei der Einschätzung, wie das eigene Unternehmen bei der Digitalisierung aufgestellt ist, und dem tatsächlichen Digitalisierungsgrad einen Wahrnehmungsfehler gibt. Kleine Unternehmen sehen sich im Digitalisierungsprozess häufiger als große Unternehmen gut aufgestellt. Tatsächlich ist aber die Gruppe der digitalen Nachzügler, die weder unternehmensintern noch -übergreifend vernetzt ist, unter den kleinen Unternehmen um ein vielfaches höher als bei den mittleren und großen Unternehmen. Gleichzeitig befinden sich unter den digitalen Vorreitern, also Unternehmen, die ihren Produktionsprozess mit mehreren anderen Geschäftsbereichen sowie unternehmensübergreifend vernetzt haben, deutlich weniger kleine Unternehmen.

Das ist unter anderem auf den hohen Anteil der Handwerker unter den kleinen Unternehmen zurückzuführen. Diese sehen kaum Möglichkeiten, ihre manuelle Tätigkeit zu digitalisieren und zu ersetzen. Aber auch für die kleinen Unternehmen, die nicht dem Handwerk angehören, zeigt sich sehr deutlich, dass die Gruppe der Nachzügler hier unverkennbar höher ist als unter den mittleren und großen Unternehmen. Passend zu diesem Bild nimmt der Anteil der digitalen Vorreiter mit zunehmender Unternehmensgröße zu. Die Vorreiter verfolgen eine Digitalisierungsstrategie und verfügen über eine eigene IT-Abteilung. Zudem sind sie typischerweise innovationsaktiv.

Der Unternehmensstandort hingegen hat keinen Einfluss auf den Digitalisierungsgrad. Hier zeigen sich in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen keine ausgeprägten Unterschiede. Auffällig ist lediglich, dass sowohl der Anteil der digitalen Nachzügler als auch der Vorreiter in Nordrhein-Westfalen jeweils am höchsten ist.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der Schlüssel zur erfolgreichen Digitalisierung in der Entwicklung und Implementierung einer digitalen Strategie liegt. Unternehmen, die in ihrer strategischen Ausrichtung die Digitalisierung be-

rücksichtigen, sind vermehrt in der Lage, ihre Wettbewerbsfähigkeit durch die Optimierung von Produktions- bzw. Geschäftsprozessen zu erhöhen und haben häufiger smarte Produkte in ihrem Produktportfolio, mit denen sie sich neue Geschäftsfelder erschließen. Diese Unternehmen haben es verstanden, die Schnittstelle zum Kunden zu digitalisieren und für neue datenbasierte Geschäftsmodelle zu nutzen. Es ist von hoher strategischer Bedeutung, die digitale Schnittstelle zum Kunden zu besetzen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass virtuelle Plattformanbieter Teile der Wertschöpfung vereinnahmen, indem sie sich mit Dienstleistungsangeboten zwischen das produzierende Unternehmen und seine Kunden schieben. Zudem wird es für Unternehmen, die den Trend zu intelligenten Produkten verpassen, schwierig, einen entstandenen Rückstand zu Mitbewerbern wieder aufzuholen. Denn der Einsatz von smarten Produkten ist nicht nur eine technologische, sondern auch eine umfassende organisatorische Herausforderung. Es braucht relativ viel Zeit, bis neue Geschäftsmodelle etabliert werden können.

Dass im Zusammenhang mit der digitalen Vernetzung der organisatorische Aufwand tatsächlich eine der bedeutendsten Herausforderungen ist, bestätigen die Befragungsergebnisse eindrucksvoll. Folglich sollte die Digitalisierung nicht nur technologische Innovationen beinhalten, sondern stets auch von organisatorischen Innovationen begleitet werden. Nur so kann die Digitalisierung ihre positive Wirkung im Unternehmen entfalten. Dazu gehören beispielsweise flexiblere Organisationsstrukturen, die das zunehmend abteilungs- und unternehmensübergreifende Arbeiten unterstützen. In diesem Zusammenhang müssen auch die Beschäftigten eingebunden werden. Ein innovationsfreundliches Klima, in dem das Feedback, die Verbesserungsvorschläge und das Erfahrungswissen der Mitarbeiter aufgenommen werden, ermöglicht die laufende Weiterentwicklung der Digitalisierungsstrategie.

Die Unternehmen haben fast durchweg verstanden, dass auch die digitalen Kompetenzen der Mitarbeiter durch entsprechende Weiterbildungsmaßnahmen weiter entwickelt werden müssen. Zusätzliche Qualifikationsanstrengungen erhöhen nicht nur die unmittelbaren digitalen Fähigkeiten der Mitarbeiter, sondern fungieren auch als Impulsgeber für weitere Digitalisierungsschritte. Weiterbildung fördert unter der Belegschaft die Offenheit bzw. das Verständnis für Veränderungen, was letztlich wichtig für die erfolgreiche Umsetzung der Digitalisierung ist. Zudem wird die Arbeitgeberattraktivität der Unternehmen gestärkt und dem erwarteten Fachkräftemangel entgegen gewirkt.

Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse lautet die Empfehlung an die Wirtschaftspolitik, die digitalen Nachzügler als wichtige Zielgruppe in den Fokus bereits existierender Fördermaßnahmen zu rücken. Eine aktive Ansprache dieser, oftmals kleinen Unternehmen, sensibilisiert für die Fehleinschätzung zum Stand der Digitalisierung im eigenen Unternehmen und den eigentlichen Möglichkeiten neuer Technologien. Für die Unternehmen erscheinen diese Möglichkeiten vielfach noch weit weg und schwer greifbar. Durch Praxisbeispiele kleiner Unternehmen, die bereits smarte Produkte nutzen und so ihr Geschäftsmodell erweitert bzw. neu gestaltet haben, wird die Digitalisierung auch für digitale Nachzügler erfahrbar. Erfahrungsberichte von kleinen digitalen Vorreiter-Unternehmen hilft, konkretes Digitalisierungspotenzial aufzuzeigen und Handlungsimpulse auszulösen sowie für Lösungsansätze zu sensibilisieren, wie den organisatorischen Herausforderungen der Digitalisierung erfolgreich begegnet werden kann.

Literatur

acatech (2016): Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen, München.

Bauernhansl, T.; Ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung Technologien Migration, Wiesbaden.

Bitkom (2016): Industrie 4.0 – Status und Perspektiven, Berlin.

Bloching, B.; Leutiger, P.; Oltmanns, T.; Rossbach, C.; Schlick, T.; Remane, G.; Quick, P.; Shafranyuk, O. (2015): Die digitale Transformation der Industrie, München/Berlin.

BMBF (2016): Zukunftsprojekt Industrie 4.0, <https://www.bmbf.de/de/zukunftsprojekt-industrie-4-0-848.html>, Abruf am 06.12.2016.

BMWi (2016): Monitoring Report Wirtschaft DIGITAL 2016, Berlin.

Brink, S.; Schlepphorst, S. (2015): BDI/PwC Mittelstandspanel: Die Digitalisierung im Mittelstand. Ergebnisse der Online-Mittelstandsbefragung Frühjahr 2015, Untersuchung im Auftrag des Bundesverbands der Deutschen Industrie e.V. (BDI) und PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Berlin.

Buch, T.; Drengler, K.; Matthes, B. (2016): Relevanz der Digitalisierung für die Bundesländer. Saarland, Thüringen und Baden-Württemberg haben größten Anpassungsbedarf, in: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Hrsg.): IAB-Kurzbericht 14/2016.

Demary, V.; Engels, B.; Röhl, K.; Rusche, C. (2016): Digitalisierung und Mittelstand, in: Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.): Eine Metastudie, Köln.

Destatis (2014): Unternehmensregister, <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/UnternehmenHandwerk/Unternehmensregister/Unternehmensregister.html>, Abruf am 23.11.2016.

Deutsche Telekom (2016): Digitalisierungsindex. Der Status Quo des Deutschen Mittelstands, https://www.digitalisierungsindex.de/wp-content/uploads/2016/11/Digitalisierungsindex_Gesamt.pdf, Abruf am 23.11.2016.

DIHK (2014): Wirtschaft 4.0 – Große Chancen, viel zu tun: Das IHK-Unternehmensbarometer zur Digitalisierung, Berlin.

DZ Bank (2014): Umfrage in mittelständischen Unternehmen zum Thema Digitalisierung – Bedeutung für den Mittelstand im Auftrag der DZ Bank,

https://www.dzbank.de/content/dam/dzbank_de/de/library/presselibrary/pdf_dokumente/DZ_Bank_Digitalisierung_Grafiken.pdf, Abruf am 14.11.2016.

EY (2016): Industrie 4.0 – das unbekannte Wesen?, [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-industrie-4-0-das-unbekannte-wesen/\\$FILE/EY-industrie-4-0-das-unbekannte-wesen.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-industrie-4-0-das-unbekannte-wesen/$FILE/EY-industrie-4-0-das-unbekannte-wesen.pdf), Abruf am 23.11.2016.

Frey, C. B.; Osborne, M. A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?, University of Oxford.

Hirsch-Kreinsen, H. (2016): Digitization of industrial work: development paths and prospects, *Journal for Labour Market Research*, 49 (1), S. 1-14.

Huber, W. (2016): Industrie 4.0 in der Automobilproduktion, Wiesbaden.

ifaa (2015): Industrie 4.0 in der Metall- und Elektroindustrie, Düsseldorf.

IW Köln/IW Consult (2016): Wohlstand in der digitalen Welt. Erster IW-Strukturbericht, Köln.

Lichtblau, K.; Stich, V.; Bertenrath, R.; Blum, M.; Bleider, M.; Millack, A.; Schmitt, K.; Schmitz, E.; Schröter, M. (2015): INDUSTRIE 4.0-READINESS. Gefördert von der IMPULS-Stiftung des VDMA, Aachen/Köln.

Löwer, T.; Jeschke, K. (2015): Zukunftsvision: Sind Sie reif für Industrie 4.0? Finanzquellen ausschöpfen und zukünftige Geschäftsmöglichkeiten schaffen, Köln.

McKinsey (2015): Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector, https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf, Abruf am 24.11.2016.

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>, Abruf am 16.02.2016.

Porter, M. E.; Heppelmann, J. E. (2014): Wie smarte Produkte den Wettbewerb verändern, *Harvard Business Manager*, Sonderdruck 12/2014, S. S. 4-28.

PwC (2014): Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution, <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf>, Abruf am 20.05.2016.

Rische, M.-C.; Schlitte, F.; Vöpel, H. (2015): Industrie 4.0 – Potenziale am Standort Hamburg, Hamburg.

Saam, M.; Viète, S.; Schiel, S. (2016): Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. Forschungsprojekt im Auftrag der KfW Bankengruppe, Mannheim.

Schröder, C.; Schlepphorst, S.; Kay, R. (2015): Bedeutung der Digitalisierung im Mittelstand, in: Institut für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn (Hrsg.): IFM Materialien Nr. 244, Bonn.

Schröder, C. (2016): Herausforderungen von Industrie 4.0 für den Mittelstand, Gutachten für die Friedrich-Ebert-Stiftung im Rahmen des Projekts: gute gesellschaft – soziale demokratie #2017plus., Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.

Spath, D.; Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hämmerle, M.; Krause, T.; Schlund, S. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0, Stuttgart.

Staufen (2015): Deutscher Industrie 4.0 Index 2015, Köngen.

Stettes, O. (2016): Arbeitswelt der Zukunft, in: Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.): Wie die Digitalisierung den Arbeitsmarkt verändert, Köln.

Techconsult (2015): Business Performance Index BPI. Der Mittelstand D/A/C. BPI Fertigung 2015. Expertenbericht Diskrete Fertigung, Kassel.

Weiss, M.; Zilch, A.; Schmeiler, F. (2014): Industrie 4.0 – Status Quo und Entwicklungen in Deutschland, Eine Analyse der Experton Group, Ismaning.

Werner, A.; Schröder, C.; Mohr, B. (2013): Innovationstätigkeit von Familienunternehmen, in: Institut für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn (Hrsg.): IfM-Materialie Nr. 225, Bonn.

Wischmann, S.; Wangler, L.; Botthof, A. (2015): Industrie 4.0: Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0, Berlin.

ZDH (2014): Digitalisierung der Geschäftsprozesse im Handwerk- Ergebnisse einer Umfrage unter Handwerksbetrieben im ersten Quartal 2014, Berlin.

ZEW (2015): IKT-Report – Unternehmensbefragung zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie, Mannheim.

Anhang

Übersicht A1: Studien zum Stand der Umsetzung

Studie	Vorgehen/Branche	Ergebnisse
acatech (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Online-Befragung; Experteninterviews - Verschiedene Branchen 	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung von Industrie 4.0: <ul style="list-style-type: none"> - Vollautomatisierte Produktionsprozesse: 9,7 % - Mittlerer Automatisierungsgrad: 54,2 % - Rein manuelle/maschinelle Produktion: 36,1 %
BMWi (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Expertenbefragung - Berechnung eines Indizes - Verarbeitendes Gewerbe 	<ul style="list-style-type: none"> - Digitalisierungsgrad: <ul style="list-style-type: none"> - Hoch: 27 % - Durchschnittlich: 49 % - Niedrig: 24 %
Brink/Schlepphorst (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung - Industrieller Mittelstand 	<ul style="list-style-type: none"> - Digitalisierungsgrad: <ul style="list-style-type: none"> - (sehr) hoch: ca. 30 % - (sehr) gering: 27,5 %
Deutsche Telekom (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Befragung kleiner mittelständischer Unternehmen; Berechnung eines Digitalisierungsindizes - Verschiedene Branchen 	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung der Digitalisierung <ul style="list-style-type: none"> - Sehr wichtig: 33 % - Wichtig: 39 % - Teils/teils: 20 % - (eher) unwichtig: 8 % - Digitalisierungsstrategie <ul style="list-style-type: none"> - Übergreifend vorhanden 27 % - Projektebezogene Umsetzung: 46 % - Keine: 11 %
DZ Bank (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung Mittelständische Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung digitaler Technologien: <ul style="list-style-type: none"> - Sehr wichtig: 22 % - Wichtig: 29 % - Gering: 14 % - Keine: 35 % - Digitalisierungsstrategie: <ul style="list-style-type: none"> - Ja: 49 % - Nein: 51 %
EY (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung - Verarbeitende Industrie; IKT-Branche 	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung von Industrie 4.0: <ul style="list-style-type: none"> - Sehr wichtig: 34,0 % - Eher wichtig: 45,0 % - (eher) nicht wichtig: 21 %
ifaa (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung von Fach-/Führungskräften - Metall-/Elektroindustrie 	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung: 88,4 % messen Industrie 4.0 eine (sehr) hohe Bedeutung bei - Umsetzung von Industrie 4.0: <ul style="list-style-type: none"> - 25 % mit konkreten Planungen - 37 % informieren sich - 38 % ohne Aktivitäten
IW Köln/IW Consult (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse des Strukturwandels im Vergleich von 23 Ländern - Digitalisierung als Treiber des Strukturwandels - Analyse wie gut das Verarbeitende Gewerbe auf Industrie 4.0 vorbereitet ist 	<ul style="list-style-type: none"> - Industrie 4.0-Affinität: <ul style="list-style-type: none"> - Vorreiter: 5,3 % - Follower: 13,6 % - Abwarter: 36,8 % - Irrelevant: 22,2 % - Noch nichts davon gehört: 22,0 % - Nicht Industrie 4.0-affin: 44,2 %

Fortsetzung Übersicht A1: Studien zum Stand der Umsetzung

Studie	Vorgehen/Branche	Ergebnisse
Lichtblau et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Literaturanalyse - Expertenbefragung - Unternehmensbefragung - Online-Selbst-Check für Unternehmer - Verarbeitendes Gewerbe (insbesondere Maschinen- und Anlagenbau) 	<ul style="list-style-type: none"> - Auseinandersetzung mit Industrie 4.0: <ul style="list-style-type: none"> - Ja, intensiv: 10,0 % - Ja, am Rande: 35,8 % - Nein, aber wir haben davon gehört: 40,1 % - Nein, noch nicht davon gehört: 14,1 % - Umsetzung von Industrie 4.0: <ul style="list-style-type: none"> - Vorreiter: 6,4 % - Follower: 13,6 % - Abwartend: 52,6 % - Nicht relevant/bekannt: 27,3 %
McKinsey (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmen-/Expertenbefragung - Ländervergleich (Deutschland, USA, Japan) 	<ul style="list-style-type: none"> - 57 % der deutschen Unternehmen fühlen sich gut auf Industrie 4.0 vorbereitet - Vergleichsländer: 83 % der US-amerikanischen und 34 % der japanischen Unternehmen
PwC (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung - Industrieunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Digitalisierungsgrad der Wertschöpfungskette: 22 % mit hohem Digitalisierungsgrad
Saam et al. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Telefonische Befragung als Ergänzungsbefragung zur ZEW IKT-Umfrage 2015; qualitative Interviews - Deutscher Mittelstand (mind. 5 MA; unter 500 Mio. Euro Umsatz) 	<ul style="list-style-type: none"> - Stand der Digitalisierung: <ul style="list-style-type: none"> - Nachzügler der Digitalisierung: ca. 32 % - Digitales Mittelfeld: ca. 49 % - Digitale Vorreiter: 19 % - Nutzung von Cloud-Computing: ca. 22 % - Unternehmen mit Digitalisierungsprojekten: ca. 83 %
Schröder et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung - Verschiedene Branchen 	<ul style="list-style-type: none"> - Ø Bedeutung der Digitalisierung (0 bis 100): 74,6
Staufen (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung - Industrieunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> - Umsetzung von Industrie 4.0: <ul style="list-style-type: none"> - Noch nicht damit beschäftigt: 19 % - In der Beobachtungs-/Analysephase: 36 % - In der Planungs-/Testphase: 5 % - Operative Einzelprojekte: 31 % - Umfassende operative Umsetzung: 4 %
Techconsult (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Produzierender Mittelstand 	<ul style="list-style-type: none"> - Digitalisierungsgrad: <ul style="list-style-type: none"> - 2014: 25 % - 2015: 5,0 %
Weiss et al. (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse der Intensität der Aufnahme einer technologischen Methodologie in einem Branchensektor des Verarbeitenden Gewerbes über eine Matrix aus 90 Marktsegmenten (9 Branchensektoren x 10 Anwendungskategorien) 	<ul style="list-style-type: none"> - Maschinenbau setzt am häufigsten Industrie 4.0-Anwendungen ein - Schwerpunkt der Industrie 4.0-Anwendungen liegt bei Automatisierungslösungen - Neue Geschäftsmodelle/Services auf Basis daten-getriebener, vernetzter Anwendungen sind (noch) in der Minderheit - "Maschinen-nahe" Branchensektoren sind aktiver als "Service-nahe"
ZDH (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung - Handwerksbetriebe 	<ul style="list-style-type: none"> - Nutzung digitaler Geräte im Geschäftsbetrieb: 93,9 % - Nutzung mobiler Anwendungen: 23,2 % - Auseinandersetzung mit dem Internet der Dinge: 5,1 %
ZEW (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Unternehmensbefragung - Verarbeitendes Gewerbe; ausgewählte Dienstleistungssektoren 	<ul style="list-style-type: none"> - Kenntnisse über Industrie 4.0: 18 % - Bestehende/geplante Projekte: 4 %

Übersicht A2: Branchenübersicht

Branchen	Schwerpunkt der Produktangebote
Verbrauchsgüter	Papier, Pappe und Waren daraus; Druckerzeugnisse, Vervielfältigung von bespielten Ton- und Bildträgern; Nahrungs- und Futtermittelindustrie/Getränkeherstellung/Tabakverarbeitung; Textil/Bekleidung/Leder, Lederwaren und Schuhen; Holz-/Flecht-/Korb- und Korkwaren
Grundstoffe	Gummi-/Kunststoffwaren; Glas/Keramik/Verarbeitung von Steinen und Erden
Metallindustrie	Metallerzeugung/-bearbeitung, Metallerzeugnisse
Chemie-, Pharma- und Elektroindustrie	Pharmazeutische Erzeugnisse; Kokei/Mineralölverarbeitung/Herstellung chemischer Erzeugnisse; Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Erzeugnisse/elektronische Ausrüstungen
Maschinen- und Fahrzeugbau	Maschinenbau; Kraftwagen/Kraftwagenteile, sonstiger Fahrzeugbau
Sonstige Branchen	Möbel; Münzen, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren; Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen; Medizinische und zahntechnische Apparate und Materialien

© IfM Bonn

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Tabelle A1: Unternehmenskennziffern nach Größenklassen (in %)

	Alle Unternehmen	Kleine	Mittelgroße	Große
Handwerk	33,1	39,8	19,2	17,5
Familiengeführtes Unternehmen	81,0	83,7	78,1	67,0
Unternehmen ohne Auslandsumsätze	21,5	27,4	7,6	5,6
Unternehmen mit FuE	54,7	47,1	71,0	77,8
Innovationsaktive Unternehmen	58,0	51,2	72,8	83,3
Bereich der Wertschöpfungskette				
- Zulieferer	53,9	51,8	60,8	55,6
- Endprodukthersteller	46,2	48,2	39,2	44,4
Marktpositionierung				
- Nischenanbieter	72,5	74,3	71,7	50,0
- Gesamtmarkt	27,5	25,7	28,3	50,0
Alter der Unternehmen in Jahren (Median)	39,0	32,0	53,0	72,0
Beschäftigte in 2015 (Median)	26,0	18,0	87,0	480,0
Beschäftigte in 2014 (Median)	25,0	18,0	85,0	470,5
Beschäftigte in 2013 (Median)	23,0	17,0	81,5	487,5
Bildungsstand der Mitarbeiter				
Anteil Mitarbeiter mit Fach-/Hochschulabschluss	8,0	10,0	6,0	10,0
Anteil Mitarbeiter mit Berufsausbildung	60,0	68,0	60,0	50,0
Anteil an- oder ungelernter Mitarbeiter	6,0	6,0	10,0	5,0
Umsatz in 2015 (in Mio. Euro)	4,2	2,5	16,0	97,0
Umsatz in 2014 (in Mio. Euro)	4,0	2,4	14,2	92,0
Umsatz in 2013 (in Mio. Euro)	3,8	2,3	13,5	93,0

© IfM Bonn

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Tabelle A2: Abteilungsübergreifende Vernetzung in den Unternehmen nach Beschäftigtengrößenklassen (Anteile in %)

Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten							
	Produktion	Vertrieb	Einkauf	Personal	Logistik	Controlling	FuE*
Produktion	68,1						
Vertrieb	36,7	78,6					
Einkauf	40,8	43,4	81,2				
Personal	18,3	15,8	14,1	66,5			
Logistik	29,4	32,7	32,0	11,2	66,9		
Controlling	31,9	38,7	41,6	27,2	25,1	80,9	
FuE*	13,9	12,9	12,4	5,1	5,1	8,5	32,0
Unternehmen mit mindestens 50 und maximal 249 Beschäftigten							
	Produktion	Vertrieb	Einkauf	Personal	Logistik	Controlling	FuE*
Produktion	90,7						
Vertrieb	64,8	93,5					
Einkauf	68,4	65,2	94,3				
Personal	30,0	23,9	21,9	81,0			
Logistik	60,7	57,9	58,3	20,2	89,1		
Controlling	51,8	56,3	60,3	40,9	49,0	91,5	
FuE*	25,9	23,9	22,3	12,1	12,6	21,1	51,8
Unternehmen mit mindestens 250 Beschäftigten							
	Produktion	Vertrieb	Einkauf	Personal	Logistik	Controlling	FuE*
Produktion	92,8						
Vertrieb	59,4	95,7					
Einkauf	68,1	50,7	94,2				
Personal	36,2	31,9	23,2	87,0			
Logistik	69,6	65,2	65,2	24,6	97,1		
Controlling	56,5	60,9	60,9	49,3	56,5	94,2	
FuE*	24,6	26,1	26,1	14,5	14,5	21,7	59,4

© IfM Bonn

* FuE treibende Unternehmen

Lesehilfe:

Elemente auf der Hauptdiagonalen geben den Anteil der Unternehmen an, die innerhalb der Abteilung vernetzt sind. (Einkauf - Einkauf: 81,2 % der Unternehmen haben ihre Einkaufsabteilung innerhalb der Abteilung vernetzt).

Der Anteil der Vernetzung zwischen zwei Abteilungen wird abseits der Hauptdiagonalen angegeben. (Einkauf - Produktion: 40,8 % haben ihre Produktion mit dem Einkauf vernetzt.).

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Abbildung A1: Optimierte Produktionsprozesse



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Tabelle A3: Regressionsergebnisse

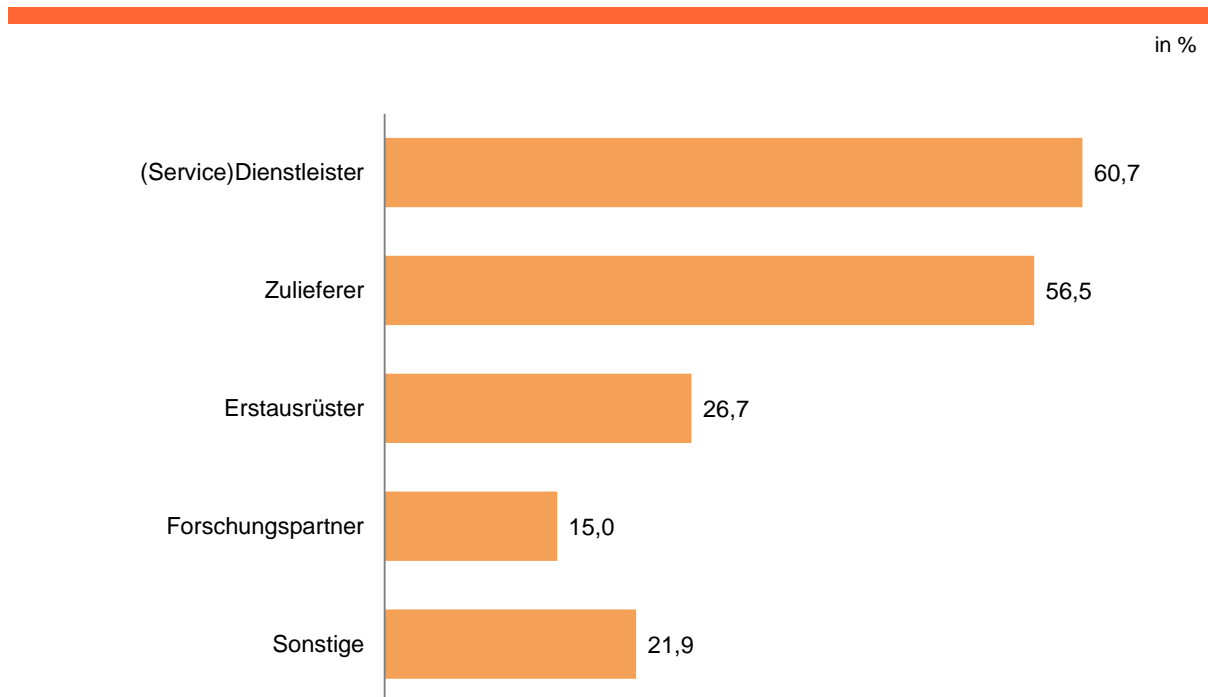
Variablen	Model 1 (probit)	Model 2 (probit)	Model 3 (ordered probit)	Model 4 (probit)
	Optimierung von Produktionsprozessen	Manuelle Tätigkeit kann nicht ersetzt werden	Vernetzungsgrad der Produktion	Smarte Produkte
Hauptabsatzmarkt: Technologiewandel	0.116** (0.0540)	-0.0309 (0.0517)	0.189*** (0.0460)	0.247*** (0.0589)
Hauptabsatzmarkt: Starker Wettbewerb	0.00816 (0.0595)	-0.00153 (0.0571)	0.00759 (0.0510)	0.0535 (0.0654)
Hauptabsatzmarkt: Starkes Branchenwachstum	-0.0151 (0.0580)	-0.0410 (0.0559)	-0.0164 (0.0495)	0.0505 (0.0613)
Digitalisierungsstrategie	0.512*** (0.109)	-0.209** (0.0985)	0.275*** (0.0859)	0.421*** (0.103)
Bis zu 49 Beschäftigte	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz
50-249 Beschäftigte	0.283** (0.133)	-0.109 (0.122)	0.455*** (0.104)	-0.00247 (0.131)
Mind. 250 Beschäftigte	0.00559 (0.221)	-0.102 (0.209)	0.311* (0.178)	0.0809 (0.212)
Nicht auslandsaktiv	-0.0980 (0.122)	0.282** (0.117)	-0.0886 (0.108)	-0.221 (0.146)
Handwerk	-0.139 (0.113)	0.421*** (0.106)	-0.168* (0.0978)	-0.0303 (0.123)
Anteil Mitarbeiter mit Hochschulabschluss	-0.00515 (0.00529)	-0.00116 (0.00542)	-0.00490 (0.00450)	0.0131** (0.00601)
Anteil Mitarbeiter mit Berufsausbildung	0.00261 (0.00470)	0.00391 (0.00476)	-0.00389 (0.00391)	0.00593 (0.00548)
Anteil Mitarbeiter an- bzw. ungelernt	-0.00235 (0.00493)	0.00484 (0.00497)	-0.00516 (0.00407)	0.00311 (0.00584)
Zulieferer	0.173* (0.0992)	-0.0638 (0.0945)	0.171** (0.0833)	-0.295*** (0.105)
Nordrhein-Westfalen	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz
Baden-Württemberg	0.280** (0.113)	0.0755 (0.105)	0.0372 (0.0925)	0.0169 (0.117)
Bayern	0.0517 (0.110)	0.197* (0.106)	-0.0129 (0.0940)	-0.0979 (0.123)
IT-Abteilung	0.357*** (0.122)	-0.115 (0.114)	0.401*** (0.0991)	0.285** (0.121)
Nischenmarkt	0.148 (0.105)	-0.144 (0.101)	0.0871 (0.0908)	0.0652 (0.119)
Nicht-FuE aktiv	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz
regelmäßige FuE	0.196 (0.130)	0.00982 (0.122)	0.335*** (0.108)	0.576*** (0.134)
unregelmäßige FuE	0.122 (0.123)	0.215* (0.116)	0.382*** (0.105)	0.436*** (0.137)
familiengeführt	0.141 (0.120)	0.309** (0.122)	0.0206 (0.104)	0.165 (0.133)
Verbrauchsgüter	-0.0378 (0.144)	0.190 (0.138)	-0.0275 (0.126)	0.236 (0.153)
Grundstoffe	0.116 (0.188)	0.185 (0.176)	0.0904 (0.159)	-0.353 (0.224)
Metallindustrie	0.231* (0.140)	-0.0159 (0.132)	0.173 (0.118)	-0.198 (0.160)
Chemie- und Pharmaindustrie, Elektroindustrie	-0.155 (0.182)	-0.104 (0.187)	-0.113 (0.151)	0.149 (0.181)
Maschinen- und Fahrzeugbau	0.168 (0.153)	0.0886 (0.144)	0.104 (0.127)	-0.128 (0.159)
Sonstige Branchen	Referenz	Referenz	Referenz	Referenz
Pseudo R2	0.1054	0.0830	0.0904	0.1826
Anzahl Beobachtungen	960	960	823	959

© IfM Bonn

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

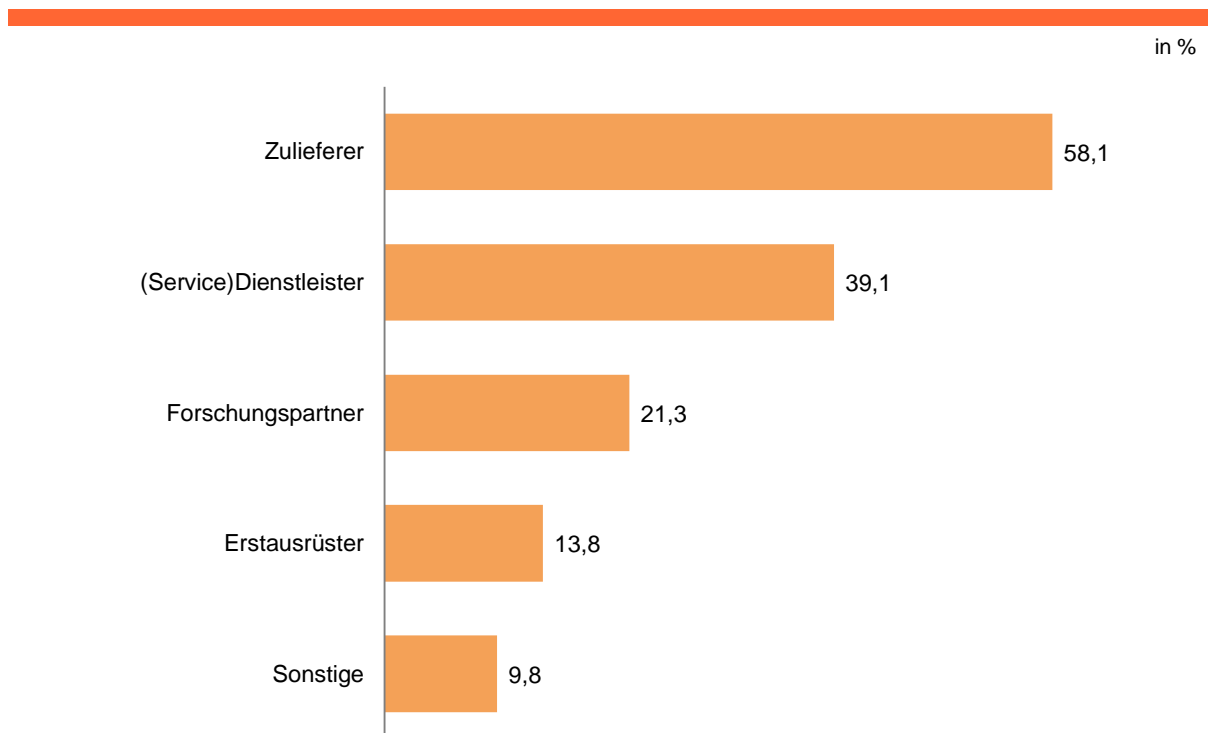
Abbildung A2: Vernetzungspartner der Unternehmen



© IfM Bonn 16 1608 063

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Abbildung A3: Vernetzungspartner der Vorreiter



© IfM Bonn 16 1608 084

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

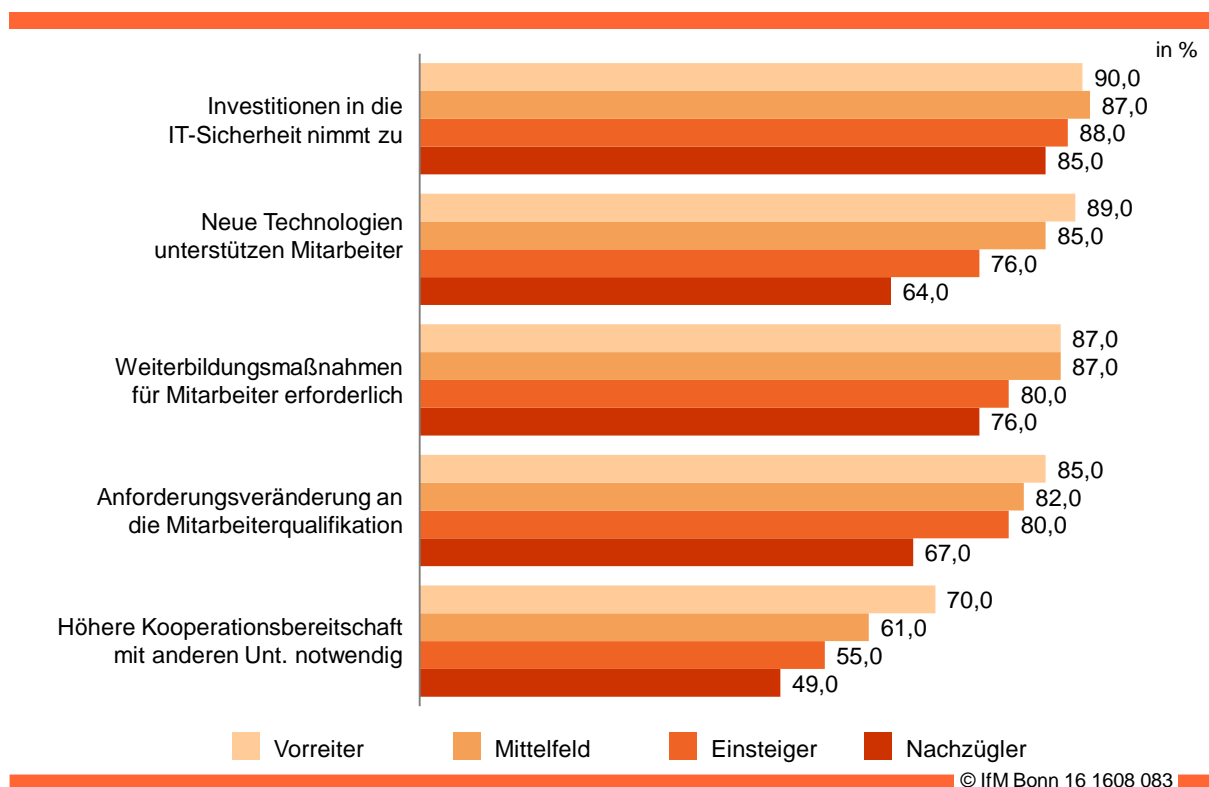
Tabelle A4: Strukturmerkmale nach Vernetzungstyp (Anteile in %)

	Nachzügler	Einsteiger	Mittelfeld	Vorreiter
Familiengeführt	86,3	82,9	79,8	84,5
Anteil Mitarbeiter mit Hochschulabschluss	11,7	12,1	15,9	14,9
Anteil Mitarbeiter mit Berufsausbildung	62,6	62,7	60,8	59,0
Anteil an- bzw. ungelernete Mitarbeiter	21,3	19,4	16,4	19,1
Zulieferer	42,8	53,8	60,8	59,2
Nischenmarkt	66,3	72,7	78,4	74,0

© IfM Bonn

Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.

Abbildung A4: Einschätzungen zum digitalen Wandel nach Vernetzungstyp



Quelle: IfM Bonn Erhebung 2016.