

# **Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen**

Forschungsprojekt im Auftrag der KfW  
Bankengruppe

Mannheim, 18. August 2016

Marianne Saam  
Steffen Viete  
Stefan Schiel

## **ZEW**

Zentrum für Europäische  
Wirtschaftsforschung GmbH

**Ansprechpartnerin**

PD Dr. Marianne Saam (ZEW)

L 7, 1 · 68161 Mannheim

Postfach 10 34 43  
68034 Mannheim

E-Mail [saam@zew.de](mailto:saam@zew.de)

Telefon +49 621-1235-285

Telefax +49 621-1235-333

## Projektteam:

Marianne Saam (ZEW)

Steffen Viete (ZEW)

Stefan Schiel (infas)

Unter Mitarbeit von

Armando Häring (infas)

Jette Kellerhoff (infas)

Jörg Ohnemus (ZEW)

Lukas Trottnner (ZEW)

Wir danken Vivien Lo, Volker Zimmermann, Anja Bukowski und Martin Bornschein von der KfW Bankengruppe sowie Irene Bertschek und Christian Rammer vom ZEW für hilfreiche Anmerkungen. Ferner bedanken wir uns herzlich bei allen Befragten in den Unternehmen der deutschen Wirtschaft, die an der Ergänzungsbefragung zur ZEW IKT-Umfrage teilgenommen haben. Ein besonderer Dank gilt den Expertinnen und Experten aus Unternehmen und Organisationen, mit denen wir ausführliche Interviews zum Thema Industrie 4.0 geführt haben.

## Inhalt

1	Executive Summary .....	1
2	Digitalisierung im deutschen Mittelstand .....	6
3	Stand der Digitalisierung .....	8
3.1	Stufen der Digitalisierung .....	8
3.2	Erste Digitalisierungsstufe: Grundlegende digitale Datenverarbeitung vor allem in kleinen Unternehmen ausbaufähig ..	11
3.3	Zweite Digitalisierungsstufe: Vernetzte Information und Kommunikation nur bei einem Fünftel der Unternehmen Teil einer unternehmensweiten Strategie.....	14
3.4	Dritte Digitalisierungsstufe: Vernetzte Produkte und Dienstleistungen noch Vorreitern vorbehalten.....	21
3.5	Ein Fünftel der Unternehmen hat die Stufe digital vernetzter Produktion und Dienstleistung erreicht .....	24
4	Digitalisierungsprojekte in Unternehmen .....	28
4.1	Fast jedes Unternehmen mit 50 und mehr Mitarbeitern führt Digitalisierungsprojekte durch .....	29
4.2	Überwiegend kleine Schritte beim Ausbau der Digitalisierung.....	35
4.3	Etwa 10 Milliarden jährliche Ausgaben für Digitalisierungsprojekte im Mittelstand .....	38
4.4	Jedes zweite Unternehmen erwartet keine Ausgabensteigerung .....	39
5	Finanzierung von Digitalisierungsprojekten .....	44
5.1	Digitalisierungsprojekte stärker durch Cashflow finanziert als andere Investitionen.....	44
5.2	Welche Unternehmen nutzen eher Kreditfinanzierung? .....	46

6	Herausforderungen, Wettbewerbssituation und Zukunftsperspektiven .....	51
6.1	IT-Kompetenzen, Datensicherheit und Internetgeschwindigkeit sind große Herausforderungen .....	51
6.2	Vorreiter sehen häufiger einen steigenden Wettbewerbsdruck durch Digitalisierung voraus .....	54
6.3	Stärkerer Ausbau der Digitalisierung in vielen Unternehmen nicht als dringlich wahrgenommen.....	57
7	Fokusthema: Industrie 4.0 .....	59
8	Handlungsfelder .....	72
A	Methodischer Anhang .....	76
A.1	ZEW IKT-Umfrage und Ergänzungsbefragung .....	76
A.2	Befragte Sektoren .....	76
A.3	Grundgesamtheit und Gewichtung.....	77
A.4	Clusteranalyse .....	78
A.5	Abschätzung der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte im gesamten Mittelstand nach Definition der KfW .....	80
A.6	Mögliche Szenarien zukünftiger Ausgaben.....	81
B	Statistischer Anhang .....	86
C	Quellenverzeichnis .....	102

## Abbildungen

Abbildung 1: Stufen der Digitalisierung.....	10
Abbildung 2: Anteil der Beschäftigten, die überwiegend am PC tätig sind (in %) .....	11
Abbildung 3: Anteil der Beschäftigten mit Zugang zum Internet (in %) .....	12
Abbildung 4: Unternehmen mit eigener Webseite und Nutzung von ERP- Software (in %) .....	13
Abbildung 5: Automatisierte Datenverarbeitung (in % der Unternehmen) .....	14
Abbildung 6: Anteil der Beschäftigten, die mit mobilen Endgeräten ausgestattet werden (in %) .....	16
Abbildung 7: Unternehmen mit Nutzung von Cloud-Computing-Angeboten (in %) .....	17
Abbildung 8: Unternehmen mit einer systematischen Analyse großer Datenmengen (in %) .....	18
Abbildung 9: Nutzung von Social Media-Anwendungen (in % der Unternehmen) .....	18
Abbildung 10: Nutzung von Internetanwendungen zur Information und Kommunikation (in % der Unternehmen) .....	19
Abbildung 11: Unternehmen mit einer geschäftsbereichsübergreifenden Digitalisierungsstrategie (in %) .....	20
Abbildung 12: Wichtigster Grund für die Einführung einer Digitalisierungsstrategie (in % der Unternehmen) .....	21
Abbildung 13: Elemente eines auf digitalen Produkten und Diensten basierenden Geschäftsmodells (in % der Unternehmen) .....	22
Abbildung 14: Unternehmen mit bestehenden und geplanten Industrie 4.0- Projekten im Jahr 2015 (in %) .....	23
Abbildung 15: Unternehmen die Apps für Smartphones oder Tablets anbieten (in %) .....	24

Abbildung 16: Digitalisierungscluster insgesamt und nach Sektoren (in % der Unternehmen) .....	25
Abbildung 17: Unternehmen mit Digitalisierungsprojekten in den Jahren 2013 bis 2015 (in%) .....	30
Abbildung 18: Verbreitung technologischer Digitalisierungsprojekte (in % der Unternehmen) .....	32
Abbildung 19: Verbreitung begleitender Kompetenzprojekte (in % der Unternehmen).....	33
Abbildung 20: Verbreitung von Digitalisierungsprojekten nach Digitalisierungscluster (in % der Unternehmen).....	34
Abbildung 21: Verteilung der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte (in % der Unternehmen) .....	35
Abbildung 22: Verbreitung technologischer Digitalisierungsprojekte nach Ausgabenklassen (in % der Unternehmen).....	36
Abbildung 23: Verbreitung begleitender Kompetenzprojekte nach Ausgabenklassen (in % der Unternehmen).....	37
Abbildung 24: Digitalisierungsausgaben nach Digitalisierungsclustern (in % der Unternehmen) .....	38
Abbildung 25: Erwartete zukünftige Veränderung der Digitalisierungsausgaben (in % der Unternehmen) .....	39
Abbildung 26: Verwendung zusätzlicher finanzieller Mittel nach Ausgabenklassen (in % der Unternehmen).....	41
Abbildung 27: Nutzung von Finanzierungsformen für Digitalisierungsprojekte (in% der Unternehmen) .....	44
Abbildung 28: Anteil der Finanzierungsformen am gesamten Projektvolumen (in %).....	46
Abbildung 29: Aspekte, die den Einsatz digitaler Technologien etwas oder stark erschweren (in % der Unternehmen) .....	52
Abbildung 30: Verfügbare Internetgeschwindigkeit als Hemmnis nach Art der Internetverbindung (in % der Unternehmen) .....	53

Abbildung 31: Entwicklung der Wettbewerbssituation des Unternehmen  
durch zunehmende Digitalisierung, die für „sehr  
wahrscheinlich“ oder „eher wahrscheinlich“ gehalten werden  
(in % der Unternehmen) .....56

## Tabellen

Tabelle 1: Regressionsergebnisse zur Wahrscheinlichkeit der Kreditfinanzierung in mittelständischen Unternehmen .....	48
Tabelle 2: Hemmnisse nach Ausgabenklassen (in % der Unternehmen) .....	54
Tabelle A.1: Branchenklassifikation .....	84
Tabelle B.1: IT Nutzung in Unternehmen .....	86
Tabelle B.2: Unternehmen mit eigener Webseite und Nutzung von ERP-Software .....	86
Tabelle B.3: Automatisierte Datenverarbeitung .....	87
Tabelle B.4: Nutzung von Social Media Anwendungen und Internetanwendungen zur Information und Kommunikation .....	88
Tabelle B.5: Anwendung von Cloud-Computing und Analyse großer Datenmengen.....	89
Tabelle B.6: Industrie 4.0-Projekte und Angebot von Apps .....	89
Tabelle B.7: Geschäftsbereichsübergreifende Digitalisierungsstrategie.....	90
Tabelle B.8: Elemente eines auf digitalen Produkten und Diensten basierenden Geschäftsmodells .....	91
Tabelle B.9: Einteilung der Unternehmen in Digitalisierungscluster.....	92
Tabelle B.10: Durchführung von Digitalisierungsprojekten.....	93
Tabelle B.11: Digitalisierungsprojekte in Unternehmen .....	94
Tabelle B.12: Verteilung der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte .....	95
Tabelle B.13: Erwartete Entwicklung der Digitalisierungsausgaben bis 2018...95	
Tabelle B.14: Verwendung hypothetischer zusätzlicher Mittel .....	96
Tabelle B.15: Genutzte Finanzierungsformen für Digitalisierungsprojekte .....	97
Tabelle B.16: Verteilung der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte auf Finanzierungsformen .....	98

Tabelle B.17: Aspekte, die den Einsatz digitaler Technologien etwas oder  
stark erschweren ..... 99

Tabelle B.18: Wahrscheinlichkeit zukünftiger Wettbewerbsszenarien ..... 101



## 1 Executive Summary

Die Digitalisierung ist in mittelständischen Unternehmen in Deutschland noch stark ausbaufähig. Dies belegt die Studie, die das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) und das infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH im Auftrag der KfW Bankengruppe durchgeführt haben.

### **Nur ein Fünftel der mittelständischen Unternehmen hat digitale Vernetzung von Produkten und Dienstleistungen begonnen und kann damit zu „Vorreitern“ gezählt werden**

Auf Basis der Studienergebnisse können die mittelständischen Unternehmen drei Gruppen mit unterschiedlichem Digitalisierungsgrad zugeordnet werden: Knapp ein Fünftel der Unternehmen (19 Prozent) kann zu den „Vorreitern“ gezählt werden, etwa die Hälfte der Unternehmen (49 Prozent) befindet sich im „Mittelfeld“ und rund ein Drittel (32 Prozent) des deutschen Mittelstands gehört zu den „Nachzüglern“.

Unter den Nachzüglern bestehen Defizite selbst in der grundlegenden digitalen Infrastruktur, wie einer eigenen Webseite oder Enterprise Resource Planning (ERP) Software. Zu dieser Gruppe gehören insbesondere kleine Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern. Kennzeichen der Unternehmen im Mittelfeld ist, dass sie digitale Vernetzung zumindest in einigen Bereichen bereits nutzen, um erhöhte Flexibilität, Interaktivität und sinnvolle Verknüpfung von komplexer Information zu realisieren. Als Vorreiter identifiziert die Studie die Unternehmen, für die digitale Produkte oder Dienste ein wichtiger Bestandteil ihres Geschäftsmodells sind, die ihren Kunden Apps für bestimmte Produkte oder Dienste anbieten oder die Industrie 4.0-Projekte durchführen. Auch in der Gruppe der Vorreiter ist die Digitalisierung in den meisten Unternehmen jedoch noch deutlich ausbaufähig.

In einer öffentlichen Diskussion, die von Begriffen wie „Industrie 4.0“ und „digitale Plattformen“ beherrscht wird, darf nicht übersehen werden, dass ein großer Teil der mittelständischen Unternehmen noch Ausbaupotential auf grundlegenden Stufen der Digitalisierung hat. So verfügt nur etwa ein Fünftel der Unternehmen im deutschen Mittelstand über eine übergreifende Strategie zur Digitalisierung.

### **Ausbau der Digitalisierung geht in den meisten Unternehmen voran, aber überwiegend in kleinen Schritten**

Mehr als vier Fünftel der mittelständischen Unternehmen haben in den Jahren 2013 bis 2015 Digitalisierungsprojekte durchgeführt. Darunter werden in der Studie Projekte zur Erweiterung oder Verbesserung des Einsatzes digitaler Technologien und digitaler Kompetenzen in den Unternehmen gefasst (ohne Berücksichtigung von Ersatz- und Routineinvestitionen). Technologische Projekte (Hardware, Software, IT-Sicherheit, Webseite, IT-Bezugsformen, Verknüpfung von Prozessen) haben 78 Prozent der Unternehmen umgesetzt und Projekte zur Erweiterung von Kompetenzen im Bereich der Digitalisierung (IT-Weiterbildung, IT-Beratung, Reorganisation des Workflows, Konzepte für Internetmarketing und -vertrieb) 64 Prozent. Vorreiterunternehmen realisieren fast doppelt so häufig Kompetenzprojekte wie Nachzügler.

Die meisten mittelständischen Unternehmen bauen also ihre Digitalisierung aus, gehen dies jedoch überwiegend in kleinen Schritten an. Knapp die Hälfte (46 Prozent) der Mittelständler gibt hierfür weniger als 10.000 Euro pro Jahr aus. Nur 12 Prozent der Unternehmen geben 40.000 Euro pro Jahr oder mehr aus. Hochgerechnet auf den gesamten deutschen Mittelstand entspricht dies jährlichen Ausgaben von etwa 10 Milliarden Euro für Projekte zur Erweiterung und Verbesserung der Digitalisierung. Eine knappe Mehrheit der mittelständischen Unternehmen erwartet überdies nicht, die Ausgaben für Digitalisierungsprojekte in den nächsten drei Jahren zu steigern. Diese Ergebnisse legen nahe, dass sich die Mehrheit des deutschen Mittelstandes bisher nicht auf den Weg einer digitalen Transformation begeben hat.

### **Finanzierung überwiegend über Cashflow, Hinweise auf Schwierigkeiten bei der Kreditaufnahme**

Die Ausgaben für Digitalisierungsprojekte werden zu 77 Prozent durch Cashflow und zu 17 Prozent durch Leasing finanziert. Bankkredite machen weniger als 5 Prozent der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte aus. Zum Vergleich: Bei anderen Sachinvestitionen liegen die Finanzierungsanteile bei 58 Prozent Cashflow, 17 Prozent Leasing und 20 Prozent Bankkredite. Die unterschiedliche Finanzierungsstruktur ist zum einen auf unterschiedliche Projektvolumina, zum anderen aber auch auf Eigenschaften von Digitalisierungsprojekten zurückzuführen, die eine Kreditfinanzierung erschweren: Digitalisierungsprojekte

weisen einen hohen Anteil an Personalkosten und Vorleistungen auf und einen vergleichsweise geringen Anteil an materiellen Investitionen. Darüber hinaus entstehen häufig unternehmensspezifische Anwendungen und unternehmensspezifisches Know-how, was Evaluierung und Verwertung durch Dritte deutlich erschwert (Besicherung). Hinzu kommt, dass Digitalisierungsprojekte einem höheren Risiko unterliegen können, z.B. durch rechtliche Unsicherheiten oder Unsicherheiten über zukünftige Standards. Damit weisen sie ähnliche Eigenschaften wie klassische Innovationsprojekte auf.

### **Defizite bei IT-Kompetenzen, Datensicherheit und Internetgeschwindigkeit erschweren Digitalisierung im Mittelstand**

Die größten Hemmnisse für den Ausbau der mittelständischen Digitalisierung sind mangelnde IT-Kompetenzen (67 Prozent der Unternehmen), Bedenken in Bezug auf Datenschutz und Datensicherheit (62 Prozent), zu hohe Kosten (59 Prozent) sowie eine zu geringe Internetgeschwindigkeit (58 Prozent). Die Internetgeschwindigkeit bleibt auch ein Hemmnis für die Mehrheit der Unternehmen, die bereits über einen Internetzugang mit 50 Megabit pro Sekunde oder mehr verfügen.

Trotz des derzeit ausgezeichneten Finanzierungsumfelds berichten 32 Prozent der Mittelständler von Finanzierungsschwierigkeiten. Die deutlich stärkere Gewichtung der Kosten als Digitalisierungshemmnis (59 Prozent) weist darauf hin, dass die Kosten häufiger im Verhältnis zum wahrgenommenen Nutzen als in Bezug auf die verfügbaren Mittel als zu hoch angesehen werden.

### **Fokusthema Industrie 4.0: Projekte sind typische Innovationsprojekte; Qualifikationsanforderungen ändern sich, Geschäftsmodelle nur graduell**

Aufgrund des großen Potenzials von Industrie 4.0 für die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft wurden innovative Vorreiterunternehmen in diesem Bereich in der Studie in qualitativen Interviews vertieft untersucht. Industrie 4.0-Projekte sind typische Innovationsprojekte, in denen überwiegend Kosten für Forschung und Entwicklung (FuE) anfallen. Die Projektvolumina liegen deutlich höher als in den Digitalisierungsprojekten der Breite des Mittelstands (zwischen 200.000 Euro und mehreren Millionen Euro). Im Mittelpunkt der Industrie 4.0-Projekte von Anwendern stehen häufig Effizienzsteigerung oder stärkere Berücksichtigung von Kundenbedürfnissen. Auf An-

bieterseite steht die Produktinnovation mit Netzwerktechnologie und Software im Vordergrund. Fast alle interviewten Unternehmen beschreiben ihre Industrie 4.0-Strategie als evolutionär. Risiken werden eingegangen, aber sie sind überschaubar und die Projektkosten können häufig aus einem gutgehenden etablierten Geschäft querfinanziert werden. Industrie 4.0-Projekte finden häufig in Entwicklungsnetzwerken und teilweise im Modus der „Open Innovation“ statt.

Mit Industrie 4.0-Projekten ändern sich die Qualifikationsanforderungen an Mitarbeiter. Softwarekompetenz und die Fähigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit sind häufiger gefordert. Mehrere der befragten Unternehmen mussten ihren Vertrieb umstrukturieren, da mehr direkter Kontakt und Zusammenarbeit mit den Kunden erforderlich ist. In der öffentlichen Debatte herrschen große Erwartungen an Industrie 4.0 vor, die Geschäftsmodelle im verarbeitenden Gewerbe von Grund auf zu verändern. Dies wird von den interviewten Unternehmen für die nahe Zukunft nicht als realistisch angesehen. Stattdessen gibt es eine Vielzahl von graduelleren Ansätzen, ausgehend vom Standardgeschäft neue Services anzubieten, z.B. Datenbankinstallationen beim Kunden, Fernwartung, individuellere Fertigung der Losgröße 1 und Beratung und Schulung für den Kunden.

### **Hemmnisse beseitigen, Investitionen in Kompetenzen fördern**

Defizite bei Internetgeschwindigkeit, IT-Sicherheit und IT-Kompetenzen der Beschäftigten sind nach wie vor zentrale Hemmnisse einer weitergehenden Digitalisierung im deutschen Mittelstand. Hier ist neben erhöhtem Unternehmensengagement auch politisches Handeln weiterhin gefragt. In Bezug auf Datenschutz, Datensicherheit und Haftungsrisiken sind sowohl gesetzliche Regelungen erforderlich als auch Maßnahmen, die helfen, Kompetenzen im Umgang mit Risiken aufzubauen. Im Bereich der IT-Kompetenzen besteht bei der Ausbildung von IT-Fachkräften aber auch bei der Aus- und Weiterbildung anderer Beschäftigter Handlungsbedarf, insbesondere vor dem Hintergrund sich wandelnder Qualifikationsanforderungen.

### **An die „Strategie der kleinen Schritte“ anknüpfen**

Die Beseitigung von Hemmnissen allein wird aber vermutlich zu keinem großen Schub in der Digitalisierung des deutschen Mittelstandes führen. Der

Großteil der Unternehmen verfolgt zwar kleinere Digitalisierungsprojekte, verfügt aber über keine übergreifende Digitalisierungsstrategie. Insgesamt wird Digitalisierung im Mittelstand offensichtlich noch nicht als Thema wahrgenommen, auf das das gesamte Unternehmen strategisch reagieren muss, um nicht den Anschluss zu verlieren.

Der Nutzen ambitionierter Digitalisierungsprojekte kann mittelständischen Unternehmen noch besser vermittelt werden. Dies gilt umso mehr, als die Mehrzahl von ihnen gegenwärtig eine gute Auftragslage aufweist. Das Lernen von Vorreiterunternehmen kann eine wichtige Rolle dabei spielen, den Nutzen einer verstärkten Digitalisierung in die Breite des Mittelstands zu tragen. Fortgeschrittenere Unternehmen zeichnen sich dadurch aus, dass sie häufiger in IT-bezogene Kompetenzen, Reorganisation und Vernetzung investieren. Für Unternehmen im Mittelfeld der Digitalisierung könnten Anreize vermittelt werden, stärker in Kompetenzen statt vorwiegend in Technologie zu investieren. Eine verbesserte Kompetenzbasis der Unternehmen kann dazu beitragen, dass ein Perspektivwechsel von IT als Kostenfaktor hin zu IT als Innovationsmotor im Unternehmen erfolgt.

Im Moment sind finanzielle Engpässe nicht das am häufigsten genannte Digitalisierungshemmnis. Allerdings kann sich der Finanzierungsbedarf in der Breite des Mittelstandes erhöhen, wenn die Unternehmen in Zukunft eine stärkere Dringlichkeit der Digitalisierung wahrnehmen. Denn ein deutlicher Schritt nach vorne in digital vernetzter Information und Kommunikation in Unternehmen sowie in der Vernetzung von Produkten und Dienstleistungen wäre nur mit höheren Ausgaben möglich. Von Vorreiterunternehmen im Bereich Industrie 4.0 werden Förderprogramme bereits häufig in Anspruch genommen. Sie könnten sich noch stärker an Unternehmen richten, die diese Stufe nicht in naher Zukunft erreichen werden. Für eine Digitalisierung in der Breite des Mittelstandes wäre eher eine Ausrichtung auf die Implementierung neuer Anwendungen und den Aufbau firmeninterner Kompetenzen als auf klassische FuE notwendig.

## 2 Digitalisierung im deutschen Mittelstand

Wo steht die deutsche mittelständische Wirtschaft in der Digitalisierung ihrer Unternehmen und in welche Richtung entwickelt sie sich? Diese Fragen stehen im Mittelpunkt der vorliegenden Studie. Sie beleuchtet, welche Stufe der Digitalisierung mittelständische Unternehmen bereits erreicht haben, welche Projekte sie zur stärkeren Nutzung von digitalen Anwendungen durchführen und wie viel sie dafür ausgeben. Die Studie gibt erstmalig auch detailliert Aufschluss über die Finanzierung von Digitalisierungsprojekten.

Unter Digitalisierungsprojekten versteht die Studie Projekte zum erstmaligen oder verbesserten Einsatz von digitalen Technologien in den internen Prozessen des Unternehmens und in der Interaktion mit Lieferanten und Kunden sowie den Aufbau von entsprechenden Kompetenzen. Digitale Anwendungen umfassen dabei grundlegende Infrastrukturen, wie eine Webseite und ein ERP-System, Anwendungen zu digital vernetzter Information und Kommunikation und Anwendungen, die die digitale Vernetzung von Produkten und Dienstleistungen ermöglichen.

Der Ausbau der Digitalisierung wird in der Studie auf Basis einer telefonischen Befragung bei 2.078 Unternehmen erfasst, die von ZEW und infas konzipiert und von infas im Zeitraum von Oktober 2015 bis Februar 2016 durchgeführt wurde. Diese Erhebung stellt eine Ergänzungsbefragung zur ZEW IKT-Umfrage 2015 dar und ist repräsentativ für Unternehmen, die mindestens 5 Mitarbeiter und einen Umsatz unter 500 Millionen Euro haben, und damit für die Breite des deutschen Mittelstands. Die statistischen Auswertungen dieser Studie beruhen auf der ZEW IKT-Umfrage 2015 sowie auf der Ergänzungsbefragung 2015/16, die im Auftrag der KfW durchgeführt wurde.<sup>1</sup>

Weiterhin wurden 17 qualitative Interviews geführt, um die Situation von innovativen Vorreiterunternehmen im Bereich Industrie 4.0 vertieft zu untersu-

---

<sup>1</sup> Die sektorale Abdeckung der Studie ist im methodischen Anhang A dargestellt. Eine statistische Übersicht über alle für die Studie verwendeten Variablen der ZEW IKT-Umfrage 2015 und der Ergänzungsbefragung ausgewertet nach Sektoren und Unternehmensgrößenklassen findet sich im statistischen Anhang B.

chen. Von diesen Unternehmen geht ein großes Potential für die digitale Transformation des Industriestandortes Deutschland aus.

Aus vorigen Studien wird deutlich, dass Deutschland als IKT-Standort, d.h. als Standort für IKT-Unternehmen und internetbasierte Leistungserstellung, unter den Industrieländern im Mittelfeld liegt (BMW, 2015a). Zu den Stärken der digitalen Wirtschaft in Deutschland zählen die Innovationsfähigkeit und die Vernetzung zwischen IKT-Branche und anderen Branchen. Zu den Schwächen zählen die Netzinfrastruktur, die vergleichsweise niedrigen IT-Ausgaben und -Investitionen und der niedrige Anteil der IKT-Exporte an den Gesamtexporten. Die Dynamik der Digitalisierung in der Gesamtheit der Branchen und im privaten Bereich wird im internationalen Vergleich als ausbaufähig angesehen. Auch e-Government ist in Deutschland unterdurchschnittlich entwickelt.

Mittelständische Unternehmen setzen neue digitale Technologien im Schnitt etwas zögerlicher ein als Großunternehmen. Der Anteil der Beschäftigten, der digitale Infrastruktur am Arbeitsplatz nutzt, fällt geringer aus. Auch der Umsatz über das Internet fällt hinter dem der Gesamtwirtschaft zurück (BMW, 2015b). Bisher noch nicht bekannt ist, in welchem Umfang mittelständische Unternehmen in den letzten Jahren in den Ausbau ihrer Digitalisierung investiert haben und welche Finanzierung sie dabei genutzt haben. Diese Fragen sind ein Schwerpunkt der vorliegenden Studie.

Kapitel 3 der Studie widmet sich dem Stand der Digitalisierung im deutschen Mittelstand. Kapitel 4 beleuchtet die in den Jahren 2013 bis 2015 durchgeführten Projekte zum Ausbau der Digitalisierung in Unternehmen und deren finanziellen Umfang. In Kapitel 5 wird betrachtet, wie Firmen Digitalisierungsprojekte finanzieren. Kapitel 6 untersucht Hemmnisse der Digitalisierung und den von den Unternehmen wahrgenommenen Wettbewerbsdruck durch Digitalisierung. Mit Industrie 4.0 als Fokusthema befasst sich Kapitel 7. Die Handlungsfelder, die sich aus den Erkenntnissen der Studie ergeben, fasst Kapitel 8 zusammen.

## 3 Stand der Digitalisierung

### 3.1 Stufen der Digitalisierung

Technische Neuerungen brauchen oft mehrere Jahrzehnte, bis sie sich flächendeckend durchsetzen. Dies beobachtet man auch bei digitalen Technologien. Um zu analysieren, wie weit digitale Technologien inzwischen bei mittelständischen Unternehmen in Deutschland verbreitet sind, unterscheidet die Studie zwischen drei Stufen digitaler Anwendungen: 1. Grundlegende digitale Datenverarbeitung, 2. Vernetzte Information und Kommunikation, 3. Vernetzte Produkte und Dienste. Schematisch sind die Stufen und die dazu in der ZEW IKT-Umfrage 2015 und der Ergänzungsbefragung erhobenen Anwendungen in Abbildung 1 dargestellt.

**1. Digitalisierungsstufe - Grundlegende digitale Datenverarbeitung:** Um die Möglichkeiten digitaler Technologien für Produktivität und Innovation zu nutzen, ist eine Basisinfrastruktur notwendig. Hierzu zählen PCs, Internetzugang, eine Webseite und eine grundlegende interne Dateninfrastruktur, zu der beispielsweise ERP-Software und weitere Tools für digitale Datenauswertung und Datenaustausch in unterschiedlichen Unternehmensfunktionen gehören. Unter Softwareanwendungen für Unternehmen kommt ERP eine Schlüsselfunktion zu, da sie es möglich macht, Daten über die Ressourcen im Unternehmen systematisch auszuwerten. Darüber hinaus kann ERP in fortgeschrittenen Stufen der Digitalisierung mit anderen Anwendungen verknüpft werden.

Nicht jede dieser Technologien ist für jedes Unternehmen gleichermaßen wichtig. Aber Unternehmen, denen ein größerer Teil solcher grundlegenden Anwendungen fehlt, werden die Potentiale neuerer Anwendungen nicht nutzen können.

**2. Digitalisierungsstufe - Vernetzte Information und Kommunikation:** Vernetzte Information und Kommunikation entsteht intern im Unternehmen durch systematische Auswertung großer Datenmengen und den Einsatz von Kollaborationstools. Einen vernetzten und flexiblen Zugriff auf die technischen Ressourcen für Information und Kommunikation ermöglicht Cloud-Computing. Extern vernetzen sich Unternehmen über Internetwerbung, Social Media und Recruiting-Anwendungen. Auch die Nutzung mobiler internetfähiger Endgerä-

te durch Mitarbeiter wird dieser Stufe der Digitalisierung zugeordnet. Um das Potential vernetzter Information und Kommunikation zu nutzen, sind über technische Anwendungen hinaus spezifische Kompetenzen nötig. Diese betreffen sowohl einzelne Mitarbeiter als auch das ganze Unternehmen. Die Nutzung des Informationsflusses über Geschäftsbereiche hinweg verbessert sich erheblich, wenn nicht Insellösungen existieren, sondern es für die Digitalisierung im gesamten Unternehmen eine Strategie gibt. Diese stellt auch eine gute Voraussetzung dafür dar, um in der nächsten Stufe Produkte und Dienste selbst internetfähig zu vernetzen.

**3. Digitalisierungsstufe - Vernetzte Produkte und Dienstleistungen:** Wenn Produkte oder Dienste vernetzt sind, rückt digitale Vernetzung ins Zentrum der Wertschöpfung des Unternehmens. Während sie in den beiden ersten Stufen eher die Rolle spielt, Produktion, Dienstleistungserbringung und Vertrieb effizienter zu gestalten und zu ergänzen, verlagern sich diese Kernaspekte der Wertschöpfung in der dritten Stufe zunehmend selbst ins Internet. Als Merkmale dieser Stufe werden in der Studie das Anbieten von Apps für bestimmte Produkte und Dienste, die Planung oder Einführung von Projekten im Bereich Industrie 4.0 und die Präsenz eines stark ausgeprägten digitalen Geschäftsmodells im Unternehmen herangezogen. Von einem stark auf digitalen Produkten und Dienstleistungen basierenden Geschäftsmodell wird ausgegangen, wenn mindestens drei von fünf Aspekten von Produktangeboten mit digitaler Komponente oder digitaler Dienstleistungserbringung erfüllt sind (Näheres siehe Abschnitt 3.4). Diese drei Aspekte – das Angebot von Apps, Planung und Durchführung von Industrie 4.0-Projekten und ein stark digitales Geschäftsmodell – wurden auch in einer statistischen Clusteranalyse als diejenigen bestätigt, durch die sich die digital am weitesten fortgeschrittenen Unternehmen von anderen unterscheiden.<sup>2</sup>

Die Stufen stellen ein idealtypisches Modell dar, das dazu dient, Anwendungen hinsichtlich ihres Vernetzungsgrades zu unterscheiden. In der Realität

---

<sup>2</sup> In der Clusteranalyse werden die Unternehmen auf Grundlage aller Variablen des Modells zu statistisch ähnlichen Gruppen zusammengefasst. Näheres wird im methodischen Anhang A.4 erläutert.

tät muss das Potential einer Stufe nicht immer vollständig ausgeschöpft sein, bevor die nächste erreicht wird. Beispielsweise kann ein Unternehmen bereits Social Media nutzen, aber den Anteil der Mitarbeiter mit Internetzugang immer noch stark ausbauen. Oder ein Unternehmen bietet bereits Apps für seine Produkte an, nutzt aber noch kein Cloud-Computing. Jedoch wird es für die meisten Unternehmen nicht möglich sein, eine höhere Stufe systematisch auszubauen, wenn die vorige schwach ausgeprägt ist. Ohne ein ERP-System im Unternehmen ist zum Beispiel die Möglichkeit eingeschränkt, systematische Auswertungen großer Datenmengen zur Effizienzsteigerung zu nutzen.

**Abbildung 1: Stufen der Digitalisierung**

<b>1. Digitalisierungsstufe: Grundlegend</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ stationäres Internet</li> <li>▪ Homepage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PC</li> <li>▪ ERP</li> <li>▪ automatisierte Datenverarbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Basiskompetenzen</li> </ul>
<b>2. Digitalisierungsstufe: Vernetzte Information und Kommunikation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ mobiles Internet</li> <li>▪ Internetanwendungen für Information und Kommunikation</li> <li>▪ Externe Social Media (z.B. Blog)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analyse großer Datenmengen</li> <li>▪ Cloud-Computing</li> <li>▪ Interne Social Media (z.B. Wiki)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Strategie</li> <li>▪ angepasste Organisation</li> <li>▪ Fortgeschrittene Kompetenzen</li> <li>▪ IT-Fachkräfte</li> </ul>
<b>3. Digitalisierungsstufe: Vernetzte Produkte und Dienste</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geschäftsmodelle basierend auf digitalen Produkten und Diensten</li> <li>▪ Apps</li> <li>▪ Industrie 4.0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Industrie 4.0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ FuE im Bereich eigener Anwendung digitaler Technologien und Geschäftsmodelle</li> </ul>
	<b>Externe Digitalisierung</b>	<b>Interne Digitalisierung</b>	<b>Wissensbasis</b>

Anmerkung: Die blass gedruckten Elemente wurden im Rahmen der Unternehmensbefragung nicht erhoben.

Abbildung 1 stellt Anwendungen dar, deren Nutzung charakteristisch für die drei Stufen sind. Jede Stufe entspricht einer Vielzahl von weiteren, hier nicht explizit betrachteten Anwendungen. Die Studie konzentriert sich auf diejenigen, die sektorübergreifend und grundlegend für die jeweilige Stufe sind. Eine Ausnahme hiervon stellt die Planung oder Umsetzung von Industrie 4.0-Projekten dar, deren Potential sich bisher stark im Maschinen- und Anlagenbau, der Elektronikbranche und der Softwareindustrie konzentriert. Das Phä-

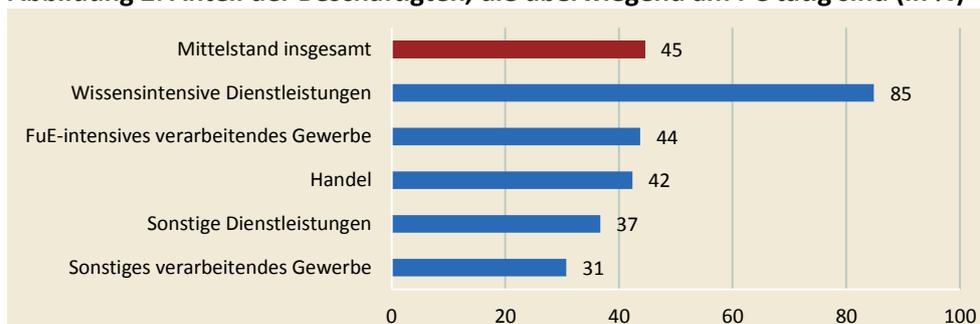
nomen der vernetzten Produktion kann sich aber in Zukunft über den industriellen Bereich hinaus entwickeln.

In den folgenden drei Abschnitten (3.2 - 3.4) wird die Verbreitung der für jede Stufe charakteristischen Anwendungen betrachtet. In Abschnitt 3.5 wird schließlich eine Clusteranalyse durchgeführt, um anhand der Anwendungen, die im Modell berücksichtigt werden, drei Cluster von Unternehmen zu identifizieren, die diese Stufen in unterschiedlichem Ausmaß erreicht haben.

### 3.2 Erste Digitalisierungsstufe: Grundlegende digitale Datenverarbeitung vor allem in kleinen Unternehmen ausbaufähig

Hinsichtlich der Basisinfrastruktur gilt, dass inzwischen fast die Hälfte der Beschäftigten im deutschen Mittelstand **am PC arbeitet** (Abbildung 2). Bei den wissensintensiven Dienstleistern sind es sogar mehr als acht von zehn Beschäftigten. Ähnlich verhält es sich mit der **Verbreitung des Internets**, wobei dort die Unterschiede zwischen den Branchen stärker ausgeprägt sind (Abbildung 3). Im FuE-intensiven verarbeitenden Gewerbe haben 55 Prozent der Mitarbeiter Zugang zum Internet. Auch wenn zu erwarten ist, dass sich der Internetzugang bei Büro- und Produktionstätigkeiten nicht völlig angleichen wird, ist davon auszugehen, dass die Internetnutzung bei den Unternehmen, die ihre Produktion vernetzen wollen, noch weiter steigen muss.

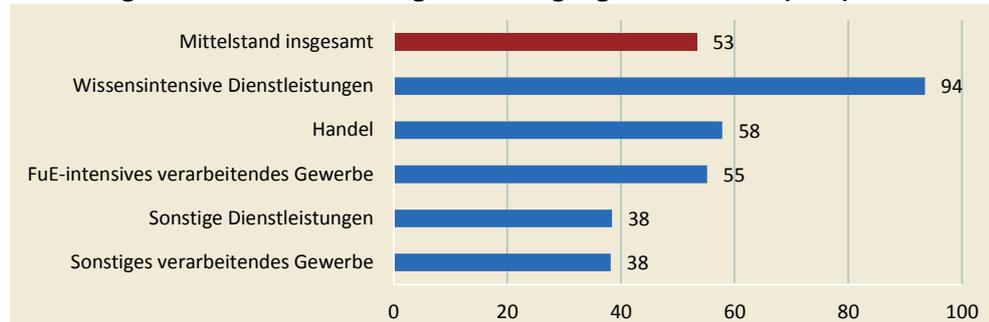
**Abbildung 2: Anteil der Beschäftigten, die überwiegend am PC tätig sind (in %)**



Anmerkung: Über die Anzahl der Beschäftigten hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

**Abbildung 3: Anteil der Beschäftigten mit Zugang zum Internet (in %)**



Anmerkung: Über die Anzahl der Beschäftigten hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

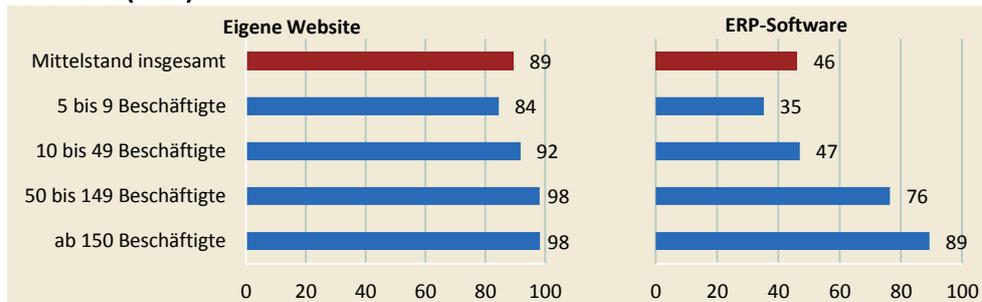
Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Wie ein Unternehmen seine Digitalisierung erfolgreich vorantreibt, hängt von vielen branchen- und produktspezifischen Gegebenheiten ab. Ohne eine eigene Präsenz im Internet und ohne grundlegende digitale Planungsinstrumente ist allerdings ein Einsatz von Informationstechnologie über klassische, bereits lange etablierte Anwendungen der Datenverarbeitung hinaus in der Regel nicht möglich. Die vernetzte Steuerung von unternehmensinternen Prozessen verlangt eine zentrale Erfassung und Verarbeitung digitaler Informationen. Mit der klassischen **ERP-Software** hat knapp die Hälfte der Unternehmen ein integriertes Informationssystem implementiert, welches als zentrales Steuerelement des Wertschöpfungsprozesses dient (Abbildung 4). ERP-Software wird insbesondere zur Planung, Kalkulation und Steuerung betrieblicher Prozesse über einzelne Unternehmensbereiche hinweg genutzt. Sie fungiert darüber hinaus als Integrationsplattform für spezifische Anwendungen, wie Supply Chain Management (SCM), oder Customer Relationship Management (CRM)-Systemen. Unternehmen, die heute ein ERP erfolgreich einsetzen, haben somit bereits einen ersten Schritt in Richtung Integration interner Informationssysteme gemacht.

Während fast alle Unternehmen mit mindestens 50 Beschäftigten über **eigene Webseiten** verfügen, ist dies nur bei 84 Prozent der Unternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten der Fall. Auch der Einsatz von ERP Software steigt stark mit der Unternehmensgröße an. Bei Unternehmen mit weniger als 10 Mitarbeitern mag es sich nicht immer lohnen, aber auch in Unternehmen mit 10 bis 149 Mitarbeitern zeigt sich noch deutliches Ausbaupotential. Starke Defizite in

grundlegenden digitalen Anwendungen werden also vor allem in kleinen Unternehmen beobachtet.

**Abbildung 4: Unternehmen mit eigener Webseite und Nutzung von ERP-Software (in %)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

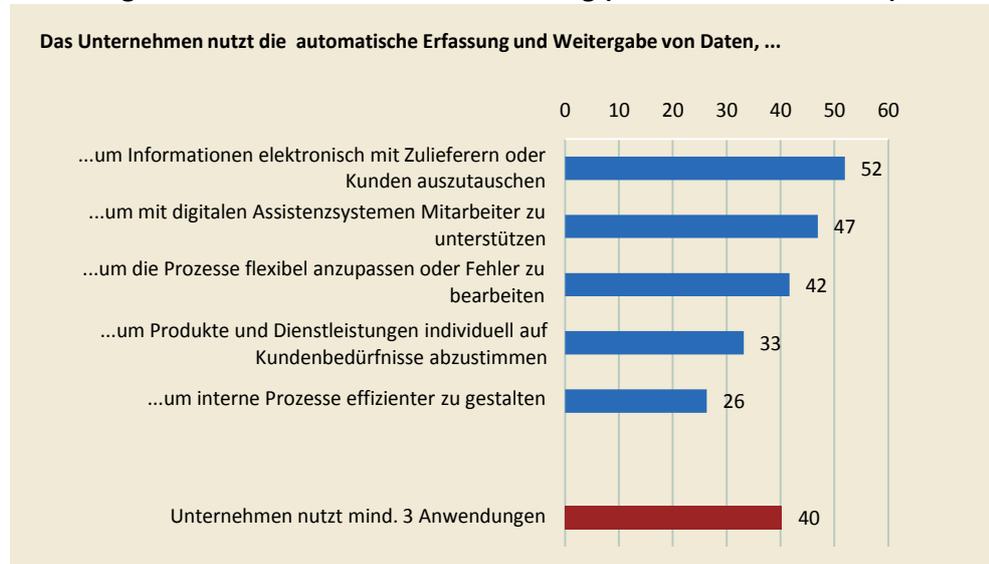
Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Neben Hard- und Software zählt die Fähigkeit, digital gewonnene Informationen für wirtschaftliche Zwecke zu nutzen, zu den grundlegenden digitalen Fähigkeiten eines Unternehmens. Die Mehrheit der Unternehmen im deutschen Mittelstand nutzt die **automatische Erfassung und Weitergabe von Daten**, die meisten davon für mehrere der genannten Zwecke (Abbildung 5). Dies ist bereits ein Schritt in Richtung digital vernetzter Information und Kommunikation.

Elektronischen Datenaustausch und digitale Assistenzsysteme nutzt inzwischen die Hälfte der Unternehmen. Datenverarbeitung zum Zwecke der Leistungserstellung und zur Verbesserung von Prozessen wenden hingegen nur etwa je 30 Prozent an. Immerhin 40 Prozent nutzen mindestens drei der genannten Anwendungen gleichzeitig. Der Einsatz kann jedoch mit sehr unterschiedlichen Graden der Komplexität und Vernetzung der Information einhergehen. Beispielsweise kann ein Assistenzsystem eine eher statische Software auf einem PC sein, die in bestimmten Problemfällen Hilfestellungen bietet. Es kann aber auch ein dynamisches, durch Sensoren vernetztes System in der Produktion sein, das nicht nur Hilfestellungen bietet, sondern neue Informationen aus dem Produktionsvorgang gewinnt.

Die Daten in den hier abgefragten Anwendungen sind allerdings noch nicht zwingend untereinander vernetzt. Der Einsatz dieser Anwendungen wird daher noch der ersten Digitalisierungsstufe zugeordnet.

**Abbildung 5: Automatisierte Datenverarbeitung (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

### **3.3 Zweite Digitalisierungsstufe: Vernetzte Information und Kommunikation nur bei einem Fünftel der Unternehmen Teil einer unternehmensweiten Strategie**

Um Information und Kommunikation in effektiver Form digital zu vernetzen, reicht die rein technische Möglichkeit zur Vernetzung nicht. Vielmehr muss die digitale Vernetzung so gestaltet sein, dass sie Flexibilität, Interaktivität und sinnvolle Verknüpfung von komplexer Information ermöglicht. Dies kann insbesondere durch

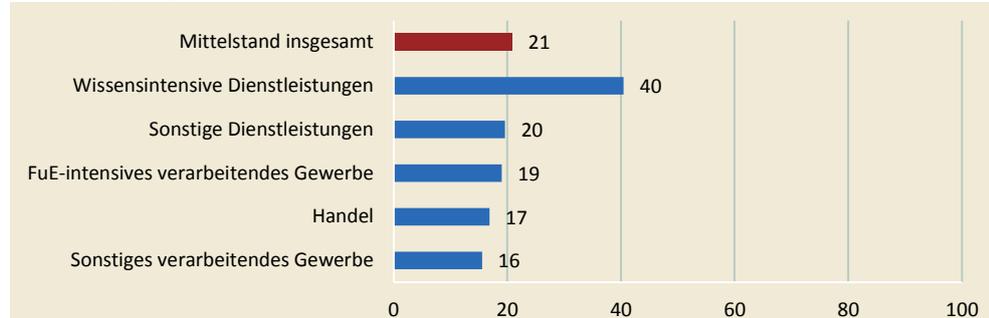
- mobile und flexible Infrastrukturen,
- Anwendungen zur externen Information und Kommunikation sowie zur sozialen Vernetzung und
- durch eine strategische Koordination der Digitalisierung und der damit anfallenden Dateninfrastrukturen innerhalb eines Unternehmens geschehen.

Unter digitaler Vernetzung wird also hier nicht die reine Übermittlung von Information über ein Netzwerk verstanden, die seit den Anfängen der Compu-

tertechnologie möglich ist, sondern die komplexe digitale Verknüpfung zwischen unterschiedlichen Informationen oder Kommunikationsakten. Beispielsweise werden bei der systematischen Analyse großer Datenmengen diese nicht nur gesammelt und per Netzwerktechnologie weitergeleitet, sondern in einen Zusammenhang miteinander gebracht, der ohne die digital basierte Analysemethode nicht sichtbar wird. Beim Einsatz von Social Media findet Kommunikation nicht nur durch lineare Übermittlung von Nachrichten statt, sondern es entstehen Bezüge zwischen den Beiträgen mehrerer Personen oder zwischen Beiträgen und Produkten.

Ein großes Innovationspotential wird gegenwärtig der **Nutzung mobiler Endgeräte** zugeschrieben, beispielsweise in der Fertigung, der Logistik oder dem Vertrieb. Mobile Endgeräte ermöglichen eine stärkere digitale Vernetzung von Information und Kommunikation, da mit ihnen örtlich flexibel auf Informationen zugegriffen werden kann, beispielsweise mit einem Laptop während einer Dienstreise, einem Tablet in einer Fertigungshalle oder mit einem Smartphone während eines Besuchs beim Kunden. Mittels Zugang über ein Virtual Private Network (VPN) greifen Beschäftigte heute ortsungebunden auf unternehmensinterne Netzwerke und Anwendungen zu. In der Produktion stellen mobile Endgeräte z.B. die Grundlage mobiler Bediensysteme dar und ermöglichen den mobilen Zugriff auf produktionsrelevante Kennzahlen. In der Logistik erlauben sie die schnelle Erfassung von Informationen per Barcode und die mobile Unterstützung bei der Routenplanung in Echtzeit. Obwohl im privaten Bereich allgegenwärtig, zählen mobile Endgeräte im Geschäftsbereich noch nicht zur Grundausstattung eines Arbeitsplatzes (Abbildung 6). Nur 21 Prozent der Beschäftigten im deutschen Mittelstand werden vom Unternehmen mit mobilen Endgeräten mit Internetzugang ausgestattet.

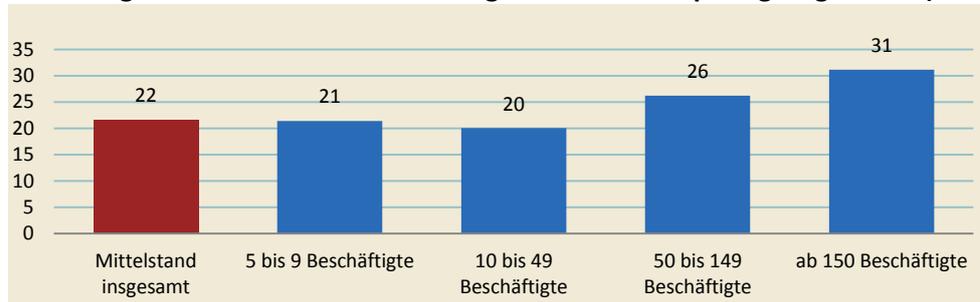
**Abbildung 6: Anteil der Beschäftigten, die mit mobilen Endgeräten ausgestattet werden (in %)**



Anmerkung: Über die Anzahl der Beschäftigten hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Cloud-Computing ist eine flexible und oftmals kostengünstige Art, IT-Ressourcen extern zu beziehen. Der Vorteil von **Cloud-Computing** als IT-Bezugsmodell liegt, im Gegensatz zur stationären Bereitstellung von IT-Infrastruktur, in der frei skalierbaren Nutzung von Ressourcen. Durch die flexible Abrechnung nach Verbrauch der genutzten IT-Ressourcen entfallen Investitions- und fixe Betriebskosten. Somit gilt Cloud-Computing vor allem für kleine Unternehmen als gewinnbringend, für die hohe Investitionskosten oft eine Hürde bei der Einführung neuer Technologien darstellen. Neben der Umverteilung von Investitions- zu Betriebsaufwand senkt die Nutzung von Cloud-Computing den IT-Administrationsaufwand. Gleichzeitig entstehen neue Herausforderungen mit Blick auf Datenschutz und Datensicherheit. Insgesamt 22 Prozent der deutschen Mittelständler nutzen Cloud-Computing als Bezugsmodell für IT-Ressourcen (Abbildung 7). Ein großer Teil der Unternehmen nutzt somit das Potential des Cloud-Computing bisher nicht für sich. Hier besteht noch deutliches Ausbaupotential.

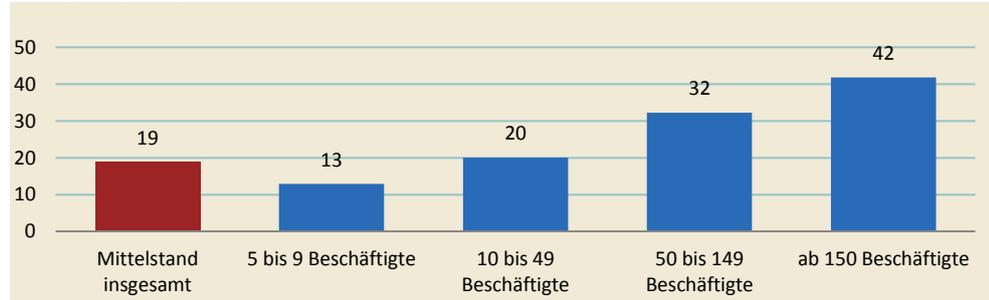
**Abbildung 7: Unternehmen mit Nutzung von Cloud-Computing-Angeboten (in %)**

Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Bereits auf der untersten Stufe der Digitalisierung werden Informationen automatisiert verarbeitet. Dies bedeutet jedoch noch nicht zwangsläufig die systematische Gewinnung von Erkenntnissen aus großen Datenmengen. Unter dem Schlagwort „Big Data“ werden in Wirtschaft und Öffentlichkeit Anwendungspotentiale, aber auch Gefahren des Umgangs mit großen Datenmengen diskutiert. In der Informatik versteht man unter Big Data häufig Datenmengen in einer Größe, die für die meisten Unternehmen heute noch nicht relevant sind oder dort gar nicht anfallen. Aber auch unterhalb der Größenordnung von Petabytes ist die **systematische Analyse großer Datenmengen** in den letzten Jahren preiswerter und benutzerfreundlicher geworden. Ebenso steigen mit der Vernetzung die Verwendungsmöglichkeiten für die Einsichten aus der Datenanalyse. Ein aktuell viel beachteter Trend sind z.B. Predictive Maintenance-Lösungen in der Produktion. Hier werden die im Produktionsprozess anfallenden Daten in Vorhersagemodellen ausgewertet, um frühzeitig Zustandsveränderungen an Maschinen und Bauteilen zu erkennen und so Wartungsaufwand und Ausfallzeiten zu reduzieren. Insgesamt geben allerdings erst 19 Prozent der deutschen Mittelständler an, zur strategischen Unterstützung des Geschäftsbetriebs große Mengen an Daten systematisch auszuwerten (Abbildung 8).

**Abbildung 8: Unternehmen mit einer systematischen Analyse großer Datenmengen (in %)**

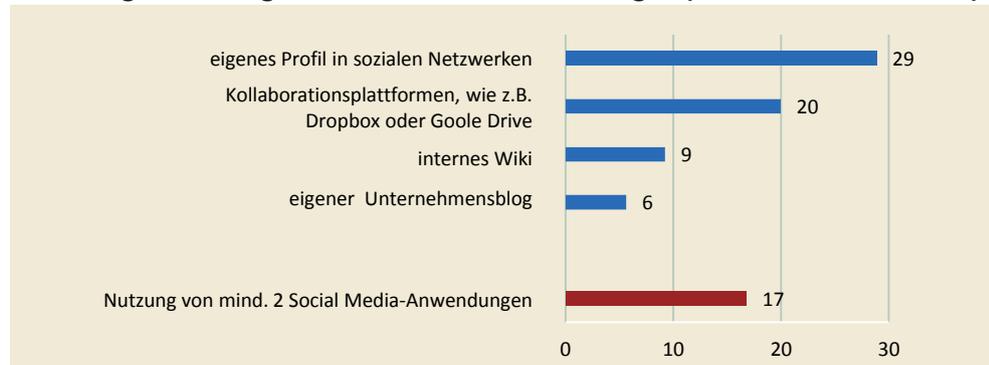


Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Zu den Anwendungen, die die Stufe digital vernetzter Information und Kommunikation charakterisieren, zählen außerdem **Social Media-Anwendungen** und weitere **Internetanwendungen** (Abbildung 9 und Abbildung 10). Social Media-Anwendungen kommen beispielsweise zur strategischen Gewinnung entscheidungsrelevanter Daten, wie Kundenfeedback über Produkte und Dienstleistungen, zum Einsatz. Digitale Kollaborationsplattformen und interne Wikis ermöglichen den Beschäftigten den flexiblen Zugriff auf Daten und Dokumente sowie ein abteilungsübergreifendes Wissensmanagement.

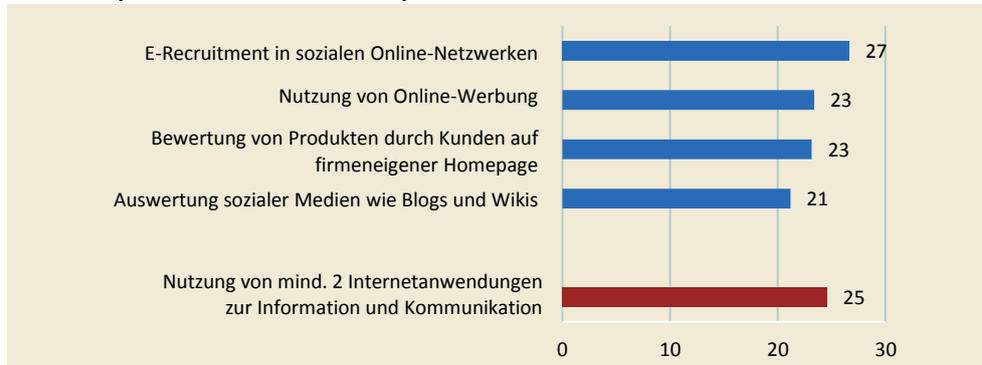
**Abbildung 9: Nutzung von Social Media-Anwendungen (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

**Abbildung 10: Nutzung von Internetanwendungen zur Information und Kommunikation (in % der Unternehmen)**



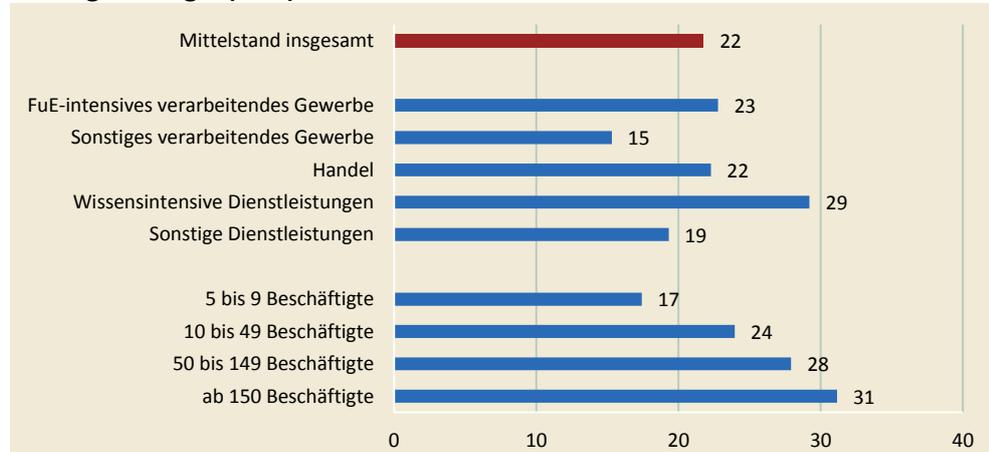
Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Ein wichtiges Element, um vernetzte Kommunikation und Information nicht nur in einzelnen Prozessen und Geschäftsbereichen nutzen zu können, sondern über alle Bereiche hinweg, ist eine **Digitalisierungsstrategie** für das gesamte Unternehmen. Die Digitalisierungsstrategie dürfte je nach Unternehmen unterschiedlich ausgestaltet sein, kann aber z.B. dazu beitragen, dass Softwareanwendungen aus einzelnen Bereichen (z.B. Produktion und Logistik, oder Kundenservice und Qualitätsmanagement) miteinander vernetzt sind. Andere Beispiele sind systematische Schulungen für alle Mitarbeiter des Unternehmens oder die kontinuierliche Prüfung von Einsatzmöglichkeiten neuer Anwendungen. Eine strategische Auseinandersetzung mit dem Thema Digitalisierung stellt außerdem die Chance dar, IT nicht nur als Kostenfaktor im Unternehmen, sondern als Basis für Innovation zu sehen. Aktuell verfügt jedoch erst gut ein Fünftel der mittelständischen Unternehmen über eine solche Strategie (Abbildung 11). Der im Vergleich noch relativ hohe Anteil bei kleinen Unternehmen von 17 Prozent mag damit zusammenhängen, dass die Strategie in kleinen Unternehmen auch weniger komplex ausfallen kann.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Liegt zunächst die Vermutung nahe, dass vor allem junge Unternehmen den Einsatz neuer, digitaler Technologien in den Fokus ihres unternehmerischen Handelns rücken, so zeigt sich jedoch, dass junge Unternehmen mit einem Unternehmensalter von bis zu zehn Jah-

**Abbildung 11: Unternehmen mit einer geschäftsbereichsübergreifenden Digitalisierungsstrategie (in %)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

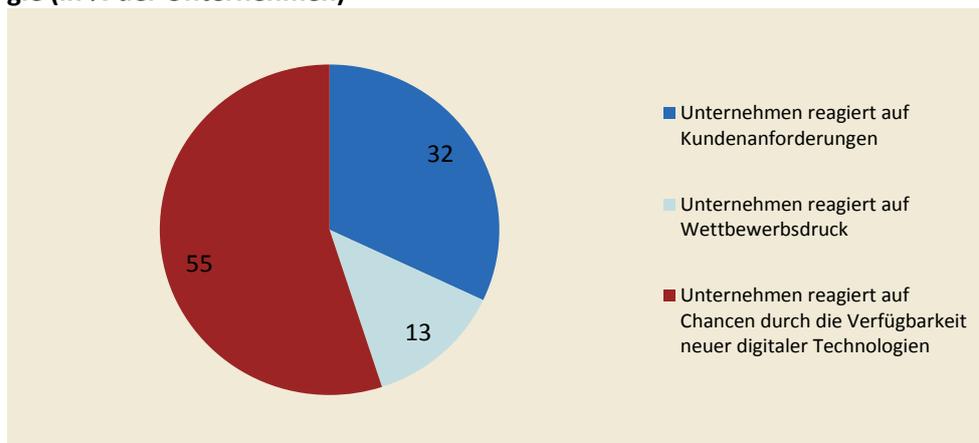
Über die Hälfte der Unternehmen, die bereits eine Digitalisierungsstrategie verfolgen, geben an, durch diese vor allem Chancen nutzen zu wollen, welche sich durch neue digitale Technologien und Anwendungen ergeben (Abbildung 12). Der Wettbewerbsdruck spielt mit 13 Prozent noch eine untergeordnete Rolle als Impuls für die Einführung einer solchen Strategie. Dies deutet darauf hin, dass bisher vor allem innovative Unternehmen, die sich in einer komfortablen Wettbewerbssituation befinden, eine Digitalisierungsstrategie verfolgen. Insgesamt wird Digitalisierung im Mittelstand offensichtlich noch nicht als Thema wahrgenommen, auf das das gesamte Unternehmen strategisch reagieren muss, um den Anschluss nicht zu verlieren. Die meisten Unternehmen verfügen noch über keine Digitalisierungsstrategie, und diejenigen, die eine solche eingeführt haben, sehen sich hierin weitgehend frei von externem Druck. Dies weist darauf hin, dass das Potential neuartiger Konkurrenzangebote und neuer Kundenbedürfnisse, das die digitale Transformation der Wirtschaft mit sich bringt, in der Wahrnehmung vieler Unternehmen noch keine große Rolle spielt (siehe auch Abschnitt 6.1). Expertengespräche bestätigen,

---

ren nicht häufiger eine Digitalisierungsstrategie verfolgen als der Durchschnitt des deutschen Mittelstandes.

dass der Strategie gerade in Unternehmen mit mindestens 50 Mitarbeitern, die über ausdifferenzierte Unternehmensbereiche verfügen, eine herausgehobene Bedeutung unter den Merkmalen der Stufe „Vernetzte Information und Kommunikation“ zukommt. Synergien zwischen IT-Anwendungen in unterschiedlichen Bereichen lassen sich nur ausnutzen, wenn eine einheitliche Strategie verfolgt wird. Die Implementierung einer solchen Strategie dürfte in der Organisation des Unternehmens kein leicht ergänzbares „Add-on“ darstellen, sondern wird häufig erfordern, dass sich der IT-Bereich grundlegend anders aufstellt und dass sich das Leitungspersonal in den einzelnen Unternehmensbereichen die Aufgabe der strategisch ausgerichteten Digitalisierung zu eigen macht. Das Fehlen einer Digitalisierungsstrategie in vielen mittelständischen Unternehmen deutet auf eine große Diskrepanz zwischen dem in den Medien diskutierten Wettbewerbsdruck durch Digitalisierung und dem bisherigen Unternehmensalltag hin.

**Abbildung 12: Wichtigster Grund für die Einführung einer Digitalisierungsstrategie (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Datenbasis: Unternehmen mit einer geschäftsübergreifenden Digitalisierungsstrategie. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

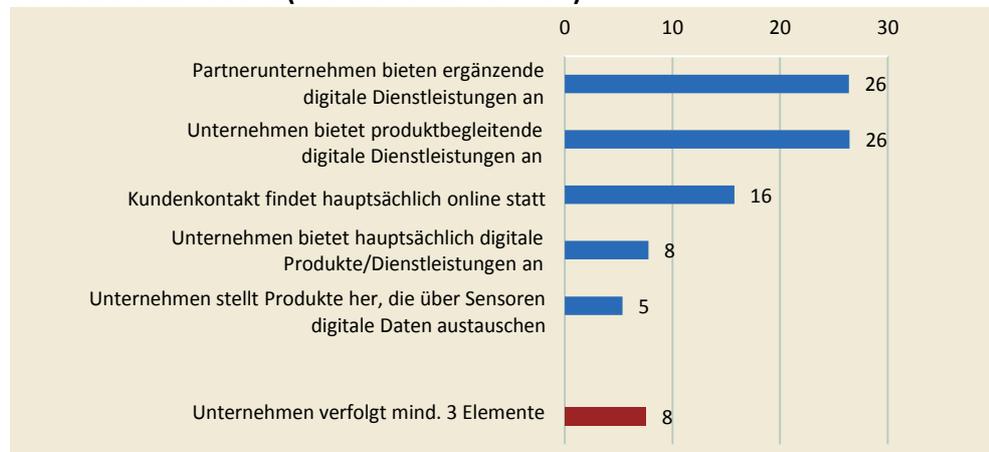
Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

### 3.4 Dritte Digitalisierungsstufe: Vernetzte Produkte und Dienstleistungen noch Vorreitern vorbehalten

Wenn nicht nur Information und Kommunikation vernetzt sind, sondern auch Produkte oder Dienstleistungen des Unternehmens, stehen digital vernetzte Komponenten im Mittelpunkt des Nutzens, der für den Kunden generiert wird.

In der Studie werden fünf Elemente eines solchen auf Produkte oder Dienstleistungen **basierenden digitalen Geschäftsmodells** abgefragt (Abbildung 13). Da einzelne dieser Elemente auch in einem ansonsten wenig digitalen Umfeld auftreten können (z.B. Onlinekundenkontakt in einem Unternehmen mit nicht-digitalen Produkten und ohne ergänzende digitale Dienstleistungen), wird hier unter einem stark ausgeprägten digitalen Geschäftsmodell verstanden, wenn drei der fünf erhobenen Elemente genutzt werden.

**Abbildung 13: Elemente eines auf digitalen Produkten und Diensten basierenden Geschäftsmodells (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

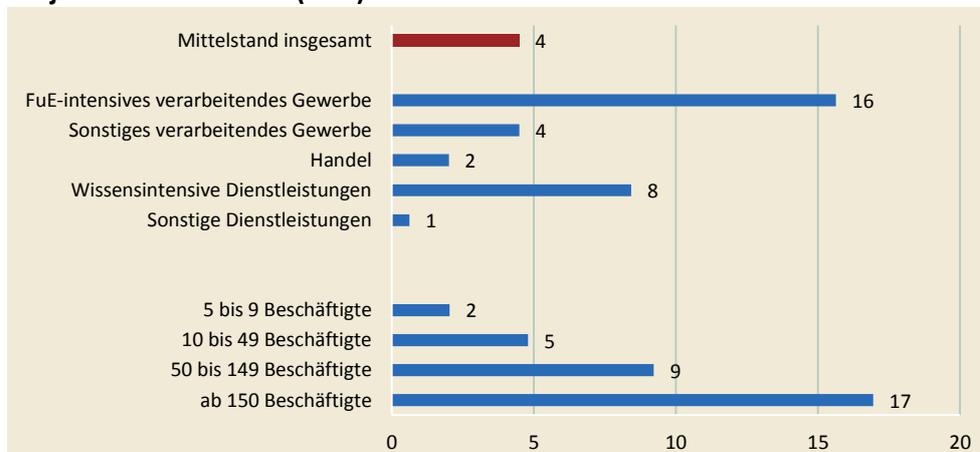
Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Unter dem Schlagwort **Industrie 4.0** schaffen Vertreter aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft seit 2011 in vielen Initiativen ein stärkeres Bewusstsein und neue Anwendungsmöglichkeiten für das große Potential von sogenannten Cyber-physischen Systemen in der industriellen Produktion. Kernkonzept hinter dem Begriff Industrie 4.0, der auf die vierte industrielle Revolution anspielt, ist die Verzahnung der industriellen Produktion (der physischen Komponente des Systems) mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (der „Cyberkomponente“). Die unter dem Schlagwort Industrie 4.0 formulierte Vision besteht darin, dass die Verzahnung von Maschinen, Zwischenprodukten, Transportmitteln und Informationstechnologie langfristig eine wesentlich effizientere und in vielen Aspekten selbstorganisierte Produktion ermöglicht. Unter den Begriff Cyber-physische Systeme fallen zum Beispiel Produktionsweisen, in denen Maschinen oder Fertigungsteile mit Senso-

ren und Chips zur Datenübertragung ausgestattet sind. Solche Technologien ermöglichen nicht nur Effizienzsteigerungen, sondern auch die Entwicklung neuer Dienste, die aus der Verknüpfung von physischen Komponenten und digitaler Netzwerktechnologie entstehen, sowie die Flexibilisierung und Individualisierung der Produktion. Im Englischen spricht man auch vom Internet of Things, dem Internet der Dinge. Das Phänomen Industrie 4.0 wird vertieft in Kapitel 7 betrachtet, das auf qualitativen Interviews beruht.

Um das Phänomen nicht zu eng einzugrenzen, wurden die Unternehmen in der ZEW IKT-Umfrage 2015 gefragt, ob sie den Begriff kennen, und wenn ja, ob sie ihrer eigenen Einschätzung nach Industrie 4.0-Projekte verfolgen, in naher Zukunft planen oder entsprechende Lösungen für andere Unternehmen anbieten (Abbildung 14). Im gesamten Mittelstand verfolgen lediglich 4 Prozent der Unternehmen Industrie 4.0-Projekte. Wie zu erwarten, ist der Anteil im FuE-intensiven Verarbeitenden Gewerbe, zu dem insbesondere der Maschinen- und Anlagenbau und die Elektroindustrie gehören, am höchsten (siehe auch Lichtblau et al., 2015). Hier verfolgen 16 Prozent entsprechende Projekte.

**Abbildung 14: Unternehmen mit bestehenden und geplanten Industrie 4.0-Projekten im Jahr 2015 (in %)**



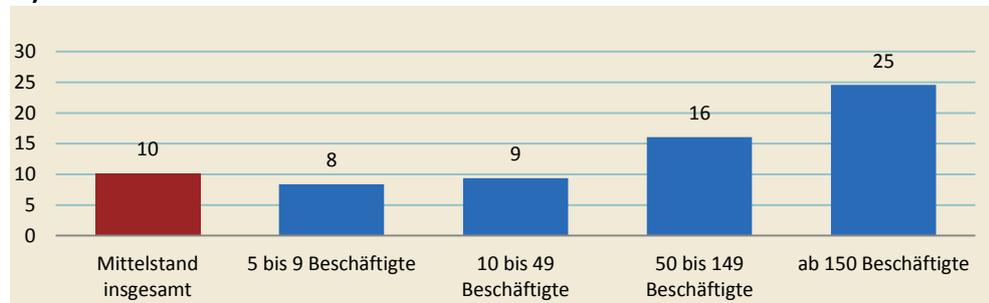
Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

**Apps**, die von Unternehmen für bestimmte Produkte oder Dienste angeboten werden, stellen digitale Dienste mit einem hohen Maß an Mobilität und Interaktivität dar, die auch begleitend zu physischen Produkten eingesetzt werden

können. So kommen Apps nicht nur im klassischen Mobile Commerce für den mobilen Preisvergleich oder als Shopping-App zum Einsatz. Auch im Verarbeitenden Gewerbe bieten produktbegleitende Apps den Kunden z.B. die Möglichkeit zum Nachbestellen von Ersatzteilen. Apps kommen nicht nur bei Endkunden, sondern zunehmend auch in der Produktion zum Einsatz, beispielsweise in Gestalt von digitalen Assistenzsystemen. Auch im Vertrieb fungieren Apps als mobiler Produktkatalog mit Echtzeitinformationen über Lagerbestände und Lieferzeiten. Immerhin eines von zehn Unternehmen im deutschen Mittelstand bietet selbst Apps für Smartphones und Tablets an (Abbildung 15).

**Abbildung 15: Unternehmen die Apps für Smartphones oder Tablets anbieten (in %)**



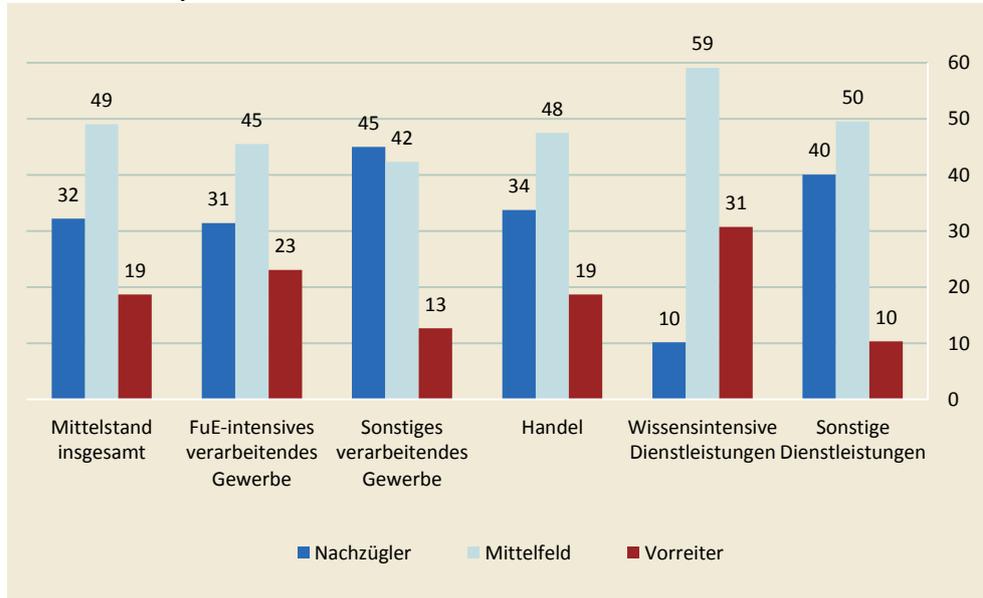
Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

### **3.5 Ein Fünftel der Unternehmen hat die Stufe digital vernetzter Produktion und Dienstleistung erreicht**

Um eine übergreifende Aussage zum Stand der Digitalisierung im Mittelstand treffen zu können, wird zusätzlich zur der Betrachtung der einzelnen Anwendungen eine statistische Clusteranalyse angewandt. Damit können die Unternehmen auf Basis der Anwendungen des Stufenmodells drei Gruppen (Cluster) zugeordnet werden („Vorreiter“, „Mittelfeld“ und „Nachzügler“, Abbildung 16). Dabei werden alle Anwendungen als Variablen berücksichtigt, die zu den drei Stufen der Digitalisierung erhoben wurden (siehe Übersicht in Abbildung 1). Die Clusteranalyse fasst jeweils diejenigen Unternehmen in Gruppen zusammen, die sich statistisch gesehen bezüglich dieser Variablen besonders ähnlich sind (siehe methodischer Anhang A.4).

**Abbildung 16: Digitalisierungscluster insgesamt und nach Sektoren (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Im Einzelnen ergibt sich für die Cluster Folgendes:

**1. Cluster „Nachzügler der Digitalisierung“:** In diesem Cluster befindet sich knapp ein Drittel (32 Prozent) der deutschen mittelständischen Unternehmen. Unter diesen Unternehmen ist eine deutlich unterdurchschnittliche Verbreitung grundlegender Anwendungen anzutreffen. Nur 33 Prozent der Beschäftigten in diesen Unternehmen haben Internetzugang. Ein größerer Teil der Unternehmen hat keine eigene Webseite. Anwendungen aus der zweiten Digitalisierungsstufe werden nur sehr vereinzelt eingesetzt.

**2. Cluster „Digitales Mittelfeld“:** Diesem Cluster wird etwa die Hälfte aller mittelständischen Unternehmen (49 Prozent) zugeordnet. Grundlegende digitale Anwendungen sind deutlich verbreiteter als im ersten Cluster, so haben beispielsweise 56 Prozent der Beschäftigten des Mittelfelds Zugang zum Internet. Aus dem Bereich digital vernetzter Information und Kommunikation setzen manche der Unternehmen nur eine der erhobenen Anwendungen ein, andere nutzen bereits mehrere. Die systematische Auswertung großer Datenmengen nutzen 23 Prozent der Unternehmen im Mittelfeld,

27 Prozent der Unternehmen verfügen über eine Digitalisierungsstrategie. Die Möglichkeiten digital vernetzter Information und Kommunikation sind also bei den Unternehmen im Mittelfeld bei Weitem noch nicht voll ausgeschöpft. Anwendungen der nächsten Stufe „Digital vernetzte Produkte und Dienstleistungen“ kommen im von der Clusteranalyse ermittelten Mittelfeld noch nicht zum Einsatz.

**3. Cluster „Digitale Vorreiter“:** Knapp ein Fünftel (19 Prozent) der mittelständischen Unternehmen können zu den digitalen Vorreitern gezählt werden. Diese Unternehmen erfüllen mindestens ein Kriterium aus der dritten Digitalisierungsstufe: Sie haben Industrie 4.0-Projekte, sie bieten Apps an oder sie weisen ein auf digitalen Produkten und Dienstleistungen basierendes Geschäftsmodell auf. Die statistische Clusteranalyse belegt, dass sich Unternehmen mit mindestens einem dieser Merkmale von den Unternehmen der anderen Cluster durch ihren digitalen Reifegrad abheben. Allerdings steht auch in den meisten Vorreiterunternehmen die Entwicklung der dritten Digitalisierungsstufe noch am Anfang. Stark ausgeprägt ist die Stufe nur bei einem Teil der Vorreiterunternehmen. Zudem haben auch noch nicht alle Unternehmen des Vorreiter-Clusters das Potential der vorigen Stufe vollständig ausgeschöpft.<sup>4</sup> Auch bei Vorreiterunternehmen besteht also noch Ausbaupotential im Bereich digital vernetzter Information und Kommunikation.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich bei einem Drittel des deutschen Mittelstandes die Digitalisierung noch im Grundstadium befindet. Während es Nischen geben mag, in denen digital vernetzte Information und Kommunikation auch in Zukunft eine untergeordnete Rolle spielen, ist es schwer vorstellbar, dass die Mehrheit dieser Unternehmen mit so geringer Digitalisierung langfristig wettbewerbsfähig bleibt.

Das Gros der mittelständischen Unternehmen nutzt zwar einzelne Anwendungen der zweiten Digitalisierungsstufe, hat deren Potential aber bei Weitem noch nicht ausgeschöpft. In einer öffentlichen Diskussion, die von Begriffen

---

<sup>4</sup> Die einzelnen Anwendungen der zweiten Stufe werden jeweils auch nur von 30 bis 50 Prozent der Unternehmen mit digital vernetzten Produkten und Dienstleistungen genutzt.

wie „Industrie 4.0“ und „digitale Plattformen“ beherrscht wird, darf nicht übersehen werden, dass viele mittelständische Unternehmen noch Ausbaubedarf auf der vorigen Stufe der Digitalisierung haben, und sich von diesen Begriffen möglicherweise auch nicht angesprochen fühlen. Viele Unternehmen haben noch keine Digitalisierungsstrategie, nutzen die Vorteile des Cloud-Computing noch nicht, erfassen zwar Daten, aber werten diese nicht systematisch in größerem Stil aus und nutzen digitale Medien zur externen Information und Kommunikation nur bruchstückhaft. Aus anderen Studien und Expertengesprächen ist bekannt, dass auf dieser Stufe häufig auch die Reduzierung von Medienbrüchen im Unternehmen und die Ersetzung papierbasierter Arbeitsschritte die interne digitale Vernetzung verbessern können. Nicht jedes Unternehmen muss zwingend alle diese Anwendungen einsetzen, um das Potential digital vernetzter Information und Kommunikation für sich auszuschöpfen. Aber die geringe Verbreitung in vielen Unternehmen weist darauf hin, dass die Welle der digitalen Anwendungen, die inzwischen 5 bis 10 Jahre alt sind, noch längst nicht die Breite des deutschen Mittelstands erfasst hat.

Abschließend wird untersucht, ob es jüngeren Unternehmen leichter fällt, die Stufe digitaler Produkte und Dienstleistungen zu erreichen, weil es ihnen möglicherweise eher gelingt, ihre Geschäftstätigkeit von vorneherein darauf auszurichten. Die ZEW IKT-Umfrage ist hinsichtlich junger Unternehmen nicht repräsentativ, da bevorzugt Unternehmen befragt werden, die bereits zuvor an der Umfrage teilgenommen haben. Jedoch ist unter den jungen Unternehmen in der Umfrage (mit einem Alter von maximal 10 Jahren) der Anteil am Vorreitercluster fast um die Hälfte geringer als an den beiden anderen Clustern. Somit gibt es außerhalb des speziellen Segmentes von High-Tech-Start-ups, das hier aufgrund geringer Fallzahlen nicht statistisch betrachtet werden kann, keinen Hinweis darauf, dass jüngere Unternehmen überproportional häufig Produkte und Dienste vernetzen.

## 4 Digitalisierungsprojekte in Unternehmen

Die Analyse in Kapitel 3 zeigt, dass der digitale Reifegrad im deutschen Mittelstand noch deutlich ausbaufähig ist. Kapitel 4 betrachtet nun, mit welchen Aktivitäten die Unternehmen ihren Digitalisierungsgrad in den zurückliegenden Jahren 2013 bis 2015 ausgebaut haben. Die Momentaufnahme aus Kapitel 3 wird damit um eine Betrachtung der Veränderungsdynamik der Digitalisierung in den zurückliegenden drei Jahren ergänzt. Im Mittelpunkt steht die Frage, welche Projekte Unternehmen durchführen, um ihre IT-Strukturen zu erneuern und zu verbessern, um neue Anwendungen einzusetzen oder um Kompetenzen zum Einsatz digitaler Anwendungen aufzubauen.

Diese Digitalisierungsprojekte unterscheiden sich aus zwei Gründen von „klassischen“ IT-Investitionen: IT-Investitionen umfassen auch Ersatz- oder Routineinvestitionen, wie z.B. zusätzliche Computer für eine wachsende Belegschaft oder Updates einer Software ohne grundlegend neue Funktionalitäten. In der vorliegenden Erhebung wurde hingegen explizit nur nach neuen und verbesserten Technologien und Prozessen gefragt (technologische Projekte). Digitalisierungsprojekte umfassen auf der anderen Seite Aufwendungen, die nicht zu den IT-Investitionen im buchhalterischen Sinne zählen, beispielsweise für Weiterbildung, Beratung und Reorganisation (Kompetenzprojekte). Neben dem innovativen Teil der IT-Investitionen im klassischen Sinne wurden also Investitionen in Kompetenzen erfasst, die in einer stark digitalisierten und wissensbasierten Wirtschaft immer bedeutsamer werden.

Es werden sechs Arten von technologischen Projekten und vier Arten von Kompetenzprojekten erfasst:

### Technologische Projekte

1. Anschaffung neuartiger oder deutlich verbesserter Hardware
2. Programmierung oder Einführung neuer Software
3. Einführung neuer IT-Sicherheitskonzepte und -anwendungen
4. Grundlegende Neugestaltung der Unternehmenswebseite mit neuen Funktionalitäten

5. Verknüpfung der IT zwischen Geschäftsprozessen und Geschäftsbereichen
6. Einführung neuer IT-Bezugsformen, wie z.B. Cloud-Computing

#### Kompetenzprojekte

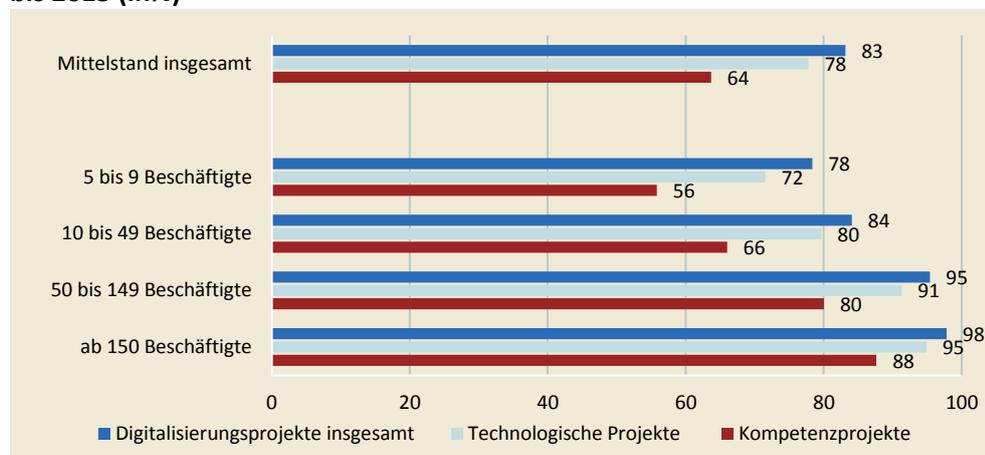
1. IT-Weiterbildung im Umfang von mindestens einem Schultag pro Mitarbeiter im Unternehmen
2. Nutzung von IT-Beratung
3. Reorganisation des Workflows zur Einbindung neuer digitaler Arbeitsschritte
4. Entwicklung eines neuen Konzeptes für Marketing oder Vertrieb über das Internet

Die Projekte dienen dazu, erreichte Stufen der Digitalisierung zu verbreitern oder auch Anwendungen einer höheren Stufe erstmals einzusetzen. Die meisten Projektarten können auf allen Stufen stattfinden. Die Verknüpfung von Prozessen, die Reorganisation des Workflows oder ein neues digitales Marketingkonzept werden eher bei Unternehmen erwartet, die schon über das Grundstadium der Digitalisierung hinausgekommen sind.

#### **4.1 Fast jedes Unternehmen mit 50 und mehr Mitarbeitern führt Digitalisierungsprojekte durch**

Mehr als vier Fünftel der Unternehmen haben in den Jahren 2013 bis 2015 Digitalisierungsprojekte durchgeführt (Abbildung 17). Am Ausbau von digitaler Infrastruktur, Anwendungen und Know-how kommt also inzwischen kaum ein mittelständisches Unternehmen mehr vorbei. Der Anteil der Unternehmen, die technologische Projekte durchgeführt haben, beträgt 78 Prozent. Der Anteil der Unternehmen, die Projekte im Bereich digitaler Kompetenzen durchgeführt haben, fällt mit 64 Prozent geringer aus.

**Abbildung 17: Unternehmen mit Digitalisierungsprojekten in den Jahren 2013 bis 2015 (in%)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Deutliche Unterschiede zeigen sich zwischen größeren und kleineren Unternehmen. In der Größenklasse ab 150 Mitarbeitern haben mit 98 Prozent nahezu alle Unternehmen in den Jahren 2013 bis 2015 Digitalisierungsprojekte durchgeführt. Diese Größenklasse umfasst zu einem erheblichen Teil auch noch Unternehmen, die als kleine und mittlere Unternehmen im Sinne der EU-Definition zählen. Unternehmen mit 50 bis 149 Mitarbeitern haben zu 95 Prozent Digitalisierungsprojekte durchgeführt. Bereits ab einer Größe von 50 Mitarbeitern kommt also nahezu kein Unternehmen mehr ohne Ausbau seines Digitalisierungsgrades aus. Die Frage ist heute nicht mehr, ob Unternehmen dieser Größe ihre Digitalisierung ausbauen, sondern in welchem Umfang dies geschieht. Etwas anders sieht es bei den kleineren Unternehmen aus. Hier beträgt der Anteil derer, die Digitalisierungsprojekte durchgeführt haben, 78 Prozent für Unternehmen mit 5 bis 9 Mitarbeitern und 84 Prozent für Unternehmen mit 10 bis 49 Mitarbeitern. Auch die überwiegende Mehrheit der kleineren Unternehmen hat also Projekte zum Ausbau der eigenen Digitalisierung durchgeführt. Es gibt aber noch eine sichtbare Gruppe kleiner Unternehmen, die von der Dynamik der Digitalisierung wenig erfasst wird.

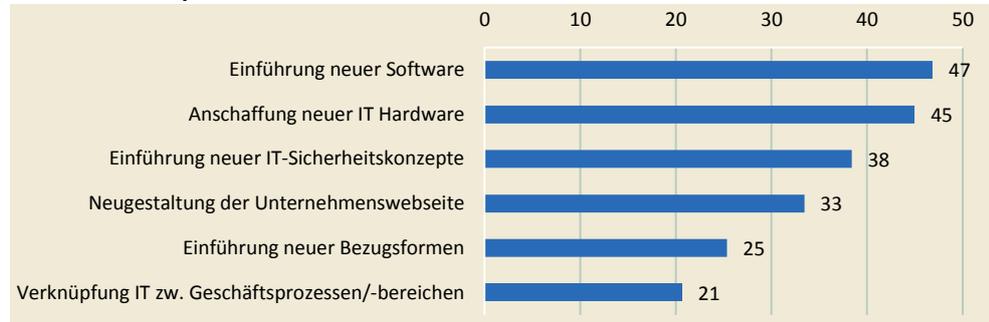
Projekte im Bereich digitaler Kompetenzen werden nicht nur insgesamt etwas seltener durchgeführt als technologische Projekte, für sie fällt auch der Unterschied zwischen kleineren und größeren Unternehmen deutlicher aus. Wäh-

rend immerhin 72 Prozent der Unternehmen mit 5 bis 9 Beschäftigten technologische Projekte durchgeführt haben, haben nur 56 Prozent dieser Unternehmen digitale Kompetenzen innerhalb von Projekten erweitert, gegenüber 88 Prozent der Unternehmen mit 150 und mehr Mitarbeitern. Unter den fünf betrachteten Sektoren führen die wissensintensiven Dienstleister Digitalisierungsprojekte am häufigsten durch, während die sonstigen Dienstleister den höchsten Anteil an Unternehmen ohne Digitalisierungsprojekte aufweisen.

Junge Unternehmen, die seit höchstens 10 Jahren existieren, haben in ihren Digitalisierungsprojekten etwas andere Prioritäten. Sie führen mit 84 Prozent etwas häufiger technologische Projekte durch als der gesamte Mittelstand, liegen mit 52 Prozent der Unternehmen, die Kompetenzprojekte durchführen, hingegen unter dem Durchschnitt. Dies kann zum einen damit zusammenhängen, dass zunächst überproportional viel Aufbauarbeit im Bereich technischer Infrastruktur geleistet werden muss. Zum anderen bringt eine häufig jüngere Belegschaft eventuell mehr Basiskompetenzen im Bereich IT mit, sodass weniger Weiterbildungs- und Beratungsbedarf bestehen könnte.

Unter den technologischen Projekten (Abbildung 18) sind Erneuerung oder Verbesserung der Hard- und Software am häufigsten (45 bzw. 47 Prozent aller mittelständischen Unternehmen führen solche Projekte durch). Ein neues IT-Sicherheitskonzept haben 38 Prozent der Unternehmen eingeführt, während 33 Prozent der Unternehmen ihre Webseite neu gestaltet haben. Ein Viertel der Unternehmen hat neue Bezugsformen von IT-Dienstleistungen, wie z.B. Cloud-Computing, eingeführt, während 21 Prozent neue Verknüpfungen der IT zwischen Geschäftsprozessen und Geschäftsbereichen hergestellt hat. Am häufigsten finden sich also Projekte, die die Hard- und Softwareinfrastruktur ausgebaut haben. Hingegen wird die digitale Vernetzung innerhalb des Unternehmens, die eine wesentliche Grundlage für Effizienzsteigerungen durch Digitalisierung und innovative Geschäftsmodelle darstellt, am seltensten angegangen. In den kleinsten Unternehmen mag dies darauf zurückzuführen sein, dass unterschiedliche Geschäftsbereiche nur gering ausdifferenziert sind. Aber auch unter den Unternehmen mit mehr als 150 Mitarbeitern haben nur 37 Prozent Projekte zur internen digitalen Vernetzung durchgeführt.

**Abbildung 18: Verbreitung technologischer Digitalisierungsprojekte (in % der Unternehmen)**

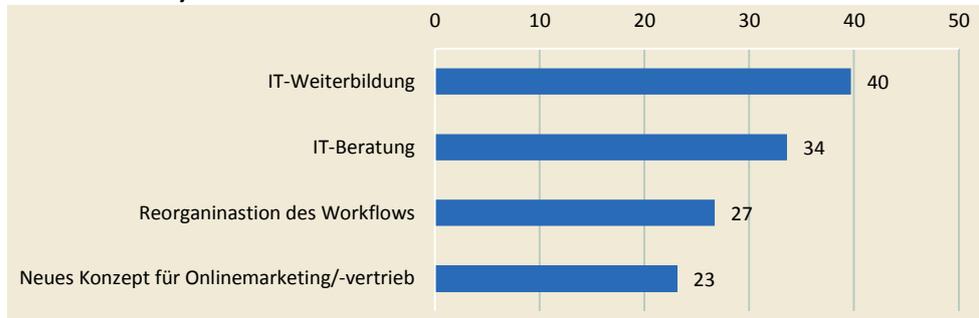


Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Projekte zum Ausbau firmenspezifischer Kompetenzen im Zusammenhang mit digitalen Anwendungen fanden am häufigsten in Form von Weiterbildung statt, die 40 Prozent der Unternehmen durchführten (Abbildung 19). IT-Beratungsprojekte fanden in 34 Prozent der Unternehmen statt, während 27 Prozent der Unternehmen den Workflow zur Einbindung digitaler Arbeitsschritte reorganisiert und 23 Prozent der Unternehmen ein neues digitales Marketingkonzept eingeführt haben. Bei Projekten zur Reorganisation fällt der Unterschied der Anteile zwischen kleinen und großen Unternehmen am deutlichsten aus. Nur 19 Prozent der Unternehmen mit 5 bis 9 Mitarbeitern haben in diesem Bereich Projekte durchgeführt, während es bei den Unternehmen mit 150 und mehr Mitarbeitern 56 Prozent waren. Dabei gibt es auch in kleinen Unternehmen ein Potential für die Digitalisierung von Arbeitsschritten, beispielsweise könnten in Anwaltskanzleien noch viele papierbasierte Vorgänge digitalisiert werden.

**Abbildung 19: Verbreitung begleitender Kompetenzprojekte (in % der Unternehmen)**



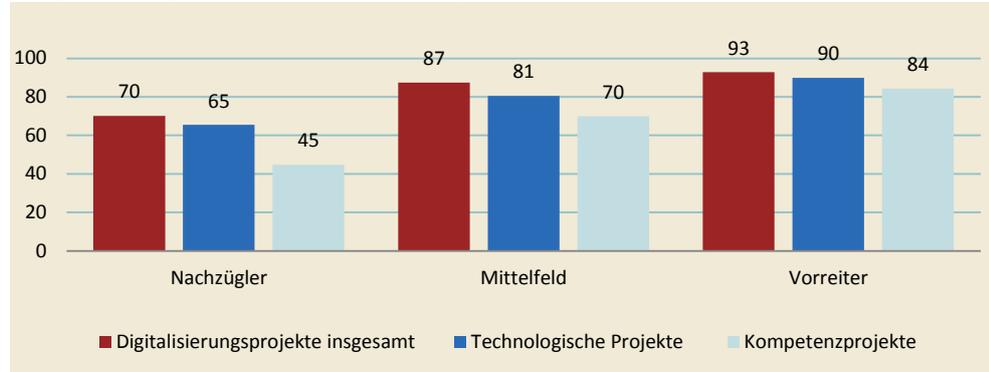
Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Betrachtet man die Projektarten nach dem Digitalisierungscluster, zeigt sich, dass unter den Nachzüglern in den Jahren 2013 bis 2015 30 Prozent keine Projekte zum Ausbau ihrer Digitalisierung durchgeführt haben, während dies bei den Vorreitern nur bei sieben Prozent der Fall war (Abbildung 20).<sup>5</sup> Weniger als die Hälfte der Nachzügler hat Kompetenzprojekte durchgeführt, während dies bei den Vorreitern über 80 Prozent taten.

<sup>5</sup> Vorreiterunternehmen ohne Ausgaben für Digitalisierungsprojekte in den Jahren 2013 bis 2015 waren kleine Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern, die ihren Kunden Apps anbieten und die anderen beiden Merkmale der Stufe digital vernetzter Produktion und Dienste nicht aufweisen. Es waren außerdem Unternehmen, die sich noch im Planungsstadium von Industrie 4.0-Projekten befinden. Ausgaben für Digitalisierungsprojekte umfassen keine Ausgaben für Routine- und Ersatzinvestitionen in IT oder für laufende Ausgaben, die von den Unternehmen nicht als „Projekt“ aufgefasst werden. Das Ergebnis bedeutet also nicht zwingend, dass diese Vorreiterunternehmen 2013 bis 2015 gar keine Ausgaben für digitale Anwendungen hatten.

**Abbildung 20: Verbreitung von Digitalisierungsprojekten nach Digitalisierungscluster (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Bei den einzelnen Projektarten ergeben sich weitere Unterschiede: Digitale Vorreiterunternehmen treiben besonders häufig die Verknüpfung ihrer IT zwischen Geschäftsprozessen und -bereichen durch entsprechende Projekte voran. Solche Projekte werden von rund einem Drittel der digitalen Vorreiter umgesetzt. Aber auch bei der Weiterentwicklung klassischer digitaler Technologien bestehen deutliche Unterschiede zwischen Vorreiterunternehmen und Nachzüglern. So führen digitale Vorreiterunternehmen besonders häufig Projekte zur Neugestaltung der Unternehmenswebseite durch. Am wenigsten ausgeprägt sind die Unterschiede zwischen digitalen Vorreitern und Nachzüglern bei der Einführung neuer Software.

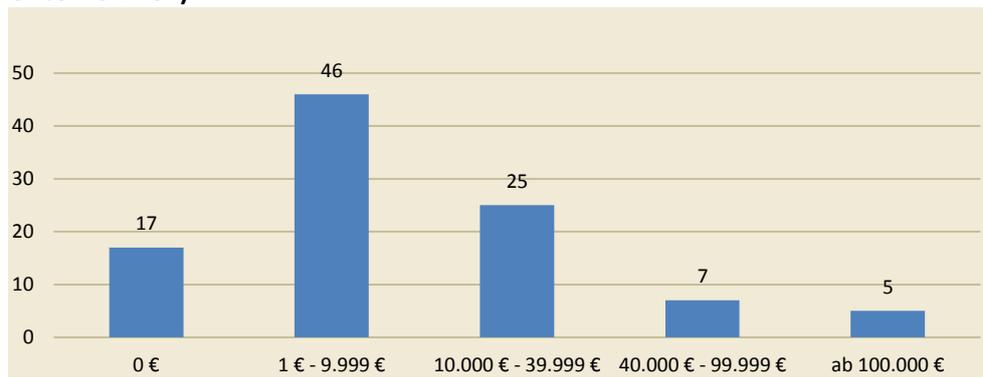
Deutlich stärker als bei technologischen Projekten heben sich digitale Vorreiterunternehmen bei der Durchführung von begleitenden Kompetenzprojekten ab. Insbesondere eine Reorganisation des Workflows wird von etwa der Hälfte der Vorreiterunternehmen realisiert. Unter den digitalen Nachzüglern sind es im Vergleich dazu lediglich sieben Prozent der Unternehmen. Darüber hinaus entwickeln digitale Vorreiter besonders häufig neue Konzepte für das Marketing oder den Vertrieb über das Internet.

Nachzügler hinken also vor allem in ihrer Aktivität zum Ausbau einer Kompetenzbasis hinterher, und es ist möglich, dass dies auch den Einsatz fortschrittlicher Anwendungen zur vernetzten Information und Kommunikation hemmt.

#### 4.2 Überwiegend kleine Schritte beim Ausbau der Digitalisierung

Die meisten Mittelständler bauen zwar gegenwärtig ihre Anwendung digitaler Technologie in Projekten aus. Die Daten über die Ausgaben hierfür legen jedoch nahe, dass dies überwiegend in kleinen Schritten geschieht.

**Abbildung 21: Verteilung der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

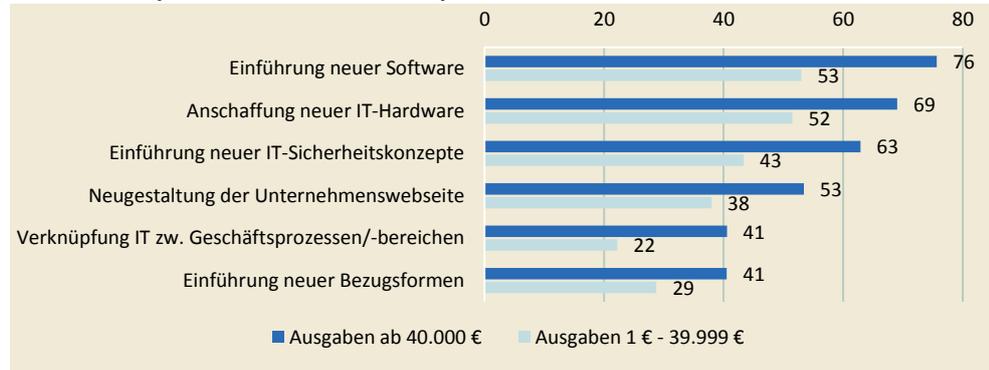
Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

17 Prozent der Unternehmen haben in den Jahren 2013 bis 2015 keine Digitalisierungsprojekte durchgeführt. Fast die Hälfte der Mittelständler wendet für ihre Projekte weniger als 10.000 Euro pro Jahr auf (Abbildung 21). Projektausgaben ab 100.000 Euro pro Jahr findet man nur in 5 Prozent der Unternehmen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Angaben keine laufenden IT-Ausgaben ohne Projektcharakter und keine Routine- und Ersatzinvestitionen in IT beinhalten (siehe oben).

Etwa drei Viertel aller Unternehmen mit hohen Ausgaben für Digitalisierungsprojekte (ab 40.000 Euro) hat Projekte im Bereich Hardware bzw. Software durchgeführt, während dies lediglich rund die Hälfte der Unternehmen mit niedrigen Ausgaben tat (Abbildung 22). Der größte relative Unterschied findet sich bei der Projektart „Verknüpfung der IT zwischen verschiedenen Geschäftsprozessen oder -bereichen“, die sich bei 41 Prozent der Unternehmen mit hohen Ausgaben, aber nur 22 Prozent der Unternehmen mit niedrigen Ausgaben findet. Sobald sich der Ausbau der Digitalisierung also nicht mehr

nur auf Einzelbereiche beschränkt, sondern verschiedene Bereiche verknüpft, geht dies mit größeren Projektausgaben einher.

**Abbildung 22: Verbreitung technologischer Digitalisierungsprojekte nach Ausgabenklassen (in % der Unternehmen)**

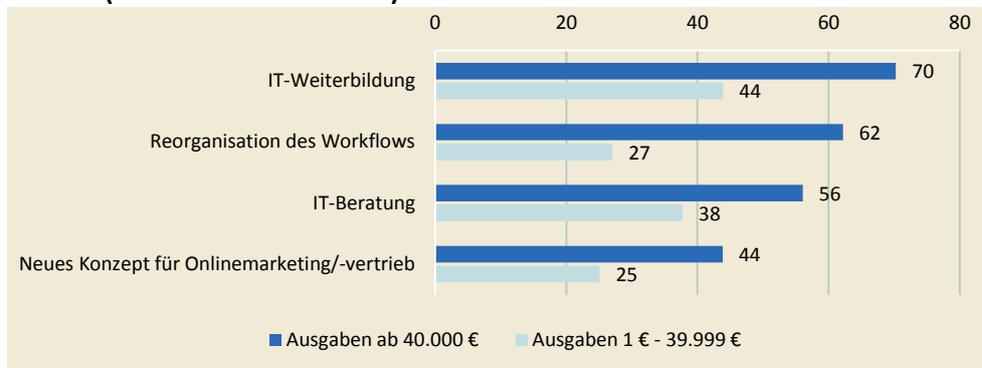


Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Bei den Kompetenzprojekten fällt der Unterschied zwischen Unternehmen mit hohen und niedrigen Ausgaben insgesamt deutlicher aus (Abbildung 23). Für drei Projektarten – Weiterbildung, Reorganisation und IT-Beratung – liegt der Anteil der Unternehmen mit hohen Ausgaben, die diese durchgeführt haben, zwischen etwa der Hälfte und drei Viertel. Hingegen führen nur ein Viertel bis die Hälfte aller Unternehmen mit niedrigen Ausgaben jeweils diese Projektarten durch. Der größte relative Unterschied ist bei der Reorganisation des Workflows festzustellen. Diese Projektart bezieht sich genauso wie die technische Verknüpfung von Geschäftsprozessen stark auf die interne digitale Vernetzung. Somit treiben die Unternehmen mit hohen Ausgaben die Digitalisierung insgesamt wesentlich breiter voran, und der Unterschied fällt besonders deutlich in den Bereichen Kompetenzprojekte und Vernetzung aus.

**Abbildung 23: Verbreitung begleitender Kompetenzprojekte nach Ausgabenklassen (in % der Unternehmen)**

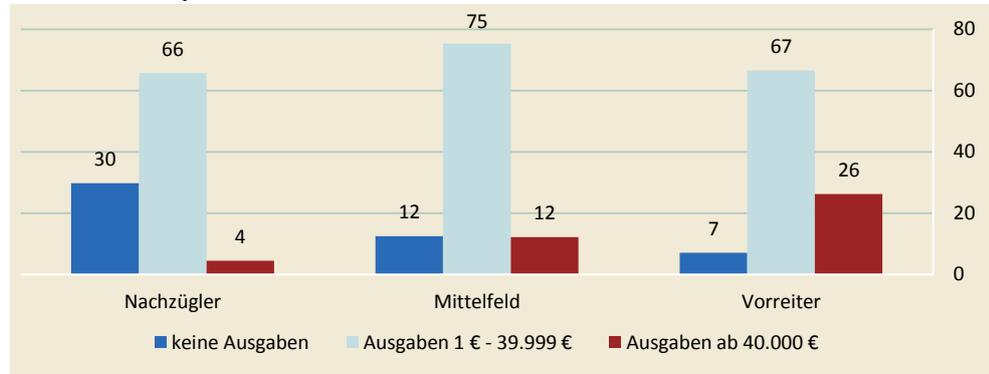


Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

In allen drei Digitalisierungsclustern liegen die jährlichen Ausgaben für das Gros der Unternehmen unter 40.000 Euro (Abbildung 24). Dies bedeutet, dass auch mit moderatem Budget eine Digitalisierung auf fortgeschrittenem Level möglich ist, beispielsweise in kleinen Unternehmen. Gleichwohl findet sich wie erwartet ein deutlich höherer Anteil von Unternehmen mit hohen Ausgaben unter den digitalen Vorreitern. 26 Prozent geben jährlich mindestens 40.000 Euro aus, im Vergleich zu 12 Prozent im Mittelfeld. Bei den Unternehmen im digitalen Mittelfeld mit hohen Ausgaben handelt es sich eher um größere Unternehmen. Wie zuvor gezeigt wurde, ist aber die Projektstruktur im Mittelfeld eine etwas andere. Deutlich wird auch, dass die Gruppe der stark digitalisierten Unternehmen, die gleichzeitig hohe Ausgaben tätigen, im deutschen Mittelstand noch sehr klein ist und bei etwa 5 Prozent liegt (26 Prozent der Vorreiter).

**Abbildung 24: Digitalisierungsausgaben nach Digitalisierungsclustern (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten. Zu den Vorreiterunternehmen ohne Ausgaben zählen Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern und solche, die sich erst im Planungsstadium ihres Industrie 4.0-Projektes befinden.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

### 4.3 Etwa 10 Milliarden jährliche Ausgaben für Digitalisierungsprojekte im Mittelstand

Die Hochrechnung der jährlichen Digitalisierungsausgaben aus der Befragung auf die entsprechende Grundgesamtheit im deutschen Mittelstand ergibt ein Ausgabenvolumen von insgesamt etwa 8,64 Milliarden Euro. Schätzt man zusätzlich die Ausgaben in den wenigen in der Erhebung nicht erfassten Branchen sowie in den Unternehmen mit weniger als 5 Mitarbeitern ab, so erhält man etwa 10 Milliarden Euro jährliche Ausgaben für Digitalisierungsprojekte in Unternehmen mit weniger als 500 Millionen Jahresumsatz im deutschen Mittelstand (siehe methodischer Anhang A.5). Aufgrund ihrer strukturellen Verschiedenheit sind dabei die Branchen Landwirtschaft, Energieversorgung und Finanzdienstleistungen nicht berücksichtigt. Etwa die Hälfte dieser Ausgaben entfällt auf Hard- und Software, die andere Hälfte entfällt auf andere technologische sowie Kompetenzprojekte.

Wie zuvor diskutiert, sind die Ausgaben für Digitalisierungsprojekte nicht deckungsgleich mit IT-Investitionen im buchhalterischen Sinn. Der in diesem Sinn investive Teil der Digitalisierungsprojekte besteht aus den Ausgaben für Hard- und Software sowie einzelnen weiteren Komponenten (z.B. Datenbanken), die aktivierbar sind. Aber auch der nicht-investive Teil der Digitalisierungsprojekte

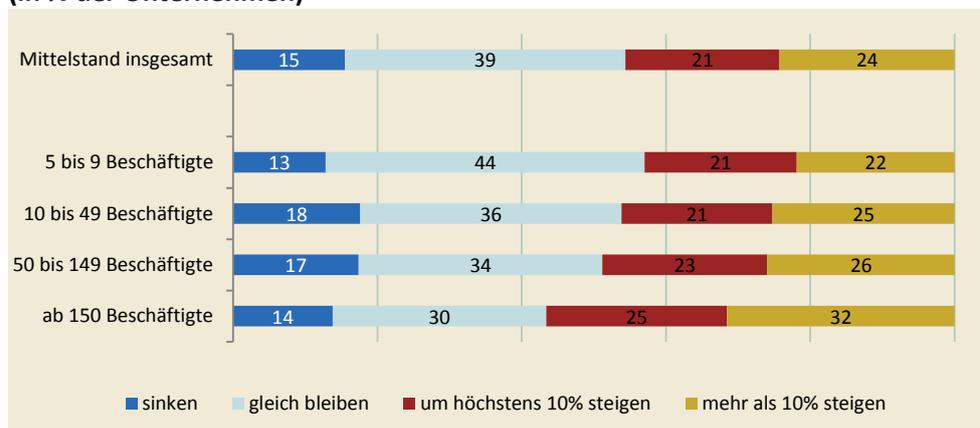
hängt in seiner Dynamik eng mit dem investiven zusammen, da Kompetenzprojekte oft begleitend zu technologischen Projekten durchgeführt werden.

Der Anteil der IT-Investitionen an den Gesamtinvestitionen ist in Deutschland in den letzten 15 Jahren nicht angestiegen (Destatis, 2016; OECD, 2016) und auch die Dynamik der Gesamtinvestitionen wird von vielen als zu schwach angesehen. Wenn sich daran nichts ändert, bleiben auch die Erwartungen für die Ausgaben für Digitalisierungsprojekte verhalten.

#### 4.4 Jedes zweite Unternehmen erwartet keine Ausgabensteigerung

Die Unternehmen mit Digitalisierungsausgaben wurden gefragt, welche zukünftige Entwicklung dieser Ausgaben sie erwarten. Etwas mehr als die Hälfte der Unternehmen erwartet in den kommenden drei Jahren keine höheren Ausgaben (Abbildung 25). Große Unternehmen mit mindestens 150 Beschäftigten erwarten häufiger eine Ausgabensteigerung als kleine mit unter 10 Beschäftigten. Unter den Unternehmen, die bereits hohe Ausgaben haben, erwarten ebenfalls mehr eine Ausgabensteigerung, welche auch deutlicher ausfällt. Wenn sich die Erwartungen der Unternehmen erfüllen, würden also die Digitalisierungsausgaben in moderatem Umfang weiter auseinanderdriften.

**Abbildung 25: Erwartete zukünftige Veränderung der Digitalisierungsausgaben (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Datenbasis: Unternehmen, die zwischen 2013 und 2015 Digitalisierungsprojekte durchgeführt haben. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

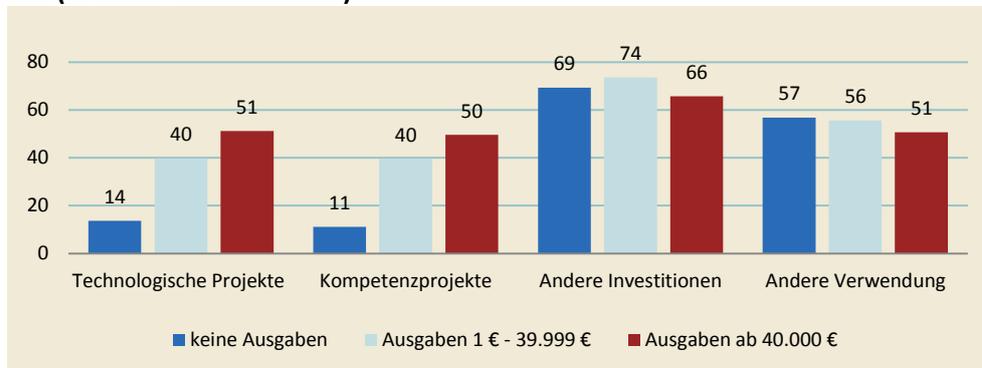
Diese Erwartungen bilden die Unternehmen unter gegebenen finanziellen Perspektiven. Ergänzend wurden sie gefragt, wofür sie zusätzliche Mittel in Höhe von 10 Prozent ihres Umsatzes verwenden würden (Abbildung 26). Hierbei waren Mehrfachnennungen möglich. Nimmt man technologische und Kompetenzprojekte zusammen, würden 49 Prozent aller mittelständischen Unternehmen zusätzliche Mittel zumindest teilweise in Digitalisierungsprojekte stecken. Unter den Unternehmen, die bisher keine solchen Projekte haben, wären es 19 Prozent. Hingegen würden 54 Prozent der Unternehmen mit niedrigen Ausgaben und 63 Prozent der Unternehmen mit hohen Ausgaben zusätzliche Mittel für Digitalisierungsprojekte verwenden.<sup>6</sup>

Mit 69 Prozent würden deutlich mehr Unternehmen Mittel in andere Investitionsprojekte stecken als in Digitalisierungsprojekte. Somit würde auch eine Lockerung eventueller Finanzierungsrestriktionen stärker andere Investitionen vorantreiben, wenngleich zumindest ein Teil der Mittel in zusätzliche Digitalisierungsprojekte fließen würde. Die Frage nach der Ausgabenentwicklung wurde nur an Unternehmen gestellt, die in den letzten drei Jahren Ausgaben für Digitalisierungsprojekte hatten. Nach der Verwendung hypothetischer zusätzlicher Mittel wurden hingegen auch die Unternehmen ohne Ausgaben gefragt.

---

<sup>6</sup> Junge Unternehmen im Alter von unter 10 Jahren, die seltener als andere Unternehmen Kompetenzprojekte durchführen, geben zu 42 Prozent an, zusätzliche Mittel für solche Projekte verwenden zu wollen, während dies im gesamten Durchschnitt des Mittelstandes nur 36 Prozent angeben.

**Abbildung 26: Verwendung zusätzlicher finanzieller Mittel nach Ausgabenklassen (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Wie schnell, in welcher Richtung und mit welchen Folgen sich die digitale Transformation für die Gesamtheit des deutschen Mittelstandes vollziehen wird, ist aktuell schwer abschätzbar, auch der damit verbundene Finanzierungsbedarf. An dieser Stelle sollen drei mögliche Pfade aufgezeigt werden: ein Verharren im Status quo, eine Steigerung der Digitalisierungsausgaben entsprechend den Erwartungen der Unternehmen und eine deutlich stärkere Angleichung aller Unternehmen an das Ausgabenverhalten von Unternehmen, die stark digitalisiert sind.

### 1. Fortsetzung des Status Quo

Mit jährlichen Ausgaben von ca. 10 Mrd. Euro kann bereits die große Mehrheit der mittelständischen Unternehmen Digitalisierungsprojekte durchführen. Wie in Kapiteln 3 und 4 gezeigt wurde, geht die Digitalisierung im Mittelstand im Moment aber nur in kleinen Schritten voran. Die meisten Unternehmen haben die Stufe digital vernetzter Information und Kommunikation nur partiell und die Stufe digital vernetzter Produkte und Dienstleistungen noch überhaupt nicht erreicht. Auch die Mehrheit der Unternehmen, die zumindest einen Anfang im Bereich digital vernetzter Produkte und Dienste gewagt haben und somit zu den Vorreitern zählen, gibt jährlich weniger als 40.000 Euro für Digitalisierungsprojekte aus. Die Ergebnisse machen deutlich, dass auch mit einem begrenzten Budget sehr unterschiedliche Fortschritte bei der Digitalisierung erreicht werden. Dies ist zum Teil, aber nicht ausschließlich, auf die unterschiedliche Größe der Unternehmen zurückzuführen. Eine Fortführung des

Status Quo würde zwar keinen Stillstand in Bezug auf die Digitalisierung bedeuten. Jedoch würde sich wohl in den nächsten 3 Jahren wenig daran ändern, dass nur die Minderheit der deutschen Unternehmen digital vernetzte Produkte und Dienstleistungen anbietet und dass in der digital vernetzten Information und Kommunikation noch deutliches Ausbaupotential besteht. Insgesamt ist nicht zu erwarten, dass sich mit dem bestehenden Ausgabenniveau der Digitalisierungsgrad des deutschen Mittelstandes stark erhöhen wird.

## **2. Ausgabensteigerung entsprechend der Erwartungen**

Die Angaben der Unternehmen, die bereits Digitalisierungsprojekte durchführen, zur geplanten Ausgabenentwicklung sowie die Angaben aller Unternehmen zur Verwendung zusätzlicher Mittel für Digitalisierungsprojekte können mit Hilfe weiterer Annahmen in eine Prognose der Ausgaben übersetzt werden (siehe methodischer Anhang A.6). Demnach wäre eine Zunahme der Digitalisierungsausgaben der mittelständischen Unternehmen von knapp einer halben Milliarde Euro pro Jahr zu erwarten. Dies bleibt ein sehr moderater Anstieg, der keine deutliche Beschleunigung der Digitalisierung der Unternehmen im Vergleich zum Status-Quo-Szenario erwarten lässt. Die Unternehmen selbst erwarten im Mittel also keinen Sprung in ihren Digitalisierungsausgaben in den nächsten drei Jahren, und zwar auch dann nicht, wenn sich ihre Finanzierungssituation verbessern würde.

## **3. Stärkere Angleichung von wenig digitalisierten Unternehmen an fortgeschrittenere**

Ein hinsichtlich des Digitalisierungsfortschritts optimistischeres Szenario kann berechnet werden, indem man annimmt, dass sich Unternehmen mit geringer Digitalisierung in ihren Ausgaben an diejenigen angleichen, die bereits stärker digitalisiert sind und mehr Digitalisierungsprojekte in den letzten drei Jahren durchgeführt haben. Als Benchmark werden die Ausgaben eines Unternehmens betrachtet, das in den Maßen seines Digitalisierungsgrads und seiner Digitalisierungsprojekte eine halbe Standardabweichung über dem Mittelwert liegt. Der Mittelwert wird spezifisch je Sektor und Größenklasse berechnet (siehe methodischer Anhang A.6). Das Szenario nimmt an, dass alle Unternehmen, deren Ausgaben bisher unter dieser Benchmark liegen, ihre Ausgaben bis auf dieses Niveau steigern. Da das Szenario explizit als „Aufholen“ der weniger fortgeschrittenen Unternehmen konzipiert ist, wird für die fortge-

schrittenen Unternehmen nur eine Ausgabensteigerung entsprechend ihrer Erwartungen aus der Umfrage unterstellt. Diese fällt bei Vorreitern etwas höher aus als bei anderen Unternehmen.

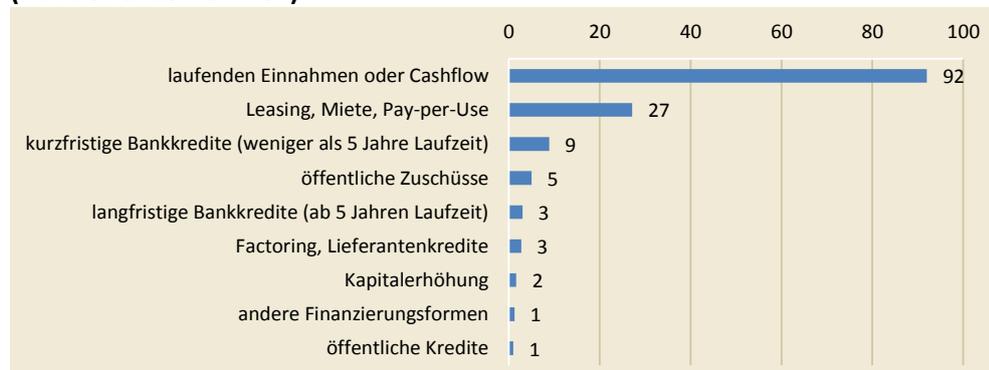
Die hier angenommene Entwicklung würde mittelfristig dazu führen, dass die Unternehmen ein im Schnitt höheres und homogeneres Digitalisierungsniveau erreichen. Die Anwendungen im Bereich digital vernetzter Information und Kommunikation würden von deutlich mehr Unternehmen und in größerer Breite genutzt. Der Anteil der Unternehmen, die digital vernetzte Produkte und Dienste nutzen, würde sich auch erhöhen. Die jährlichen Ausgaben würden um etwa 30 Prozent, also von 10 Milliarden im Jahr 2015 auf jährlich etwa 13 Milliarden im Jahr 2018 ansteigen, wenn die Rahmenbedingungen ansonsten gleich bleiben.

## 5 Finanzierung von Digitalisierungsprojekten

### 5.1 Digitalisierungsprojekte stärker durch Cashflow finanziert als andere Investitionen

Bei Digitalisierungsprojekten stellt sich genau wie bei anderen Innovations- oder Investitionsvorhaben die Frage nach der Finanzierung. Zentrales Ergebnis der Studie ist, dass Digitalisierungsprojekte zum ganz überwiegenden Teil aus dem Cashflow finanziert werden. Die häufigste Finanzierungsform nach dem Cashflow, den mit 92 Prozent nahezu alle Unternehmen nutzen, ist Leasing mit 27 Prozent, gefolgt von kurzfristigen Bankkrediten, die 9 Prozent der Unternehmen verwenden (Abbildung 27). Langfristige Bankkredite nutzen nur 3 Prozent der Unternehmen für Digitalisierungsprojekte. Fünf Prozent der Unternehmen haben für die Projekte öffentliche Zuschüsse erhalten, während nur ein Prozent öffentliche Kredite in Anspruch genommen hat.

**Abbildung 27: Nutzung von Finanzierungsformen für Digitalisierungsprojekte (in% der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Datenbasis: Unternehmen, die zwischen 2013 und 2015 Digitalisierungsprojekte durchgeführt haben. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Für die zusammenfassende Betrachtung der Befragungsergebnisse werden kurzfristige und langfristige Bankkredite sowie öffentliche Kredite und öffentliche Zuschüsse (zur Kategorie Fördermittel) zusammengefügt. Leasing (inklusive Miete und Pay-per-Use) wird als separate Kategorie beibehalten. Unternehmen mit hohen Ausgaben von 40.000 Euro und mehr nutzen zu 13 Prozent Bankkredite, während dies bei den Unternehmen mit niedrigeren Ausgaben 10

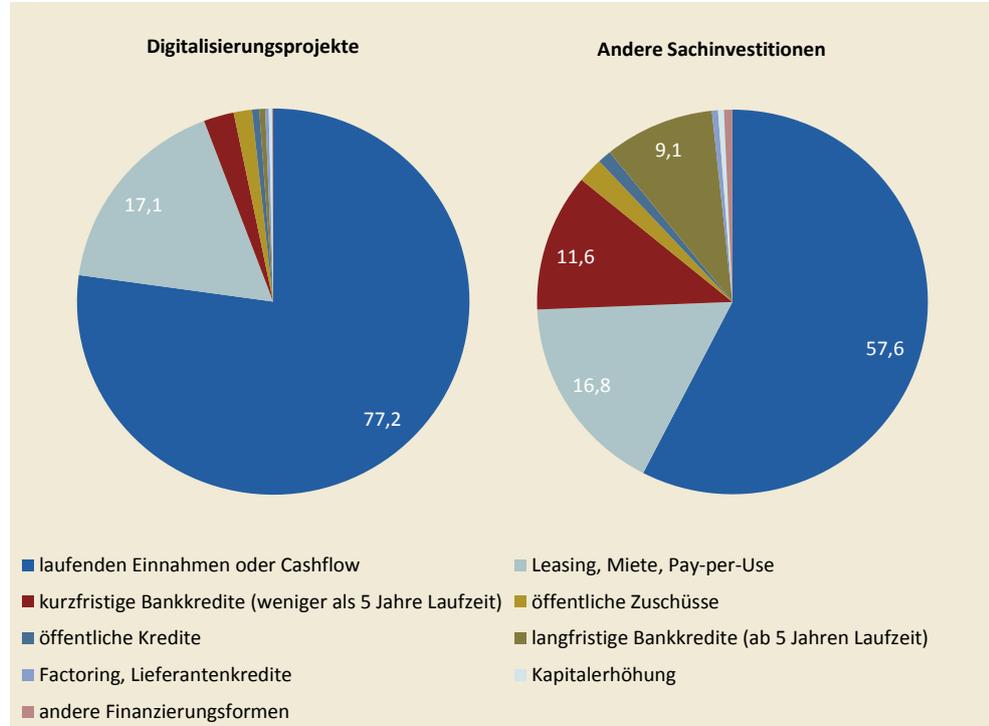
Prozent tun. Bei Fördermitteln fällt der Unterschied mit 11 versus 4 Prozent am deutlichsten aus. Leasing nutzen mit 41 versus 24 Prozent fast doppelt so viele der Unternehmen mit hohen Ausgaben. Alle Finanzierungsformen werden von Unternehmen mit Ausgaben von mindestens 40.000 Euro häufiger angegeben. Dies bedeutet, dass diese Unternehmen einen breiteren Finanzierungsmix nutzen.

Der Anteil der Unternehmen, die Fördermittel für Digitalisierungsprojekte in Anspruch nehmen, ist mit gut fünf Prozent insgesamt nicht hoch. Die Nutzung der Mittel konzentriert sich dabei deutlich bei den Unternehmen, die infolge ihrer Größe oder ihrer starken Aktivität im Feld der Digitalisierung hohe Ausgaben haben. Zum Vergleich: Für andere Investitionsprojekte nutzen über 10 Prozent der Unternehmen Fördermittel. Es ist aber davon auszugehen, dass diese Projekte im Schnitt auch ein größeres Finanzierungsvolumen haben.

Junge Unternehmen mit einem Alter von bis zu 10 Jahren finanzieren ihre Digitalisierungsprojekte etwas seltener über laufende Einnahmen. Mit Blick auf die Nutzung anderer Finanzierungsformen zeigen sich jedoch kaum Unterschiede zum Durchschnitt des Mittelstandes.

Betrachtet man nun die hochgerechneten Anteile an der gesamten Finanzierung von Digitalisierungsprojekten im Mittelstand, dann macht Cashflowfinanzierung 77 Prozent aus und Leasingfinanzierung (inkl. Miete und Pay-per-Use) 17 Prozent. Auf die anderen Finanzierungsarten zusammen entfallen nur 6 Prozent (Abbildung 28). Zum Vergleich wurden die Unternehmen nach Finanzierungsanteilen für andere Sachinvestitionen befragt. Leasing wird etwa gleich stark genutzt. Cashflow macht dagegen nur noch gut die Hälfte der Finanzierung aus, während Bankkredite deutlich stärker genutzt werden als für Digitalisierungsprojekte.

**Abbildung 28: Anteil der Finanzierungsformen am gesamten Projektvolumen (in %)**



Anmerkung: Anteil der Finanzierungsform am Gesamtvolumen. Datenbasis: Unternehmen, die zwischen 2013 und 2015 Digitalisierungsprojekte durchgeführt haben. Über das Umsatzvolumen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.  
 Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

## 5.2 Welche Unternehmen nutzen eher Kreditfinanzierung?

Bisher machen Bankkredite am gesamten Finanzierungsvolumen von Digitalisierungsprojekten nur einen kleinen Anteil aus. Die geringe Inanspruchnahme von Krediten zur Finanzierung dürfte zum einen an dem geringen finanziellen Umfang der Digitalisierungsprojekte von unter 40.000 Euro in den meisten Unternehmen liegen. Damit besteht in vielen Unternehmen keine Notwendigkeit der Kreditfinanzierung. Aus Sicht eines Kreditgebers sind in diesem Fall die Transaktionskosten relativ zum möglichen Volumen eines Kredits hoch. Dies kann zu erhöhten Renditeforderungen führen. Die jährlichen sonstigen Sachinvestitionen der Unternehmen bewegen sich bei den meisten Unternehmen in einer höheren Größenordnung als die Digitalisierungsprojekte. Da aber auch Unternehmen mit Ausgaben von 40.000 Euro und mehr Kredite nur etwas häufiger nutzen als andere, hängt die Nutzung offensichtlich von weite-

ren Faktoren ab. Ein Grund für die bevorzugte Finanzierung von Digitalisierungsprojekten aus Eigenmitteln kann, analog zur „klassischen“ Innovationsfinanzierung, in der speziellen Natur dieser Projekte liegen (vgl. Peters et al., 2006). So entstehen im Rahmen von Digitalisierungsprojekten vor allem Aufwendungen für Personal und Vorleistungen und ein vergleichsweise geringer Anteil an materiellen Investitionen. Insbesondere entstehen durch Digitalisierungsprojekte oft firmenspezifische Anwendungen und Lösungen sowie schwer kodifizierbares Know-how, welches in Form von Erfahrungen der Mitarbeiter und organisatorischen Abläufen vorliegt. Dies kann die Evaluierung und Bewertung von Digitalisierungsprojekten durch externe Geldgeber erschweren. Darüber hinaus impliziert der immaterielle Charakter von sowohl Input als auch Output vieler Digitalisierungsprojekte, dass diese nur schwer durch Dritte verwertbar sind. Dadurch kann die Verfügbarkeit von Sicherheiten aus Digitalisierungsprojekten zur Beschaffung von externem Kapital eingeschränkt sein. Hinzu kommt, dass Digitalisierungsprojekte einem höheren Risiko unterliegen können, z.B. durch rechtliche Unsicherheiten oder Unsicherheiten über zukünftige Standards. Insgesamt können die Eigenschaften von Digitalisierungsprojekten dazu führen, dass eine externe Finanzierung aufgrund höherer Risikoaufschläge und Transaktionskosten unattraktiver wird oder nur eingeschränkt möglich ist.

Um besser zu verstehen, worin sich diese Unternehmen mit Kreditfinanzierung von Digitalisierungsprojekten von anderen unterscheiden, wurde eine Probitregression durchgeführt. Die Ergebnisse sagen für die jeweiligen Einflussfaktoren aus, um wie viel Prozent die Wahrscheinlichkeit, Kreditfinanzierung zu nutzen, steigt, wenn der Faktor um eine Einheit zunimmt und man die anderen berücksichtigten Faktoren konstant hält.

**Tabelle 1: Regressionsergebnisse zur Wahrscheinlichkeit der Kreditfinanzierung in mittelständischen Unternehmen**

	Digitalisierungsprojekte	Andere Sachinvestitionen
Anzahl technolog. Digitalisierungsprojekte	1,2%*	n.s.
Anzahl begleitender Kompetenzprojekte	n.s.	n.s.
Prozentualer Anstieg Ausgaben für Digitalisierungsprojekte	0,024%***	n.s.
öffentl. Förderung für Digitalisierung	14,7%***	-
öffentl. Förderung für andere Sachinvestitionen	-	37,9%***
inhabergeführt	5,1%*	15,4%***
Prozentualer Anstieg Umsatz/Anzahl Beschäftigte	-0,051%***	n.s.
Prozentualer Anstieg Anzahl Beschäftigte	n.s.	0,039%***
Firmenalter bis 10 Jahre	n.s.	n.s.
<b>Hemmnisse:</b>		
Hohe Investitions- bzw. Betriebskosten	4%**	n.s.
Mangel an geeigneten Finanzierungsmöglichkeiten	n.s.	n.s.
<b>Erwartungen Digitalisierungsausgaben:</b>		
sinken	-	-
gleichbleiben	n.s.	n.s.
steigen	4,8%**	n.s.
<b>Branchenzugehörigkeit:</b>		
FuE-intensives verarbeitendes Gewerbe	-	-
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	n.s.	n.s.
Handel	12,6%***	n.s.
Wissensintensive Dienstleistungen	n.s.	-11,4%***
Sonstige Dienstleistungen	n.s.	n.s.
<b>Cluster:</b>		
Nachzügler	-	-
Mittelfeld	n.s.	n.s.
Vorreiter	n.s.	n.s.
Pseudo $R^2$	0,1016	0,1124
Anzahl der Beobachtungen	1311	1311

Erläuterung: \* 10 % Signifikanzniveau, \*\* 5 % Signifikanzniveau, \*\*\* 1 % Signifikanzniveau, - Referenzkategorie, n.s. nicht signifikant; Probit-Modelle; Durchschnittliche Marginale Effekte.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Die Kreditnutzung steigt mit der Anzahl unterschiedlicher technologischer Projekte. Unternehmen, die eine weitere Art technologischer Projekt durchführen, also neben Hard- und Softwareprojekten beispielsweise die Webseite

modernisieren, haben eine 1,2 Prozentpunkte höhere Wahrscheinlichkeit, Kredite für die Projekte in Anspruch zu nehmen. Eine Verdoppelung der Digitalisierungsausgaben (Steigerung um 100%) erhöht die Wahrscheinlichkeit, einen Kredit in Anspruch zu nehmen, um 2,4 Prozentpunkte. Kredite und öffentliche Förderungen hängen statistisch eng zusammen. Unternehmen, die öffentliche Förderungen für Digitalisierungsprojekte in Anspruch nehmen, nutzen mit einer 14,7 Prozentpunkte höheren Wahrscheinlichkeit auch Kredite. Öffentliche Förderung stellt häufig eine Zuschussförderung für größere Projekte dar, für die Unternehmen auch anderweitig externe Finanzierung suchen.

Die Kreditwahrscheinlichkeit sinkt mit dem Umsatz je Beschäftigten, wenn man alle anderen Größen, wie z.B. Digitalisierungsausgaben, gleich hält. Ein hoher Umsatz pro Beschäftigtem weist auf hohe Produktivität und/oder Wertschöpfungstiefe hin. Unternehmen, die hohe Kosten als Hemmnis der Digitalisierung wahrnehmen, nutzen mit einer 4 Prozentpunkte höheren Wahrscheinlichkeit Kredite. Dies deutet darauf hin, dass Kredite zumindest von manchen Unternehmen dazu eingesetzt werden, um Ausgaben für Digitalisierung zu finanzieren, die aus eigenen Mitteln nicht gut bewältigt werden können. Weitere Einflussvariablen wie Branche oder Inhaberführung werden berücksichtigt und stellen sicher, dass die Unternehmen, für die die besprochenen statistischen Effekte gelten, sich in möglichst vielen anderen Eigenschaften ähneln.

Zu Vergleichszwecken wurde für dieselben Unternehmen auch die Nutzung von Bankkrediten für andere Sachinvestitionen analysiert. Erwartungsgemäß haben die Digitalisierungsvariablen keinen Einfluss auf die Kreditwahrscheinlichkeit für sonstige Sachinvestitionen. Dies deutet darauf hin, dass hier tatsächlich der Unterschied zwischen Digitalisierungsprojekten und anderen Sachinvestitionen gemessen wird und nicht der Unterschied zwischen Unternehmen, die stark bzw. gering in der Digitalisierung aktiv sind. Der Umsatz je Beschäftigtem hat ebenfalls keinen Einfluss auf Kreditfinanzierung bei sonstigen Sachinvestitionen. Generell werden diese in größeren Unternehmen eher kreditfinanziert.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Die Höhe der Sachinvestitionen ohne IT-Investitionen hat keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit der Kreditaufnahme. In einer Regression mit dieser Variablen reduziert sich

Die Regressionsergebnisse deuten somit darauf hin, dass ein generell leichter Kreditzugang für größere Unternehmen nur für sonstige Investitionsprojekte und nicht für Digitalisierungsprojekte vorzuherrschen scheint. Die Effekte der Kreditangebotskonditionen und der Kreditnachfrage auf die letztendliche Inanspruchnahme von Krediten können hier nicht ausreichend unterschieden werden, um rückzuschließen, dass Kreditkonditionen für Digitalisierungsprojekte schlechter sind. Die Evidenz deutet aber zumindest darauf hin, dass dies der Fall sein könnte.<sup>8</sup>

Unter den Unternehmen, die Digitalisierungsprojekte kreditfinanziert haben oder hierfür zumindest Verhandlungen geführt haben, haben knapp 35 Prozent Schwierigkeiten bei Kreditverhandlungen angegeben. Unter denen, die Verhandlungen führten, ohne dass eine Kreditfinanzierung realisiert wurde, beträgt der Anteil rund 65 Prozent. Auch wenn für die insgesamt bisher geringe Kreditnachfrage bei Digitalisierungsprojekten andere Gründe eine wichtige Rolle spielen dürften, deutet auch dieses Ergebnis darauf hin, dass eine Kreditaufnahme bei Digitalisierungsprojekten mit Schwierigkeiten verbunden ist.

---

jedoch die Beobachtungszahl um etwa ein Viertel, wodurch einzelne andere Variablen insignifikant werden.

<sup>8</sup> Die berechneten Effekte sind nicht kausal, d.h. sie lassen nicht die Schlussfolgerung zu, dass ein bestimmtes Unternehmen in Zukunft eher Bankkredite nutzen würde, wenn es einen neuen öffentlichen Zuschuss in Anspruch nähme o.ä. Aber sie verdeutlichen, dass die Digitalisierungsausgaben, die Anzahl der Projektarten und die Wahrnehmung von Kostenhemmnissen auch bei ansonsten vergleichbaren Unternehmen die Wahrscheinlichkeit der Kreditaufnahme statistisch erhöht.

## **6 Herausforderungen, Wettbewerbssituation und Zukunftsperspektiven**

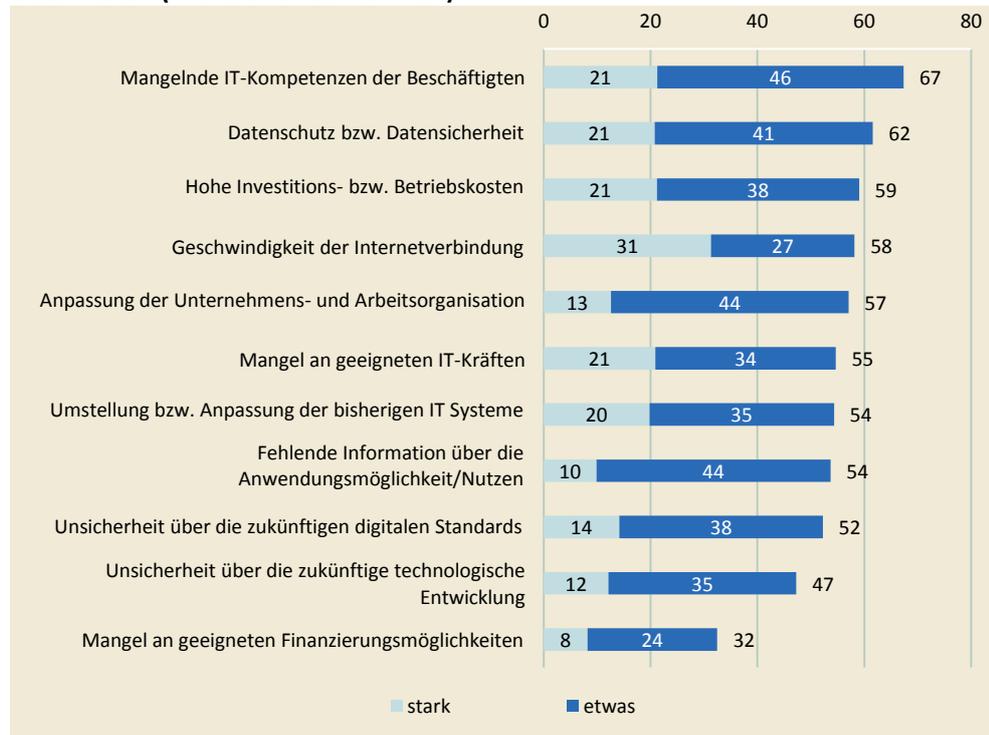
### **6.1 IT-Kompetenzen, Datensicherheit und Internetgeschwindigkeit sind große Herausforderungen**

Hinsichtlich der Herausforderungen für den Ausbau ihrer Digitalisierung wurden die Unternehmen zu elf möglichen Aspekten befragt (Abbildung 29). Mangelnde IT-Kompetenzen der Beschäftigten werden mit 67 Prozent von den meisten Unternehmen als – etwas oder stark – erschwerende Bedingung beim Einsatz digitaler Technologien wahrgenommen, 21 Prozent darunter sehen sie sogar als stark erschwerend. Als weitere Faktoren aus dem Bereich Kompetenzen und Organisation nennen 57 Prozent der Unternehmen Anpassung in der Unternehmens- und Arbeitsorganisation, 55 Prozent einen Mangel an IT-Fachkräften sowie 54 Prozent fehlende Informationsmöglichkeiten über Anwendungsmöglichkeiten und Nutzen. Datenschutz bzw. Datensicherheit spielt mit 62 Prozent an Nennungen die zweitwichtigste Rolle als Erschwernis.

Hohe Investitions- und Betriebskosten sind für 59 Prozent der Unternehmen ein Hindernis, aber nur 31 Prozent nennen mangelnde Finanzierungsmöglichkeiten als erschwerend. Ein großer Teil der Unternehmen sieht also die Kosten, nicht aber deren Finanzierung als Problem an. Bei ausreichenden Finanzierungsmöglichkeiten stellen Kosten nicht in Bezug auf verfügbare Mittel, sondern in Bezug auf den wahrgenommenen Nutzen oder Ertrag ein Problem dar. Diese Interpretation wird auch durch die Erkenntnisse aus Interviews mit Vorreiterunternehmen und Experten zum Thema Industrie 4.0 gestützt. Als Gründe, die gegen noch intensivere Digitalisierung sprechen, wurde häufig fehlender wahrgenommener Nutzen in der eigenen Produktion oder in dem digitalen Produkt oder Dienst für den Kunden genannt. Diese Einschätzung trafen die Interviewten für das eigene Unternehmen, aber auch für weniger stark digitalisierte Unternehmen des Kunden- oder Lieferantenstamms sowie der eigenen Branche. Gerade bei Unternehmen, die selbst nicht zu den Vorreitern zählen, beobachten Experten eine generell Skepsis gegenüber hohen IT-Ausgaben, die noch zu häufig als reiner Kostenfaktor ohne großes Innovationspotential wahrgenommen werden. Gleichzeitig bleibt festzustellen, dass angesichts der aktuell günstigen Finanzierungsbedingungen Finanzierungs-

schwierigkeiten bei Digitalisierungsprojekten in knapp einem Drittel der Unternehmen auch kein vernachlässigbares Hemmnis darstellen.

**Abbildung 29: Aspekte, die den Einsatz digitaler Technologien etwas oder stark erschweren (in % der Unternehmen)**

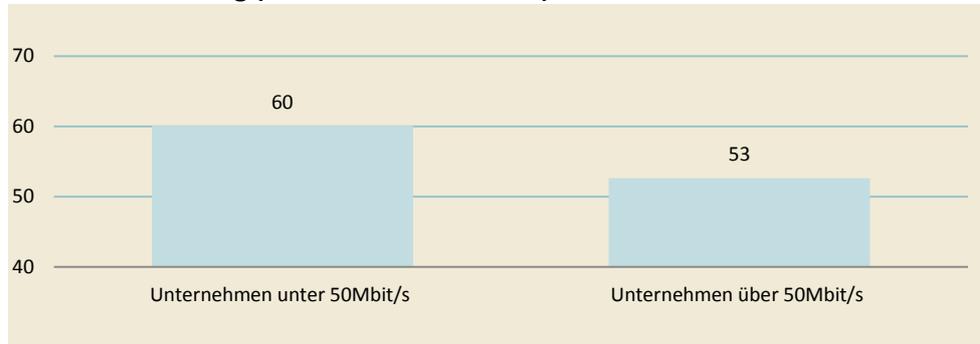


Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Als starke Erschwernis wird mit 31 Prozent am häufigsten die Internetgeschwindigkeit genannt, weitere 27 Prozent finden sie etwas erschwerend. Die Verfügbarkeit schnellen Internets gilt in Deutschland gemeinhin als nicht ausreichend (z.B. EFI, 2016). Daher wurde geprüft, ob Unternehmen, die bereits über eine schnelle Internetverbindung mit einer Geschwindigkeit von mehr als 50 Mbit/s verfügen, mit der Internetgeschwindigkeit zufriedener sind. Von den Unternehmen mit langsamem Internet sehen 60 Prozent dies als Hemmnis, bei den Unternehmen mit schnellem Internet sind es immer noch 53 Prozent. Unternehmen, die jetzt schon über schnelles Internet verfügen, haben folglich auch recht hohe Ansprüche an das Internet und würden eine weitere Beschleunigung der Verbindung als vorteilhaft ansehen.

**Abbildung 30: Verfügbare Internetgeschwindigkeit als Hemmnis nach Art der Internetverbindung (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Anteil der Unternehmen in Prozent, die die Internetgeschwindigkeit etwas oder stark als Hemmnis wahrnehmen. Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Differenziert man nach Ausgabenklassen, so unterscheidet sich die Wahrnehmung der Hemmnisse insgesamt nur moderat (Tabelle 2). Eine Reihe von Hemmnissen wird jedoch am stärksten von den Unternehmen mit niedrigen Ausgaben wahrgenommen, stärker als von den Unternehmen ohne und den Unternehmen mit hohen Ausgaben. Der größte relative Unterschied zeigt sich bei den Finanzierungsmöglichkeiten, selbst wenn sie insgesamt das am wenigsten genannte Hemmnis bleiben. Auch die Internetgeschwindigkeit und Unsicherheit bezüglich künftiger technologischer Standards bereiten Unternehmen mit niedrigen Ausgaben häufiger Schwierigkeiten. Der Mangel an geeigneten Fachkräften hemmt die weitere Digitalisierung besonders in Unternehmen mit hohen Ausgaben. Dass die Unternehmen ohne Digitalisierung am seltensten hohe Kosten der Digitalisierung beklagen, deutet noch einmal daraufhin, dass es eher die Vorteile und die Notwendigkeit der Digitalisierung sind, die nicht wahrgenommen werden.

**Tabelle 2: Hemmnisse nach Ausgabenklassen (in % der Unternehmen)**

	Mittelstand insgesamt	keine Ausgaben	Ausgaben 1 € - 39.999 €	Ausgaben ab 40.000 €
Hohe Investitions- bzw. Betriebskosten	59,0	51,9	59,9	63,8
Mangel an geeigneten Finanzierungsmöglichkeiten	32,5	29,5	34,3	25,7
Umstellung bzw. Anpassung der bisherigen IT Systeme	54,3	42,8	56,2	60,2
Unsicherheit über zukünftige technologische Entwicklung	47,3	42,4	48,0	49,7
Unsicherheit über die zukünftigen digitalen Standards	52,3	43,0	54,6	50,7
Datenschutz bzw. Datensicherheit	61,6	48,4	63,6	67,7
Geschwindigkeit der Internetverbindung	58,2	44,9	61,5	57,2
Mangel an geeigneten IT-Fachkräften	54,7	43,3	55,2	67,3
Mangelnde IT-Kompetenzen der Beschäftigten	67,3	63,2	68,3	67,3
Anpassung der Unternehmens- und Arbeitsorganisation	57,1	45,2	59,6	60,2
fehlende Informationen über Anwendungsmöglichkeiten/Nutzen	53,7	48,1	55,6	50,0

Anmerkung: Anteil der Unternehmen, die entsprechende Bedingung als Hemmnis (etwas oder stark) bewerten, in Prozent.

Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

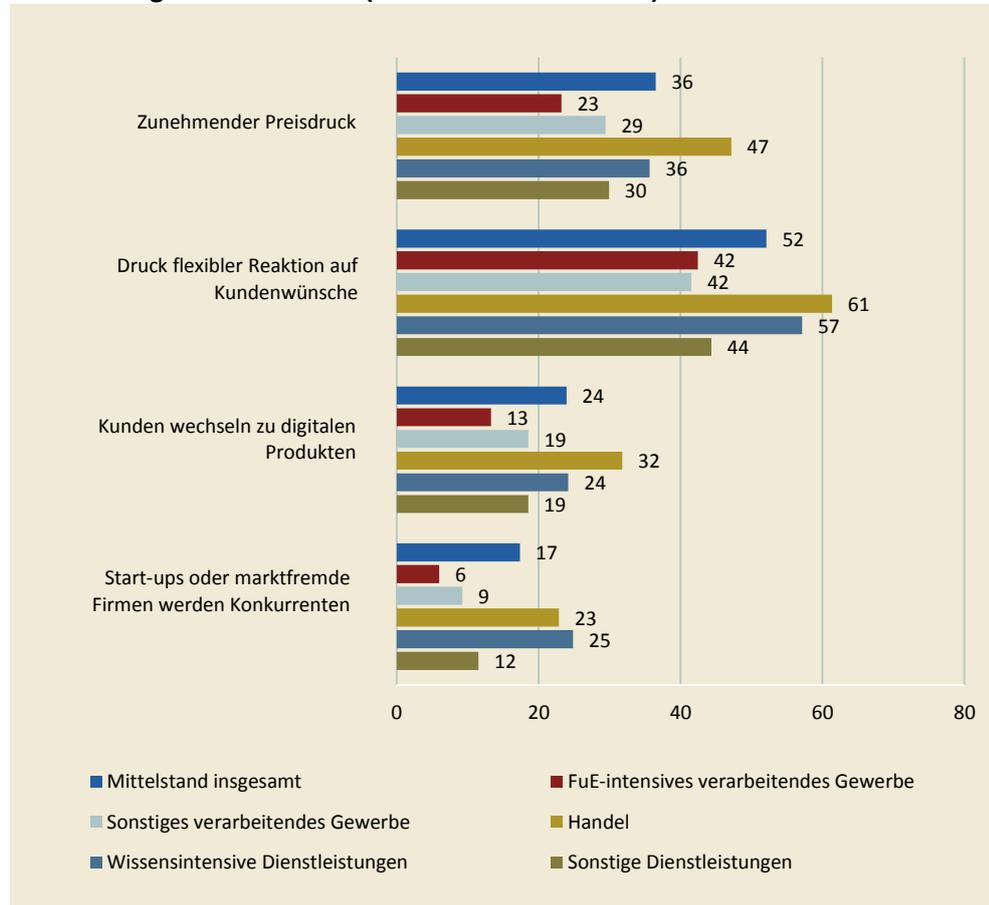
Junge Unternehmen, die höchstens 10 Jahre bestehen, geben mit 38 Prozent häufiger als der gesamte Mittelstand Finanzierung als Hemmnis an. Auch wird dieses Hemmnis etwas häufiger bei einer geringeren Mitarbeiterzahl genannt. Insgesamt haben aber in diesen Gruppen auch andere Schwierigkeiten ein größeres Gewicht.

## 6.2 Vorreiter sehen häufiger einen steigenden Wettbewerbsdruck durch Digitalisierung voraus

Bei den Erwartungen, wie Digitalisierung die künftige Wettbewerbssituation des Unternehmens verändert, zeigen sich deutliche sektorale Unterschiede (Abbildung 31). Während es im verarbeitenden Gewerbe 42 Prozent für wahrscheinlich halten, durch digitale Konkurrenz flexibler auf Kundenwünsche reagieren zu müssen, tun dies bei den wissensintensiven Dienstleistern und im Handel etwa 1,5 Mal so viele. Konkurrenz durch Start-ups und marktfremde

Firmen mit digitalem Geschäftsmodell erwarten in diesen Sektoren über 20 Prozent, während es im verarbeitenden Gewerbe unter 10 Prozent sind. Der Wechsel zu digitalen Produkten oder Dienstleistungen wird vor allem im Handel erwartet. Insgesamt am wenigsten erwartet wird digitaler Wettbewerbsdruck im FuE-intensiven verarbeitenden Gewerbe. Dies steht im Kontrast zu dem Eindruck aus der Industrie 4.0-Debatte, dass Unternehmen, die nicht zügig in die digital vernetzte Produktion einsteigen, den Anschluss verlieren werden. Das FuE-intensive verarbeitende Gewerbe weist einen vergleichsweise hohen Anteil von Unternehmen auf, die sich bereits Industrie 4.0-Projekten widmen. Jedoch interessiert sich auch hier die Mehrheit der Unternehmen noch wenig für das Thema. Beispielsweise kannte in den Branchen Maschinenbau und Elektronik Anfang 2015 etwa die Hälfte der Unternehmen den Begriff Industrie 4.0 noch nicht (Niebel et al., 2015).

**Abbildung 31: Entwicklung der Wettbewerbssituation des Unternehmen durch zunehmende Digitalisierung, die für „sehr wahrscheinlich“ oder „eher wahrscheinlich“ gehalten werden (in % der Unternehmen)**



Anmerkung: Mit der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen ab 5 Beschäftigten.  
 Quelle: ZEW IKT-Umfrage 2015 und Zusatzbefragung 2015/16.

Weiterhin werden alle Veränderungen der Wettbewerbssituation von digitalen Vorreiterunternehmen stärker antizipiert als von Unternehmen der beiden anderen Cluster. So gehen 48 Prozent der Vorreiterunternehmen davon aus, dass der Preisdruck zunehmen könnte, 74 Prozent halten es für eher oder sehr wahrscheinlich, dass sie infolge Digitalisierung flexibler auf Kundenwünsche reagieren müssen. 31 Prozent halten einen Wechsel von Kunden zu digitalen Konkurrenzprodukten für realistisch und 26 Prozent den Eintritt von digital basierten Start-ups oder marktfremden Firmen. Es besteht also ein Zusammenhang zwischen stärker ausgeprägter Digitalisierung und

starker Antizipation digitaler Konkurrenz. Auch wenn es nicht möglich ist, in dieser Studie die Angemessenheit der Einschätzung der Unternehmen zu beurteilen, deutet dieses Ergebnis zumindest auf die Gefahr hin, dass Unternehmen im Mittelfeld und unter den Nachzüglern der Digitalisierung die zukünftige Verschärfung des Wettbewerbs unterschätzen.

Junge Unternehmen erwarten wesentlich seltener Veränderungen ihrer Wettbewerbssituation aufgrund der Digitalisierung. Dies passt ins bisherige Bild, da sie sich weniger häufig unter den Vorreitern finden.

### **6.3 Stärkerer Ausbau der Digitalisierung in vielen Unternehmen nicht als dringlich wahrgenommen**

Breitbandausbau, die Verbesserung des gesetzlichen Rahmens zu Datenschutz und IT-Sicherheit sowie Weiterbildung sind vor dem Hintergrund der Ergebnisse auch in Zukunft wichtige Handlungsfelder für die Politik. Die Selbsteinschätzung der Unternehmen, nicht über genügend IT-Kompetenzen zu verfügen, passt zu dem Befund, dass insbesondere Unternehmen im Mittelfeld und unter den Nachzüglern der Digitalisierung zu einem größeren Teil noch keine Kompetenzprojekte durchführen. Finanzierung ist per se im Moment für die Unternehmen kein besonders großes Hemmnis bei der Digitalisierung. Dies kann sich aber ändern, wenn die Digitalisierungsaktivitäten zunehmen. Kosten werden hingegen häufig als Hemmnis eingeschätzt. Wenn nicht die Finanzierung der Kosten das Problem darstellt, wird der Grund vermutlich häufig in der Einschätzung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses liegen. Künftig höheren Preisdruck oder höhere Anforderungen seitens der Kunden halten mehr mittelständische Unternehmen für wahrscheinliche Folgen der Digitalisierung als den Wechsel der Kunden zu digitalen Produkten oder neuen Konkurrenten. Die bisher eher kleinschrittige und wenig strategische Digitalisierung deutet darauf hin, dass viele Unternehmen für sich aus dieser Wahrnehmung noch keinen grundlegenden Handlungsbedarf ableiten. Andererseits ist nicht auszuschließen, dass auch kleinere Digitalisierungsprojekte von mittelständischen Unternehmen als wichtige Maßnahmen angesehen werden, um künftig im Wettbewerb mitzuhalten. Immerhin führen inzwischen bei den Vorreitern und im Mittelfeld fast alle Unternehmen Projekte zum Ausbau ihrer Digitalisierung durch. Für ein Unternehmen mit 20 Mitarbeitern kann eine

Verbesserung der Webseite schon ein wichtiger Schritt darin sein, von Kunden besser wahrgenommen zu werden. Während eine strategische Digitalisierung im ganzen Unternehmen in vieler Hinsicht wünschenswert scheint, kann es trotzdem sein, dass ein Unternehmen ohne Gesamtstrategie seine Wettbewerbsposition dadurch verbessert, dass es gezielt zwei wichtige Bereiche des Unternehmens digital vernetzt, beispielsweise die Fertigung und die Logistik. Die weite Verbreitung von Digitalisierungsprojekten stellt somit ein Potential dar, an das politische Maßnahmen erfolgreich anknüpfen müssen, um eine tiefergehende und stärker voranschreitende Digitalisierung zu fördern. Der Abbau von Hemmnissen wird hierbei helfen, aber nicht allein genügen. Denn viele mittelständische Unternehmen nehmen intensivere Digitalisierung noch nicht als dringlich wahr.

## 7 Fokusthema: Industrie 4.0

Für Deutschland als Standort mit traditionellen Stärken im FuE-intensiven verarbeitenden Gewerbe ist es besonders bedeutsam, das Potential der Digitalisierung für Effizienzsteigerung, Innovation und neue Geschäftsmodelle in diesem Bereich zu erschließen. Seit eine Initiative auf der Hannover Messe 2011 unter dem Schlagwort Industrie 4.0 Visionen und Forderungen zur Nutzung dieses Potentials in das Bewusstsein der Öffentlichkeit gerückt hat, haben sich Technologien und Anwendungen bereits deutlich weiter entwickelt. Gleichermaßen sind in Politik, Verbänden und Unternehmen eine Vielzahl von Maßnahmen zu Informationsaustausch, Vernetzung und Förderung entstanden.

Kernkonzept hinter dem Begriff Industrie 4.0 ist die Verzahnung der industriellen Produktion mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien. Technische Grundlage sind dabei Sensorik und die Anwendung von Internettechnologien, welche die Verknüpfung und Kommunikation von Maschinen, physischen Gegenständen und Menschen ermöglichen. Perspektivisch sollen so intelligente und weitestgehend selbstorganisierte Wertschöpfungsketten entstehen, von der Kundenbestellung über den Leistungserstellungsprozess bis hin zu nachgelagerten Produktdienstleistungen. Den Verbund von digitalen und softwaretechnischen Elementen mit mechanischen und elektronischen Teilen bezeichnet man als cyber-physische Systeme (CPS). International ist für die digitale Vernetzung des Produktionsprozesses auch der Begriff „Internet of Things“ (IoT) geläufig. Dieser bezieht sich gemeinhin nicht nur auf die Industrie, sondern auch auf andere Sektoren, wie Transport oder Energie.

Konkret soll die Verwirklichung der Vision von Industrie 4.0 die Bedingungen schaffen, unter denen Produktion jederzeit flexibel auf veränderte Anforderungen und Umweltbedingungen reagieren kann. Der Ausfall einer Maschine soll durch die intelligente Verknüpfung und Auswertung von in der Produktion anfallenden Daten vorhergesagt oder weiterkommuniziert werden. Die Reparatur soll automatisch veranlasst und die Produktion flexibel auf andere Kapazitäten umgelenkt werden. Die Flexibilität des Produktionsprozesses soll darüber hinaus die kurzfristige und rentable Umsetzung von Kundenwünschen und somit ein hohes Maß an Individualisierung der Produkte ermöglichen.

Ferner sollen die Beschäftigten in den zunehmend komplexeren Produktionsabläufen verstärkt durch digitale Assistenzsysteme unterstützt werden. Insgesamt ist das Konzept Industrie 4.0 mit hohen Erwartungen an Effizienz und Flexibilität der Produktion sowie an die Wettbewerbsfähigkeit des Industriestandortes Deutschland verbunden.

Zusätzlich zur telefonischen Ergänzungsbefragung zur ZEW IKT-Umfrage in der Breite des deutschen Mittelstandes wurden für die Studie 17 qualitative Interviews mit 14 Vorreiterunternehmen im Bereich Industrie 4.0 und mit drei weiteren Experten auf diesem Gebiet geführt (Die Unternehmen zählen auch nach der Clustereinteilung in Abschnitt 3.5 zu den Vorreitern der Digitalisierung im Mittelstand insgesamt). Ziel war es, die Planung, Durchführung und Finanzierung von typischen Industrie 4.0-Vorhaben und die damit verbundenen Veränderungen im Unternehmen näher zu beleuchten. Während die ZEW IKT-Umfrage 2015 lediglich die Bekanntheit des Begriffes Industrie 4.0 und die Verbreitung entsprechender Projekte erhoben hatte, ermöglichten die qualitativen Interviews vertiefend auf die Situation in den einzelnen Unternehmen einzugehen und darüber hinaus Einschätzungen zum jeweiligen Branchenumfeld insgesamt einzuholen. Weiterhin wurde thematisiert, welche Perspektiven und welchen Förderbedarf die Ansprechpartner für die Verbreitung von Industrie 4.0 sehen. Die Unternehmensinterviews wurden in den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Werkzeug- und Formenbau, Elektronik, Softwareentwicklung und IT-Beratung geführt. Fast alle Unternehmen sind Anbieter von Industrie 4.0-Lösungen, einige zählen sich gleichzeitig zu den Anwendern von Industrie 4.0.<sup>9</sup> Die Ausführungen von Kapitel 7 beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf die Ergebnisse der 17 qualitativen Interviews dieser Studie.

---

<sup>9</sup> Die Unternehmen wurden auf Basis einschlägiger Verzeichnisse aus nationalen und regionalen Industrie 4.0-Initiativen sowie über Webseiten und Presseberichte identifiziert. In diesen Zusammenhängen sind Anbieter von Industrie 4.0-Lösungen wesentlich sichtbarer als ihre Kunden. Zum Teil erfolgt der Einsatz von Industrie 4.0-Lösungen in den Unternehmen nur in einzelnen Bereichen, und diese Anwender sind nicht in Industrie 4.0-Netzwerkaktivitäten eingebunden. Die kleinsten interviewten Unternehmen haben unter 50 Mitarbeiter und das größte mehrere Tausend. Der Umsatz liegt bei zwei Unternehmen zwischen 500 und 750 Millionen Euro, bei allen anderen darunter.

## 7.1 Industrie 4.0-Projekte sind typische Innovationsprojekte

Industrie 4.0-Projekte unterscheiden sich im Mittelstand bisher im Großen und Ganzen nicht von anderen Innovationsprojekten.<sup>10</sup> Oft sind ungelöste Probleme im Produktionsprozess des Kunden oder Effizienzgewinne für den Kunden die Motive für die Innovation, insbesondere wenn es um Modularisierung und Individualisierung von Produktion („Losgröße 1“) geht. Die Unternehmen gehen dabei durchaus proaktiv vor, z.B. um die Technologieführerschaft in ihrem Markt zu behalten oder auszubauen. Die Projekte weisen jedoch immer einen starken Bezug zu etablierter Geschäftstätigkeit auf, häufig auch zum etablierten Kundenstamm. Beispiele für interne Industrie 4.0-Projekte sind der Aufbau einer Datenbasis, die Vernetzung der Fertigungsschritte, die Flexibilisierung der Fertigung und die Fortentwicklung der Wartung und Qualitätssicherung. Angebote neuer Industrie 4.0-Lösungen für andere Unternehmen basieren auf Software und Netzwerktechnologie für Fertigung und Logistik (siehe auch Abschnitt 7.5).

Nach Aussage der Unternehmen steht beim Einstieg in neue Industrie 4.0-Projekte das Verhältnis von Kosten und Nutzen im Zeitraum weniger Jahre im Vordergrund. Allerdings verfügen nicht alle Unternehmen über ein genaues Projektcontrolling. Nur vereinzelt berichten Unternehmen von Investitionen in Projekte, die nicht unmittelbar auf Rentabilität abzielen, sondern mittelfristig neue Technologien und Geschäftsfelder erschließen sollen. Die meisten interviewten Unternehmen haben Industrie 4.0-Projekte innerhalb der bestehenden Organisation realisiert. Vereinzelt mussten interne Abteilungen oder Produktionsstätten neu aufgebaut oder ausgerichtet werden. Ein größeres Industrieunternehmen hat für Industrie 4.0-Projekte die Ausgründung eines Software-Start-ups realisiert.

---

<sup>10</sup> Charakteristika von Innovationsprojekten sind in der Dokumentation zur Innovationserhebung des ZEW beschrieben (Rammer et al. 2016a, S. 61ff). Eine allgemeine Darstellung zu Innovationsprozessen in KMU in Deutschland gibt Rammer et al. (2016b). Die Heterogenität von Innovationsprozessen in mittelständischen Unternehmen wird in Kirner et al. (2015) diskutiert.

Die Innovationsstrategie des Inhabers ist oft entscheidend für die Entstehung von Industrie 4.0-Projekten. Das persönliche Interesse der Inhaber an IT ist hingegen nicht notwendigerweise ausschlaggebend. Manche sehen in IT generell eine große Chance für Innovation. Andere verfolgen eine systematische Innovationsstrategie, interessieren sich aber nicht für IT als Technologie, sondern für deren Ergebnisse in Bezug auf Kosteneinsparung, Produktqualität und Zugang zu neuen Märkten. Mit den Details von Industrie 4.0 befasst sich in diesem Fall eher die nächste Hierarchieebene. Dies muss bei der Ansprache der Inhaber durch politische Maßnahmen berücksichtigt werden, da sie möglicherweise die „digitale Transformation“ per se für sich nicht als Priorität gegenüber anderen Möglichkeiten der Innovation ansehen.

Die interviewten Unternehmen beschreiben die digitale Transformation in ihrem Unternehmen überwiegend als evolutionären Prozess. Etliche Unternehmen sehen Industrie 4.0 als ein Konzept an, was sie dem Prinzip nach schon vor 2010 verfolgt haben. Geschäftsmodelle werden nur graduell ausgeweitet. Mehrere Unternehmen geben beispielsweise an, dass Kunden- und Lieferantenbeziehungen sich bisher kaum geändert haben, wenngleich dies in Zukunft durchaus stärker der Fall sein könnte.

## **7.2 Risiko von Industrie 4.0-Projekten im Mittelstand überschaubar**

Das Risiko, das Unternehmen mit Industrie 4.0-Projekten eingehen, bleibt aus ihrer Sicht wegen des starken Bezugs zu etablierter Geschäftstätigkeit insgesamt überschaubar. Für die Entwicklung von 4.0-Lösungen für einen bestimmten Kunden (oft für ein größeres Unternehmen) werden in einigen Fällen Entwicklungskooperationen eingegangen, in denen das Risiko geteilt wird. Häufig liegt das Risiko, ob die Innovation gelingt und vom Kunden abgenommen wird, aber allein beim Anbieter. Eine genaue Kenntnis der Prozesse und Bedarfe beim Kunden in langfristigen Geschäftsbeziehungen hilft, dieses Risiko zu reduzieren.

Einige Gesprächspartner geben an, dass sie höhere Risiken eher bei Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern, insbesondere bei Start-ups, vermuten als im Kernsegment mittelständischer Industrieunternehmen. Bei diesen Unternehmen fällt das Risiko im Bereich Industrie 4.0 höher aus, da sie häufig

über kein weiteres etabliertes Geschäftsfeld verfügen und somit die ganze Geschäftstätigkeit von dem Industrie 4.0-Projekt abhängt.

### **7.3 Industrie 4.0-Projekte vor allem eigenfinanziert**

In den interviewten mittelständischen Vorreiterunternehmen werden Industrie 4.0-Projekte überwiegend eigenfinanziert. Oft steht ein engagierter Inhaber oder eine Eigentümerfamilie dahinter, und oft können Innovationsvorhaben aus einem gutgehenden etablierten Geschäft querfinanziert werden. Neben Eigenmitteln sind öffentliche Zuschüsse und Finanzierung durch den Kunden (entweder während des Projektes oder nach Abnahme) wichtige Quellen. Kreditfinanzierung spielt eine untergeordnete Rolle. Lediglich ein Unternehmen erwähnt gute Beziehungen zur Hausbank als wichtiges Element seiner Finanzierungsstrategie.

Typische Projektumfänge betragen 200.000 bis mehrere Millionen Euro. Von der Planung bis zur Umsetzung dauern Projekte häufig ein bis vier Jahre. Lediglich größere mittelständische Unternehmen, die beispielsweise eine neue Produktionsstätte für ein Industrie 4.0-Projekt errichten, berichten vereinzelt über Projektkosten in mehrstelliger Millionenhöhe. Einige Vorreiterunternehmen geben an, dass Industrie 4.0-Projekte ein Drittel bis die Hälfte ihres Entwicklungsbudgets ausmachen. In der Regel dominiert in Industrie 4.0-Projekten der Personalaufwand, nur in sehr großen Projekten kommt auch bedeutender Sachinvestitionsaufwand hinzu. Damit sind die Projekte zum einen deutlich größer und zum anderen wesentlich stärker von FuE geprägt als die Digitalisierungsprojekte in der Breite des Mittelstands, bei denen etwa die Hälfte der Kosten auf Hard- und Software entfällt.

Mehrere Gesprächspartner betonen, dass sich Industrie 4.0-Projekte in der Finanzierung nicht von anderen FuE-Projekten unterscheiden. Keines der interviewten Unternehmen berichtet von größeren Finanzierungsschwierigkeiten oder erwartet solche für die Zukunft. Die meisten Interviewpartner beobachten, dass auch andere mittelständische Unternehmen ihrer Branche keine größeren Finanzierungsschwierigkeiten bei Industrie 4.0-Projekten haben. Einige Gesprächspartner thematisieren den Einfluss der gegenwärtigen konjunkturellen Lage auf die äußerst positive Wahrnehmung der Finanzierungssituation. Mehrere Interviewpartner geben an, dass sie auch mit einem

höheren Budget ihre grundlegende Innovationsstrategie nicht ändern würden. Eine Reihe von Ansprechpartnern vermutet einen Finanzierungsbedarf eher bei Start-ups und bei Anbietern neuer Plattformen, da diese wesentlich höhere Risiken eingehen (siehe voriger Abschnitt 7.2).

Etliche Unternehmen haben positive Erfahrungen mit öffentlicher Zuschussfinanzierung gemacht (beispielsweise im Programm ZIM). Diese kann bis zu einem Viertel der gesamten Finanzierung von Industrie 4.0-Projekten im Unternehmen ausmachen. Vereinzelt wird Kritik an Bürokratie in der Antragstellung geäußert oder an der zu geringen Praxisnähe der in Forschungsk Kooperationen geförderten Projekte. Andere Unternehmen sehen Förderprojekte als sehr geeignete Möglichkeit an, um auf externes Know-how zuzugreifen.

#### **7.4 Industrie 4.0-Projekte entstehen überwiegend in Netzwerken**

Die überwiegende Mehrzahl der interviewten Unternehmen setzt Industrie 4.0-Projekte in Entwicklungsnetzwerken um. Zu den Netzwerkpartnern gehören Ausgründungen, externe Dienstleister (insbesondere Softwareunternehmen), Start-ups, Berater, Forschungseinrichtungen, Wettbewerber oder Unternehmen, die komplementäre Produkte anbieten, und Kunden. Mehrere Unternehmen sind Teil eines komplexen Entwicklungsnetzwerkes.

Führungskräfte engagieren sich darüber hinaus in Verbänden, Vereinen und in von der Politik organisierten Plattformen zu Industrie 4.0. Mehrere Interviewpartner bekräftigen, dass ein Prozess der „Open Innovation“ essentiell ist, damit deutsche Industrieunternehmen in Zukunft die Grundlagen vernetzter Produktion beherrschen und deren Vorteile zur Sicherung von Wertschöpfung in Deutschland nutzen können. Differenzieren werden sich die Unternehmen dieser Erwartung nach eher in den speziellen Anwendungen von Industrie 4.0.

#### **7.5 Softwarebasierte Produktinnovation**

Im Mittelpunkt der Entwicklung von Industrie 4.0-Lösungen steht bei Anbieterunternehmen die Produktinnovation. Das Produkt ist durch die Industrie 4.0-Projekte oftmals softwarekompatibel geworden oder bereits bestehende Möglichkeiten zur Anbindung an Software wurden deutlich verbessert. Zur Datenübertragung werden Anlagen und Komponenten beispielsweise mit Sensoren ausgestattet. Neben Fertigungsanlagen und Komponenten für die Ferti-

gung werden softwaregestützte Assistenz- und Logistiksysteme entwickelt. Häufig schaffen die Hersteller neue Möglichkeiten, Daten aus der Produktion und Logistik in das ERP-System des Kunden zu übertragen. Die Daten kann der Kunde entweder selbst auswerten oder er kann das Unternehmen damit beauftragen. Einige Unternehmen aus dem Anlagenbau haben schon immer Produkte in Einzelanfertigung für den Kunden hergestellt. Bei Herstellern von anderen Komponenten hat Industrie 4.0 dazu geführt, dass das Produkt weniger standardisiert ist und flexibler an Kundenbedarfe angepasst werden kann.

Mehrere Unternehmen berichten, dass sich durch die starke Softwarekomponente ihrer Produkte der Qualitätssicherungsprozess verändert hat: „Eine Software läuft anders als ein Gerät.“ Auch wird darauf hingewiesen, dass Software generell fehleranfälliger ist als Maschinen: „Der Benefit einer digital vernetzten Maschine gegenüber einer herkömmlichen Maschine muss so groß sein, dass auch eine 94-prozentige statt einer 98-prozentigen Verfügbarkeit reicht.“

#### **7.6 Anforderungen an Vertrieb und Qualifikation der Mitarbeiter ändern sich**

Der Vertrieb hat sich in etlichen Unternehmen im Zuge der Industrie 4.0-Projekte verändert. Es ist möglich geworden, flexibler auf Kundenwünsche einzugehen. Dadurch ist das Produkt aber auch erklärungsbedürftiger geworden. Ein Unternehmen beschreibt die Wandlung des Produktes, das anfänglich Katalogware war, mit der sich vornehmlich die Einkäufer der Kunden befassen haben. Inzwischen zählen verschiedenste Funktionen beim Kunden zu den Ansprechpartnern: Supply-Chain-Manager, Fertigungsmanager und IT-Manager. Der Direktvertrieb beim Kunden musste neu aufgebaut werden. Mehrere Unternehmen berichten, dass sie Beratungs- oder Weiterbildungsdienstleistungen für Kunden ausbauen.

Mit Industrie 4.0 sinkt in den Unternehmen der Bedarf an reinen Maschinenbauern und Elektroingenieuren/-technikern, während der Bedarf an Ingenieuren mit guter IT-Kenntnis, Softwareentwicklern und Data Scientists steigt. Auf der Ebene der Ausbildungsberufe nimmt die Beschäftigung von Mechatronikern zu. In der Fertigung verändert sich das Anforderungsprofil dadurch, dass mehr Zeit auf die Arbeitsvorbereitung und die Softwareprogrammierung ent-

fällt. Auch die Umstellung des Vertriebes erfordert neue Kompetenzen. Einige Unternehmen berichten davon, dass ältere Arbeitnehmer größere Schwierigkeiten haben, sich an die neuen Anforderungen anzupassen oder dass sich die Belegschaft insgesamt im Veränderungsprozess verjüngt.

### **7.7 Geschäftsmodelle und Kundenbeziehungen im B2B-Bereich verändern sich bisher nur graduell**

In der Öffentlichkeit stark diskutiert wird das Potential von Industrie 4.0 für neue Geschäftsmodelle entlang des ganzen Lebenszyklus von physischen Produkten vom Design bis zur Entsorgung. Dieses Potential würde weit über klassische Produktinnovation hinausgehen. Die Ergebnisse der Interviews legen nahe, dass neue Geschäftsmodelle von den Unternehmen bisher nur für bestimmte Segmente ausprobiert oder für die nahe Zukunft angedacht werden. Andere Möglichkeiten werden hingegen wegen fehlenden Strukturen im Unternehmen oder zu geringem Nutzen für den Kunden bewusst ausgeschlossen. Selten herrscht die Einschätzung vor, dass sich durch neue Dienstleistungsangebote das Unternehmen in seiner Wertschöpfung grundlegend verändert. Typische digitale Erweiterungen des Geschäftsmodells betreffen Datenbankinstallationen an Anlagen, Komponenten für „mitwachsende“ Anlagen (plug & produce) oder ein zunehmendes Angebot von „Software as a Service“. Ein interviewtes Unternehmen setzt sich explizit die umfassende Weiterentwicklung von Smart Services zum Ziel. Die Entwicklung eines neuen Services kann je nach Komplexität allerdings auch mehr als fünf Jahre in Anspruch nehmen.

Betreibermodelle werden im Zusammenhang mit Industrie 4.0 oft als innovative Geschäftsmodelle diskutiert. Die Rückmeldungen aus den Interviews legen nahe, dass beispielsweise im Anlagenbau momentan noch keine Umstellung auf Betreibermodelle in der Breite stattfindet. Vielmehr scheinen Betreibermodelle je nach Unterbranche und Anlagenart in einzelnen Fällen schon lange im Einsatz zu sein, in anderen Fällen sieht der Anbieter zwar im Zuge von Industrie 4.0 ein gestiegenes Potential dafür, nimmt aber mangelnde Akzeptanz solcher Modelle bei den Kunden wahr.

Einzelne Unternehmen bieten bereits Ferndiagnose oder Fernwartung an. Bei der Weiterentwicklung solcher Geschäftsmodelle stellt sich die Frage nach dem Bezahlmodell, da Schadensfälle idealerweise nicht mehr kostenpflichtig

behalten, sondern präventiv vermieden werden. Die Mittelständler nennen vor allem rechtliche Unsicherheiten im Bereich des Datenschutzes, des Eigentums an Daten und der Haftungsrisiken als Risiko und als Hemmnis für die weitere Entwicklung von datenbasierten Services für den Kunden. Welche Haftung besteht, wenn ein Softwarefehler einen Schaden beim Kunden verursacht, ist aus Sicht mehrerer Interviewpartner durch gesetzliche Regelungen nicht ausreichend geklärt. Auch besteht bei Kunden noch eine große Zurückhaltung, Daten mit Herstellern zu teilen.

Die Entwicklung von Geschäftsmodellen im Bereich Industrie 4.0 ist stark von den Besonderheiten des Business-to-Business-Geschäftes (B2B) geprägt. Dies steht in Kontrast zur öffentlichen Wahrnehmung der digitalen Transformation, die häufig von Dienstleistungen im Business-to-Consumer-Bereich (B2C) bestimmt wird (iTunes, Facebook, Uber, Google). Zwar gibt es inzwischen auch Vorstöße großer Plattformunternehmen in den B2B-Bereich, aber für die meisten Produkte, die deutsche Mittelständler mit Industrie 4.0-Projekten anbieten, scheinen diese noch wenig relevant. Kennzeichnend für den industriellen B2B-Bereich ist eine große Detailkenntnis der Prozesse beim Kunden, die anders als in vielen B2C-Segmenten nicht nur das Erkennen von Bedürfnissen erfordert, sondern ein vertieftes Verständnis der technischen Abläufe beim Kunden.

Im Kontrast zu privaten Konsumenten vergeben große Unternehmen Aufträge über einen zentralen Einkauf, der Lieferanten häufig zunächst nach formalen Qualitätskriterien prüft. Insbesondere Start-ups mangelt es oft an Referenzprojekten, einer ausreichend langen Lieferperspektive und einer ausreichenden Zahl und Erfahrung von Mitarbeitern, um Aufträge zu erhalten. Auf der anderen Seite stellen einmal etablierte Kundenbeziehungen mit einem technologisch hochwertigen Produkt häufig die Grundlage für weitere Innovationen dar. In Zukunft werden Kundenunternehmen höhere Ansprüche an digitale Funktionalitäten und digitale Vernetzung der Zulieferer stellen. Gerade die fortschreitende Digitalisierung größerer Kundenunternehmen dürfte einen Antrieb für kleine bis mittlere Unternehmen darstellen, in Industrie 4.0-Projekte zu investieren. Die Kehrseite davon ist, dass mangelnde Digitalisierung zunehmend zu einer Hürde in Lieferantenbeziehungen mit Großunternehmen werden kann.

Konkrete Ansatzpunkte für IT-Start-ups oder andere Firmen, die digitale Plattformen betreiben, mit klassischen B2B-Mittelständlern im industriellen Bereich zukünftig in Konkurrenz zu treten, sehen nur wenige Interviewpartner. Es wurde jedoch darauf hingewiesen, dass derartige Entwicklungen nur schwer zu prognostizieren sind. Genannt wurde in diesem Zusammenhang u.a. das Phänomen der „Shadow IT“. Wenn ein Unternehmen zu langsam ist, um Lösungen intern bereitzustellen, beispielsweise für den ortsflexiblen Zugriff auf Dokumente, weichen Mitarbeiter oder einzelne Einheiten teilweise aus eigener Initiative auf externe Lösungen (wie z.B. im genannten Beispiel Dropbox) aus. Genauso, wie eine solche Entwicklung noch vor einigen Jahren undenkbar gewesen wäre, sei es nicht auszuschließen, dass in Zukunft auch produktionsnahe Dienste einfacher, flexibler und schneller von Firmen mit digitalem Geschäftsmodell oder von Internet-Plattformen erbracht werden können. Die Bewertung der Reichweite solcher Trends in den Interviews fällt unterschiedlich aus. Es besteht Unsicherheit darüber, ob von IT-Plattformen in Zukunft eine große Konkurrenz für mittelständische B2B-Unternehmen im industriellen Bereich ausgehen wird (beispielsweise durch Entwicklungen wie dem IoT-Project Brillo von Google) oder ob die hochspezialisierten Technologien im B2B-Bereich auch in Zukunft detaillierte Prozesskenntnis und persönliche Präsenz beim Kunden erfordern werden und damit den Markteintritt von IT-Firmen erschweren.

### **7.8 Stärkere Wahrnehmung künftiger Konkurrenz als in der Breite des Mittelstandes**

Wie zu erwarten, unterscheiden sich Vorreiterunternehmen im Bereich Industrie 4.0 von der Breite des Mittelstandes dadurch, dass sie mit dem ökonomischen Potential der Digitalisierung gut vertraut sind und dieses systematisch als Innovationsmotor nutzen. Die meisten Unternehmen haben mit ihren Projekten nicht auf einen akut drohenden Verlust ihrer Wettbewerbsposition reagiert (wenngleich auch diese Situation berichtet wurde), sondern Innovation in Antizipation künftiger Konkurrenz betrieben. Hier besteht eine Parallele zum Mittelstand insgesamt, der aktuell noch keinen großen Wettbewerbsdruck durch Digitalisierung wahrnimmt. Allerdings ist bei Vorreitern der Digitalisierung, die in der ZEW IKT-Umfrage identifiziert wurden, sowie bei den In-

interviewten im Bereich Industrie 4.0 die Wahrnehmung eines künftigen Wettbewerbsdrucks stärker ausgeprägt als im Mittelfeld und bei den Nachzüglern.

In den Interviews zu Industrie 4.0 bestätigt sich überdies, dass Investitionen in Kompetenzen, die insgesamt eher bei den Vorreitern der Digitalisierung anzutreffen sind, eine zentrale Rolle spielen.

Während die Befragung in der Breite des Mittelstands keinen detaillierten Einblick in den Innovationsprozess der Unternehmen gab, decken sich die Erkenntnisse aus den qualitativen Interviews mit Charakterisierungen von innovativen mittelständischen Unternehmen aus anderen Studien (vgl. Rammer et al., 2016b). Herausgehoben werden sollte, dass auch Vorreiterunternehmen im Bereich Industrie 4.0 sich nicht immer der durchgängigen Digitalisierung des Unternehmens verschreiben, sondern die digitale Transformation als einen schrittweisen Prozess wahrnehmen, der von Effizienzsteigerungen und Kundenbedarfen vorangetrieben wird.

## **7.9 Politische Maßnahmen**

Datenschutz und Datensicherheit sowie Weiterbildung stehen weit oben auf der politischen Agenda der Interviewpartner. Die gegenwärtigen gesetzlichen Datenschutzregelungen, die vor allem zum Schutz privater Internetnutzer und Konsumenten weiter ausgearbeitet wurden, werden als unzureichend für Probleme im Bereich Industrie 4.0 empfunden. Neben gesetzlichen Regelungen fehlt es aus Sicht der Interviewten auch an Kompetenzen, um mit Datenrisiken, die sich nicht per se vermeiden lassen, effektiv umzugehen. Die mittelfristig in der Breite des industriellen Mittelstandes nötige Weiterbildung zum Thema digital vernetzter Produktion kann aus Sicht mehrerer Interviewter nicht von den Unternehmen allein getragen werden. Öffentliche Förderung erscheint ihnen notwendig.

Die Interviewten unterstützen Maßnahmen, die zur weiteren Verbreitung von Industrie 4.0 beitragen, und wirken zum Teil selbst an ihnen mit. Sie haben den Eindruck, dass sich aktuell sehr viel bewegt und eine Vielzahl von Mittelständlern Interesse an dem Thema zeigt. Derzeit kann jedoch noch nicht abgeschätzt werden, wie schnell und erfolgreich sich die Breite der mittelständischen Industrieunternehmen digital vernetzter Produktion annehmen wird.

Die interviewten Unternehmensvertreter und Experten schätzen die mittelständischen Unternehmen in ihren Branchen insgesamt als derzeit wirtschaftlich erfolgreich ein. Gerade weil sie gegenwärtig erfolgreich sind, nehmen viele Unternehmen im Moment noch keine Notwendigkeit wahr, mit einer zu starken Abkehr vom Bewährten in Industrie 4.0-Projekten zusätzliche Risiken einzugehen. Darüber hinaus besteht zum Teil noch keine Nachfrage nach datenbasierten Services, weil die Kunden das Risiko der Preisgabe ihrer Daten meiden.

Es wird berichtet, dass einige Unternehmen zwar Interesse an Industrie 4.0-Projekten und entsprechender Beratung zeigen, aber sie angesichts ihre guten Auftragslage und damit verbundenen Kapazitätsauslastung gegenwärtig gering priorisieren. Einige Ansprechpartner schätzen die bisherigen öffentlichen Transfer- und Fördermaßnahmen noch als zu akademisch geprägt ein oder geben zu bedenken, dass die Vorteile der Flexibilisierung und Individualisierung der Produktion, die in Transferaktivitäten zu Industrie 4.0 häufig herausgestellt werden, aufgrund unterschiedlicher Produktionsprozesse und Märkte nicht für alle Industriebranchen gleichermaßen stark ausfallen. Wesentlich erscheint, interessierten Unternehmen über praxisnahe Vorträge (z.B. von anderen Unternehmen der Region) konkrete Projektideen zur Steigerung von Effizienz und Kundennutzen vorzustellen.

Eine schrittweise Orientierung hin zu Industrie 4.0 kann in einem Unternehmen beispielsweise angegangen werden, indem zunächst im Bereich des Produktionsmonitorings Ausfälle digital erfasst werden. Längerfristig könnte dann auch die Produktionssteuerung die digitale Infrastruktur nutzen. In diesem Zusammenhang wurde auch darauf hingewiesen, dass für viele mittelständische Unternehmen das Potential der Mehrwertgenerierung und Effizienzsteigerung durch Nutzung von Technologie aus dem Bereich des „Internet der Dinge“ deutlich höher ist als die weitere Perfektionierung der klassischen Automatisierungstechnik. Ebenfalls sollte im Blick behalten werden, dass Industrie 4.0-Projekte häufig auf eine Teilautomatisierung oder auf eine Unterstützung manueller Tätigkeiten abzielen und nicht zwingend auf eine Vollautomatisierung der Produktion, die als Vision in den Medien thematisiert wird. Je nach Bereich der Fertigung kann digitale Technologie manuelle Arbeit ersetzen oder sich komplementär zu ihr verhalten.

Gegenwärtig ist Finanzierung aus Sicht der Interviewten kein Engpass bei der Fortentwicklung von Industrie 4.0. Dies kann sich aber ändern, wenn eine größere Zahl von Unternehmen beginnt, in digitale Produktionsinfrastruktur und entsprechende Unternehmensorganisation zu investieren, insbesondere auch die Unternehmen, die nicht zu den Innovationsführern zählen. In jedem Fall sollte finanzielle Unterstützung an Aktivitäten zum Ausbau der Wissensbasis im Unternehmen gekoppelt sein.

## 8 Handlungsfelder

Internetgeschwindigkeit, mangelnde IT-Sicherheit und unzureichende IT-Kompetenzen der Beschäftigten sind nach wie vor zentrale Hemmnisse einer weitergehenden Digitalisierung im Mittelstand. Hier ist politisches Handeln weiterhin gefragt.

In seiner Digitalen Strategie 2025 formuliert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi, 2016) das flächendeckende Gigabit-Netz als Ziel für Deutschland. Gegeben, dass auch das Datenvolumen weiterhin ansteigen wird, erscheint ein weiterer Ausbau in der Tat notwendig, um die Digitalisierung mittelständischer Unternehmen zu unterstützen. Mittelständische Unternehmen werden dabei seltener als Großunternehmen auf die Lösung zurückgreifen, unter eigener Kostenbeteiligung ihre Netzanbindung zu verbessern. Staatliche Unterstützung wird hier vor allem im ländlichen Raum gefordert sein, wo ein marktgetriebener Ausbau des Internets schwerer vonstatten geht.

Datenschutz, Datensicherheit sowie Haftungsrisiken sind deutliche Innovationshemmnisse in Industrie 4.0-Unternehmen. Unternehmen berichten davon, dass Services nicht weiterentwickelt werden können, weil sich angesichts der unklaren Risikohandhabung keine ausreichende Nachfrage danach entwickelt. Auch in der Breite des Mittelstandes hemmen mit Daten verbundene Risiken nach Angaben der Unternehmen den Ausbau der Digitalisierung. Hier sind sowohl gesetzliche Regelungen erforderlich als auch Maßnahmen, die helfen, Kompetenzen im Umgang mit Risiken aufzubauen. Mittelfristig wird sich die Wirtschaft mit Datenrisiken genauso arrangieren müssen wie mit anderen Risiken, z.B. konventioneller Wirtschaftskriminalität. Die Risiken lassen sich nicht vermeiden, aber geeignete Regelungen und Kompetenzen ermöglichen einen effektiven Umgang mit ihnen.

Im Bereich der IT-Kompetenzen besteht sowohl bei der Ausbildung von IT-Fachkräften als auch bei der Aus- und Weiterbildung anderer Beschäftigter Handlungsbedarf. Der Einstieg in Industrie 4.0 verändert den Arbeitskräftebedarf und die Tätigkeitsprofile in den Unternehmen deutlich. Bedarf besteht vor allem an Kompetenzen in der Datenanalyse und in der Verbindung von Informatik und Maschinenbau.

Die Beseitigung von Hemmnissen allein wird aber vermutlich zu keinem großen Schub in der Digitalisierung des deutschen Mittelstandes führen. Insgesamt zeigen die Ergebnisse der im Auftrag der KfW durchgeführten Ergänzungsbefragung 2015/16 zur ZEW IKT-Umfrage, dass sowohl die Ausgabenhöhe als auch die Ausgabenerwartungen der Unternehmen für Digitalisierungsprojekte weit hinter dem zurückliegen, was man intuitiv erwarten könnte, wenn man die intensive Debatte in Wissenschaft, Politik und Medien zur digitalen Transformation der Wirtschaft verfolgt. Zwar steht diese Studie nicht allein mit der Feststellung einer solchen Diskrepanz (siehe z.B. Commerzbank AG, 2015; EFI, 2016). Die Ergebnisse belegen jedoch präziser als zuvor die finanzielle Größenordnung der bisher eher verhaltenen Aktivitäten der Unternehmen im Feld der digitalen Transformation.

Die Ausgaben für Digitalisierungsprojekte sind zwar nicht deckungsgleich mit IT-Investitionen, aber sie hängen eng miteinander zusammen. Von den IT-Investitionen ist bereits gut bekannt, dass sie in Deutschland sowie in einigen anderen Industrieländern weder einen sehr großen Teil der Gesamtinvestitionen ausmachen, noch in den letzten Jahren stark zugenommen haben. Die Ergebnisse der Studie geben dieser Größenordnung ein konkretes Gesicht, indem nun detailliert beschrieben werden kann, für welche Digitalisierungsprojekte über Routine- und Ersatzinvestitionen hinaus Unternehmen Ausgaben tätigen. Die Mehrheit der Unternehmen setzt nicht mehr als 10.000 Euro im Jahr für Digitalisierungsprojekte ein. Für den gesamten deutschen Mittelstand ergibt dies jährlich etwa 10 Milliarden Euro. Zum Vergleich: die gesamten Innovationsausgaben des deutschen Mittelstands in der hier verwendeten Abgrenzung belaufen sich auf etwa 50 Milliarden Euro (eigene Berechnungen des ZEW auf Grundlage des Mannheimer Innovationspanels). Digitalisierungsprojekte überschneiden sich mit Innovationsprojekten, haben aber gesamtwirtschaftlich einen wesentlich geringeren Umfang.

Der Befund der Studie fordert dazu heraus, die Unternehmen des deutschen Mittelstandes, die in einem starken, häufig internationalen Wettbewerbsumfeld wirtschaftlich erfolgreich agieren, in ihren bisherigen Prioritäten ernst zu nehmen und die betriebliche Rationalität hinter diesen Entscheidungen besser zu verstehen. Ein Unternehmen, dem es wirtschaftlich gut geht, das sich im digitalen Mittelfeld befindet und in den letzten drei Jahren nicht mehr als 50.000 Euro jährlich für Digitalisierungsprojekte ausgegeben hat, wird sich

möglicherweise weder von übermäßig positiven noch von allzu negativen Zukunftsvisionen angesprochen fühlen. Vielversprechender kann es sein, wenn Politik, Verbände und andere Akteure zunächst an die „Strategie der kleinen Schritte“ dieser Unternehmen anknüpfen. Diese Strategie ist durchaus typisch für Innovation im Mittelstand allgemein, und Digitalisierung scheint sich bisher davon nicht zu unterscheiden.

Deutlich wird weiterhin, dass fortgeschrittenere Unternehmen häufiger in IT-bezogenes Wissen, Reorganisation und Vernetzung investieren. Auch in einer kleinschrittig erfolgenden Digitalisierung können möglicherweise noch mehr Anreize dafür gesetzt werden, dass Unternehmen ihre Digitalisierungsprojekte qualitativ in diese Richtung verbreitern. Eine breitere Kompetenzbasis zu Digitalisierung im Unternehmen kann auch dazu beitragen, dass ein Perspektivwechsel von IT als Kostenfaktor hin zu IT als Innovationsmotor im Unternehmen erfolgt. In Expertengesprächen hat sich der Eindruck bestätigt, dass für viele Unternehmen konkrete Einsparpotentiale durch Verbesserungen der IT (z.B. Verringerung von Ausschuss, Lagerhaltung oder Energieverbrauch dank IT-Einsatz) immer noch ein sehr viel stärkerer Anreizfaktor sind, sich intensiver mit dem Innovationspotential von IT zu beschäftigen, als visionäre Ideen von der Transformation ihres Geschäftsmodells. Vielleicht kann aber die Kombination aus Vermittlung der Kosteneinsparpotentiale von IT und Anreizen zur Verbreiterung der Kompetenzbasis am ehesten dazu beitragen, dass möglichst viele Unternehmen über kleine Schritte dazu gelangen, sich strategisch stärker mit Digitalisierung und dem Angebot neuer digital basierter Dienste auseinanderzusetzen. Maßnahmen zu Information und Technologietransfer sollten an das Innovationsverhalten der Mittelständler anknüpfen. Lernen von Best-Practices spielt hier eine wichtige Rolle. Eine Reihe dieser Aspekte sind bereits in der Strategie „Mittelstand digital“ des BMWi aufgegriffen worden (siehe BMWi, 2016). Beachtet werden muss auch, dass Digitalisierung in Zukunft verstärkt über Lieferketten erfolgen wird, insbesondere im Bereich Industrie 4.0, und dass sich daraus ganz konkrete Anforderungen an die Digitalisierung von B2B-Unternehmen in bestimmten Branchen ergeben können.

Von Vorreiterunternehmen im Bereich Industrie 4.0 werden Förderprogramme bereits häufiger in Anspruch genommen. Förderprogramme könnten sich noch stärker an Unternehmen richten, die diese Stufe noch nicht in naher Zukunft erreichen werden. Die im Moment häufig genutzten Förderprogramme

stellen hohe Anforderungen an den Neuigkeitsgrad und den FuE-Gehalt der Projekte. Für eine Digitalisierung in der Breite des Mittelstandes könnte hingegen eine Ausrichtung auf die Implementierung neuer Anwendungen und den Aufbau eines firmeninternen Wissenspools förderlich sein. So sind bei Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern digitale Basisanwendungen zum Teil noch nicht oder nur in geringem Maße vorhanden. In Unternehmen des Mittelfeldes der Digitalisierung gibt es noch Defizite in einer strategischen, auf Vernetzung von Prozessen ausgerichteten Digitalisierung.

Im Moment ist in Bezug auf Digitalisierungsprojekte kein reiner finanzieller Engpass auszumachen. Allerdings kann finanzielle Förderung verbunden mit Beratungsangeboten im Bereich der IT-Kompetenzen dazu beitragen, die Ausgaben für Digitalisierungsprojekte zu erhöhen. Aktuell entstehen zahlreiche Informations- und Beratungsinitiativen zu Industrie 4.0 und Digitalisierung im Mittelstand. In welcher Zahl und in welchem Umfang sich Unternehmen nach einer Sondierungsphase zu neuen Digitalisierungsprojekten entschließen werden, ist noch nicht abzusehen. Sollten, wie in Expertengesprächen erwartet, die meisten Unternehmen in den nächsten fünf Jahren gezwungen sein, zumindest Grundlagen digital vernetzter Produktion zu beherrschen, dürfte dies einen steigenden Finanzierungsbedarf nach sich ziehen. Im Moment sind die Kosten einer Fremdfinanzierung von Digitalisierungsprojekten für Kreditgeber und Unternehmen im Verhältnis zum Umfang oft hoch. Mit einem steigenden Ausgabenvolumen wäre aber zu erwarten, dass die Nachfrage nach Fremdfinanzierung steigt und dass entsprechend auch die Transaktionskosten für den Kreditgeber weniger ins Gewicht fallen. Da Digitalisierungsprojekte überwiegend immaterielle Kapitalgüter, wie Software oder Kompetenzen, erzeugen und ein Großteil ihrer Kosten auf Personalaufwand und Vorleistungen entfällt, ist aber damit zu rechnen, dass der Fremdfinanzierung häufiger Schwierigkeiten bei Projektbeurteilung und Besicherung entgegenstehen, als dies bei Sachinvestitionen der Fall ist. Hier kann sich künftig ein Bedarf für geeignete Förderinstrumente abzeichnen, dessen Ausmaß sich aktuell aber noch schwer einschätzen lässt. Im Bereich Industrie 4.0 bedarf es darüber hinaus weiterhin besserer Risikofinanzierung für Start-ups, wobei die Durchführung von Referenzprojekten und der Zugang zum Kunden auch unabhängig von finanziellen Mitteln eine Hürde darstellen.

## **A Methodischer Anhang**

### **A.1 ZEW IKT-Umfrage und Ergänzungsbefragung**

#### **Daten**

Die ZEW IKT-Umfrage ist eine repräsentative Unternehmensbefragung zur Verbreitung und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in deutschen Unternehmen und wird seit dem Jahr 2002 in unregelmäßigen Abständen durchgeführt. Befragt werden jeweils insgesamt rund 4.500 Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes und ausgewählter Dienstleistungsbranchen mit mindestens fünf Beschäftigten in Deutschland. Die aktuelle, dieser Studie zugrunde gelegte Welle der IKT-Umfrage wurde in einer telefonischen Befragung in Zusammenarbeit mit dem infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH, Bonn, Ende 2014/Anfang 2015 durchgeführt. Im Rahmen der vorliegenden Studie haben ZEW und infas eine Zusatzbefragung unter Teilnehmerunternehmen der ZEW-IKT Umfrage durchgeführt. Die Einsatzstichprobe wurde dabei an die Zielgruppe des KfW-Mittelstandspanels angepasst und beinhaltet ausschließlich Unternehmen, deren jährlicher Umsatz die Grenze von 500 Mio. EUR nicht übersteigt. In der Zusatzbefragung wurden zwischen Oktober 2015 und Januar 2016 insgesamt 2.121 Telefoninterviews realisiert. Nach Zusammenführung mit den Daten der ZEW IKT-Umfrage 2015 und Überprüfung der Daten konnten Informationen von 2.078 Unternehmen für die Studie ausgewertet werden.

### **A.2 Befragte Sektoren**

Die Zusatzbefragung umfasst das verarbeitende Gewerbe und ausgewählte Dienstleistungssektoren. Dies entspricht der üblichen Branchenabdeckung der ZEW IKT-Umfrage ohne die Finanz- und Versicherungsdienstleister. Die Brancheneinteilung erfolgt nach der NIW/ISI/ZEW-Liste wissensintensiver Wirtschaftszweige, welche auf der WZ 2008-Systematik des Statistischen Bundesamtes beruht (vgl. Gehrke et al., 2010). Insgesamt werden fünf Sektoren unterschieden: FuE-intensives verarbeitendes Gewerbe, Sonstiges verarbeitendes Gewerbe, Handel, Wissensintensive Dienstleistungen, und Sonstige Dienstleistungen (vgl. Tabelle A.1). Als Forschungs- und Entwicklungsintensive (FuE-intensive) Industrien werden solche Branchen bezeichnet, die hohe FuE-

Aufwendungen im Verhältnis zum Umsatz aufweisen. Als wesentliches Abgrenzungsmerkmal wissensintensiver Dienstleistungen dient der Anteil der Beschäftigten in akademischen Berufen.

### **A.3 Grundgesamtheit und Gewichtung**

Die Ergebnisse der Befragung sind geschichtet hochgerechnet auf die Grundgesamtheit aller Unternehmen der betrachteten Branchen mit mindestens fünf Beschäftigten in Deutschland und einem jährlichen Umsatz der die Grenze von 500 Mio. EUR nicht übersteigt. Als Schichtungsgruppen dienen die oben aufgeführten fünf Sektoren und vier Beschäftigtengrößenklassen: 5-9 Beschäftigte, 10-49 Beschäftigte, 50-149 Beschäftigte sowie 150 und mehr Beschäftigte. Die Daten der Grundgesamtheit beruhen auf einer Sonderauswertung des Unternehmensregisters des statistischen Bundesamtes und der Statistik der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten. Bei der Bestimmung der Grundgesamtheit mittelständischer Unternehmen in Deutschland ergibt sich das Problem, dass keine amtliche Statistik besteht, welche Anzahl, Beschäftigte und Umsatz der mittelständischen Unternehmen nach Abgrenzung der KfW Bankengruppe ausweist. Aus diesem Grund wurden die Daten der bestehenden amtlichen Statistiken durch das ZEW unter Verwendung ergänzender Informationen aus dem Mannheimer Unternehmenspanel (MUP) umgerechnet.

Neben der Hochrechnung auf die Anzahl der Unternehmen dienen die Unternehmensgröße, gemessen an der Anzahl der Beschäftigten sowie das Umsatzvolumen als Hochrechnungsfaktoren. Alle Größen, die nach der Anzahl der Unternehmen hochgerechnet wurden, werden von kleinen und mittleren Unternehmen aufgrund ihrer relativ großen Anzahl dominiert. Große Unternehmen hingegen dominieren aufgrund der großen Volumina alle Hochrechnungen, welche nach Beschäftigten- und Umsatzgewichten errechnet wurden. Für fehlende Werte wird der Median innerhalb der Sektor-Größenklassen-Zelle imputiert, um die Verzerrung durch Antwortausfall zu verringern. Der Antwortausfall war bei den Digitalisierungsausgaben mit etwa 15 Prozent am höchsten. Für die meisten anderen Variablen betrug er nur wenige Prozent.

#### A.4 Clusteranalyse

Die Clusteranalyse erfolgt auf Grundlage von Variablen, die zuvor ausgewählt werden. Im vorliegenden Fall sind dies alle in der ZEW IKT-Umfrage 2015 und der Ergänzungsbefragung beobachteten Variablen aus dem Modell zu Stufen der Digitalisierung:

- Grundlegende digitale Datenverarbeitung:
  - Anteil der Beschäftigten, die überwiegend am PC arbeiten
  - Anteil der Beschäftigten mit Zugang zum Internet
  - Eigene Webseite
  - ERP Software
  - Automatisierte Erfassung und Weitergabe von Daten (5 Anwendungen)
- Digital vernetzte Information und Kommunikation:
  - Anteil der Beschäftigten, die mit mobilen, internetfähigen Endgeräten ausgestattet sind
  - Cloud Computing
  - Social Media (4 Anwendungen)
  - Internetanwendungen (4 Anwendungen)
  - Systematische Analyse großer Datenmengen
  - Geschäftsbereichsübergreifende Digitalisierungsstrategie
- Digital vernetzte Produkte und Dienstleistungen:
  - Elemente eines auf digitalen Produkten und Dienstleistungen basierenden Geschäftsmodells (5 Anwendungen)
  - Angebot von Apps für bestimmte Produkte oder Dienstleistungen
  - Planung oder Durchführung von Industrie 4.0-Projekten (einschließlich Angebot von Industrie 4.0-Lösungen für andere Unternehmen)

Vier Variablengruppen, automatisierte Datenverarbeitung, Social Media-Anwendungen, Internetanwendungen und Elemente eines auf digitalen Produkten und Dienstleistungen basierenden Geschäftsmodells werden zu binären Variablen zusammenfasst. Die Schwellenwerte für die binäre Variable sind dabei 2 von 4 (Social Media-Anwendungen und Internetanwendungen) oder 3 von 5 (automatisierte Datenverarbeitung und Elemente eines auf digitalen Produkten und Dienstleistungen basierenden Geschäftsmodells). Der Grund hierfür ist, dass die einzelnen Anwendungen im Unternehmen jeweils einen marginalen Charakter haben können verglichen mit stärker generischen Infrastrukturen wie Webseite, ERP oder Cloud Computing. Ab dem Schwellenwert wird davon ausgegangen, dass die Anwendungen im Unternehmen systematisch genutzt werden. So wird beispielsweise ab drei von fünf Anwendungen im Bereich digitaler Produkte und Dienste davon ausgegangen, dass sie ein wichtiges Element des Geschäftsmodells darstellen.

In der Clusteranalyse wählt man ein Distanzmaß für die einzelnen Variablen sowie ein Maß, mit dem die Ähnlichkeit zweier Unternehmen in allen Variablen zusammengenommen evaluiert wird. In dieser Studie wird die Euklidische Distanz gewählt sowie die Wardsche Minimumvarianz-Methode. Dies führt dazu, dass Anwendungen, die statistisch gesehen sehr selten zum Einsatz kommen oder sehr selten fehlen, relativ hoch gewichtet werden. Somit werden Cluster identifiziert, die sich durch das Vorhandensein bestimmter Schlüsselanwendungen von anderen unterscheiden. Durch welche Anwendungen sich welche Cluster voneinander unterscheiden, ist darüber hinaus nicht vorbestimmt, sondern das statistische Ergebnis der Analyse.

In der statistischen Clusteranalyse stellt zunächst jedes Unternehmen ein eigenes Cluster dar, das von dem Algorithmus sukzessive mit anderen Unternehmen in einem hierarchischen Pfad zu immer größeren Clustern aggregiert wird. Der Forscher hat die Möglichkeit, die Aggregationsebene zu wählen, auf der die entstandenen Cluster ausgewertet werden. In der Studie wird eine vorgegebene Anzahl von zehn Teilclustern ausgewertet, die sich rein statistisch aus der Spezifikation ergeben haben.

Die zehn Cluster werden noch einmal per Hand betrachtet, auch im Hinblick auf die Art der wenig verbreiteten Anwendungen und nicht berücksichtigte Variablen wie Höhe der Digitalisierungsausgaben und Anteil der FuE-

Aufwendungen am Umsatz. Auf Grundlage dieser Auswertung werden sie zu drei Gruppen („Vorreiter“, „Mittelfeld“ und „Nachzügler“) zusammengefasst. Das in der Studie identifizierte Vorreitercluster ergibt sich auch direkt aus einer rein statistischen Analyse mit einer vorgegebenen Anzahl von drei Clustern. Die Abgrenzung zwischen Mittelfeld und Nachzüglern berücksichtigt zusätzlich eine Einschätzung der in den Unternehmen vorhandenen Anwendungen (dass z.B. das Fehlen einer Webseite ein grundlegendes Defizit darstellt als das Fehlen von Cloud-Computing oder Social Media im Unternehmen) und zählt vier der zehn Teilcluster zum Mittelfeld und drei zu den Nachzüglern.

#### **A.5 Abschätzung der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte im gesamten Mittelstand nach Definition der KfW**

Der Mittelstand nach Abgrenzung der KfW umfasst zusätzlich zu den befragten Unternehmen solche mit 1 bis 4 Beschäftigten sowie die Branchen Baugewerbe, Gastgewerbe, Grundstücks- und Wohnungswesen sowie Vermietung beweglicher Sachen. Eine Abschätzung der durch die Hochrechnung nicht erfassten Digitalisierungsausgaben im Mittelstand ist auf Basis der Differenz im Gesamtumsatz zwischen den beiden Grundgesamtheiten möglich.

Der Mittelstand nach KfW-Definition erwirtschaftete 2013 einen Gesamtumsatz von 4.053 Mrd. Euro (Quelle: KfW Mittelstandspanel). Davon entfielen 708 Mrd. auf Unternehmen mit weniger als 5 Beschäftigten. Weitere 188 Mrd. entfielen auf Unternehmen des Baugewerbes mit 5 Beschäftigten und mehr. Die Unternehmen der Grundgesamtheit der Ergänzungsbefragung zur ZEW IKT-Umfrage erwirtschafteten 2013 gemäß den Angaben, die sich aus den amtlichen Statistiken kombiniert mit dem MUP ergeben, 2.566 Mrd. Euro. In der Befragung nicht abgedeckt wird also ein Grundgesamtheitsumsatz laut KfW-Abgrenzung von 1.500 Mrd. Euro, von dem knapp die Hälfte auf Kleinstunternehmen mit weniger als 5 Beschäftigten entfällt. Auf Grundlage der Befragung liegt der Anteil der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte im hochgerechneten Durchschnitt bei 0,33 Prozent. Wegen des großen Anteils von Kleinstunternehmen wird für die in der Hochrechnung nicht erfassten Unternehmen der Grundgesamtheit ein Anteil von höchstens 0,1 Prozent unterstellt. Dies entspricht 1,5 Mrd. Euro. Mit beobachteten Ausgaben von hochgerechnet 8,64 Mrd. Euro werden somit die jährlichen Ausgaben für Digitalisierungsprojekte im gesamten Mittelstand nach KfW-Definition auf gut 10 Mrd. Euro geschätzt.

## A.6 Mögliche Szenarien zukünftiger Ausgaben

### **Szenario 1: Fortsetzung des Status Quo**

### **Szenario 2: Ausgabensteigerung entsprechend der Erwartungen**

Die Anpassung der Ausgaben entsprechend der Erwartung der Unternehmen wird wie folgt berechnet:

Für Unternehmen, die für die nächsten drei Jahre sinkende jährliche Ausgaben erwarten, wird ein Rückgang um 12,5 Prozent angenommen. Für Unternehmen, die gleichbleibende Ausgaben erwarten, wird ebendies angenommen. Für Unternehmen, die eine Zunahme der Ausgaben um höchstens 10 Prozent erwarten, wird eine Zunahme um 5 Prozent angenommen. Für Unternehmen, die eine Zunahme von mehr als 10 Prozent erwarten, wird eine Zunahme um 20 Prozent angenommen. Die Frage nach der erwarteten Ausgabensteigerung wurde nur an Unternehmen gerichtet, die bereits Ausgaben für Digitalisierungsprojekte haben. Für Unternehmen, die aktuell keine Ausgaben haben, aber zusätzliche Mittel für Digitalisierungsprojekte verwenden würden, wird in einer eher konservativen Abschätzung unterstellt, dass sie zukünftig 0,1 Prozent des Umsatzes für Digitalisierungsprojekte aufwenden werden (hochgerechneter Durchschnitt bei Unternehmen mit Ausgaben ist 0,33 Prozent). Es wird davon ausgegangen, dass Unternehmen ohne Ausgaben, die auch zusätzliche Mittel nicht für Digitalisierungsprojekte verwenden würden, keine positiven Ausgaben für die nächsten drei Jahre erwarten. Man erhält nach Hochrechnung mit Umsatzgewichten Ausgaben von 9,07 Milliarden für die befragten Unternehmen, was einer Zunahme von 0,43 Milliarden entspricht. Berücksichtigt man noch die Unternehmen des Mittelstandes nach KfW-Definition, die nicht in der Grundgesamtheit der Ergänzungsbefragung zur ZEW IKT-Umfrage enthalten sind, erscheint eine Zunahme von 0,5 Milliarden realistisch.

### **Szenario 3: Stärkere Angleichung von wenig digitalisierten Unternehmen an fortgeschrittenere**

In diesem Szenario wird angenommen, dass Unternehmen, die bisher wenig für Digitalisierungsprojekte ausgeben, sich an das Ausgabenverhalten von Unternehmen angleichen, die einen überdurchschnittlichen Digitalisierungsgrad und überdurchschnittliche Aktivität bei Digitalisierungsprojekten aufweisen. Für die Unternehmen, die schon stark digital ausgerichtet sind und hohe Aus-

gaben haben, wird hingegen angenommen, dass sie ihre Ausgaben weiterhin gemäß ihrer aktuellen Erwartungen erhöhen (identisch zu Szenario 2) oder dass sie ihre jetzigen Ausgaben beibehalten, falls die Erwartungen zu sinkenden Ausgaben führen.

Mit linearer Regression wird der statistische Zusammenhang zwischen Digitalisierung und tatsächlichen Ausgaben ermittelt. Nimmt man nun an, dass die Digitalisierung sich an eine höhere Benchmark anpasst, kann man die Benchmarkwerte in die zuvor ermittelte Regressionsgleichung einsetzen, um höhere Ausgaben zu simulieren.

Um nicht zu unterschiedliche Unternehmen zu vergleichen, werden Benchmarkwerte je für Unternehmen einer Größenklasse und eines Sektors berechnet. Das Ausgabenverhalten wird überdies innerhalb einzelner Klassen den ursprünglichen Ausgaben angeglichen. Das Szenario wird in folgenden Schritten konstruiert:

1. In einem ersten Schritt werden Benchmarkwerte für Variablen zu Digitalisierungsgrad und Digitalisierungsprojekten gebildet. Innerhalb jeder der 20 Zellen, die in der Kombination von vier Größenklassen und fünf Sektoren entstehen, wird für alle 14 erhobenen Variablen der Clusteranalyse zum Digitalisierungsgrad und alle 10 Projektarten der Wert errechnet, der sich aus dem Mittelwert in der Zelle plus einer halben Standardabweichung ergibt. Das Maximum dieses Wertes wird auf 1 beschränkt. Es wird also angenommen, dass die Digitalisierung in jeder beobachteten Dimension innerhalb der 20 Zellen um eine halbe Standardabweichung ansteigt.
2. Innerhalb von vier Ausgabenklassen für Digitalisierungsprojekte (bis 10.000 Euro, ab 10.000 Euro bis 40.000 Euro, ab 40.000 Euro bis 100.000 Euro und ab 100.000 Euro) werden die logarithmierten Ausgaben linear auf den logarithmierten Umsatz, die 14 Variablen des Stufenmodells und die 10 Projektvariablen sowie 17 Branchendummies und 4 Größenklassendummies regressiert. Dies erfolgt mit den tatsächlichen Werten aller Variablen. Das auf diese Weise geschätzte Modell wird im nächsten Schritt verwendet, um die Digitalisierungsausgaben unter der Annahme einer Steigerung des Digitalisierungsgrades und der Digitalisierungsaktivitäten in den Unternehmen zu simulieren.

3. Innerhalb der vier Ausgabenklassen werden die Koeffizienten der Regressionsanalyse verwendet, um Ausgabenwerte für jedes Unternehmen zu simulieren. Hierbei wird angenommen, dass jedes Unternehmen bezüglich der Digitalisierungsvariablen die Benchmarkwerte erreicht. Für die Unternehmen, die 2013 bis 2015 keine Ausgaben getätigt haben, werden die Regressionskoeffizienten der untersten Ausgabengruppe verwendet.
4. Für Unternehmen, in denen die tatsächlichen, in der Umfrage erhobenen Digitalisierungsausgaben über den mit der Benchmark simulierten Ausgaben liegen, werden tatsächlichen Digitalisierungsausgaben in Szenario 3 beibehalten. Für Unternehmen, für die die unter Szenario 2 berechneten Ausgaben höher ausfallen, als die simulierten und die tatsächlichen, werden die Ausgaben von Szenario 2 zugrunde gelegt.

Die so simulierten Digitalisierungsausgaben werden mit Umsatzgewichten auf die Grundgesamtheit der Unternehmen hochgerechnet. Auf diese Weise erhält man Digitalisierungsausgaben von 11,37 Milliarden Euro, was einer Steigerung von 32 Prozent entspricht. Wenn man optimistisch eine analoge Anpassung für die Kleinstunternehmen und die fehlenden Branchen unterstellt, ergibt dies eine Steigerung der Ausgaben von aktuell 10 Milliarden im Mittelstand nach KfW-Definition auf etwa 13 Milliarden Euro.

**Tabelle A.1: Branchenklassifikation**

Branchen	NACE 2.0	Bezeichnung	
verarbeitendes Gewerbe nicht FuE-intensiv	10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	
	11	Getränkeherstellung	
	12	Tabakverarbeitung	
	13	Herstellung von Textilien	
	14	Herstellung von Bekleidung	
	15	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	
	16	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	
	17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	
	18	Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	
	22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	
	23	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	
	24	Metallerzeugung und -bearbeitung	
	25	Metallerzeugung und Metallzerzeugnissen	
	31	Herstellung von Möbeln	
	32	Herstellung von sonstigen Waren	
	33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	
	verarbeitendes Gewerbe FuE- intensiv	20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen
		21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen
26		Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	
27		Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	
28		Maschinenbau	
29		Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	
30		Sonstiger Fahrzeugbau	
Handel		45	Handel mit Kraftfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen
		47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
		46	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
	wissensintensive Dienstleistungen	58	Verlagswesen
		59	Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen und Fernsehprogrammen; Kinos; Tonstudios und Verlegen von Musik
		60	Rundfunkveranstalter
EDV-, Telekommunikationsdienst- leistungen	61	Telekommunikation	
	62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	
	63	Informationsdienstleistungen	

## Branchenklassifikation (Forts.)

Branchen		Nace 2.0	Bezeichnung
wissensintensive Dienstleistungen	Unternehmensberatung, Werbung	69 702 73	Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung Public-Relations- und Unternehmensberatung Werbung und Marktforschung
	Wissenschaftliche und Technische Dienstleistungen	71 72 74	Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische und chemische Untersuchung Forschung und Entwicklung Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten
nicht wissensintensive Dienstleistungen	Transportdienstleistungen	49	Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen
		50	Schifffahrt
		51	Luftfahrt
	Unternehmensdienstleistungen	52	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr
		53	Post-, Kurier- und Expressdienste
		79	Reisebüros, Reiseveranstalter und Erbringung sonstiger Reservierungsdienstleistungen
	78	Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften	
	80	Wach- und Sicherheitsdienste sowie Detekteien	
	81	Gebäudebetreuung; Garten- und Landschaftsbau	
	82	Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen für Unternehmen und Privatpersonen a. n. B.	

## B Statistischer Anhang

**Tabelle B.1: IT Nutzung in Unternehmen**

- in Prozent -

	Anteil der Beschäftigten, die ...		
	überwiegend am PC arbeiten	Zugang zum Internet haben	Zugang zu mobilen Endgeräten haben
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>			
5 bis 9	49,7	69,6	32,3
10 bis 49	42,3	56,4	21,8
50 bis 149	46,1	55,5	20,9
150 und mehr Beschäftigte	44,1	47,4	18,1
<b>Branchen</b>			
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	43,7	55,2	19,0
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	30,7	38,2	15,6
Handel	42,4	57,8	16,9
Wissensintensive Dienstleistungen	84,9	93,5	40,5
Sonstige Dienstleistungen	36,7	38,4	19,6
<i>Gesamter Mittelstand</i>	44,5	53,3	20,9

**Tabelle B.2: Unternehmen mit eigener Webseite und Nutzung von ERP-Software**

- in Prozent -

	Webseite	ERP-Software
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>		
5 bis 9	84,4	35,2
10 bis 49	91,8	47,0
50 bis 149	98,2	76,5
150 und mehr Beschäftigte	98,2	89,3
<b>Branchen</b>		
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	98,4	66,2
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	90,4	46,9
Handel	86,2	47,8
Wissensintensive Dienstleistungen	95,8	49,7
Sonstige Dienstleistungen	83,9	30,9
<i>Gesamter Mittelstand</i>	89,4	46,2



**Tabelle B.4: Nutzung von Social Media Anwendungen und Internetanwendungen zur Information und Kommunikation**

- in Prozent -

	Social Media				
	Profil in sozialen Netzwerken	Blog	Kollaborationsplattformen	Internes Wiki	Mindestens 2 Anwendungen
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>					
5 bis 9	24,1	4,3	19,4	4,7	14,3
10 bis 49	29,8	5,2	19,3	8,8	15,4
50 bis 149	38,3	8,6	24,3	22,5	26,1
150 und mehr Beschäftigte	48,3	18,0	24,3	33,9	38,7
<b>Branchen</b>					
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	20,3	3,7	23,2	14,2	15,1
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	22,9	3,5	19,4	5,0	10,9
Handel	29,3	5,3	14,7	4,4	12,6
Wissensintensive Dienstleistungen	41,2	11,7	35,0	24,2	36,9
Sonstige Dienstleistungen	23,9	2,5	12,4	4,4	9,2
<i>Gesamter Mittelstand</i>	28,9	5,6	20,0	9,2	16,8

	Internetanwendungen zur Information u. Kommunikation				
	Produktbewertungen	Auswertung Social Media	Online-Werbung	E-Recruitment	Mindestens 2 Anwendungen
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>					
5 bis 9	26,5	19,6	22,6	19,4	20,8
10 bis 49	21,7	21,4	21,7	27,8	25,3
50 bis 149	17,4	22,4	27,8	41,7	29,3
150 und mehr Beschäftigte	16,5	33,9	40,6	59,4	46,5
<b>Branchen</b>					
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	14,8	23,1	20,9	24,6	22,6
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	20,2	19,9	22,0	22,4	22,8
Handel	34,3	25,8	30,0	20,4	29,9
Wissensintensive Dienstleistungen	11,6	17,5	16,7	42,4	22,5
Sonstige Dienstleistungen	21,3	17,3	20,8	26,2	19,6
<i>Gesamter Mittelstand</i>	23,2	21,2	23,4	26,6	24,6

**Tabelle B.5: Anwendung von Cloud-Computing und Analyse großer Datenmengen**

- in Prozent -

	Cloud-Computing	Analyse großer Datenmengen
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>		
5 bis 9	21,4	12,9
10 bis 49	20,1	20,0
50 bis 149	26,2	32,3
150 und mehr Beschäftigte	31,2	41,9
<b>Branchen</b>		
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	15,5	16,9
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	13,8	13,9
Handel	21,1	22,1
Wissensintensive Dienstleistungen	34,6	21,9
Sonstige Dienstleistungen	19,0	15,9
<i>Gesamter Mittelstand</i>	21,6	18,9

**Tabelle B.6: Industrie 4.0-Projekte und Angebot von Apps**

- Industrie 4.0: durchgeführte und für nähere Zukunft geplante Projekte -

- in Prozent -

	Projekte im Bereich Industrie 4.0	Angebot von Apps
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>		
5 bis 9	2,0	8,4
10 bis 49	4,8	9,4
50 bis 149	9,2	16,1
150 und mehr Beschäftigte	16,9	24,6
<b>Branchen</b>		
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	15,6	7,1
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	4,5	4,9
Handel	2,0	14,6
Wissensintensive Dienstleistungen	8,4	13,3
Sonstige Dienstleistungen	0,6	5,1
<i>Gesamter Mittelstand</i>	4,5	10,1

**Tabelle B.7: Geschäftsbereichsübergreifende Digitalisierungsstrategie**

- in Prozent

	Strategie vorhanden	Hauptgrund für Einführung der Digitalisierungsstrategie		
		Kundenanforderungen	Wettbewerbsdruck	Nutzung neuer Chancen
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>				
5 bis 9	17,4	36,9	10,8	52,3
10 bis 49	24,0	31,2	14,0	54,9
50 bis 149	27,9	29,2	16,2	54,6
150 und mehr Beschäftigte	31,2	24,0	8,1	67,9
<b>Branchen</b>				
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	22,8	30,1	9,8	60,1
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	15,3	35,8	6,4	57,8
Handel	22,3	23,6	18,8	57,7
Wissensintensive Dienstleistungen	29,2	34,7	8,9	56,4
Sonstige Dienstleistungen	19,3	46,6	13,6	39,9
<i>Gesamter Mittelstand</i>	21,8	32,5	12,8	54,7



**Tabelle B.9: Einteilung der Unternehmen in Digitalisierungscluster**

- in Prozent -

	Nachzügler	Mittelfeld	Vorreiter
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>			
5 bis 9	32,5	51,4	16,1
10 bis 49	35,2	46,8	18,0
50 bis 149	24,2	49,2	26,6
150 und mehr Beschäftigte	14,0	47,4	38,6
<b>Branchen</b>			
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	31,4	45,5	23,1
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	45,0	42,3	12,7
Handel	33,8	47,5	18,7
Wissensintensive Dienstleistungen	10,2	59,1	30,7
Sonstige Dienstleistungen	40,1	49,5	10,4
<b>Ausgaben für Digitalisierungsprojekte</b>			
keine Ausgaben	29,8	12,5	7,1
1€ - 39.999€	65,7	75,4	66,6
mehr als 40.000€	4,5	12,2	26,2
<b>Digitalisierungsprojekte</b>			
Technologische Projekte	65,4	80,5	89,8
Kompetenzprojekte	44,7	69,9	84,3
Digitalisierungsprojekte insgesamt	70,2	87,4	92,9
<i>Gesamter Mittelstand</i>	32,2	49,0	18,7

**Tabelle B.10: Durchführung von Digitalisierungsprojekten**

- in Prozent -

	Digitalisierungsprojekte insgesamt	Technologieprojekte	Kompetenzprojekte
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>			
5 bis 9	78,3	71,6	55,8
10 bis 49	84,1	79,7	66,0
50 bis 149	95,4	91,3	80,0
150 und mehr Beschäftigte	97,8	94,9	87,6
<b>Branchen</b>			
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	84,1	79,4	69,2
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	82,3	78,3	57,6
Handel	81,4	74,1	65,4
Wissensintensive Dienstleistungen	93,2	87,2	79,7
Sonstige Dienstleistungen	75,7	72,9	47,1
<i>Gesamter Mittelstand</i>	83,1	77,8	63,7

**Tabelle B.11: Digitalisierungsprojekte in Unternehmen**

- in Prozent -

	Technologieprojekte				
	Hardware	Software	Cloud u.ä.	Webseite	Verknüpfung der IT
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>					
5 bis 9	36,7	40,2	20,6	27,4	12,8
10 bis 49	47,9	47,2	28,2	35,4	24,8
50 bis 149	60,8	65,4	33,6	47,3	31,1
150 und mehr Beschäftigte	68,3	73,9	28,7	46,8	37,4
<b>Branchen</b>					
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	48,1	51,2	20,2	36,3	18,7
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	43,1	48,3	23,7	33,5	20,1
Handel	40,9	45,9	25,5	29,6	22,9
Wissensintensive Dienstleistungen	53,1	51,1	29,5	42,8	18,8
Sonstige Dienstleistungen	44,6	40,5	24,0	29,1	19,9
<b>Ausgaben für Digitalisierungsprojekte</b>					
1€ - 39.999€	51,5	53,0	28,7	38,1	22,3
mehr als 40.000 €	69,1	78,5	42,1	54,3	42,3
<i>Gesamter Mittelstand</i>	45,0	46,8	25,3	33,4	20,7

	Technolo- gieprojekte	Kompetenzprojekte			
	Sicherheit	Beratung	Reorganisation	Marketing	Weiterbildung
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>					
5 bis 9	28,0	27,1	19,1	19,3	33,9
10 bis 49	43,1	36,7	27,6	24,1	41,7
50 bis 149	54,2	42,1	46,4	32,6	51,6
150 und mehr Beschäftigte	64,1	51,4	56,0	34,2	54,7
<b>Branchen</b>					
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	49,9	33,3	35,0	23,6	43,6
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	37,6	27,7	21,5	18,7	33,8
Handel	34,4	35,2	25,8	28,7	43,3
Wissensintensive Dienstleistungen	44,7	46,1	35,5	21,4	49,9
Sonstige Dienstleistungen	35,6	23,1	21,4	19,5	26,4
<b>Ausgaben für Digitalisierungsprojekte</b>					
1€ - 39.999€	43,5	37,6	27,6	25,8	44,0
mehr als 40.000 €	64,4	59,2	63,1	41,4	72,9
<i>Gesamter Mittelstand</i>	38,4	33,6	26,7	23,1	39,7

**Tabelle B.12: Verteilung der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte**

- in Prozent -

	0 €	1€ - 9.999€	10.000€ - 39.999€	40.000€ - 99.999€	≥100.000€
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>					
5 bis 9	21,5	60,2	15,3	2,5	0,5
10 bis 49	15,8	40,8	32,5	7,6	3,3
50 bis 149	4,6	20,1	39,7	21,5	14,0
150 und mehr Beschäftigte	2,1	6,3	21,5	21,7	48,3
<b>Branchen</b>					
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	15,9	28,4	30,3	13,6	11,8
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	17,7	48,1	23,3	6,0	5,0
Handel	18,5	48,5	23,9	5,9	3,2
Wissensintensive Dienstleistungen	6,8	40,2	34,5	11,8	6,7
Sonstige Dienstleistungen	24,0	51,9	17,8	3,4	3,0
<i>Gesamter Mittelstand</i>	16,8	46,0	25,3	7,2	4,8

**Tabelle B.13: Erwartete Entwicklung der Digitalisierungsausgaben bis 2018**

- in Prozent -

	Senkung	Konstante Entwicklung	Steigerung um höchstens 10%	Steigerung um mindestens 10%
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>				
5 bis 9	12,8	44,2	21,1	21,9
10 bis 49	17,6	36,2	20,9	25,3
50 bis 149	17,4	33,8	22,9	26,0
150 und mehr Beschäftigte	13,8	29,6	25,1	31,6
<b>Branchen</b>				
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	13,4	35,8	20,8	30,0
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	16,4	36,2	21,4	26,0
Handel	14,9	41,6	20,2	23,3
Wissensintensive Dienstleistungen	13,6	42,9	15,0	28,5
Sonstige Dienstleistungen	18,9	32,3	33,1	15,9
<i>Gesamter Mittelstand</i>	15,5	38,9	21,4	24,3

**Tabelle B.14: Verwendung hypothetischer zusätzlicher Mittel**

- in Prozent -

	<b>Technologische Projekte</b>	<b>Kompetenz- projekte</b>	<b>Andere Investitionen</b>	<b>Andere Verwendung</b>
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>				
5 bis 9	30,2	31,4	70,9	57,2
10 bis 49	38,6	37,5	73,1	54,5
50 bis 149	50,3	45,0	73,9	54,2
150 und mehr Beschäftigte	58,6	50,4	65,7	52,2
<b>Branchen</b>				
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	42,6	35,9	74,9	58,6
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	38,7	28,8	79,6	56,0
Handel	31,7	37,2	75,4	51,7
Wissensintensive Dienstleistungen	46,7	45,1	60,5	58,7
Sonstige Dienstleistungen	30,9	31,7	68,4	57,6
<i>Gesamter Mittelstand</i>	36,8	36,0	71,9	55,6

**Tabelle B.15: Genutzte Finanzierungsformen für Digitalisierungsprojekte**

- in Prozent -

	Cashflow	Kapitaler- höhung	kurzfristige Kredite	langfristige Kredite	Öffentliche Zuschüsse
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>					
5 bis 9	91,3	0,8	6,7	1,7	1,1
10 bis 49	92,3	2,1	9,7	3,7	7,1
50 bis 149	92,5	3,4	13,5	4,4	9,3
150 und mehr Beschäftigte	93,9	1,4	10,4	4,8	9,6
<b>Branchen</b>					
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	96,4	2,0	8,1	4,4	6,9
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	90,8	1,5	8,0	3,6	6,7
Handel	87,2	1,5	10,8	2,7	3,2
Wissensintensive Dienstleistungen	97,7	2,6	10,0	1,2	5,1
Sonstige Dienstleistungen	93,8	0,8	4,9	5,0	5,6
<i>Gesamter Mittelstand</i>	92,0	1,6	8,9	3,0	5,0

	Öffentliche Kredite	Leasing	Factoring	Andere
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>				
5 bis 9	0,2	19,1	1,4	0,4
10 bis 49	1,8	29,7	3,9	2,0
50 bis 149	0,8	40,0	3,2	1,1
150 und mehr Beschäftigte	0,4	45,8	2,1	1,7
<b>Branchen</b>				
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	0,4	26,6	1,8	2,2
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	0,8	26,4	2,8	1,1
Handel	1,5	28,1	4,2	0,1
Wissensintensive Dienstleistungen	0,5	25,0	1,1	2,1
Sonstige Dienstleistungen	0,9	29,6	2,2	2,2
<i>Gesamter Mittelstand</i>	1,0	27,2	2,7	1,2

**Tabelle B.16: Verteilung der Ausgaben für Digitalisierungsprojekte auf Finanzierungsformen**

- in Prozent -

	Cashflow	Kapitalerhöhung	kurzfristige Kredite	langfristige Kredite	Öffentliche Zuschüsse
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>					
5 bis 9	90,8	0,2	1,2	0,2	0,1
10 bis 49	80,2	0,3	3,0	0,5	0,8
50 bis 149	75,2	0,3	4,2	0,5	3,6
150 und mehr Beschäftigte	73,5	0,3	1,6	0,5	1,1
<b>Branchen</b>					
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	65,2	0,1	1,5	0,7	0,6
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	79,2	0,6	2,0	0,8	0,8
Handel	81,4	0,1	3,2	0,2	1,9
Wissensintensive Dienstleistungen	80,5	0,5	2,6	0,7	2,2
Sonstige Dienstleistungen	76,3	0,4	2,6	0,5	2,7
<i>Gesamter Mittelstand</i>	77,2	0,3	2,5	0,5	1,5

	Öffentliche Kredite	Leasing	Factoring	Andere
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>				
5 bis 9	0,1	7,3	0,0	0,1
10 bis 49	0,3	12,4	0,6	0,1
50 bis 149	2,4	12,9	0,6	0,1
150 und mehr Beschäftigte	0,0	22,9	0,0	0,1
<b>Branchen</b>				
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	0,0	31,9	0,0	0,0
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	0,1	16,1	0,4	0,1
Handel	1,4	11,6	0,2	0,0
Wissensintensive Dienstleistungen	0,1	12,2	0,6	0,6
Sonstige Dienstleistungen	0,1	16,5	0,8	0,2
<i>Gesamter Mittelstand</i>	0,6	17,1	0,3	0,1

**Tabelle B.17: Aspekte, die den Einsatz digitaler Technologien erschweren**

- in Prozent -

	Hohe Investitions-/ Betriebskosten			Ungeeignete Finanzierungsmöglichkeiten			Umstellung/Anpassung der IT-Systeme		
	stark	etwas	nicht	stark	etwas	nicht	stark	etwas	nicht
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>									
5 bis 9	18,6	34,5	46,9	8,2	26,5	65,3	19,2	31,6	49,2
10 bis 49	22,6	40,7	36,8	8,8	23,2	68,1	20,6	34,4	45,0
50 bis 149	26,3	36,7	37,0	7,5	20,4	72,1	17,9	43,8	38,3
150 und mehr Beschäftigte	23,2	44,9	31,8	4,2	20,4	75,4	21,6	47,8	30,6
<b>Branchen</b>									
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	23,8	40,9	35,2	7,7	22,0	70,3	18,0	41,1	40,9
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	29,2	35,0	35,8	9,7	24,9	65,4	21,0	32,8	46,2
Handel	17,9	39,9	42,2	8,2	24,9	66,9	24,0	35,7	40,3
Wissensintensive Dienstleistungen	15,9	38,6	45,5	6,4	23,2	70,4	16,3	34,6	49,1
Sonstige Dienstleistungen	23,6	35,1	41,3	8,7	24,5	66,7	15,0	31,9	53,1
<i>Gesamter Mittelstand</i>	21,2	37,8	41,0	8,2	24,3	67,5	19,8	34,5	45,7
	Unsicherheit bzgl. technologischer Entwicklung			Unsicherheit bzgl. zukünftiger digitaler Standards			Datenschutz bzw. Datensicherheit		
	stark	etwas	nicht	stark	etwas	nicht	stark	etwas	nicht
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>									
5 bis 9	11,3	33,8	54,9	13,0	35,8	51,2	14,9	40,1	45,0
10 bis 49	14,2	33,7	52,2	16,2	39,2	44,5	25,2	40,5	34,3
50 bis 149	7,0	43,8	49,2	10,4	41,8	47,8	24,1	43,7	32,2
150 und mehr Beschäftigte	9,8	47,1	43,1	11,8	42,3	45,9	26,5	46,7	26,8
<b>Branchen</b>									
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	9,6	42,6	47,7	11,2	43,2	45,6	29,2	38,5	32,4
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	11,9	37,3	50,8	15,2	39,8	45,0	21,2	38,9	39,9
Handel	15,7	36,4	48,0	19,3	39,4	41,3	20,2	44,5	35,3
Wissensintensive Dienstleistungen	5,8	33,9	60,3	6,5	35,9	57,7	21,2	37,1	41,7
Sonstige Dienstleistungen	13,6	29,1	57,2	13,0	34,3	52,7	17,8	41,0	41,1
<i>Gesamter Mittelstand</i>	12,1	35,2	52,7	14,2	38,1	47,7	20,8	40,8	38,4

**Aspekte, die den Einsatz digitaler Technologien erschweren (Forts.)**

- in Prozent -

	Geschwindigkeit der Internetver- bindung			Mangel an geeigneten IT- Fachkräften			Mangelnde IT-Kompetenzen der Beschäftigten		
	stark	etwas	nicht	stark	etwas	nicht	stark	etwas	nicht
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>									
5 bis 9	26,5	27,7	45,9	18,6	26,9	54,5	17,2	45,0	37,8
10 bis 49	36,8	25,8	37,4	22,7	37,6	39,7	25,3	45,3	29,4
50 bis 149	32,3	27,9	39,7	21,2	41,6	37,2	22,3	52,3	25,4
150 und mehr Beschäftigte	20,7	27,4	51,8	24,7	49,2	26,1	18,6	52,0	29,4
<b>Branchen</b>									
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	35,6	28,8	35,6	23,4	35,7	40,8	18,9	45,8	35,3
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	32,3	26,8	40,9	23,8	33,4	42,8	22,9	45,8	31,3
Handel	34,5	26,4	39,1	22,3	35,9	41,9	24,9	47,7	27,4
Wissensintensive Dienstleistungen	24,3	26,9	48,8	16,8	31,6	51,6	13,5	42,5	44,1
Sonstige Dienstleistungen	30,7	27,0	42,4	18,7	32,1	49,3	22,3	47,4	30,3
<i>Gesamter Mittelstand</i>	31,3	26,9	41,8	20,9	33,8	45,3	21,3	46,1	32,7
	Anpassung der Unternehmens- und Arbeitsorganisation			Unsicherheit bzgl. Anwendungen und Nutzen der digit. Technologien					
	stark	etwas	nicht	stark	etwas	nicht			
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>									
5 bis 9	9,9	39,3	50,7	9,0	44,2	46,8			
10 bis 49	14,3	47,0	38,8	10,8	43,9	45,3			
50 bis 149	14,1	53,6	32,2	10,0	42,2	47,7			
150 und mehr Beschäftigte	19,6	53,0	27,5	9,1	42,6	48,3			
<b>Branchen</b>									
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	15,4	50,8	33,8	8,2	48,2	43,6			
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	18,9	41,5	39,5	11,8	41,6	46,6			
Handel	12,9	47,2	39,9	12,7	49,3	38,0			
Wissensintensive Dienstleistungen	6,3	42,9	50,8	5,4	33,1	61,5			
Sonstige Dienstleistungen	10,9	42,2	46,8	8,1	46,6	45,3			
<i>Gesamter Mittelstand</i>	12,6	44,5	42,9	9,9	43,8	46,3			

**Tabelle B.18: Wahrscheinlichkeit zukünftiger Wettbewerbsszenarien**

- in Prozent -

	Preisdruck durch Konkurrenz von digital basierten Angeboten				Flexiblere Reaktion auf Kundenwünsche aufgrund digitaler Konkurrenz				Kundennachfrage verschiebt sich zu digitalen Produkten der Konkurrenz				
	sehr hoch	eher hoch	eher gering	sehr gering	sehr hoch	eher hoch	eher gering	sehr gering	sehr hoch	eher hoch	eher gering	sehr gering	
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>													
5 bis 9	12,3	20,8	45,2	21,7	21,9	26,6	34,0	17,4	7,3	17,6	44,7	30,5	
10 bis 49	14,9	25,6	41,3	18,1	24,0	32,3	28,3	15,4	7,3	16,2	49,0	27,5	
50 bis 149	9,9	23,0	48,4	18,6	21,2	28,1	32,2	18,5	4,9	16,1	43,1	35,8	
150 und mehr Beschäftigte	14,9	21,1	46,3	17,6	22,8	28,0	32,9	16,3	4,9	19,0	42,6	33,5	
<b>Branchen</b>													
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	5,7	17,5	52,5	24,3	13,2	29,2	38,9	18,7	2,8	10,5	45,5	41,2	
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	10,4	19,0	48,6	22,0	18,0	23,5	38,6	19,8	5,8	12,8	46,1	35,4	
Handel	18,8	28,3	40,8	12,1	27,9	33,4	27,0	11,7	10,2	21,6	47,3	20,9	
Wissensintensive Dienstleistungen	10,4	25,3	40,8	23,6	26,6	30,5	26,1	16,8	7,1	17,1	49,0	26,8	
Sonstige Dienstleistungen	12,4	17,5	44,5	25,6	17,7	26,6	34,3	21,3	3,7	14,8	42,3	39,2	
<i>Gesamter Mittelstand</i>	13,4	23,1	43,8	19,7	22,8	29,3	31,3	16,6	7,0	16,9	46,4	29,7	
<b>Konkurrenz durch Start-ups oder marktfremde digital basierte Firmen</b>													
<b>Beschäftigtengrößenklassen</b>													
5 bis 9	5,3	10,5	42,3	41,9									
10 bis 49	7,0	12,1	39,9	40,9									
50 bis 149	3,9	11,8	33,1	51,2									
150 und mehr Beschäftigte	8,8	8,5	37,3	45,3									
<b>Branchen</b>													
FuE-intensives verarbeitend. Gewerbe	1,6	4,4	32,8	61,2									
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	3,7	5,5	41,3	49,4									
Handel	9,2	13,7	46,6	30,5									
Wissensintensive Dienstleistungen	7,8	17,1	34,6	40,5									
Sonstige Dienstleistungen	2,5	9,0	35,9	52,5									
<i>Gesamter Mittelstand</i>	6,1	11,3	40,2	42,4									

## C Quellenverzeichnis

(BMWi) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015a). Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2015. Berlin.

(BMWi) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015b). Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL Wirtschaftsindex DIGITAL: Mittelstand 2015. Berlin.

(BMWi) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). Digitale Strategie 2025. Berlin.

Commerzbank AG (2015). Management im Wandel: Digitaler, effizienter, flexibler!. Frankfurt am Main.

(Destatis) Statistisches Bundesamt (2016). Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen Arbeitsunterlage Investitionen - 1. Vierteljahr 2016. Wiesbaden.

(EFI) Expertenkommission Forschung und Innovation (2016): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2016. Berlin.

Gehrke, B., Ch. Rammer, R. Frietsch, P. Neuhäusler (2010). Listen wissens- und technologieintensiver Wirtschaftszweige. Zwischenbericht zu den NIW/ISI/ZEW-Listen 2010/2011. Erschienen als Studie zum deutschen Innovationssystem Nr. 19-2010.

Kirner, E., Som, O., Jäger, A. (2015). Innovation strategies and patterns of non-R&D-performing and non-R&D-intensive firms. in: O. Som, E. Kirner (Hrsg.). Low-tech Innovation: Competitiveness of the German Manufacturing Sector. Springer, 91-112.

Lichtblau, K., V. Stich, R. Bertenrath, M. Blum, M. Bleider, A. Millack, M. Schröter (2015). Industrie 4.0-Readiness. Aachen, Köln. Impuls/VDMA.

(OECD) Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2016). OECD Data - ICT investment, URL: <https://data.oecd.org/ict/ict-investment.htm> (Stand: 26.07.2016).

Peters, B., Ch. Rammer, H. Hottenrott (2006). Innovationsfinanzierung: Stand, Hindernisse, Perspektiven. in: KfW. Innovationen im Mittelstand, Mittelstands- und Strukturpolitik Bd. 37 Frankfurt am Main, 91-144.

Rammer, C., T. Schubert, P. Hünermund, M. Köhler, Y. Iferd, B. Peters (2016a). Dokumentation zur Innovationserhebung 2015. ZEW-Dokumentation 16-01. Mannheim.

Rammer, C., S. Gottschalk, B. Peters, J. Bersch, D. Erdsiek (2016b). Die Rolle von KMU für Forschung und Innovation in Deutschland, Studie im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 10/2016, Berlin.

Niebel, T., J. Ohnemus, S. Viete (2015). ZEW IKT-Report – Unternehmensbefragung zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Mannheim.