

# *Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution*

*In unserer Studie erfahren Sie, wie Industrieunternehmen den digitalen Wandel gestalten und neue Wachstumspotenziale erschließen. Eine Befragung in fünf Kernbranchen.*





---

# ***Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution***

*In unserer Studie erfahren Sie, wie Industrieunternehmen den digitalen Wandel gestalten und neue Wachstumspotenziale erschließen. Eine Befragung in fünf Kernbranchen.*



## **Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution**

Herausgegeben von der PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft  
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft

Von Dr. Reinhard Geissbauer (PwC), Stefan Schrauf (PwC), Volkmar Koch (Strategy&) und  
Simon Kuge (Strategy&)

Oktober 2014, 52 Seiten, 28 Abbildungen, Softcover

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigungen, Mikroverfilmung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien sind ohne Zustimmung der Herausgeber nicht gestattet.

Die Inhalte dieser Publikation sind zur Information unserer Mandanten bestimmt. Sie entsprechen dem Kenntnisstand der Autoren zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Für die Lösung einschlägiger Probleme greifen Sie bitte auf die in der Publikation angegebenen Quellen zurück oder wenden sich an die genannten Ansprechpartner. Meinungsbeiträge geben die Auffassung der einzelnen Autoren wieder. In den Grafiken kann es zu Rundungsdifferenzen kommen.

# Inhaltsverzeichnis

A	Industrie 4.0 – die vierte industrielle Revolution .....	6
B	Kernaussagen der Studie .....	9
C	Die Studienergebnisse im Detail .....	14
1	Industrie 4.0 transformiert das gesamte Unternehmen und gehört auf die CEO-Agenda. ....	15
2	Deutsche Industrieunternehmen investieren bis 2020 jährlich 40 Milliarden Euro in Industrie 4.0-Anwendungen. ....	17
3	In fünf Jahren werden über 80% der Unternehmen ihre Wertschöpfungskette digitalisiert haben. ....	19
4	Industrie 4.0 führt zu einer höheren Produktions- und Ressourceneffizienz – 18% Effizienzsteigerung in fünf Jahren. ....	22
5	Die integrierte Analyse und Nutzung von Daten ist die Kernfähigkeit im Rahmen von Industrie 4.0. ....	24
6	Digitalisierung des Produkt- und Serviceportfolios ist der Schlüssel zum nachhaltigen Unternehmenserfolg. ....	27
7	Digitalisierte Produkte und Services erwirtschaften zusätzlich 30 Milliarden Euro pro Jahr für die deutsche Industrie. ....	29
8	Industrie 4.0 ermöglicht neue, oftmals disruptive digitale Geschäftsmodelle. ....	31
9	Horizontale Kooperationen ermöglichen eine bessere Erfüllung von Kundenanforderungen. ....	33
10	Industrie 4.0 birgt vielfältige Herausforderungen – Politik und Industrieverbände können helfen. ....	35
D	Ausblick und Handlungsempfehlungen .....	40
E	Methodisches Vorgehen .....	45
	Ihre Ansprechpartner .....	48
	Danksagung .....	50

## ***A Industrie 4.0 – die vierte industrielle Revolution***



Die vierte industrielle Revolution – gekennzeichnet durch eine zunehmende Digitalisierung und Vernetzung von Produkten, Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodellen – ist in der deutschen Industrie angekommen. Die vorliegende Studie *Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution* basiert auf einer Befragung von 235 deutschen Industrieunternehmen durch das Marktforschungsinstitut TNS Emnid und stellt die wesentlichen Merkmale, Chancen und Herausforderungen dieser Entwicklung vor. Befragt wurden Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau, Automobilzulieferer, der Prozessindustrie, der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie sowie der Informations- und Kommunikationsindustrie.

Als Ergebnis des digitalen Wandels erwarten die Befragten einerseits eine nahezu vollständige Transformation ihrer Unternehmen und andererseits die Notwendigkeit erheblicher Investitionen. Nach ihrer Einschätzung wird der Anteil der Investitionen in Industrie 4.0-Lösungen bei über 50% der geplanten Ausrüstungsinvestitionen der nächsten fünf Jahre liegen. Hochgerechnet wird die deutsche Industrie somit bis 2020 jährlich 40 Milliarden Euro in solche Lösungen investieren.

Ein erster wesentlicher Treiber für den Vormarsch von Industrie 4.0-Lösungen liegt in der Möglichkeit zur besseren Steuerung von horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsketten, für die die befragten Unternehmen Produktivitätsverbesserungen von mehr als 18% in den nächsten fünf Jahren erwarten. Knapp ein Fünftel der Industrieunternehmen hat bereits die Schlüsselprozesse entlang der Wertschöpfungskette digitalisiert; in fünf Jahren werden 85% der Unternehmen Industrie 4.0-Lösungen in allen wichtigen Unternehmensbereichen implementiert haben.

Ein zweiter wichtiger Treiber ist die Digitalisierung und Vernetzung der eigenen Produkte und Dienstleistungen, die zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit beiträgt und zusätzliche Umsatzsteigerungen von durchschnittlich 2 bis 3% pro Jahr erwarten lässt. Hochgerechnet auf die deutsche Industrielandschaft insgesamt ergeben sich hier Mehrumsätze von bis zu 30 Milliarden Euro pro Jahr.

Als dritter zentraler Treiber entstehen schließlich neue, oftmals disruptive digitale Geschäftsmodelle, die dem Kunden dank der auf ihn zugeschnittenen Lösungen einen signifikanten Zusatznutzen bieten. Diese Entwicklung ist eng verbunden mit einer erheblichen Zunahme von Kooperationen über die Wertschöpfungsketten hinweg sowie mit einer integrierten Nutzung und Analyse von Daten, die zur besseren Erfüllung von Kundenbedürfnissen beitragen und die neue Geschäftsmodelle oftmals erst ermöglichen.

Die vielfältigen Chancen, der erhebliche Umfang der Veränderungen wie auch die Höhe des Investitionsbedarfs machen das Thema Industrie 4.0 zu einem wichtigen Anliegen für die Führungsebenen der Unternehmen. Im Fokus stehen jedoch auch die zahlreichen Herausforderungen, die der Wandel mit sich bringt. Neben den zum Teil noch unklaren Business Cases für Industrie 4.0 müssen vor allem Industriestandards definiert und offene Fragen etwa im Bereich der Datensicherheit beantwortet werden. Auch eine zukunftsfeste Qualifizierung der Mitarbeiter von zunehmend digitalisierten Unternehmen betrachten die Befragten als eine zentrale Hürde. Bei diesen Themen können Politik und Industrieverbände wichtige Unterstützung leisten.

Die vierte industrielle Revolution hat begonnen und bietet den deutschen Industrieunternehmen attraktive Chancen. Dabei ist Industrie 4.0 für die Unternehmen alles andere als ein Selbstzweck. Industrie 4.0 ist eng verbunden mit klaren wirtschaftlichen Zielen und Nutzenpotenzialen und

bietet die Chance für eine bessere Differenzierung im globalen Wettbewerb. Unsere Untersuchung soll dazu beitragen, die zentralen Chancen und Herausforderungen zu erkennen und Lösungsansätze für die erfolgreiche Umsetzung aufzuzeigen. Die Zeit zu handeln ist jetzt!

## **Industrie 4.0 – Vision und Aufgabe zugleich**

Im Kern der Vision Industrie 4.0 steht mit dem „Internet der Dinge“ eine allgegenwärtige Vernetzung von Personen, Dingen und Maschinen. Diese Vernetzung soll eine Vielzahl neuer Dienste und Angebote hervorbringen. Auf einem virtuellen Marktplatz sollen Produkte, Transportmittel oder Werkzeuge untereinander aushandeln, welche Produktionselemente den nächsten Produktionsschritt am besten übernehmen könnten. So würde sich die virtuelle Welt mit den Objekten der realen Welt nahtlos verknüpfen.

Wo die großen zusätzlichen Vorteile dieser Vision im jeweiligen Fall liegen und welche Konsequenzen daraus folgen, bleibt noch zu definieren. Es gibt heute bereits enorm optimierte Fertigungsprozesse, die ausschließlich in einer festgelegten Sequenz abgearbeitet werden. Diese Technologien werden sich auch in Zukunft weiter verbessern und die Einführung des Neuen verlangsamen. Siemens verfolgt das Ziel, seine Kunden wettbewerbsfähiger zu machen und sie nach Kräften dabei zu unterstützen, sich

weiterzuentwickeln. Die durchgängige Digitalisierung der Wertschöpfungskette ist dabei Voraussetzung für die Zukunft der Industrie.

Beispiele für Fabriken, in denen die Fertigungsprozesse durchgehend digital unterstützt sind, gibt es bereits – jedoch sind dies noch Prozesse mit geringer Komplexität. Wenn zusätzlich zum „Shop Floor“ auch noch die Entwicklungs- und kaufmännischen Abteilungen aus dem „Office Floor“ digital integriert sind, beschreibt das die „Digital Enterprise“ mit einer durchgehend digitalisierten Wertschöpfungskette. Beispiele hierfür sind die beiden Elektronikwerke von Siemens in Amberg und Chengdu.

In Amberg werden rund 1.000 verschiedene Produkte hergestellt. Um diese flexibel und effizient produzieren zu können, werden modernste Softwaretools eingesetzt, wie die PLM-Programme NX und Teamcenter im Produktentstehungsprozess sowie eine Vielzahl von SIMATIC-Controllern und die MES-Software SIMATIC IT in der Produktionsdurchführung. Diese Produkte spielen nahtlos zusammen und sind über Schnittstellen mit den ERP-Systemen verbunden.

So konnte über die letzten zwanzig Jahre bei nahezu gleichbleibender Mitarbeiterzahl die Qualität deutlich verbessert (Reduktion von 550 auf 12 fehlerhafte Schritte bei insgesamt einer Million Prozessschritten) und das Produktionsvolumen gleichzeitig vervielfacht werden.

Die vorliegende Studie soll dazu beitragen, das Bewusstsein in der deutschen Industrie für den erforderlichen Weg zur Digitalisierung zu schaffen. Die Produkte von Siemens können die Nutzer dabei unterstützen, den vor ihnen liegenden Wandel in eine digitale Ökonomie erfolgreich zu bewältigen.



**Prof. Dr.-Ing. Dieter Wegener**  
Siemens AG, Digital Factory Division,  
Koordinator „Industrie 4.0“



## ***B Kernaussagen der Studie***



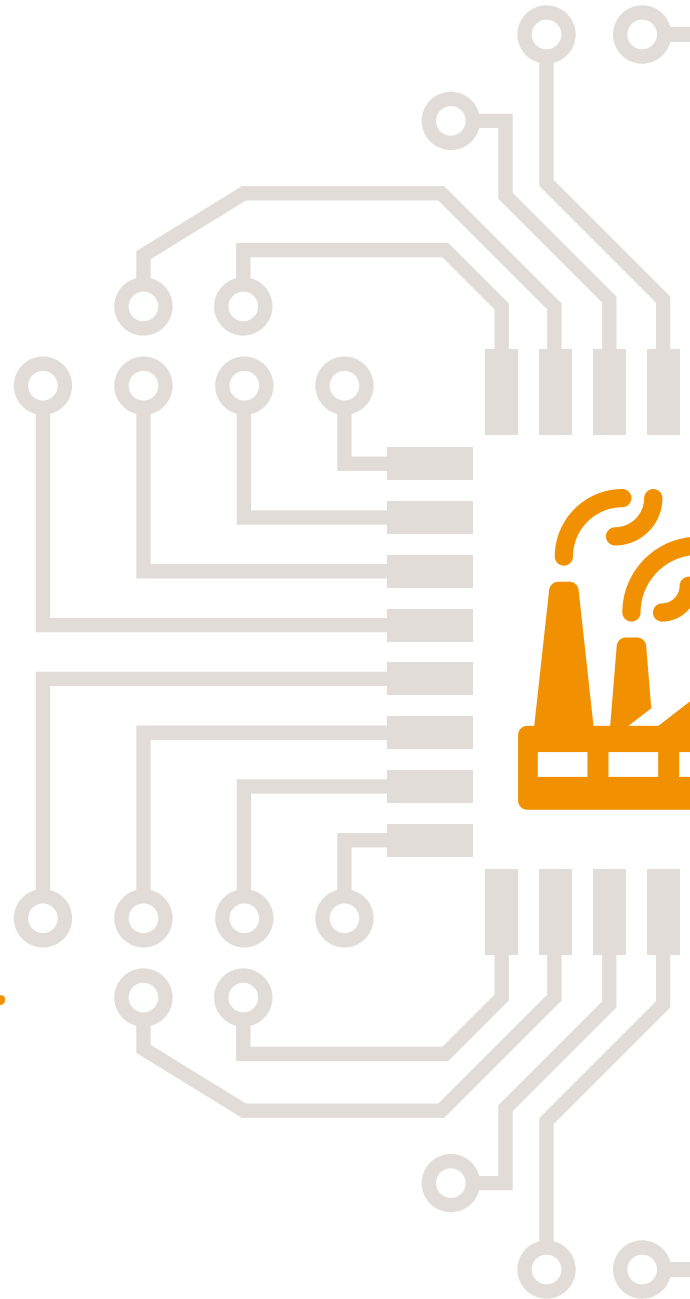
**1** *Industrie 4.0 transformiert das gesamte Unternehmen und gehört auf die CEO-Agenda.*

**2** *Deutsche Industrieunternehmen investieren bis 2020 jährlich 40 Mrd. € in Industrie 4.0-Anwendungen.*

**3** *In fünf Jahren werden über 80 % der Unternehmen ihre Wertschöpfungskette digitalisiert haben.*

**4** *Industrie 4.0 führt zu einer höheren Produktions- und Ressourceneffizienz – 18 % Effizienzsteigerung in fünf Jahren.*

**5** *Die integrierte Analyse und Nutzung von Daten ist die Kernfähigkeit im Rahmen von Industrie 4.0.*



**Industrie 4.0 birgt vielfältige Herausforderungen – Politik und Industrieverbände können helfen.**

**Horizontale Kooperationen ermöglichen eine bessere Erfüllung von Kundenanforderungen.**

**Industrie 4.0 ermöglicht neue, oftmals disruptive digitale Geschäftsmodelle.**

**Digitalisierte Produkte und Services erwirtschaften zusätzlich 30 Mrd. € pro Jahr für die deutsche Industrie.**

**Digitalisierung des Produkt- und Serviceportfolios ist der Schlüssel zum nachhaltigen Unternehmenserfolg.**

## Die Ergebnisse der Studie sind hier in den folgenden zehn Kernaussagen zusammengefasst:

### **1. Industrie 4.0 transformiert das gesamte Unternehmen und gehört auf die CEO-Agenda.**

Das Thema Industrie 4.0 umfasst nicht nur die Digitalisierung der horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsketten, sondern wird auch das Produkt- und Serviceangebot der Unternehmen revolutionieren – letztlich mit dem Ziel, Kundenbedürfnisse besser zu erfüllen. Die Nutzenpotenziale von Industrie 4.0 gehen weit über die Optimierung von Produktionstechniken hinaus. Um diese auszuschöpfen, sind erhebliche Investitionen erforderlich. Daher nimmt das Thema zwingend einen Spitzenplatz auf der Agenda von Vorständen und Geschäftsführern deutscher Industrieunternehmen ein.

### **2. Deutsche Industrieunternehmen investieren bis 2020 jährlich 40 Milliarden Euro in Industrie 4.0-Anwendungen.**

Die befragten Industrieunternehmen werden in den nächsten fünf Jahren durchschnittlich 3,3% ihres Jahresumsatzes in Industrie 4.0-Lösungen investieren. Dies entspricht fast 50% der geplanten neuen Ausrüstungsinvestitionen und einer jährlichen Summe von mehr als 40 Milliarden Euro bezogen auf die deutsche Industrielandschaft. Diese Investitionen werden entlang der gesamten Wertschöpfungskette eingesetzt werden müssen, um maximalen Erfolg zu erzielen.

### **3. In fünf Jahren werden über 80% der Unternehmen ihre Wertschöpfungskette digitalisiert haben.**

Bereits heute hat ein Viertel der Befragten einen hohen Digitalisierungsgrad der Wertschöpfungsketten erreicht, wobei häufig erst Teilbereiche und Insellösungen umgesetzt sind. Die Unternehmen erwarten, dass bis zum Jahr 2020 86% der horizontalen und 80% der vertikalen Wertschöpfungsketten einen hohen Digitalisierungsgrad aufweisen und damit eng miteinander verknüpft sein werden.

### **4. Industrie 4.0 führt zu einer höheren Produktions- und Ressourceneffizienz – 18% Effizienzsteigerung in fünf Jahren.**

Die Industrie muss mit immer weniger Rohstoffen und immer weniger Energie größere Mengen produzieren. Industrie 4.0 ermöglicht eine höhere Produktions-, Energie- und Ressourceneffizienz und schafft damit die Voraussetzungen, um nachhaltig wirtschaftlich produzieren zu können. Über alle Branchen hinweg versprechen sich die befragten Unternehmen eine durchschnittliche jährliche Effizienzsteigerung von 3,3% durch eine Digitalisierung der Wertschöpfungsketten. Das sind insgesamt 18% in den nächsten fünf Jahren. Mit Blick auf die Kostenreduktion erwarten sie jährliche Einsparungen von 2,6%.

### **5. Die integrierte Analyse und Nutzung von Daten ist die Kernfähigkeit im Rahmen von Industrie 4.0.**

Schon heute ist die effiziente Analyse und Nutzung von Daten für die Hälfte aller befragten Unternehmen von hoher Bedeutung. 90% sind der Ansicht, dass schon in fünf Jahren die Fähigkeit zur Datenanalyse für das Geschäftsmodell entscheidend sein wird. Dabei liegt der Fokus der Unternehmen primär auf dem effizienten Datenaustausch innerhalb der eigenen Wertschöpfungskette, der eindeutigen digitalen Kennzeichnung der Produkte und auf der Nutzung von Echtzeitdaten zur Steuerung der Produktion.

### **6. Digitalisierung des Produkt- und Serviceportfolios ist der Schlüssel zum nachhaltigen Unternehmenserfolg.**

30% der befragten Unternehmen haben ihre Produkte bereits weitgehend digitalisiert und ihr Angebot hin zu vernetzten und automatisierten Dienstleistungen ausgebaut. Ein mechanisch perfektes Produkt allein wird nicht mehr genügen, um im internationalen Wettbewerb langfristig bestehen zu können. Daher gehen mehr als vier von fünf Befragten – mit Ausnahme der Prozessindustrie – davon aus, in fünf Jahren einen hohen Digitalisierungsgrad ihres Produkt- und Serviceportfolios erreicht zu haben.

*„Industrie 4.0 transformiert unsere gesamte Wertschöpfungskette und ermöglicht die Entwicklung innovativer Produkte und Services. Wir müssen jetzt handeln!“*  
CEO, Hersteller von Bearbeitungsmaschinen

### **7. Digitalisierte Produkte und Services erwirtschaften zusätzlich 30 Milliarden Euro pro Jahr für die deutsche Industrie.**

Diejenigen Unternehmen, die ihr Produktangebot schon heute weitgehend digitalisiert haben, sind in den letzten drei Jahren überdurchschnittlich gewachsen. Die Hälfte der befragten Unternehmen erwartet auch für die nächsten fünf Jahre ein zweistelliges Wachstum infolge einer stärkeren Digitalisierung ihres Produkt- und Serviceportfolios. Jedes fünfte Unternehmen geht sogar von einer Umsatzsteigerung von über 20% aus. Insgesamt ergibt sich daraus eine durchschnittliche, inkrementelle Umsatzsteigerung von 2,5% pro Jahr. Auf die Gesamtheit aller Industrieunternehmen in den fünf Kernbranchen in Deutschland bezogen entspricht das einem jährlichen Umsatzpotenzial von über 30 Milliarden Euro.

### **8. Industrie 4.0 ermöglicht neue, oftmals disruptive digitale Geschäftsmodelle.**

Industrie 4.0 wird bestehende Geschäftsmodelle nachhaltig verändern und insbesondere auch neue, digitale – oftmals disruptive – Geschäftsmodelle hervorbringen. Im Mittelpunkt dieser Entwicklung stehen die Erhöhung des Kundennutzens durch ein zunehmendes Angebot von Mehrwertlösungen (anstelle von Produkten) und die erhöhte Vernetzung mit Kunden und Partnern. Die besondere Qualität des digitalen Wandels liegt dabei in der rasanten Beschleunigung der Veränderungsgeschwindigkeit und in der Tatsache, dass disruptive Innovationen dazu führen, dass sich Branchen wie zum Beispiel die Informations- und Telekommunikationsindustrie in kurzer Zeit nachhaltig transformieren.

### **9. Horizontale Kooperationen ermöglichen eine bessere Erfüllung von Kundenanforderungen.**

Schon heute ist rund die Hälfte aller befragten Unternehmen davon überzeugt, dass vertiefte Kooperationen mit Wertschöpfungspartnern – verbunden mit einer stärkeren horizontalen Vernetzung – von hoher Bedeutung sind. Mit zunehmendem Digitalisierungsgrad wird diese Bedeutung im Zuge von Industrie 4.0 nochmals deutlich zunehmen – insbesondere auch, wenn es darum geht, neue, digitale Geschäftsmodelle aufzubauen. Über 80% der befragten Unternehmen gehen davon aus, dass in fünf Jahren vertiefte Kooperationen und eine intensivere horizontale Vernetzung einen wichtigen Stellenwert haben werden.

### **10. Industrie 4.0 birgt vielfältige Herausforderungen – Politik und Industrieverbände können helfen.**

Die Unternehmen müssen auf ihrem Weg hin zum Industrie 4.0-Champion zahlreiche Herausforderungen meistern. Im Zentrum stehen dabei die hohen Investitionen und eine häufig noch unklare Wirtschaftlichkeitsrechnung für neue Industrie 4.0-Anwendungen. Zudem muss die Qualifizierung der Mitarbeiter an die Anforderungen der digitalen Welt sichergestellt werden und es müssen verbindliche Standards definiert und Aufgaben im Bereich IT-Sicherheit gelöst werden. Politik und Industrieverbände können insbesondere bei den letztgenannten Herausforderungen helfen, indem sie sich etwa für einheitliche Industriestandards auf europäischer bzw. internationaler Ebene einsetzen und effiziente Regelungen zur Datensicherheit und zum Datenschutz vorantreiben.

## *C Die Studienergebnisse im Detail*



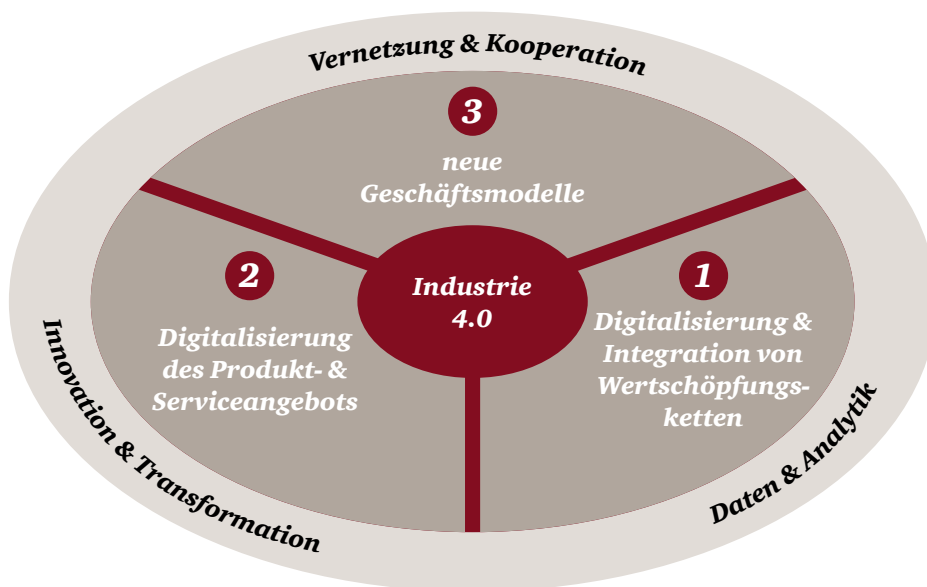
## 1 Industrie 4.0 transformiert das gesamte Unternehmen und gehört auf die CEO-Agenda.

Industrie 4.0 umfasst nicht nur die Digitalisierung und Vernetzung der horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsketten, sondern wird auch das Produkt- und Serviceangebot der Unternehmen revolutionieren und zur Umsetzung neuer, oftmals disruptiver digitaler Geschäftsmodelle führen. Industrie 4.0 treibt sowohl die Transformation aller wichtigen Geschäftsprozesse als auch eine

Neuausrichtung des Produkt- und Serviceportfolios voran. Die Nutzenpotenziale von Industrie 4.0 gehen somit weit über die Optimierung der Produktionstechniken hinaus; die Umsetzung erfordert zudem erhebliche Investitionsvolumina. Das Thema nimmt daher zwingend einen Spitzenplatz auf der Agenda von CEOs, Vorständen und Geschäftsführern führender Industrieunternehmen ein.

**Abb. 1** Industrie 4.0 umfasst die Vernetzung der Wertschöpfungsketten, die Digitalisierung von Produkten und neue Geschäftsmodelle

### Framework für Industrie 4.0



*„Industrie 4.0 ist für uns alles andere als ein Selbstzweck. Wir verbinden damit klare wirtschaftliche Ziele und die Chance zur besseren Differenzierung im globalen Wettbewerb.“*  
Werksleiter Digitale Fabrik, Elektronikkonzern

Unser Verständnis von Industrie 4.0 umfasst drei Aspekte:

### 1. Digitalisierung und verstärkte Integration von Wertschöpfungsketten

Führende Industrieunternehmen digitalisieren und vernetzen die Funktionen entlang der vertikalen Wertschöpfungskette – vom digitalen Bestellprozess, kundenindividuellen Produktentwicklungen und dem automatisierten Transfer der Produktdaten in eine vernetzte Planung und Fertigung bis hin zum integrierten Kundenservice. Zusätzlich erfolgt eine horizontale Integration von Bestands- und Planungsdaten mit Zulieferern, Kunden und anderen Wertschöpfungspartnern.

### 2. Digitalisierung des Produkt- und Serviceangebots

Industrie 4.0-Champions erweitern ihr bestehendes Produktspektrum mit vollständigen digitalen Produktbeschreibungen sowie intelligenten und vernetzten Lösungen, zum Beispiel einer Onlineverbindung zum regelmäßigen Abgleich von Leistungs- und Verschleißdaten oder der Entwicklung von kundenspezifisch angepassten Produkten in Losgröße 1. Zusätzlich wird das Serviceangebot um vernetzte, automatisierte oder datenbasierte Dienstleistungen erweitert.

### 3. Einführung neuer Geschäftsmodelle

Durch zunehmende Vernetzung und die technischen Möglichkeiten von Industrie 4.0 entstehen neue, digitale Geschäftsmodelle. Die integrierten Lösungen oder Mehrwertdienste zeichnen sich durch einen signifikant höheren Kundennutzen aus und revolutionieren die bestehenden Produktangebote und Leistungsbeziehungen. Sie sind häufig das Ergebnis disruptiver Innovationsprozesse und bieten neuen Unternehmen die Möglichkeit, in bestehende Märkte und etablierte Kundenbeziehungen einzudringen, weil durch die Digitalisierung unter anderem die Markteintrittsbarrieren gesenkt werden.

Die Basis für Industrie 4.0 ist eine bessere Verfügbarkeit und integrierte Nutzung relevanter Daten durch die Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Produkte, Produktionsmittel und Unternehmen sowie die Fähigkeit, aus den vorliegenden Daten zusätzlichen Wert zu generieren und damit letztlich den Kundennutzen zu maximieren. Erforderlich ist dafür eine grundlegende Transformation der Prozesse, des Produkt- und Serviceportfolios sowie der bestehenden Geschäftsmodelle. Alles in allem ist dies ein umfassender Veränderungsprozess, der nur durch das Topmanagement selbst erfolgreich vorangetrieben werden kann.

## Definition Industrie 4.0

„Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, eine neue Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an den zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen.“

Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbstorganisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie beispielsweise Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen.“

Quelle: Plattform Industrie 4.0.



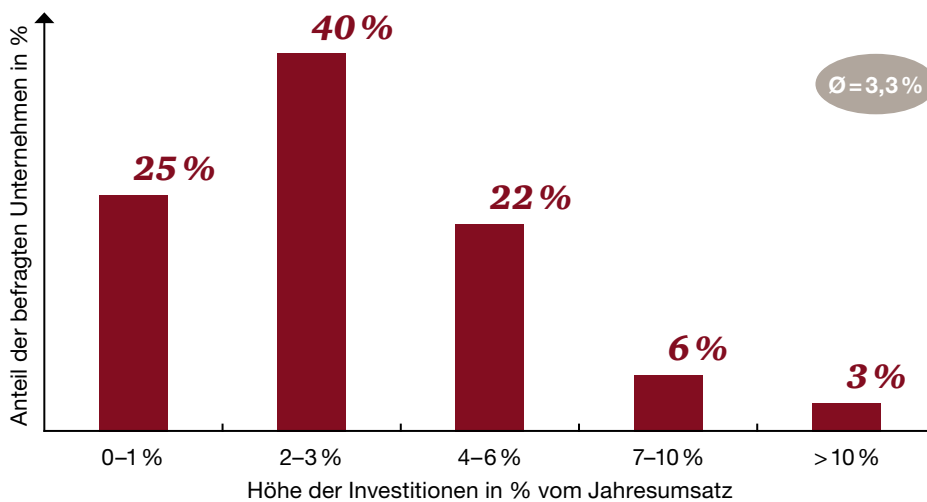
## 2 Deutsche Industrieunternehmen investieren bis 2020 jährlich 40 Milliarden Euro in Industrie 4.0-Anwendungen.

Die in der Studie befragten 235 Industrieunternehmen werden in den nächsten fünf Jahren durchschnittlich 3,3% ihres Jahresumsatzes in Industrie 4.0-Lösungen investieren. Dies

entspricht fast 50% der geplanten neuen Ausrüstungsinvestitionen und einer jährlichen Investitionssumme von mehr als 40 Milliarden Euro bezogen auf die gesamte deutsche Industrie.

**Abb. 2 Die Unternehmen werden in den nächsten fünf Jahren 3,3% ihres Jahresumsatzes in Industrie 4.0 investieren**

### Durchschnittliche jährliche Investitionen in Industrie 4.0-Anwendungen



Hinweis: 4 % der befragten Unternehmen haben keine Angaben zur Höhe der Investitionen gemacht.

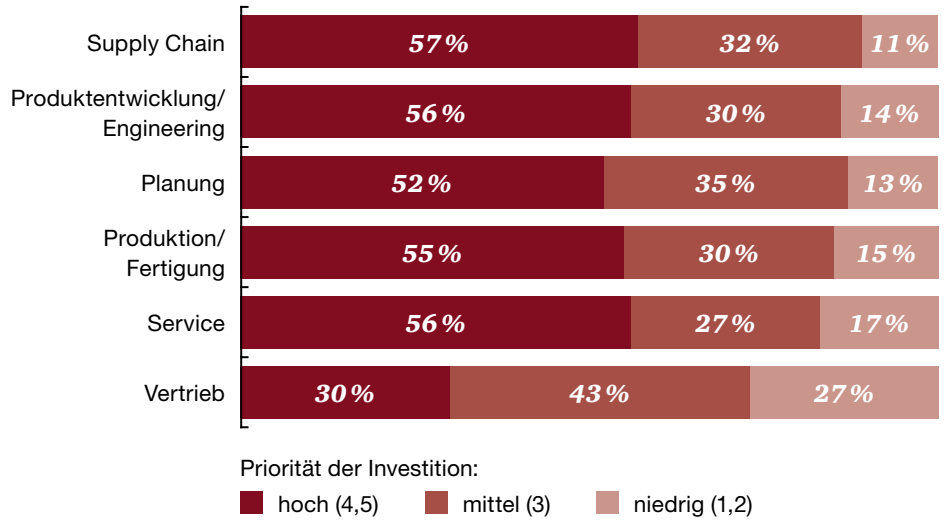
Nur ein Viertel der Unternehmen sieht bislang keine Notwendigkeit, signifikante Investitionen in Industrie 4.0-Anwendungen zu lenken. Dagegen nimmt ein Drittel der Befragten die Chancen zur Steigerung von Effizienz und Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit als wichtigste Investitionsaufgabe an und investiert mit durchschnittlich 7% einen Großteil des Budgets in Industrie 4.0-Anwendungen (dies entspricht dem Durchschnitt der obersten drei Kategorien mit Investitionen  $\geq 4\%$ ).

Industrie 4.0-Lösungen ermöglichen Effizienzverbesserungen und Kostenreduktionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Deshalb stufen die Studienteilnehmer Investitionen in die gesamte Supply Chain, die Digitalisierung von Produktentwicklung und Engineering sowie in die Automatisierung der Fertigung mit einer ähnlich hohen Priorität ein. Nur Investitionen in die Digitalisierung des Vertriebs werden etwas niedriger bewertet. Die Investitionen umfassen dabei das gesamte Spektrum von der Vernetzung von Betriebsmitteln, Maschinen und Logistiksystemen in Cyber-Physical Systems (CPS) über Lösungen der Sensorik bis hin zum in Echtzeit gesteuerten Austausch von Daten entlang der Wertschöpfungskette.

**Abb. 3 Investitionen in Industrie 4.0-Lösungen verteilen sich auf alle Schlüsselbereiche entlang der Wertschöpfungskette**

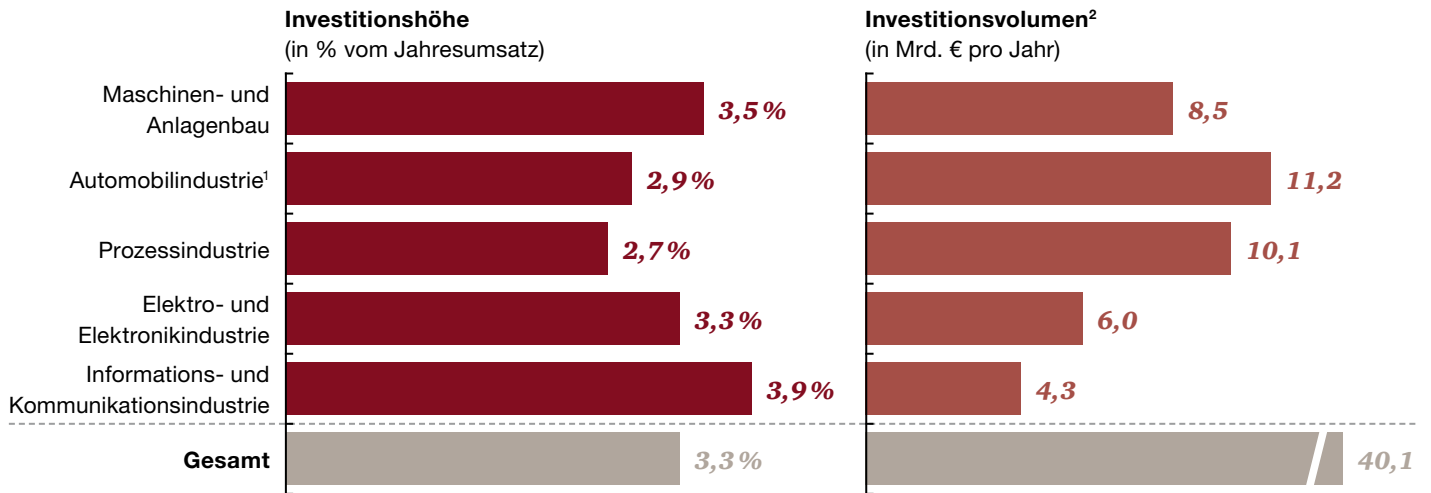
**Industrie 4.0-Investitionen nach Wertschöpfungsstufen**

Rechnet man die Investitionen der befragten Unternehmen auf die fünf in der Studie vertretenen Industriebranchen hoch, so ergibt sich ein jährliches Investitionsvolumen der deutschen Industrie in Höhe von 40 Milliarden Euro. Die beiden Branchen, die überdurchschnittlich in Industrie 4.0 investieren werden, sind die Informations- und Kommunikationsindustrie (3,9% pro Jahr) und der Maschinen- und Anlagenbau (3,5% pro Jahr).



**Abb. 4 Die deutsche Industrie wird bis 2020 jährlich 40 Milliarden Euro in Industrie 4.0-Lösungen investieren**

**Jährliche Investitionen in Industrie 4.0-Lösungen bis 2020**



<sup>1</sup> Hochrechnung für die gesamte Automobilindustrie (Wirtschaftszweig 29: Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen).

<sup>2</sup> Hochrechnung auf Basis des Gesamtumsatzes je Branche in Deutschland in 2012 gemäß Statistischem Bundesamt.

Unternehmen der Informations- und Kommunikationsindustrie konzentrieren ihre Investitionen insbesondere auf Produkte und Dienstleistungen für eine flexible, echtzeitnahe Produktionsplanung und -steuerung sowie eine Optimierung der Logistiksysteme. Maschinenbauer setzen Schwerpunkte bei den

Investitionen in die Fertigungsautomatisierung, die Aufnahme von Echtzeitdaten entlang der Supply Chain sowie den Ausbau von Manufacturing Execution Systemen (MES). In der Prozessindustrie bleiben die geplanten Investitionen in Industrie 4.0-Anwendungen noch hinter den anderen Branchen zurück.

Insgesamt haben die Industrieunternehmen über alle Branchen hinweg erkannt, dass sie nur mit signifikanten Investitionen in Industrie 4.0-Lösungen den steigenden Kundenanforderungen gerecht werden können. Nur auf diese Weise bleiben sie konkurrenzfähig und verbessern nachhaltig die eigene Wettbewerbsfähigkeit.

# 3

## 3 In fünf Jahren werden über 80% der Unternehmen ihre Wertschöpfungskette digitalisiert haben.

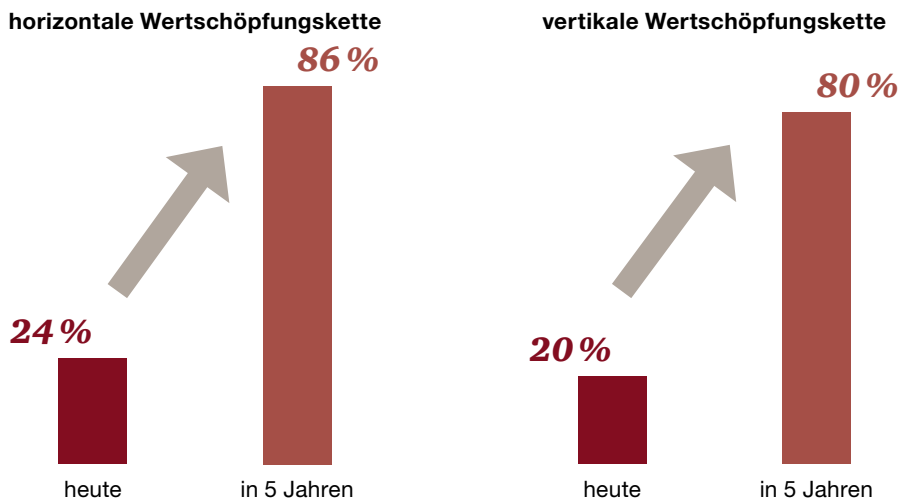
Industrie 4.0 steht inzwischen bei den meisten Unternehmen auf der Agenda. Zwei Drittel der befragten Unternehmen arbeiten bereits aktiv an der Digitalisierung und weiteren Vernetzung ihrer Wertschöpfungskette. Ein Viertel der Befragten stuft den

aktuellen Digitalisierungsgrad ihrer Wertschöpfungskette bereits heute als hoch ein. Konkret bedeutet dies, dass die meisten Unternehmen Industrie 4.0-Lösungen in Teilbereichen bereits anwenden oder implementiert haben.

**Abb. 5 Der heute schon beachtliche Digitalisierungsgrad wird mit Industrie 4.0 in den nächsten Jahren deutlich ansteigen**

### Digitalisierungsgrad der Wertschöpfungskette

Anteile der Unternehmen mit hohem Digitalisierungsgrad (4,5)

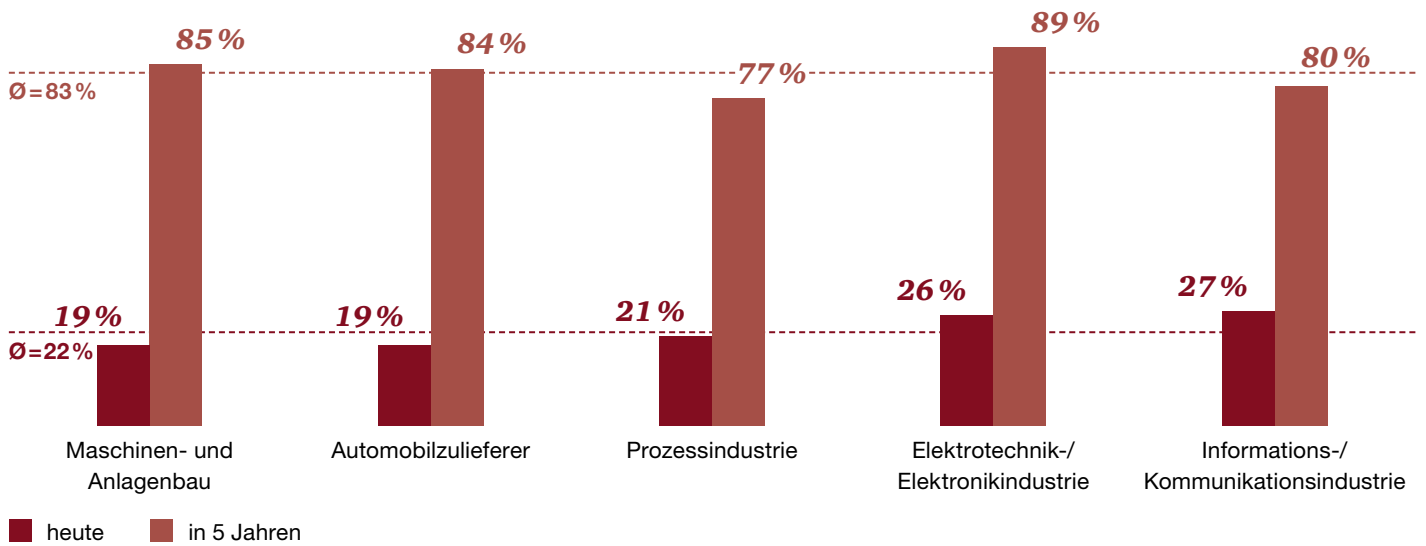


Die Studie zeigt, dass der Digitalisierungsgrad der Wertschöpfungsketten in Zukunft rapide ansteigen wird. Es wird erwartet, dass in fünf Jahren 86% der horizontalen und 80% der vertikalen Wertschöpfungsketten einen hohen Digitalisierungsgrad aufweisen werden. Dieses bewusste Investieren in weitere Digitalisierungsmöglichkeiten ist branchenübergreifend festzustellen.

Industrie 4.0 und die Digitalisierung der Wertschöpfungsketten sind wichtige Voraussetzungen für alle Unternehmen – unabhängig von ihrer Größe –, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und bei der immer rascheren Fortentwicklung ganzer Industriebereiche nicht den Anschluss zu verlieren.

**Abb. 6 Die Digitalisierung von Wertschöpfungsketten wird über alle Branchen hinweg deutlich zunehmen**

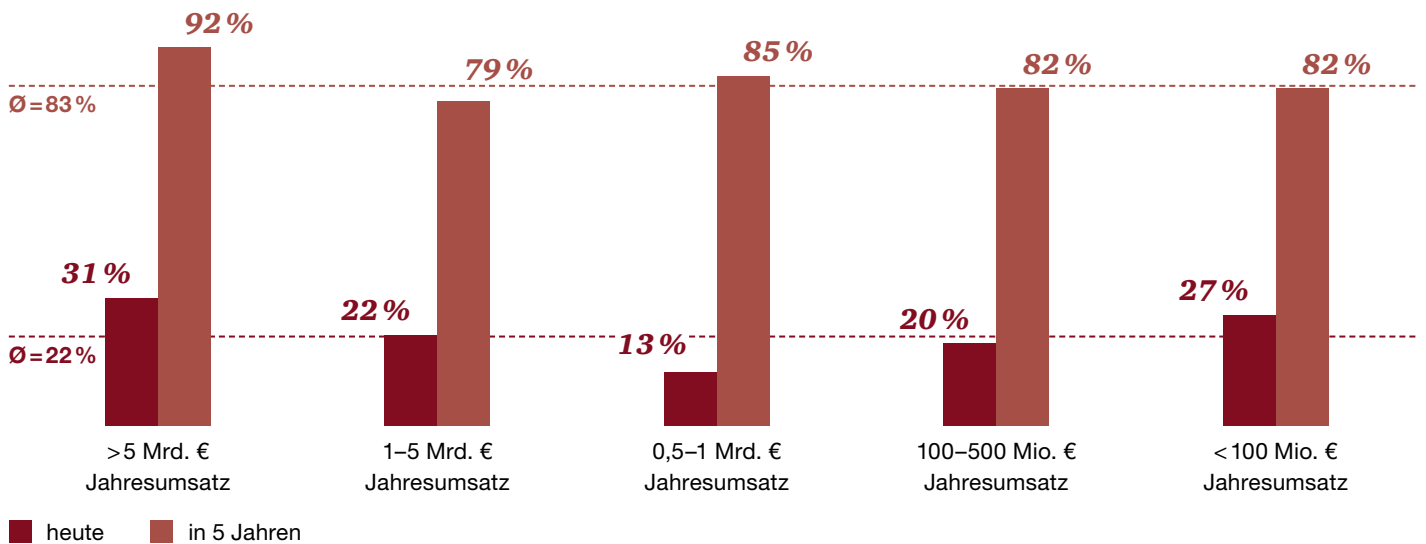
**Digitalisierungsgrad der Werkschöpfungskette je Branche<sup>1</sup>**  
 Anteile der Unternehmen mit hohem Digitalisierungsgrad (4,5)



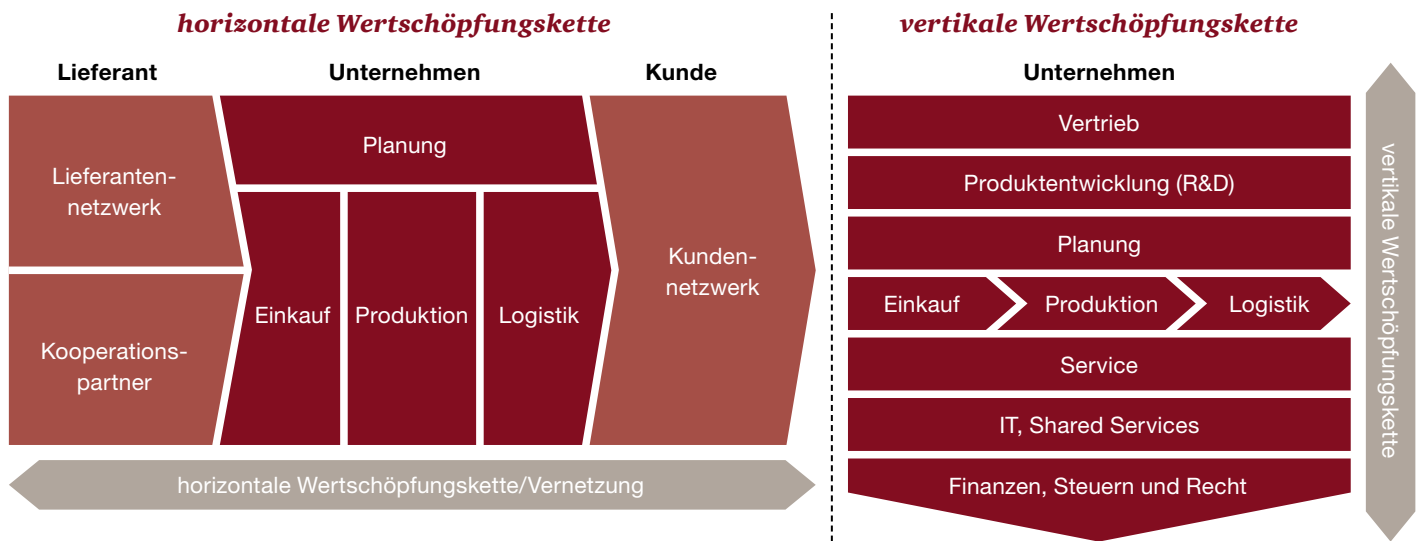
<sup>1</sup> Horizontale und vertikale Wertschöpfungskette.

**Abb. 7 Die Digitalisierung von Wertschöpfungsketten hat für alle Unternehmen unabhängig von der Größe höchste Priorität**

**Digitalisierungsgrad der Werkschöpfungskette nach Unternehmensgröße<sup>1</sup>**  
 Anteile der Unternehmen mit hohem Digitalisierungsgrad (4,5)



<sup>1</sup> Horizontale und vertikale Wertschöpfungskette.

**Abb. 8** Industrie 4.0 fordert eine umfassende Digitalisierung der horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsketten

Die Digitalisierung hält in der horizontalen wie auch in der vertikalen Wertschöpfungskette gleichermaßen Einzug. Die Digitalisierung der horizontalen Wertschöpfungskette integriert und optimiert den Informations- und Warenfluss vom Kunden über das eigene Unternehmen bis hin zum Lieferanten und zurück. Hierbei werden alle unternehmensinternen Bereiche (z. B. Einkauf, Produktion, Logistik, Planung) sowie alle externen Wertschöpfungspartner, die zur Erfüllung der jeweiligen Kundenbedürfnisse und für die geforderte Leistung benötigt werden, miteinander verbunden und vorausschauend gesteuert.

Mit der vertikalen Digitalisierung hingegen verbindet man die Sicherstellung eines durchgängigen Informations- und Datenflusses vom Vertrieb über die Produktentwicklung bis hin zur Produktion und zur Logistik. Mittels einer optimalen Vernetzung von Produktionssystemen, der Vermeidung von Systembrüchen sowie besseren Analysefähigkeiten können Qualität und Flexibilität gesteigert und Kosten reduziert werden.

So etwa hat ein führender Hersteller von Elektronikkomponenten in einzelnen Werken bereits einen sehr weit fortgeschrittenen Digitalisierungsgrad erreicht. Dabei wurden vielfältige Optimierungen von Prozessen und Wertschöpfungsketten umgesetzt, unter anderem:

- vertikale Verfügbarkeit und Integration aller Entwicklungs-, Fertigungs- und Lieferkettendaten

- effektives Datenmanagement und verbesserte Datenanalyse in Echtzeit
- individuelle IP-Adressen für alle Komponenten und Systeme im Werk
- Automatisierung aller wichtigen Prozessschritte in einem One-Piece-Flow
- kontinuierliche Messung und Optimierung aller Prozessschritte und Parameter

Auf diese Weise konnte auf Werksebene eine deutliche Leistungssteigerung erzielt werden und die Fehlerrate in der Produktion wurde signifikant reduziert.

Die Mehrzahl der Unternehmen hat in der Digitalisierung der Wertschöpfungskette bereits einen klaren Mehrwert erkannt. Industrie 4.0 ist alles andere als ein „Hype“, sondern wird bereits in den nächsten fünf Jahren in den meisten Industrieunternehmen Realität sein.

*„Wir verlangen schon heute umfangreiche Daten und eine maximale Transparenz von unseren Lieferanten für ein lückenloses Qualitätsmonitoring entlang der Wertschöpfungskette.“*

*Vice President, Hersteller von Automatisierungstechnik*

# 4

## 4 Industrie 4.0 führt zu einer höheren Produktions- und Ressourceneffizienz – 18% Effizienzsteigerung in fünf Jahren.

Die vierte industrielle Revolution ist für den Standort Deutschland ein wichtiger Faktor, um nachhaltig wirtschaftlich produzieren zu können. Die Industrie muss mit immer weniger Rohstoffen und immer weniger Energie größere Mengen produzieren. Industrie 4.0 wird dazu beitragen, dass Unternehmen einen effizienten Produktionsprozess mit einer höheren Produktions-, Energie- und Ressourceneffizienz erreichen können.

In den nächsten fünf Jahren erwarten die befragten Unternehmen einen spürbaren quantitativen Nutzen aus den geplanten Investitionen in Industrie 4.0-Anwendungen. Über alle Branchen hinweg versprechen sich die Unternehmen eine durchschnittliche Effizienzsteigerung durch Industrie 4.0 in Höhe von 18%. Das entspricht einer jährlichen Effizienzsteigerung von 3,3%. Tatsächlich geht aber mehr als ein Drittel der Unternehmen von noch größeren Potenzialen aus.

Durch die Digitalisierung von Prozessen und Wertschöpfungsketten können vielfältige Verbesserungen realisiert werden, zum Beispiel:

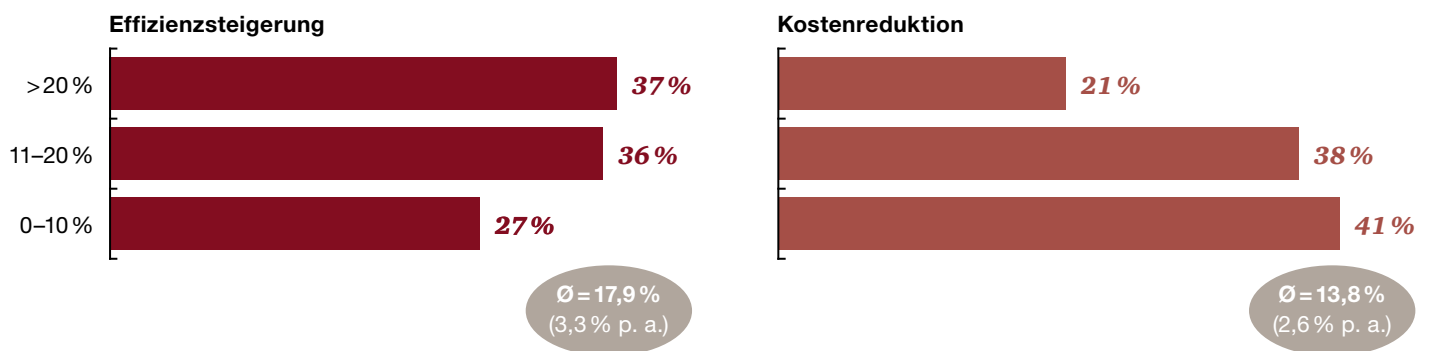
- Fokussierung auf Kernbereiche in der eigenen Wertschöpfung
- Reduktion von Redundanzen im Prozessmodell
- Minimierung von Qualitätsverlusten
- Flexibilisierung und Standardisierung von Abläufen

Konkret verbessert die erhöhte Transparenz im Bereich der Planung die Auslastung von Maschinen und Anlagen (z. B. durch Losgrößenoptimierung). Durch eine Digitalisierung und stärkere Vernetzung in der Ablauforganisation können Arbeitsfelder rationalisiert und Produktivitätsgewinne erzielt werden. Und die intelligente Analyse und integrierte Nutzung von Daten zur Steuerung reduziert die Ausschussquote in der Produktion.

**Abb. 9 Die Erwartung an den Nutzen von Industrie 4.0-Lösungen ist hoch – vor allem mit Blick auf Effizienzsteigerungen**

### Erwarteter quantitativer Nutzen von Industrie 4.0-Anwendungen

Kumulierter Effekt in 5 Jahren (bezogen auf heute)



„Neben Effizienzsteigerungen und Kosteneinsparungen ermöglicht Industrie 4.0 auch die Schonung wichtiger Ressourcen.“  
Leiter Fertigung, Werkzeugmaschinenbauer

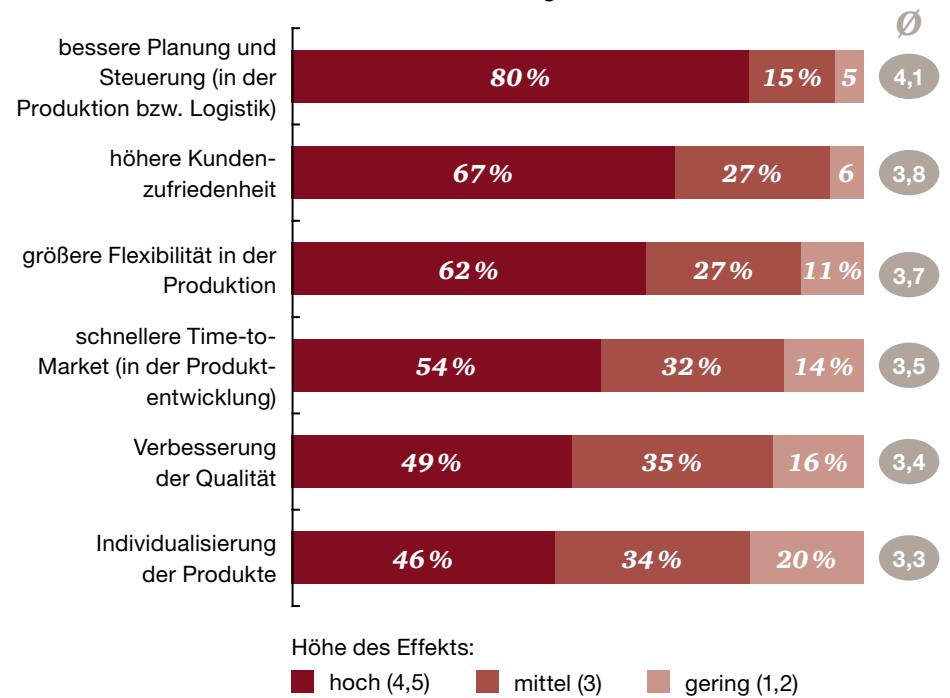
Im Hinblick auf die Kostenreduktion erwarten die befragten Unternehmen durch Industrie 4.0 jährliche Einsparungen in Höhe von zusätzlich 2,6% über die üblichen Kosteneinsparungen hinaus. Die Erwartungen der Prozessindustrie sind dabei mit einer Kostensenkung von 1,9% pro Jahr deutlich konservativer als die der diskreten Fertigungsindustrien.

Die erwarteten Kosteneinsparungen beziehen sich nicht nur auf unternehmensinterne Effizienzsteigerungen, sondern sind auch das Resultat einer stärkeren horizontalen Integration. Eine Reduktion der Herstellungskosten in Höhe von 2,6% pro Jahr kann nur erzielt werden, wenn alle Partner entlang der gesamten Supply Chain ebenfalls in der Lage sind, eigene Kostensenkungen zu erzielen und diese weiterzureichen. Gemessen an den in Industrieunternehmen üblichen Kostenreduktionen von 3% bis 5% pro Jahr werden die geplanten Einsparungen durch Industrie 4.0 einen entscheidenden Anteil zur nachhaltigen Wettbewerbssteigerung deutscher Unternehmen liefern.

Neben einem messbaren quantitativen Nutzen werden auch weitreichende qualitative Vorteile erwartet. Die höchsten Erwartungen haben die befragten Unternehmen in Bezug auf eine bessere Planung und Steuerung in der Produktion bzw. in der Logistik. Darüber hinaus versprechen sie sich von Industrie 4.0 insbesondere auch eine höhere Kundenzufriedenheit und eine größere Flexibilität in der Produktion.

**Abb. 10 Unternehmen erwarten weitreichende qualitative Vorteile von Industrie 4.0 sowie höhere Kundenzufriedenheit**

#### Qualitative Vorteile von Industrie 4.0-Anwendungen



Eine bessere Planung und Steuerung steht im engen Zusammenhang mit der unternehmensübergreifenden Integration horizontaler Wertschöpfungsketten und ist eine wichtige Voraussetzung für die geplanten Effizienzsteigerungen. Im Gegensatz hierzu ermöglicht eine verstärkte vertikale Integration eine größere Flexibilisierung der Produktion und eine Reduktion der Time-to-Market.

Darüber hinaus bietet Industrie 4.0 auch die Möglichkeit, die Anforderungen der Kunden in puncto Rückverfolgbarkeit („Traceability“) von Material-, Produkt- und Prozessdaten zu erfüllen. Viele

Konzerne zum Beispiel in der Automobil- oder Elektronikindustrie verschieben die Qualitätskontrolle weiter nach vorne in der Wertschöpfungskette und erwarten von ihren Lieferanten eine lückenlose Information, um den gesamten Lebenslauf eines Produkts verfolgen zu können. Nur durch die Berücksichtigung aller Traceability-Daten, einen verstärkten Einsatz von Sensoren und Aktuatoren in der Produktion sowie die Erfassung aller – anstatt nur ausgewählter – Daten („Big Data“) können die immer höheren Anforderungen erfüllt werden, ohne dabei die Wirtschaftlichkeit außer Acht zu lassen.

# 5

## 5 Die integrierte Analyse und Nutzung von Daten ist die Kernfähigkeit im Rahmen von Industrie 4.0.

Die Analyse und Nutzung von Daten spielt bei Industrie 4.0 eine zentrale Rolle. Die rasant wachsende Anzahl von Sensoren, „Embedded Systems“ und von „Connected Devices“ (Stichwort: Internet der Dinge) sowie die zunehmende horizontale und vertikale Vernetzung der Wertschöpfungsketten führen zu einem kontinuierlichen Datenfluss. Diese gigantischen Datenmengen werden entlang der gesamten Wertschöpfungskette erhoben – bisher jedoch in vielen Fällen noch nicht strukturiert und ausreichend verwendet.

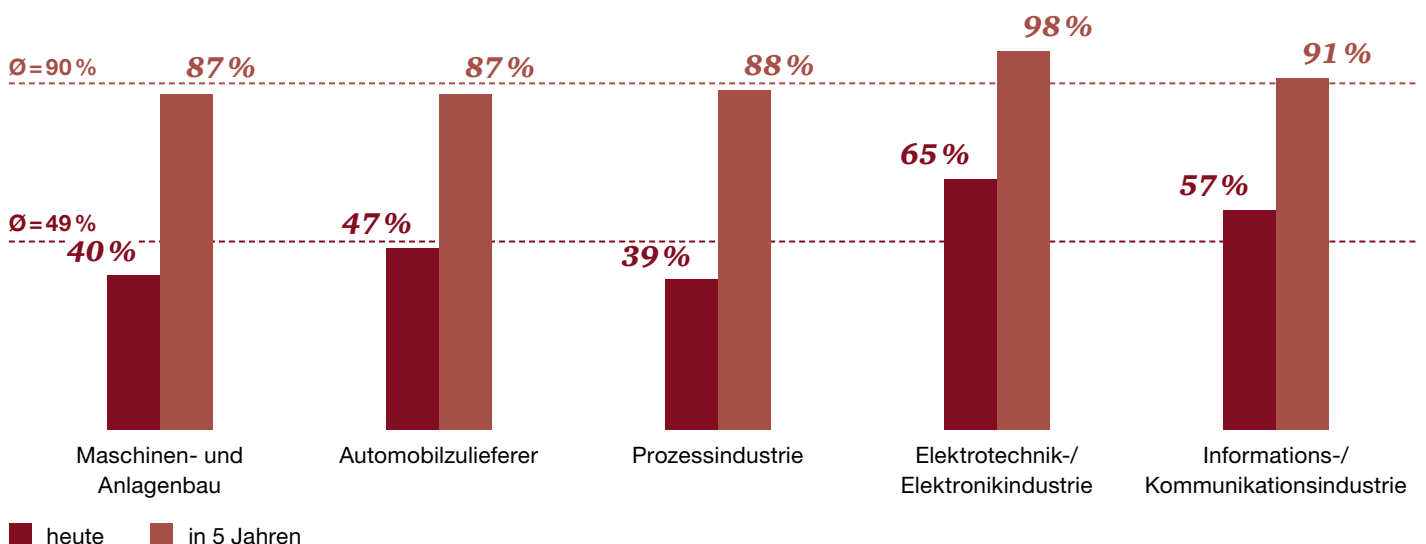
Schon heute hat die Analyse und Nutzung von Daten für die Hälfte aller befragten Unternehmen eine hohe Bedeutung. Besonders hoch ist diese in der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie, was auf die Datenintensität der Produkte und Lösungen dieser Branche zurückzuführen ist. Für die Zukunft sind 90% der Unternehmen aller fünf Branchen davon überzeugt, dass die Fähigkeit, große Datenmengen effizient zu analysieren und effektiv zu nutzen, für den Erfolg ihres Geschäftsmodells von entscheidender Bedeutung sein wird. Diese Einschätzung gilt auch für diejenigen Industrien, in denen die Analyse und Nutzung von Daten heute noch nicht die höchste Priorität genießt.

*„Wir sitzen heute auf einem Berg von Daten, aber sind nicht in der Lage, die Daten vernetzt und strukturiert für die optimale Steuerung der Produktion zu nutzen.“*  
Leiter Fertigung, Werkzeugmaschinenbauer

Abb. 11 Die Bedeutung von Daten ist heute je nach Branche sehr unterschiedlich, nimmt aber insgesamt deutlich zu

### Bedeutung der Analyse und Nutzung von Daten für das Geschäftsmodell

Anteile der Unternehmen mit hoher Bedeutung von Daten (4,5)





Die integrierte Analyse von Daten ermöglicht es unter anderem, Prozesse ganzheitlich zu untersuchen und sie auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse zu optimieren. Ein aktuelles Beispiel für den Einsatz von modernen Daten- und Analyseverfahren in der Produktion zeigt ein Automobilzulieferer: Um die Qualität und Zuverlässigkeit der ausgelieferten Produkte weiter zu steigern, wird seit kurzem eine Big-Data-Lösung eingesetzt, die auf Basis von komplexen Analysen riesige Mengen von unterschiedlichsten Sensordaten miteinander verknüpft und verarbeitet (800 Milliarden Einträge bzw. 50 Terabyte Daten pro Jahr im Vollausbau). Auf diese Weise können fehlerhafte Teile bereits frühzeitig im Prozess erkannt und gesteuert werden. Zudem verbessert die erhöhte Transparenz die Entscheidungsgrundlage für jedes Unternehmen und reduziert

Redundanzen innerhalb der gesamten Supply Chain. Dies kann zu erheblichen Effizienzsteigerungen und somit zu klaren Wettbewerbsvorteilen führen.

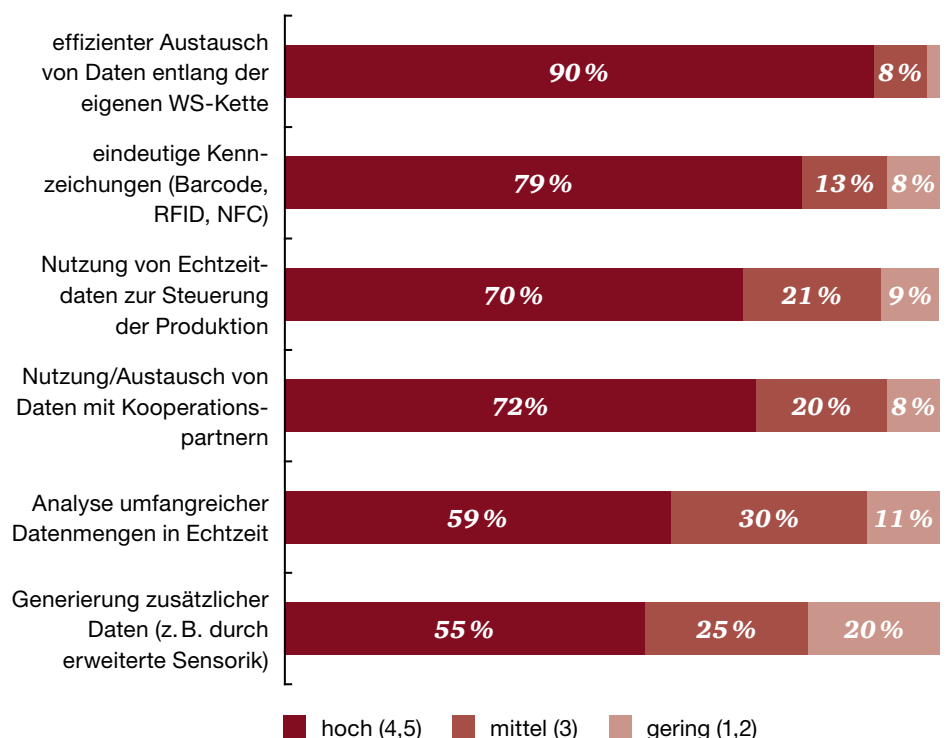
Die Analyse und Nutzung von Daten ist aber darüber hinaus auch eine entscheidende Voraussetzung für die Entwicklung neuer, digitaler Geschäftsmodelle, die Optimierung der Interaktion mit Kunden sowie zur Steigerung der eigenen Profitabilität. Ein entsprechendes Beispiel liefert ein großes Unternehmen aus der Prozessindustrie: Zur Maximierung der Profitabilität ist kontinuierlich ein hochkomplexes Optimierungsproblem zu lösen, in das die aktuelle Nachfrage, die Verfügbarkeit von Maschinen, aktuelle Rohstoffpreise und weitere Prozessparameter eingehen, um zu entscheiden, welche Produkte in welchen Losgrößen gefertigt werden sollen. Mithilfe einer Big-Data-Lösung

konnten die hierzu notwendige hochkomplexe Simulationsrechnung um einen Faktor 50 beschleunigt und eine erhebliche Steigerung der Profitabilität erreicht werden.

Heute liegt der Fokus der Unternehmen primär auf der Sicherstellung eines effizienten Datenaustauschs innerhalb der eigenen Wertschöpfungskette, der eindeutigen Kennzeichnung der Produkte (z. B. durch Barcode, RFID oder NFC) sowie auf der Nutzung von Echtzeitdaten zur Steuerung der Produktion. Zwar verfügen viele Unternehmen bereits heute über große Datenmengen, können diese jedoch noch nicht umfassend nutzen oder nicht unternehmensweit auf sie zugreifen. Erst an vierter Stelle nennen die befragten Unternehmen die Nutzung und den Austausch von Daten mit Kooperationspartnern.

**Abb. 12 Der effiziente Austausch von Daten entlang der eigenen Wertschöpfungskette wird besonders wichtig**

#### Bedeutung von Daten- und Analysefähigkeiten im Kontext von Industrie 4.0



## **Industrie 4.0: Vorhandene Daten eröffnen neue Möglichkeiten**

Der Markt für Industrie 4.0-Anwendungen befindet sich auf dem Weg von der Vision zur Realität – das war auf der Leitmesse der Branche, der Hannover Messe 2014, bereits klar zu sehen. Für den Industriestandort Deutschland ist Industrie 4.0 immens wichtig – ist doch das produzierende Gewerbe nach wie vor ein entscheidender Faktor für unsere gute Position in der Weltwirtschaft. Diverse Aktionspläne der Bundesregierung und konzertierte Initiativen von Branchenverbänden und Wirtschaftsunternehmen wie die Plattform Industrie 4.0 untermauern das Innovations- und Produktivitätspotenzial, das wir alle im Zusammenhang mit Industrie 4.0 sehen.

Aus Sicht von Bosch und seinen Kunden unterstreichen wir die große Bedeutung von Industrie 4.0-Anwendungen für die gesamte Branche der produzierenden Unternehmen inklusive Logistik. Bosch ist nicht nur Leitanbieter in diesem Markt, zum Beispiel für industrielle Steuerungs- und Prozesstechnik, sondern mit mehr als 260 Fertigungswerken weltweit zugleich auch Leitanwender von Industrie 4.0-Anwendungen. Wir können unseren Kunden bereits heute innovative und zugleich erprobte Lösungen anbieten, die von unseren Werken entwickelt und unter realen Bedingungen intensiv getestet und optimiert wurden. Unsere Kunden profitieren damit direkt von der Fertigungserfahrung von Bosch.

Die Chancen, die sich Industrieunternehmen in Deutschland mit Industrie 4.0-Anwendungen bieten, schätzen wir als vielfältig und hoch ein. Insbesondere für den Mittelstand bietet Industrie 4.0 die Möglichkeit, sich mit neuen Services zu differenzieren – oder die Kunden (im Falle von B2B) über Supply-Chain-übergreifende

Datendienste wie Inventory Tracking stärker an sich zu binden. Natürlich bringen solch große Chancen auch entsprechende Herausforderungen mit sich. Dazu gehört, dass zunächst der Aufbau zusätzlicher Kompetenzen erforderlich ist, insbesondere in IT-Bereichen wie der Datensicherheit. Für kleine und mittlere Unternehmen wird entscheidend sein, geeignete Partner mit der notwendigen Expertise an ihrer Seite zu haben sowie neuartige Dienstleistungen und Anbietermodelle wie Software-as-a-Service (SaaS) zu nutzen.

Die Nutzenpotenziale sind vielfältig und hängen direkt vom Anwendungsfall ab. Allein durch die Sammlung und Visualisierung der vorhandenen Prozess- und Maschinendaten aus den unterschiedlichen Ebenen der Automatisierungspyramide lässt sich eine neue Datentransparenz schaffen, die wichtige Impulse für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess in der Fertigung gibt. Darüber hinaus lassen sich – mithilfe von Analysealgorithmen und ausgeklügelten Regelwerken für große Datenmengen – gezielt Anwendungen realisieren, die auf die jeweiligen Bedürfnisse der Endkunden zugeschnitten sind: von der kontinuierlichen Analyse von Prozessdaten zur Reduzierung von Ausschuss und Nacharbeit über die Verfolgung von Maschinentaktzeiten (speziell am Engpass) zur Maximierung der Ausbringung bis hin zu Predictive Maintenance zur gezielten Planung von Wartungsaktivitäten und Minimierung der Stillstandzeiten. All das ist möglich. Letztlich reden wir auch über Automatisierung. Aus den neuen Anwendungen lassen sich sowohl einfache als auch komplexe Geschäftsprozesse anstoßen und überwachen: von einfachen Benachrichtigungen per E-Mail, SMS oder App bis hin zur automatisiert angestoßenen Bestellung von Ersatzteilen und der Überwachung von Wartungsaufträgen.

Essenziell im Kontext von Industrie 4.0 ist es, die Lösungen in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern zu erarbeiten – was wir mit den unterschiedlichen Anwendern in der Automobil-, Industrie- und Verbrauchsgüterproduktion innerhalb der Bosch-Gruppe bereits seit vielen Jahren tun.

Zukünftig sehen wir den Bedarf für Investitionen vor allem im Bereich der Datenintelligenz, also darin, über die Analyse der zur Verfügung stehenden Daten nutzbringende Aktivitäten abzuleiten. Hier reden wir über grundlegende und auch weitreichende IT-Fragen, etwa über die Anbindung und Bereitstellung von Daten im gewünschten Format, aber auch über den Einsatz von Regeltechnologie und über spezifische Software-Architektur-Expertise, zum Beispiel von Sicherheitsarchitekturen im Kontext Remote Access – Dinge, die für die Fertigung immer wichtiger werden, aber auch zukünftig sicher nicht zur Kernkompetenz einer Fertigungsabteilung gehören sollten.

Das große Potenzial von Industrie 4.0 steckt in den Daten und insbesondere in der effizienten Nutzung der neu hinzugewonnenen Möglichkeiten.



**Dr. Daniel Hug**

Bosch Software Innovations GmbH,  
Head of Vertical Industry & Logistics



## 6 Digitalisierung des Produkt- und Serviceportfolios ist der Schlüssel zum nachhaltigen Unternehmenserfolg.

Industrie 4.0 geht über die Digitalisierung von Prozessen und Wertschöpfungsketten deutlich hinaus – der Wandel führt auch zu einem höheren Digitalisierungsgrad des Produkt- und Serviceangebots. Ein mechanisch perfektes Produkt allein wird nicht mehr genügen, um im internationalen Wettbewerb dauerhaft bestehen zu können. Die Differenzierung von Produkten verschiebt sich zunehmend in Richtung Software sowie überlegene Sensorik, Vernetzung und Datengenerierung.

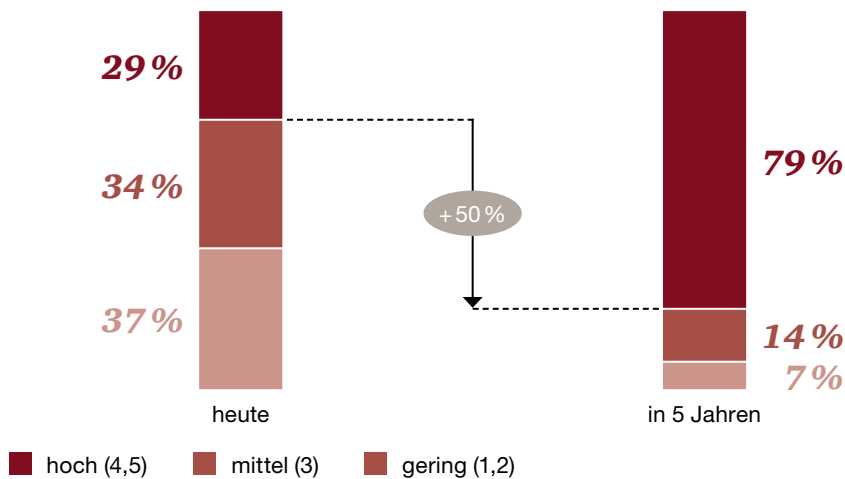
Heute noch überwiegend mechanische Produkte werden durch digitale Lösungen und Vernetzung angereichert und schaffen in der Folge einen höheren Kundennutzen. Neben der direkten Integration von digitaler „Intelligenz“ in die Produkte selbst kann der

Nutzen auch durch internetbasierte Dienstleistungen rund um das Produkt herum erheblich gesteigert werden. So schafft Industrie 4.0 beispielsweise auch die Voraussetzungen zur Fertigung kundenspezifisch angepasster Produkte zu wettbewerbsfähigen Kosten (Stichwort: Losgröße 1).

Beispiele für digitalisierte Produkte finden sich in allen Branchen: In der Automobilindustrie etwa wurden herkömmliche Bremsanlagen mithilfe elektronischer Steuereinheiten zu modernen Antiblockiersystemen weiterentwickelt. Im Maschinen- und Anlagenbau ermöglichen der Einsatz und die Vernetzung geeigneter Sensoren eine optimale, präventive Wartung von Maschinen und Anlagen und stellen eine deutlich effizientere Betriebsführung sicher.

**Abb. 13 Der Anteil digitalisierter Produkte und Dienstleistungen nimmt deutlich zu**

### Digitalisierungsgrad des Produktportfolios



Die Ergebnisse der Studie zeigen deutlich, dass die Digitalisierung des Produktangebots allgegenwärtig ist und in den nächsten Jahren fortschreiten wird. Derzeit verfügen bereits 29% der befragten Unternehmen über einen hohen Anteil an digitalisierten Produkten. Diese Unternehmen haben die Zeichen der Zeit früh erkannt und ihr Angebot hin zu vernetzten, automatisierten Dienstleistungen ausgebaut. Dabei ist der Digitalisierungsgrad des Produktangebots keineswegs abhängig von der Größe eines Unternehmens. Viele kleine und mittelständische Unternehmen setzen bereits heute auf digitalisierte Produkte, um sich im Markt differenzieren zu können.

*„Digitalisierung ermöglicht neue Produktideen, die so bisher nicht realisiert werden konnten. Beispielsweise können Produktionsdaten in der Cloud bereitgestellt werden, wo sie von Experten analysiert werden, um Verbesserungspotenziale zu identifizieren.“*  
Werksleiter, Hersteller von Automatisierungstechnik

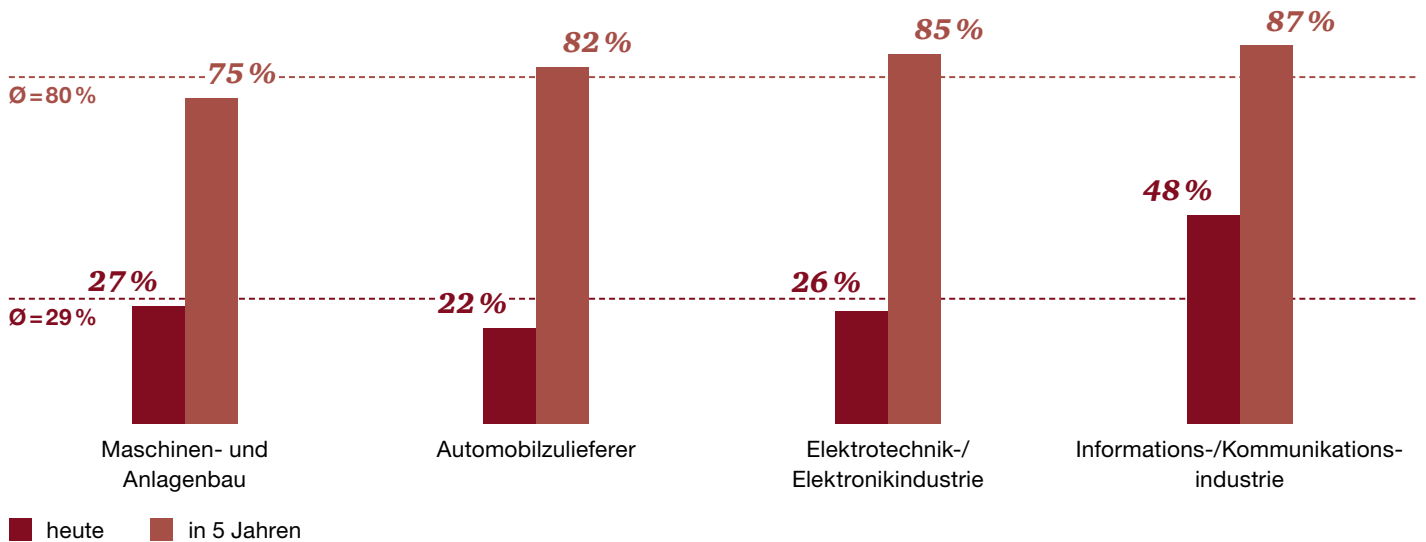
In den nächsten Jahren wird der Digitalisierungsgrad der Produkte deutlich zunehmen. Bis 2020 werden 80% der befragten Unternehmen einen hohen Digitalisierungsgrad erreicht haben. Der Anteil der Unternehmen mit einem sehr stark digitalisierten Produktportfolio wird von heute 7% um mehr als das Fünffache auf 40% anwachsen. Jedes Unternehmen, das sich im internationalen Wettbewerb behaupten muss, wird sich dieser Herausforderung stellen müssen.

Die Digitalisierung der Produkte ist ein branchenübergreifendes Phänomen. Natürlich gibt es Branchen wie die Informations- und Kommunikationsindustrie, in denen der Anteil digitalisierter Produkte bereits heute hoch ist. Im Verarbeitenden Gewerbe liegt der Anteil an Unternehmen mit einem hohen Digitalisierungsgrad derzeit je nach Branche allerdings nur bei 22% bis 27%. Der übergeordnete Trend ist jedoch für alle Branchen gleich: In den nächsten Jahren muss und wird der Anteil an digitalisierten Produkten deutlich zunehmen.

**Abb. 14 Im Verarbeitenden Gewerbe ist die Digitalisierung des Produktangebots ausbaufähig**

**Digitalisierungsgrad des Produktportfolios im Branchenvergleich**

Anteile der Unternehmen mit hohem Digitalisierungsgrad (4,5)



## 7 Digitalisierte Produkte und Services erwirtschaften zusätzlich 30 Milliarden Euro pro Jahr für die deutsche Industrie.

Insgesamt wird die Bedeutung bzw. der Anteil von Software und digitalen Elementen an der Gesamtwertschöpfung eines Produkts – und damit natürlich auch am Umsatz der Unternehmen – erheblich zunehmen. Dabei dient die Digitalisierung des Produkt- und Serviceportfolios nicht nur dem Ziel, Marktanteile zu sichern und im internationalen Wettbewerb den Anschluss zu halten, vielmehr verbinden die Unternehmen mit Industrie 4.0-Anwendungen klare Wachstumsziele.

Die Studie zeigt, dass rund 50 % der befragten Unternehmen für die nächsten fünf Jahre mit einem zweistelligen Umsatzwachstum allein durch Industrie 4.0 und die verstärkte Digitalisierung des Produktportfolios rechnen. 18 % von ihnen gehen sogar von einer Umsatzsteigerung von über 20 % aus. Insgesamt ergibt sich eine erwartete Umsatzsteigerung von 12,5 % kumuliert über fünf Jahre. Das entspricht einem zusätzlichen Umsatzwachstum von 2,5 % pro Jahr.

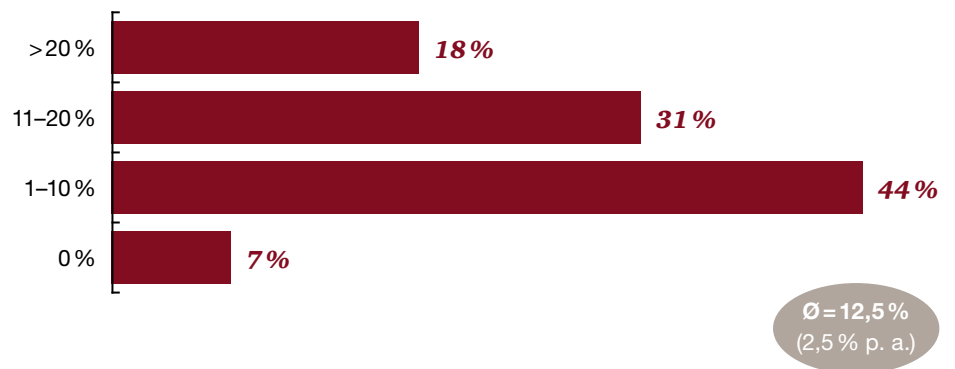
Für viele Unternehmen sind dies sehr ambitionierte Wachstumsziele. Interessanterweise unterscheiden sich die Erwartungshaltungen von kleineren und mittelständischen Unternehmen laut unserer Erhebung nicht von der Einschätzung der Großkonzerne.

Zudem zeigen die Ergebnisse der Studie, dass Unternehmen mit einem stärker digitalisierten Produktangebot in den letzten Jahren überdurchschnittlich gewachsen sind. Fast 70 % aller Unternehmen mit stark digitalisierten Produkten erzielten in den letzten drei Jahren ein Wachstum von 6 % bis 10 % pro Jahr, viele sogar mehr als 10 %. Und es ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend in Zukunft noch verstärken wird. Im Gegensatz hierzu erzielte etwa die Hälfte der Unternehmen mit einem mittleren Digitalisierungsgrad lediglich eine Umsatzsteigerung von maximal 5 % pro Jahr.

**Abb. 15 Die Unternehmen erwarten eine deutliche Umsatzsteigerung durch Industrie 4.0-Lösungen und digitalisierte Produkte**

### Erwartete Umsatzsteigerung durch Industrie 4.0

Kumuliertes, inkrementelles Wachstum in 5 Jahren



*„Zukünftiges Umsatzwachstum wird aus dem Bereich der Serviceleistungen kommen. Der Umsatzanteil digitalisierter Produkte und Services wird deutlich zunehmen.“*  
 Leiter Produktion, Unternehmen für Messtechnik

Über alle fünf Branchen hinweg erwarten die befragten Unternehmen ein erhebliches Umsatzwachstum dank Industrie 4.0. Im Maschinen- und Anlagenbau, bei den Automobilzulieferern, in der Elektro- und Elektronikindustrie sowie in der Informations- und Kommunikationsindustrie liegen die erwarteten Umsatzsteigerungen bei 13% bis 14%. Lediglich in der Prozessindustrie sind die Umsatzerwartungen mit rund 8% kumuliert über fünf Jahre deutlich moderater.

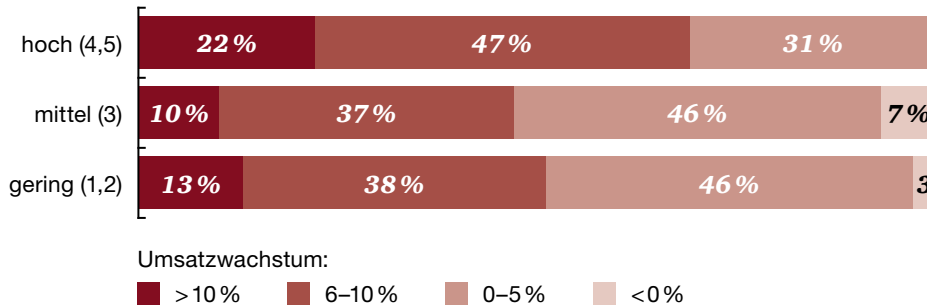
Auf alle Unternehmen in diesen Branchen bezogen ergibt sich ein signifikantes Umsatzpotenzial. Allein in Deutschland wird in den nächsten Jahren ein zusätzlicher jährlicher Umsatz von über 30 Milliarden Euro durch Industrie 4.0-Lösungen erwirtschaftet. Über fünf Jahre entspricht das einem Mehrumsatz in Höhe von 150 Milliarden Euro. Industrie 4.0 wird daher in den kommenden Jahren maßgeblich zum Wachstum in Deutschland beitragen.

**Abb. 16 Unternehmen mit einem stärker digitalisierten Produktangebot sind schneller gewachsen**

**Umsatzwachstum in Abhängigkeit vom Digitalisierungsgrad**

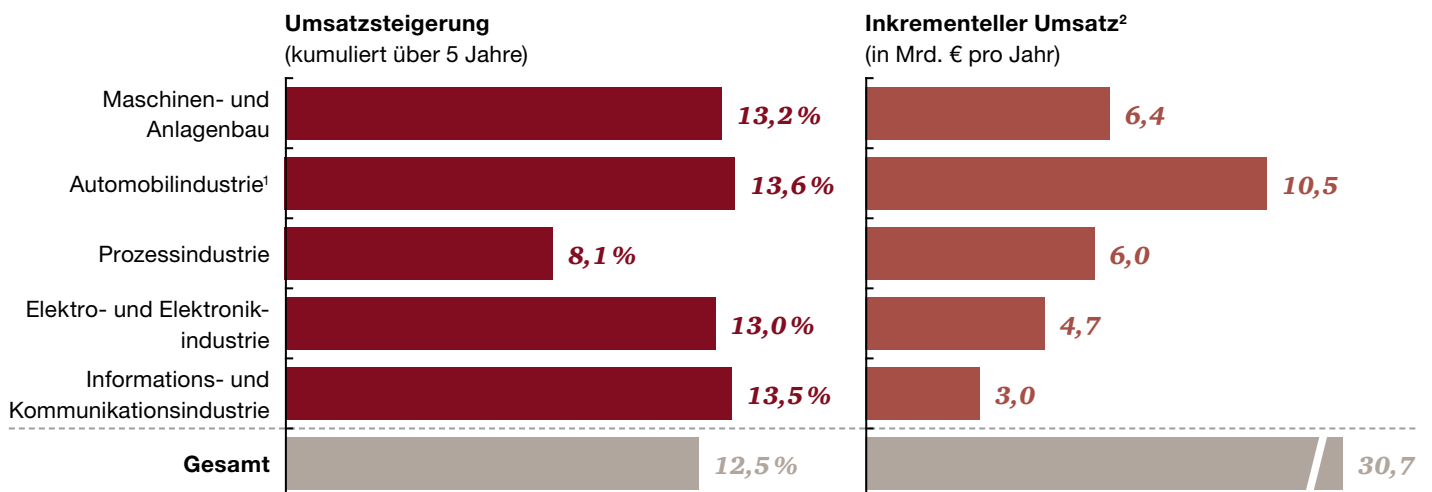
Jährliches Wachstum in den letzten 3 Jahren

Digitalisierungsgrad des Produktportfolios



**Abb. 17 Die deutschen Unternehmen erwarten über 30 Milliarden Euro zusätzlichen Umsatz pro Jahr durch Industrie 4.0**

**Umsatzwachstum durch Industrie 4.0 je Branche**



<sup>1</sup> Hochrechnung für die gesamte Automobilindustrie (Wirtschaftszweig 29: Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen).

<sup>2</sup> Hochrechnung auf Basis der Umfrageergebnisse bezogen auf den Gesamtumsatz je Branche in Deutschland in 2012 gemäß Statistischem Bundesamt.

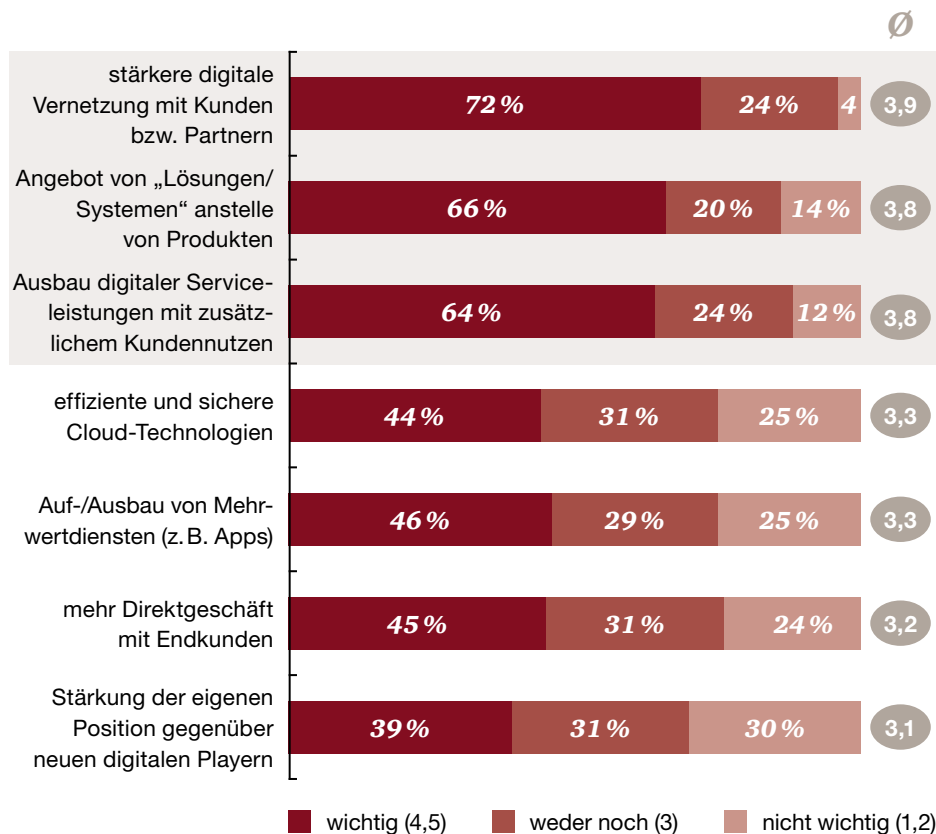
## 8 Industrie 4.0 ermöglicht neue, oftmals disruptive digitale Geschäftsmodelle.

Im Zuge von Industrie 4.0 werden sich bestehende Geschäftsmodelle nachhaltig verändern und insbesondere auch neue, digitale Geschäftsmodelle entstehen. Im Mittelpunkt dieser Entwicklung stehen die Erhöhung des Kundennutzens durch ein zunehmendes Angebot von Mehrwertlösungen (anstelle von Produkten), der Ausbau von digitalen Serviceelementen und die erhöhte Vernetzung von Produkten,

Produktionsmitteln sowie mit Kunden und Partnern. Die besondere Qualität des digitalen Wandels liegt dabei in der rasanten Beschleunigung der Veränderungsgeschwindigkeit und darin, dass disruptive Innovationen dazu führen, dass sich Branchen wie zum Beispiel die Informations- und Telekommunikationsindustrie in kurzer Zeit nachhaltig verändern.

**Abb. 18 Ein nachhaltig erfolgreiches Geschäftsmodell erfordert eine Kombination mehrerer Aspekte von Industrie 4.0**

### Kernaspekte erfolgreicher Geschäftsmodelle im Kontext von Industrie 4.0



*„Neue, digitale Geschäftsmodelle werden das bestehende Produkt- und Serviceportfolio erweitern, um zukünftiges Umsatzwachstum zu gewährleisten.“*

*Leiter Service, Hersteller von Druckmaschinen*

Etablierte Geschäftsmodelle werden durch die verstärkte Vernetzung und Nutzung von Daten und Analysefähigkeiten in allen Wertschöpfungsprozessen datengetriebener, effizienter und kundenorientierter. Folglich haben die befragten Unternehmen in der Studie auch „verbesserte Planungs- und Steuerungsfähigkeiten“ und „höhere Kundenzufriedenheit“ als die beiden wichtigsten qualitativen Vorteile von Industrie 4.0 genannt.

Auch bei den neuen Geschäftsmodellen stehen die effiziente und integrierte Nutzung von Daten und die zunehmende Digitalisierung von Produkten und Wertschöpfungsketten im Mittelpunkt. In den letzten Jahren sind sogar Geschäftsmodelle entstanden, bei denen die Wertschöpfung primär auf der Nutzung von Daten beruht, die – wie etwa im Fall von Google – mithilfe der häufig kostenlosen Bereitstellung digitalisierter Produkte gewonnen werden. Bei neuen Geschäftsmodellen geht es jedoch insbesondere darum, die Digitalisierung zu nutzen, um etablierte Wertschöpfungsketten zu unterbrechen und damit neue Ertragsquellen zu erschließen, die mit dem bisherigen Geschäftsmodell nicht eröffnet werden konnten. In der Konsequenz führen neue Geschäftsmodelle somit zu einem vollkommen neuen Kundennutzen.

Innerhalb der befragten Branchen ist die Informations- und Kommunikationsindustrie im Aufbau von solchen neuen Geschäftsmodellen bereits am weitesten fortgeschritten. Cloud-basierte und As-a-Service-Geschäftsmodelle haben sich, was die Nutzung von IT-Infrastruktur und IT-Anwendungen betrifft, bereits als Standard etabliert und durchgesetzt. Analog dazu werden auch klassische Fertigungsindustrien wie der Maschinen- und Anlagenbau anstelle des reinen Verkaufs von physischen Produkten zunehmend lösungsorientierte Nutzungsmodelle anbieten. Maschinen und Anlagen werden flexibel nach Verbrauch abgerechnet (z. B. „gedruckte Seiten“ anstelle von „Druckern“ bzw. „Druckmaschinen“) und die Daten aus dem Betrieb der Anlagen werden wiederum genutzt, um neuen Mehrwert zu schaffen (z. B. als „Broker von Druckaufträgen“ mit optimierter Nutzung von Kapazitäten über verschiedene Anlagen hinweg).

Umgekehrt hat die Möglichkeit, mittels disruptiver Innovationen neue, digitale Geschäftsmodelle schnell in den Markt zu treiben, bereits zu erheblichen Veränderungen für ganze Industriezweige geführt. In der Telekommunikationsindustrie etwa haben digitale Anbieter erhebliche

Verschiebungen in der Wertschöpfung und eine Umverteilung zulasten der etablierten Anbieter ausgelöst.

Ähnliche Veränderungen durch disruptive digitale Geschäftsmodelle sind beispielsweise auch in der Automobilindustrie zu erwarten. Ein kürzlich von Google patentiertes Konzept sieht vor, selbstfahrende Fahrzeuge in Städten anzubieten. Dabei sollen die eigenen Fahrzeuge den Kunden führerlos von einem Punkt zum anderen transportieren. Die Wertschöpfung von Google besteht in dem Fall darin, Werbetreibenden die Möglichkeit zu geben, Kunden kostenlos zu ihrem eigenen Geschäft zu bringen, und damit ein klassisches Problem des stationären Handels zu lösen. Ein solches neues Geschäftsmodell hätte gewiss disruptive Auswirkungen für eine Vielzahl von Mobilitätsanbietern.





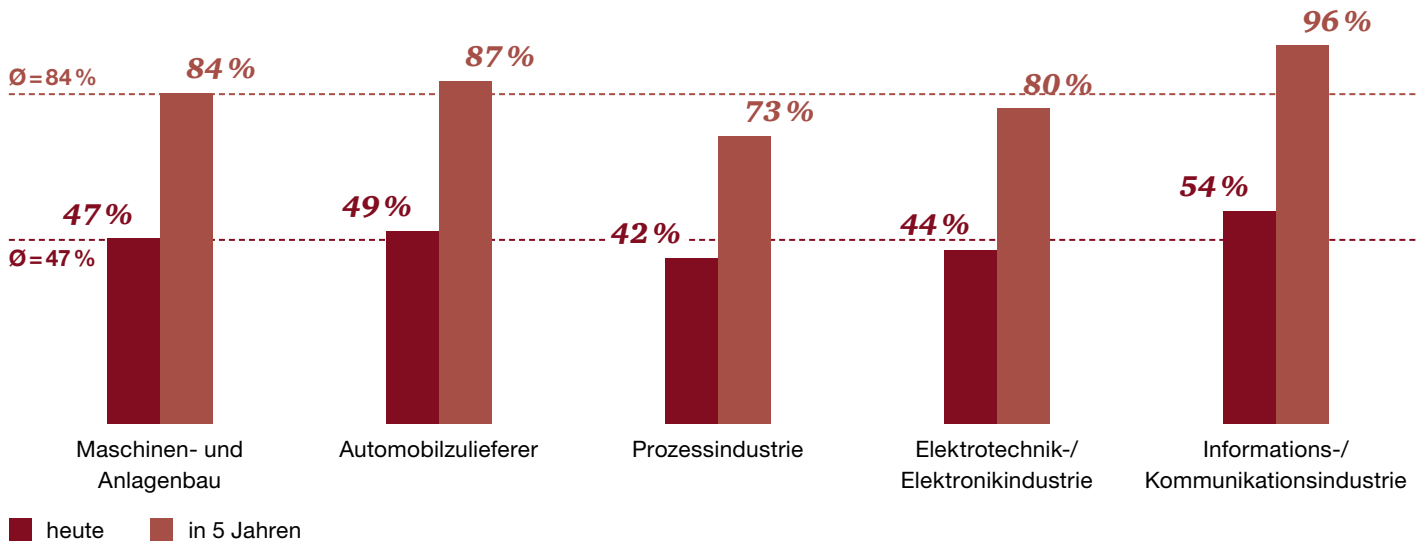
## 9 Horizontale Kooperationen ermöglichen eine bessere Erfüllung von Kundenanforderungen.

Schon heute ist rund die Hälfte aller befragten Unternehmen davon überzeugt, dass vertiefte Kooperationen mit Wertschöpfungspartnern – zusammen mit einer stärkeren horizontalen Vernetzung – eine zentrale Rolle spielen. Mit zunehmendem Digitalisierungsgrad und insbesondere mit Blick auf den Aufbau neuer, digitaler Geschäftsmodelle wird diese Bedeutung

nochmals deutlich zunehmen. Auf die nächsten fünf Jahre bezogen gehen über 80% der befragten Unternehmen davon aus, dass vertiefte Kooperationen und eine verstärkte horizontale Vernetzung einen wichtigen Stellenwert haben werden. Dies gilt gleichermaßen für alle befragten Industriezweige und sowohl für Anwender wie auch für Anbieter von Industrie 4.0-Lösungen.

Abb. 19 Alle Branchen setzen verstärkt auf Kooperation und horizontale Vernetzung

**Bedeutung vertiefter Kooperationen mit Wertschöpfungspartnern**  
Anteile der Unternehmen mit hoher Bedeutung von Kooperation (4,5)



Die zentrale Triebfeder für vertiefte Kooperationen und eine stärkere Vernetzung mit anderen Unternehmen ist die bessere Erfüllung von Kundenanforderungen im Rahmen neuer, digitaler Geschäftsmodelle. Kürzere Time-to-Market und eine höhere Innovationsgeschwindigkeit sowie

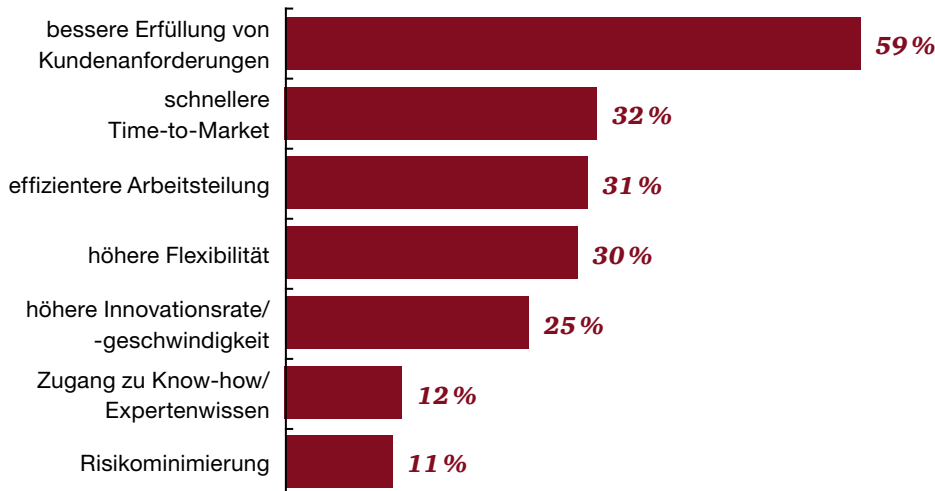
eine effizientere Arbeitsteilung verbunden mit mehr Flexibilität sind weitere Gründe für die Vertiefung von Kooperationen. Der Zugang zu Expertenwissen und die Minimierung von Risiken spielen nach Ansicht der befragten Unternehmen hingegen eine eher untergeordnete Rolle.

*„Nur über weitreichende Kooperationen kann der deutsche Mittelstand den immer höheren Kundenanforderungen gerecht werden.“*  
Leiter Supply Chain, Maschinen- und Anlagenbauer

**Abb. 20 Kundenanforderungen besser zu erfüllen, ist der zentrale Treiber für vertiefte Kooperationen**

**Wichtigste Gründe für Kooperationen im Rahmen von Industrie 4.0**

Auswahl der Top-2-Gründe (prozentualer Anteil)



In einer zunehmend komplexen Welt werden bahnbrechende Innovationen oftmals erst durch die Einbindung einer Vielzahl von Unternehmen ermöglicht. Erst wenn verschiedene Unternehmen ihre jeweils komplementären Fähigkeiten einbringen, können neue Geschäftsmodelle entstehen. Ein gutes Beispiel für eine vertiefte Kooperation über Wertschöpfungsketten hinweg ist die Entwicklung der Elektromobilität. Die Automobilhersteller haben sich in interdisziplinären Partnerschaften mit Zulieferern und unterschiedlichsten Anbietern aus anderen Industriezweigen zusammengeschlossen (z. B. Chemieunternehmen und Werkstoffhersteller für Batteriezellen, Komponentenhersteller von Elektronikmodulen), um gemeinsam schneller und effizienter neue Lösungen für veränderte Kundenanforderungen zu finden.

Vertiefte horizontale Partnerschaften beschränken sich jedoch nicht nur auf den Bereich der Innovation. Vielmehr zielen sie gerade auch auf die wertschöpfungskettenübergreifende Optimierung von Geschäftsabläufen ab – insbesondere durch eine bessere Analyse und Nutzung von Daten. So halten über 70% der befragten Unternehmen den verbesserten Austausch von Daten mit Kooperationspartnern im Zuge von Industrie 4.0 künftig für wichtig.

Letztlich ist zu erwarten, dass sich aufgrund der verstärkten horizontalen Kooperationen die Wettbewerbslandschaften maßgeblich verändern werden. Unternehmen, die Teil eines Partner-Ökosystems sind, konkurrieren zunehmend gemeinsam gegen andere Unternehmen oder andere Partner-Ökosysteme. Dabei

profitieren sie unter anderem von einem intensiveren Datenaustausch und gemeinsamen Standards, die es ihnen erlauben, sich am Markt zu differenzieren und den Kunden einen höheren Mehrwert zu bieten. In der Informations- und Kommunikationsindustrie ist dies bereits am deutlichsten zu erkennen. Hier werden horizontale Kooperationen von über 96% der Unternehmen zukünftig als wichtig erachtet. Dieser Trend wird sich mit hoher Wahrscheinlichkeit auch auf das Verarbeitende Gewerbe ausweiten.

# 10

## 10 Industrie 4.0 birgt vielfältige Herausforderungen – Politik und Industrieverbände können helfen.

Schon heute ist Industrie 4.0 ein zentrales Thema für alle von uns befragten Branchen – und dieser Trend wird zukünftig stark an Bedeutung zunehmen. Für eine erfolgreiche, zeitnahe Umsetzung von Industrie 4.0-Konzepten müssen die Unternehmen aber noch zahlreiche Herausforderungen meistern. Im Mittelpunkt stehen dabei die voraussichtlich hohen Investitionen und eine häufig noch unklare Wirtschaftlichkeitsrechnung für neue Industrie 4.0-Anwendungen.

Knapp die Hälfte der Befragten (46%) gibt an, dass der unklare wirtschaftliche Nutzen und die zu hohen Investitionen zu den zwei wichtigsten Herausforderungen zählen. Viele Unternehmen haben noch keine konkreten Umsetzungspläne für Industrie 4.0-Lösungen erarbeitet und auch noch keine größeren Investitionen verabschiedet, weil die Lösungen für viele Unternehmen neu sind, erhebliche Veränderungen erfordern

und die Quantifizierung der Potenziale komplex und vielfältig ist. Hier besteht akuter Bedarf nach mehr Transparenz und einem branchenübergreifenden Erfahrungsaustausch.

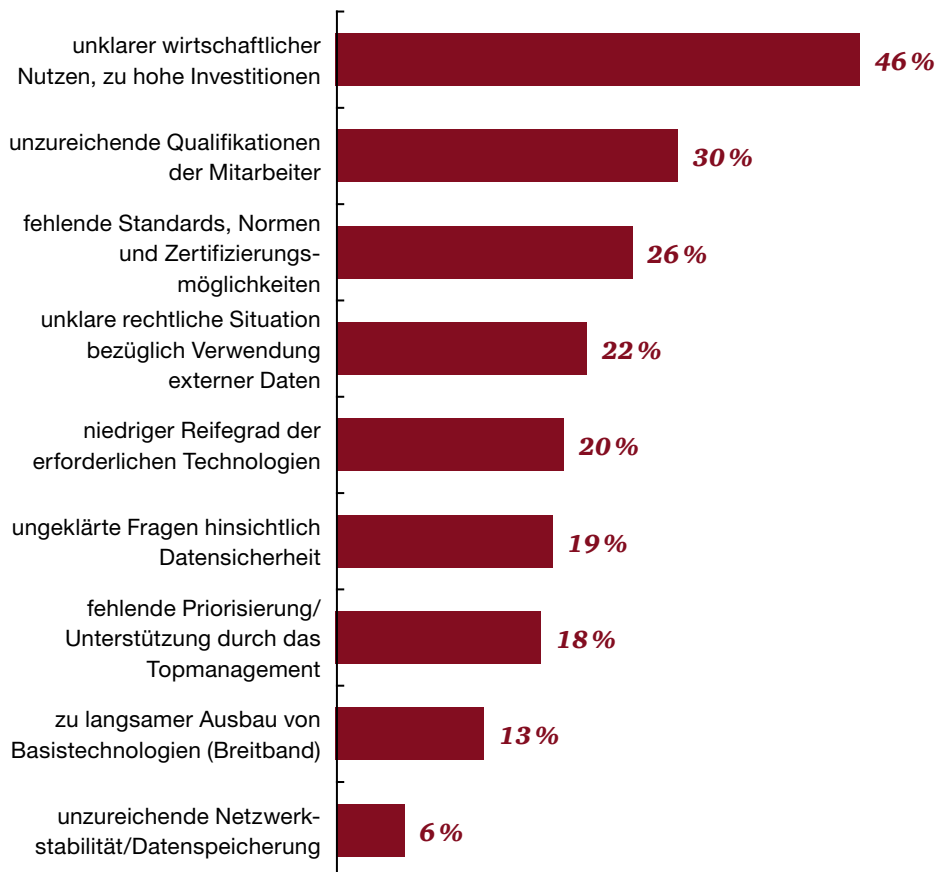
Auf Platz zwei und drei der Liste der Herausforderungen folgen die Themen „unzureichende Qualifikation der Mitarbeiter“ (30%) sowie „fehlende Standards“ (26%). Die Qualifikation der Mitarbeiter ist ein wichtiges Thema für die gesamte Industrie. Der digitale Wandel wird die Anforderungen an die Mitarbeiter über sämtliche Wertschöpfungsstufen hinweg – von der Entwicklung über die Produktion bis hin zum Vertrieb – verändern. Prozesse und Geschäftsmodelle werden durch die zunehmende Digitalisierung agiler und datengetriebener und verlangen von den Mitarbeitern völlig neue Fähigkeiten und Qualifikation. Auch der Bedarf an Softwareentwicklern und Datenanalysten in der Industrie wird in den nächsten fünf bis zehn Jahren nochmals signifikant zunehmen.



„Wenn wir es nicht schaffen, einheitliche Standards für den Informations- und Datenaustausch zu etablieren, dann wird Industrie 4.0 scheitern.“  
 Entwickler, Hersteller von Automatisierungslösungen

**Abb. 21 Die Unklarheit über den wirtschaftlichen Nutzen ist die größte Herausforderung für Industrie 4.0**

**Herausforderungen für die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0**  
 Auswahl der Top-2-Gründe (prozentualer Anteil)



Die zahlreichen und komplexen Herausforderungen können in ihrer Bandbreite nicht von einzelnen Unternehmen umfassend bewältigt werden, sondern verlangen auch eine gemeinsame Anstrengung von Industrieverbänden, Gewerkschaften und Arbeitgeberverbänden. Neben einer branchenübergreifenden Zusammenarbeit zur Förderung von Qualifikationen und zur Festlegung bzw. Auswahl von Standards bedarf die Gestaltung des technologischen und digitalen Wandels in Deutschland aber auch einer expliziten Unterstützung durch die Politik.

Der Forderungskatalog der befragten Unternehmen an die Politik ist breit: Die meistgenannten Themen, bei denen sich die befragten Unternehmen Hilfe von der Politik wünschen, sind Nachwuchsförderung, internationale Standardisierung und ein wettbewerbsfähiges Datenschutzrecht. Das in der Politik viel diskutierte Thema „Ausbau des Breitbandnetzes“ landet dagegen nur auf einem der hinteren Plätze. Dieses Thema wird also nur von wenigen Unternehmen als eine große Herausforderung im Kontext der Umsetzung von Industrie 4.0 angesehen.

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels ist die Nachwuchsförderung wichtiger denn je. Die Politik kann helfen, den zunehmenden Bedarf an gut ausgebildeten Mitarbeitern zu bewältigen – schon mit der Schulbildung. Denn mit Industrie 4.0 und der zunehmenden Digitalisierung steigt der Bedarf an Mitarbeitern insbesondere mit mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Vorkenntnissen. Die Politik sollte die Grundlage für die notwendige Ausbildung schaffen und dazu beitragen, dass bereits in jungen Jahren eine Begeisterung für technische Wissensgebiete geweckt wird. Darüber hinaus müssen aber auch die Inhalte von Ausbildungsberufen und Studiengängen an die künftigen Anforderungen der digitalen Welt angepasst werden.

**Abb. 22 Die erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 bedarf einer breiten Unterstützung durch die Politik**

**Bedarf für eine Unterstützung durch die Politik**

Auswahl der Top-2-Gründe (prozentualer Anteil)



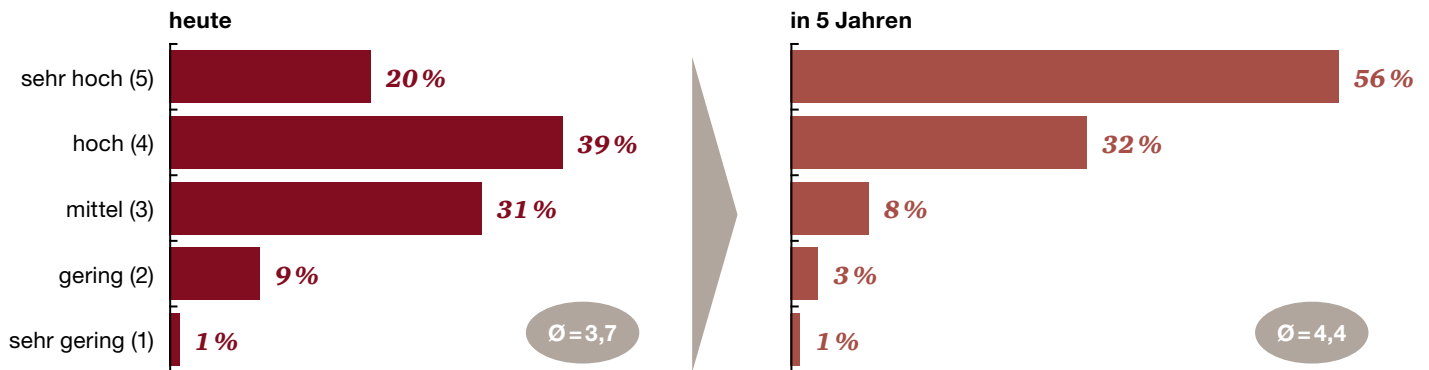
„Industrie 4.0 wirkt der Verlagerung von Arbeitsplätzen in Niedriglohnländer entgegen und ermöglicht, dass Mitarbeiter auch im höheren Alter in der Fertigungsindustrie tätig sein können.“  
 Entwickler, Hersteller von Automatisierungslösungen

Darüber hinaus kann die Politik unterstützend wirken, indem sie sich für einheitliche Industriestandards auf europäischer bzw. internationaler Ebene einsetzt. Klar definierte Standards und Normen sind die Grundlage für die horizontale und vertikale Vernetzung der Wertschöpfungsketten. Sie ermöglichen einen reibungsfreien maschinen-, system- und software-übergreifenden Austausch von Daten und Informationen. Für den Exportweltmeister Deutschland und die Mehrheit der Industrieunternehmen ist eine internationale Standardisierung unerlässlich.

Wenn Unternehmen, Verbände, Gewerkschaften und die Politik zusammenarbeiten, dann kann Industrie 4.0 dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschafts- und Industriestandorts Deutschland im Zeitalter der Digitalisierung nachhaltig zu stärken. Knapp 90% der befragten Unternehmen messen Industrie 4.0 eine hohe Bedeutung für die deutsche Wirtschaft in den nächsten fünf Jahren zu. Für über 50% der Studienteilnehmer ist Industrie 4.0 sogar essenziell wichtig für den Wirtschaftsstandort Deutschland.

**Abb. 23 Industrie 4.0 hat eine hohe Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland**

**Bedeutung von Industrie 4.0 für den Wirtschaftsstandort Deutschland**



## **Industrie 4.0 – Wandel gestalten, Potenziale nutzen!**

Die Digitalisierung durch das Internet verändert unsere Lebens- und Arbeitswelt nachhaltig. Nun wird auch die Produktion digitalisiert – genannt „Industrie 4.0“. Diese Entwicklung bietet dem deutschen Maschinen- und Anlagenbau alle Chancen, seine weltweit führende Position auszubauen. Ob die Industrienation Deutschland Industrie 4.0 zum Geschäftsmodell machen kann, hängt allerdings nicht nur von den Unternehmen ab. Wichtige Rahmenbedingungen müssen noch mit Politik und Gesellschaft vereinbart werden.

Deutschlands Maschinenbauer wollen die Chance nutzen, sich bei Industrie 4.0 als Leitmarkt und Leitanbieter zu positionieren. Bei Industrie 4.0 geht es um nichts Geringeres als um die Weltsprache der Produktion. Und diese sollte aus Deutschland kommen. Die Unternehmen stehen vor einem fundamentalen Wandel: Produktionsprozesse und Produkte werden digitalisiert, Hersteller, Lieferanten sowie Kunden vernetzen sich noch enger und Innovationszyklen verkürzen sich weiter. Die Produktion wird individueller, ressourceneffizienter, flexibler und schneller.

Diese Studie zeigt, dass sich die Maschinenbauunternehmen über alle Unternehmensgrößen hinweg intensiv mit Industrie 4.0 beschäftigen und in den nächsten Jahren erheblich in die entsprechenden Technologien investieren werden. Bereits heute bestehen 30% der Maschinenbauprodukte aus Software und Automatisierungstechnik – und dieser Anteil wird signifikant steigen.

Die Studie belegt aber auch, dass bei vielen Unternehmen noch erhebliche Fragen und Unsicherheiten bestehen. Noch gibt es keine „Kochrezepte“ oder „Blaupausen“ zu Industrie 4.0. Jedes Unternehmen muss seinen eigenen Ansatz finden und dabei mehrere Fragen beantworten:

- Welchen Nutzen kann mein Unternehmen aus Industrie 4.0 ziehen?
- Welche Anpassungen am Geschäftsmodell müssen vorgenommen werden?
- In welcher Ausprägung ist Industrie 4.0 für mein Unternehmen sinnvoll?
- Welche Einführungsstrategien und Investitionen braucht mein Unternehmen?
- Mit welchen Maßnahmen müssen die Mitarbeiter weitergebildet werden?
- Wie erfolgt die Abstimmung und Integration mit existierenden Produktionstechniken, IT-Systemen und Datenbeständen?
- In welchen Wertschöpfungsnetzwerken befindet sich mein Unternehmen?

Diesen Wandel der Unternehmen hin zu Industrie 4.0 begleitet und gestaltet der VDMA aktiv mit. Der VDMA bündelt das interdisziplinäre Expertenwissen des Verbands mit dem der Unternehmen in einem VDMA-Forum Industrie 4.0. Mit diesem Forum und der gemeinsamen Plattform von VDMA, ZVEI und BITKOM setzen wir uns dafür ein, die Vision von Industrie 4.0 durch die Entwicklung umsetzbarer Handlungsempfehlungen für den Maschinen- und Anlagenbau weiter voranzutreiben. Dabei steht insbesondere die Anwenderperspektive im Fokus. Ziel ist es, langfristig und nachhaltig ein Netzwerk zum Erfahrungsaustausch unter den Mitgliedsunternehmen aufzubauen.



**Dietmar Goericke**  
VDMA Forum Industrie 4.0,  
Geschäftsführer

## ***D** Ausblick und Handlungsempfehlungen*





*Wir haben bereits viele digitale Initiativen im Unternehmen, aber keine gemeinsame Vision und Roadmap, wo wir mit Industrie 4.0 hinwollen.*

*CEO, Maschinen- und Anlagenbauer*

Die Umsetzung von Industrie 4.0 bedeutet für die meisten Unternehmen einen mehrjährigen Transformationsprozess, an dessen Ende eine signifikant veränderte Wertschöpfung stehen wird. Aufgrund des Umfangs der erwarteten unternehmensweiten Veränderungen und der in den nächsten drei bis fünf Jahren notwendigen Investitionen ist es zunächst notwendig, dass das Thema vom Topmanagement erkannt, auf die Agenda gesetzt und mit hoher Priorität in das Unternehmen hineingetragen wird.

Angesichts der Wichtigkeit von Industrie 4.0 sollte daher die Aussage von 18% der befragten Unternehmen, dass die „fehlende Priorisierung/Unterstützung durch das Topmanagement“ eine der wichtigsten Herausforderungen ist, viele Vorstände und CXOs alarmieren. Zugleich ist es für jedes Unternehmen ratsam, in einem spezifischen Strategieprozess zu Industrie 4.0 eine Standortbestimmung hinsichtlich der vorhandenen Fähigkeiten vorzunehmen und insbesondere mit dem Blick auf die Veränderungen der Kundennachfrage eine eigene Zieldefinition durchzuführen.

Unser Maturitätsmodell zu Industrie 4.0 kann Unternehmen dabei helfen, die vorhandenen Fähigkeiten sowie die verschiedenen Maßnahmen im Bereich der Digitalisierung systematisch aufzunehmen und alle laufenden und geplanten Aktivitäten in einer integrierten Industrie 4.0-Strategie zusammenzuführen. Im Rahmen dieses Prozesses sollten die Dimensionen

Prozesse/Wertschöpfungsketten, Produkt-/Serviceportfolio und Kunde/Marktzugang in ihrer Gesamtheit berücksichtigt werden. Ausgangspunkt dafür ist eine Einordnung der aktuellen Maturitätsstufe des eigenen Unternehmens und eine Bestandsaufnahme der eigenen Fähigkeiten und digitalen Initiativen im Unternehmen selbst, auf deren Basis der Industrie 4.0-Zielzustand definiert und etwaige Lücken identifiziert werden können.

Der Zielzustand und der Weg dorthin werden jedoch keineswegs für jedes Unternehmen gleich sein. Vielmehr geht es darum, in Abhängigkeit von der eigenen Ausgangslage, der Kunden- und Wettbewerbssituation sowie der Investitionsbereitschaft den unternehmensspezifisch geeigneten Zielmaturitätsgrad für die unterschiedlichen Dimensionen und die benötigten Fähigkeiten für die nächsten drei bis fünf Jahre festzulegen. Dabei können wiederum grundsätzlich drei verschiedene strategische Stoßrichtungen gewählt werden:

- **„Schnell adaptierend“:** Unternehmen, die aus den ersten Erfahrungen der Pioniere lernen und offensichtlich erfolgreiche Konzepte schnell für sich anpassen und implementieren – allerdings verbunden mit dem Risiko, das volle Potenzial dann nicht mehr heben zu können
- **„Abwartend“:** Unternehmen, die zunächst eine breite Umsetzung von Industrie 4.0-Lösungen abwarten, um sich dann ausschließlich auf bereits erprobte Konzepte mit definierten Standards und etablierten Wirtschaftlichkeitsrechnungen einzulassen – verbunden jedoch mit der nicht zu unterschätzenden Gefahr, in einer sich schnell wandelnden Welt den Anschluss an die globale Konkurrenz bereits verpasst zu haben
- **„Gestaltend“:** Unternehmen, die zügig und risikofreudig vorangehen, um die Chancen der Digitalisierung früh zu nutzen, die Konzepte von Industrie 4.0 mitzuentwickeln und dabei potenziell sogar De-facto-Standards zu schaffen – verbunden aber auch mit dem höheren Risiko, neue und bislang unerprobte Lösungen erst entwickeln und implementieren zu müssen

In der Abwägung der Vor- und Nachteile und abhängig vom definierten Zielzustand können die konkreten Schritte zu einer pragmatischen Umsetzung einschließlich wichtiger Meilensteine sowie der benötigten Fähigkeiten und Ressourcen festgelegt werden. Am Ende stehen klar definierte Maßnahmen, die mit

konkreten, unternehmensspezifischen Wirtschaftlichkeitsrechnungen und Zeitplänen hinterlegt sind. Begleitend sollte ein Veränderungsmanagement aufgesetzt werden, das dazu beiträgt, den Wandel nachhaltig abzusichern und mit ausgewählten Pilotprojekten schnell Erfolge aufzuzeigen.

**Abb. 24 Industrie 4.0-Maturitätsstufen**



**Digitaler Novize**

Industrieunternehmen beginnen ihren Weg in die vierte industrielle Revolution häufig als digitale Novizen. Auf dieser Maturitätsstufe wurden zwar in allen Unternehmensbereichen und im eigenen Produkt- und Serviceportfolio erste Digitalisierungserfolge erzielt, die Aktivitäten sind jedoch weder koordiniert noch nach einem stringenten Fahrplan für die Zukunft ausgerichtet. Digitale Risiken sind nicht systematisch erfasst und Compliance wird nicht in allen Bereichen gewährleistet.

**Vertikaler Integrator**

Industrieunternehmen in der zweiten Maturitätsstufe haben als vertikale Integratoren ihr Produkt- und Serviceportfolio bereits konsequent mit digitalen Funktionalitäten versehen, das heißt beispielsweise mit integrierter Software („Embedded Systems“) und einer Onlineanbindung, die eine internetbasierte Kommunikation des Produkts mit den Produktionsmitteln erlauben. Die operativen Prozesse und auch wichtige administrative Prozesse sind digitalisiert, sodass beispielsweise Daten aus der Produktentwicklung auch in der physischen Fertigung und Logistik und in allen Systemen des Unternehmens in Echtzeit verfügbar sind. Beim Marktauftritt werden die Funktionalitäten einer Onlinepräsenz, zum Beispiel über detaillierte Webseiten und Onlineproduktkataloge, genutzt.

**Horizontaler Kollaborateur**

Die horizontalen Kollaborateure auf der dritten Maturitätsstufe integrieren ihre Wertschöpfungsketten mit Kunden und Partnern. Eine digitale Einbindung von Kunden, Zulieferern und Lohnfertigern entlang des Produktionsablaufs sowie eine bessere Koordination und Vernetzung mit Logistikdienstleistern schaffen Effizienz und Qualitätsgewinne, verbessern die Durchlaufzeit oder reduzieren die operativen Kosten. Im gleichen Maß wird das Produkt- und Serviceportfolio mit externen Wertschöpfungspartnern verknüpft, um den Kunden End-to-End-Lösungen über verschiedene Wertschöpfungsstufen hinweg anbieten zu können. Innovative Konzepte optimieren die Kundenansprache und Kundendaten werden für eine optimale Ansprache gezielt gespeichert und ausgewertet. Digitale Risiken werden mit standardisierten und effizienten Methoden gemanagt, die Compliance über alle Unternehmensfunktionen ist sichergestellt

**Digitaler Champion**

Der digitale Champion schließlich hat seine operativen und administrativen Prozesse global vernetzt und in vielen Bereichen auch virtualisiert. Das Unternehmen fokussiert seine operative Wertschöpfung auf Kernbereiche und arbeitet mit einem globalen Partnernetzwerk.

Administrative Schlüsselprozesse sind digitalisiert und nach Kosten- und Steuergesichtspunkten global optimiert. Digitale Champions haben häufig ein „digitales Headquarter“ installiert, in dem alle administrativen Prozesse optimiert und vielfach automatisiert sind. Wichtige Wertschöpfungsschritte sind auch aus finanzieller Sicht effizient aufgestellt. Das digitalisierte Produkt- und Serviceportfolio ist um neue, mitunter disruptive Geschäftsmodelle erweitert worden, in die neben innovativen Systemen und Mehrwertdienstleistungen auch neue Methoden der Leistungserbringung – häufig mit Partnern – entlang der Wertschöpfungskette eingebunden sind. Im Zentrum der notwendigen Fähigkeiten stehen ein stringentes Datenmanagement und eine effiziente Analytik und Nutzung von (Echtzeit-) Daten zur Optimierung entlang der Wertschöpfungskette.

Der Aufbau von Industrie 4.0-Lösungen erfordert hohe Investitionen, deren wirtschaftlicher Nutzen und möglicher Wettbewerbsvorteil immer wieder kritisch überprüft werden müssen. Es gibt viele Wege, ein digitaler Champion zu werden, und jedes Unternehmen muss entsprechend seinen Fähigkeiten und den bestehenden Konfiguration aus Produkt- und Serviceportfolio sowie den operativen und administrativen Prozessen beurteilen, welcher Weg im Einzelfall erfolgversprechend ist.

*„Der „Industrie 4.0-Zug“ verlässt den Bahnhof – die Unternehmen müssen entscheiden, wann für sie der beste Moment zum Aufspringen ist.“*  
Geschäftsführer, Industrieverband

## ***Erste Schritte auf dem Weg zur Digitalisierung***

Unabhängig von der gewählten Industrie 4.0-Strategie können sich Unternehmen mit drei ganz pragmatischen Schritten auf den Weg zur Digitalisierung und zur Anwendung von Industrie 4.0-Konzepten machen.

### ***1. Allen Dingen einen Namen geben***

Geben Sie allen Produkten und Produktionsmitteln eine eindeutige ID, zum Beispiel über einen Barcode, und damit einen unverwechselbaren Namen. Nur auf Basis einer eindeutigen Identifikation wird eine Digitalisierung und Vernetzung der Wertschöpfung und damit der Kernprozesse möglich; Daten können erhoben werden und eine vollständige digitale Eigenbeschreibung von Produkten und Produktbestandteilen kann erfolgen. Ein effizientes Bestands- und Supply-Chain-Management wird erleichtert.

### ***2. Messen, messen, messen***

Messen Sie entlang der gesamten Wertschöpfungskette alle anfallenden Prozess- und Sensordaten, um den aktuellen Zustand von Produkten und Produktionsmitteln zu erheben. Wo nicht bereits vorhanden, rüsten Sie Sensoren an multiplen Messpunkten entlang der Fertigung und den Produkten nach, um ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten. Die Verfügbarkeit von Messdaten ermöglicht eine Verbesserung der Durchlaufzeiten, höhere Produktqualität und eine Senkung der Prozesskosten.

### ***3. Vernetzen und analysieren***

Vernetzen Sie die eindeutig identifizierten Produkte mit ihrer digitalen Eigenbeschreibung, den Produktionsmitteln sowie den anfallenden Prozess- und Sensordaten und verknüpfen Sie die unterschiedlichen Datenquellen. Schaffen Sie die hierzu notwendigen Kommunikations- und IT-Infrastrukturen, um eine Vernetzung zu ermöglichen und Daten kombinierbar und analysierbar zu machen – und das möglichst in Echtzeit. Sie ermöglichen damit erste Schritte hin zu einem Big Data Management, aus dem Sie Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Qualitätsoptimierung für Ihr eigenes Unternehmen sowie die Leistung Ihrer Wertschöpfungspartner ableiten können.



## ***E Methodisches Vorgehen***



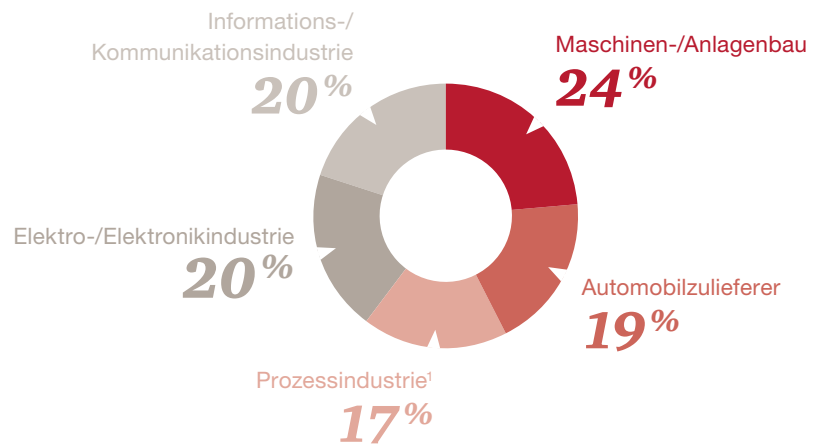
PwC und Strategy& (ehemals Booz & Company und Management Engineers) haben im dritten Quartal 2014 gemeinsam die Studie *Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution* durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte mit der freundlichen Unterstützung von Siemens, dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) sowie der Fachzeitschrift *Produktion*.

Für die Studie wurden deutschlandweit 235 Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe sowie der Informations- und Kommunikationsindustrie befragt und in fünf Branchen zusammengefasst. Die Befragung wurde in Zusammenarbeit mit dem Marktforschungsinstitut TNS Emnid mittels Telefoninterviews und eines Onlinefragebogens durchgeführt. Zudem haben Mitarbeiter von PwC und Strategy& mit ausgewählten Unternehmen persönliche Interviews geführt.

Die Teilnehmer aus den unterschiedlichen Branchen repräsentieren in einem ausgewogenen Mischungsverhältnis sowohl große Konzerne mit einem Umsatz von mehreren Milliarden Euro als auch kleine und mittelständische Unternehmen. Erfreulicherweise konnten wir viele Unternehmen für die Umfrage gewinnen, die in ihrem jeweiligen Segment auf nationaler und globaler Ebene Marktführer sind.

**Abb. 25 Zugehörigkeit der befragten Unternehmen zu Branchen**

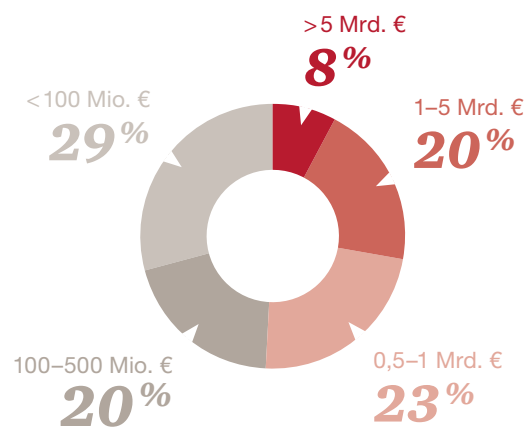
n=235



¹ Chemie, Petrochemie, Pharmazie, Lebensmittel, Zucker, Zellstoff, Papier, Glas, Stahl, Zement.

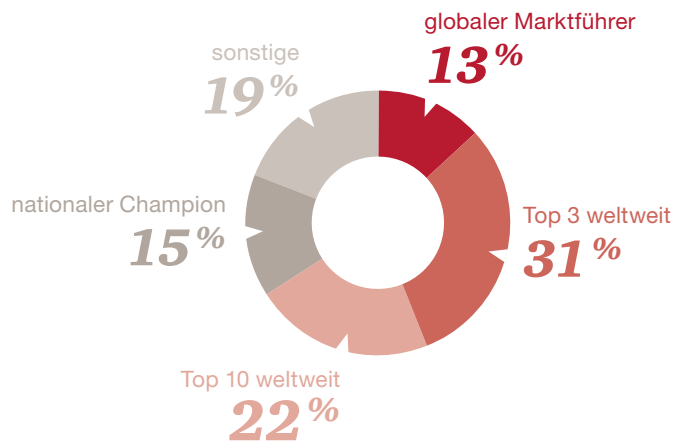
**Abb. 26 Größe der befragten Unternehmen**

Jahresumsatz weltweit  
n=235



**Abb. 27 Marktposition der befragten Unternehmen<sup>1</sup>**

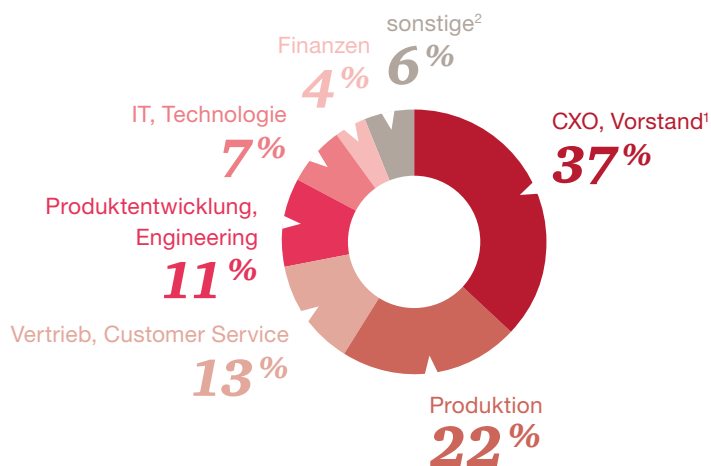
n=235

<sup>1</sup> Angaben der Unternehmen bzw. der Teilnehmer an der Umfrage.

Die Seniorität der Umfrageteilnehmer spricht für die Bedeutung von Industrie 4.0 für die deutsche Wirtschaft. 37% der befragten Personen sind CXO oder Vorstand bzw. Geschäftsführer in ihrem jeweiligen Unternehmen. Zudem wurde auf ein ausgewogenes Verhältnis der vertretenen Funktionen geachtet.

**Abb. 28 Funktion der Teilnehmer**

n=235

<sup>1</sup> Inkl. CEO, COO, CIO, CTO, CFO.<sup>2</sup> U. a. Supply Chain/Logistik, Einkauf.

---

## *Ihre Ansprechpartner*

### PwC



***Dr. Reinhard Geissbauer***  
Management Consulting, Partner  
Tel.: +49 89 5790-6138  
reinhard.geissbauer@de.pwc.com



***Stefan Schrauf***  
Management Consulting, Partner  
Tel.: +49 89 5790-5317  
stefan.schrauf@de.pwc.com

### Strategy&



***Volkmar Koch***  
Partner  
Tel.: +49 69 97167-412  
volkmar.koch@strategyand.pwc.com



***Simon Kuge***  
Principal  
Tel.: +49 89 54525-584  
simon.kuge@strategyand.pwc.com



### Über uns

Unsere Mandanten stehen tagtäglich vor vielfältigen Aufgaben, möchten neue Ideen umsetzen und suchen Rat. Sie erwarten, dass wir sie ganzheitlich betreuen und praxisorientierte Lösungen mit größtmöglichem Nutzen entwickeln. Deshalb setzen wir für jeden Mandanten, ob Global Player, Familienunternehmen oder kommunaler Träger, unser gesamtes Potenzial ein: Erfahrung, Branchenkenntnis, Fachwissen, Qualitätsanspruch, Innovationskraft und die Ressourcen unseres Expertennetzwerks in 157 Ländern. Besonders wichtig ist uns die vertrauensvolle Zusammenarbeit mit unseren Mandanten, denn je besser wir sie kennen und verstehen, umso gezielter können wir sie unterstützen.

PwC. 9.400 engagierte Menschen an 29 Standorten. 1,55 Mrd. Euro Gesamtleistung. Führende Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsgesellschaft in Deutschland.

PwC gehört laut Berater-Ranking der WirtschaftsWoche zu Deutschlands besten Unternehmensberatungen. Im Bereich „Business Excellence“, d. h. bei der Wertsteigerung für den Mandanten, belegt PwC den ersten Platz. In der Wahrnehmung der 1.500 befragten Top-Manager konnte PwC in seinen Beratungsprojekten das Betriebsergebnis der Mandanten am erfolgreichsten steigern.



### Über Strategy&

Strategy& ist ein globales Team aus praxisorientierten Strategie-Experten. Unser Ziel ist es, unseren Klienten jederzeit den entscheidenden Vorteil zu verschaffen. In enger Zusammenarbeit mit ihnen meistern wir ihre größten Herausforderungen und helfen ihnen, ihre Chancen zu identifizieren. Wir verfügen über 100 Jahre Erfahrung in der Managementberatung und kombinieren diese mit der einzigartigen Industrieerfahrung und den Ressourcen von PwC. Sei es bei der Entwicklung einer Unternehmensstrategie, der Transformation eines Geschäftsbereichs oder beim Aufbau neuer Kompetenzen, wir schaffen jederzeit den Mehrwert, den unsere Klienten von uns erwarten. Wir sind ein Mitgliedsunternehmen des weltweiten PwC-Netzwerks.

Die Bezeichnung Strategy& bezieht sich auf die Firmen der ehemaligen Booz & Company-Gruppe und/oder auf die PwC Strategy& (Germany) GmbH (ehemals Booz & Company GmbH).

## Danksagung

Unser besonderer Dank gilt den folgenden Personen und ihren Unternehmen und Organisationen, die die Vorbereitung und Koordination der Unternehmensbefragung maßgeblich unterstützt und die Studie über den gesamten Zeitraum hinweg inhaltlich begleitet haben:

- Prof. Dr.-Ing. Dieter Wegener, Digital Factory Division, Koordinator „Industrie 4.0“, Siemens AG
- Dietmar Goericke, Geschäftsführer Forum Industrie 4.0, VDMA e. V.
- Claus Wilk, Stellv. Chefredakteur, verlag moderne Industrie GmbH (Fachzeitung *Produktion*)

Darüber hinaus möchten wir den folgenden Personen und ihren Unternehmen danken für ihre freundliche Unterstützung bei der Entwicklung des Fragebogens und für die inhaltliche Validierung der Studienergebnisse:

- Heinrich Munz, Senior Developer System Engineering, KUKA Roboter GmbH
- Stephan Westermann, EVP Order Execution, Production & Logistics, Bruker Corporation
- Peter Schlindwein, VP Corporate Procurement, Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
- Bernd Kärcher, Leiter Research Mechatronics Components, Festo AG & Co. KG
- Dr. Jochen Schlick, Leiter Zukunftsfeld Cyber-Physische Systeme, Wittenstein AG
- Markus Bauer, Serviceleiter Spritzgießmaschinen, KraussMaffei Technologies GmbH
- Dr. Daniel Hug, Head of Vertical Industry & Logistics, Bosch Software Innovations GmbH
- Michael Frank, Werkleiter Bad Neustadt, Siemens AG
- Dr. Bernadette Sager, Abteilungsleiterin, Gasturbinenwerk Berlin, Siemens AG



