

Studie Industrie 4.0 – Eine Standortbestimmung
der Automobil- und Fertigungsindustrie

MHP
A PORSCHE COMPANY

Die Studie „Industrie 4.0 – Eine Standortbestimmung der Automobil- und Fertigungsindustrie“ sowie deren Zusammenfassung wurde herausgegeben von:



Mieschke Hofmann und Partner (MHP) Gesellschaft für Management- und IT-Beratung mbH in Kooperation mit der **ESB Business School, Reutlingen University**

Dr. Oliver Kelkar

MHP – A Porsche Company

Prof. Roland Heger, PhD

Dan-Khanh Dao

ESB Business School, Reutlingen University



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

im **November 2014**.

Alle Rechte vorbehalten!

Vervielfältigung, Mikroverfilmung, die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Medien sind ohne Zustimmung der Herausgeber nicht gestattet.

Die Inhalte dieser Publikation sind zur Information unserer Kunden und Geschäftspartner 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

Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	VI
Zusammenfassung	VII
Executive Summary.....	XI
1 Von Industrie 1.0 bis 4.0	1
2 Was treibt Industrie 4.0?.....	4
2.1 Anforderungen der Märkte	5
2.2 Befähigung durch Technologie.....	8
2.3 Potenziale	10
2.4 Risiken.....	11
3 Zu dieser Studie.....	13
3.1 Zielsetzung.....	13
3.2 Methodisches Vorgehen	14
3.3 Design der Erhebung	15
3.4 Auswertungsmethodik	15
3.5 Beschreibung der Teilnehmer	16
4 Standortbestimmung – Studienergebnisse.....	19
4.1 Industrie 4.0 im Allgemeinen.....	19
4.2 Forschung und Entwicklung	36
4.3 Produktion.....	42
4.4 Logistik	50
4.5 Human Resources	53
4.6 Datenschutz und Datensicherheit.....	55
5 Resümee	61
5.1 Identifikation von Chancen für Industrie 4.0	61
5.2 Identifikation von Risiken für Industrie 4.0.....	62
5.3 Handlungsempfehlungen	63
Quellenverzeichnis	66

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Die industriellen Revolutionen im zeitlichen Ablauf.....	1
Abbildung 2:	Die Smart Factory vernetzt Menschen, Maschinen und Ressourcen	2
Abbildung 3:	Die Entwicklung der Produktindividualisierung im zeitlichen Ablauf.....	5
Abbildung 4:	Wertschöpfungspotenziale einzelner Branchen 2013 und 2025	11
Abbildung 5:	Die Klassifizierung der Befragten nach Prioritätsklassen	14
Abbildung 6:	Verteilung der Branchenzugehörigkeit und Unternehmensgröße	16
Abbildung 7:	Verteilung der Produktionstypen.....	17
Abbildung 8:	Verteilung der Unternehmensbereiche und Hierarchieebenen	18
Abbildung 9:	Kreuztabellen zu den Merkmalen der befragten Personen.....	18
Abbildung 10:	Bekanntheit von Industrie 4.0 nach Branche	19
Abbildung 11:	Bekanntheit von Industrie 4.0 nach Hierarchieebene	20
Abbildung 12:	Stellenwert von Industrie 4.0 nach Branche.....	20
Abbildung 13:	Beschäftigung mit Industrie 4.0 nach Branche	21
Abbildung 14:	Beschäftigung mit Industrie 4.0 nach Unternehmensgröße.....	22
Abbildung 15:	Beschäftigung mit dem Thema Industrie 4.0	23
Abbildung 16:	Know-how-Quellen von Industrie 4.0.....	23
Abbildung 17:	Treibende Hierarchieebenen von Industrie 4.0	24
Abbildung 18:	Hemmnisse von Industrie 4.0	25
Abbildung 19:	Übergang in die vierte industrielle Revolution.....	25
Abbildung 20:	Perspektiven von Industrie 4.0.....	26
Abbildung 21:	Erforderliche Fähigkeiten aufgrund veränderter Rahmenbedingungen	26
Abbildung 22:	Erforderliche Fähigkeiten nach Hierarchieebene	27
Abbildung 23:	Kennzahlen und Stellenwerte zu Energie und Umwelt	27
Abbildung 24:	Zukünftige Bedeutung verschiedener Energiethemen.....	28
Abbildung 25:	Bereitschaft zur Verbesserung der Ressourceneffizienz	28
Abbildung 26:	Notwendigkeit der Integration von IT-Systemen	29
Abbildung 27:	Notwendige Standards zur vertikalen und horizontalen Integration.....	30
Abbildung 28:	Bedeutung von Industrie-4.0-Technologien.....	31
Abbildung 29:	Wertzunahme von Unternehmensdaten.....	31
Abbildung 30:	Zukünftige Organisationsstrukturen.....	32
Abbildung 31:	Bedeutung der Zusammenarbeit von F&E und Produktion.....	32
Abbildung 32:	Ausgaben für IT nach Funktionsbereich.....	33
Abbildung 33:	Bedeutung der Zusammenarbeit der IT mit den Funktionsbereichen in Zukunft	34
Abbildung 34:	Bedeutung der Zusammenarbeit der Fachbereiche mit der IT	35
Abbildung 35:	Investitionen in Industrie 4.0 nach Branche	35

Abbildung 36:	Industrie-4.0-Ansätze in heutigen Produkten	37
Abbildung 37:	Nutzung eines standardisierten Produktdatenmanagements nach Branche	37
Abbildung 38:	Bedeutung von Daten für Predictive Sales und After Sales nach Branche	38
Abbildung 39:	Bedeutung und Investitionen in Rapid-Prototyping- Technologien	39
Abbildung 40:	Stellenwert von Simulationen im Produktentstehungsprozess	39
Abbildung 41:	Einbindung der Kunden in den Produktentstehungsprozess nach Branche	40
Abbildung 42:	Bedeutung der Produktmodularisierung	40
Abbildung 43:	Stellenwert Daten aus Social-Media-Plattformen	41
Abbildung 44:	Bedeutung von Sentiment-Analysen für das Marketing- und Issue-Management.....	42
Abbildung 45:	Bedeutung von Fähigkeiten in der Produktion	43
Abbildung 46:	Notwendigkeit zur Kürzung der Vorlaufzeiten.....	43
Abbildung 47:	Bedeutung von Methoden und Technologien in der Produktion	44
Abbildung 48:	Stellenwert und Investitionen bei Rapid-Manufacturing- Technologien	45
Abbildung 49:	Automatisierungsgrad der Produktion.....	45
Abbildung 50:	Cyber-Physische Systeme in der Produktion.....	46
Abbildung 51:	Automatisierung in der Produktionssteuerung	47
Abbildung 52:	Simulationen in der Produktion	47
Abbildung 53:	Technologien in der Logistik	50
Abbildung 54:	Automatisierung in der Logistiksteuerung	51
Abbildung 55:	Erforderliche Fähigkeiten in der Logistik	51
Abbildung 56:	Echtzeit-Visualisierungen und -Steuerung in der Logistik	52
Abbildung 57:	Automatisierung in der Logistik.....	52
Abbildung 58:	Einfluss von Marktschwankungen auf den Personalbedarf.....	53
Abbildung 59:	Möglichkeiten zum flexiblen Personaleinsatz.....	54
Abbildung 60:	Notwendige Qualifizierungsmaßnahmen für Industrie 4.0	54
Abbildung 61:	Betriebssicherheit beim Einsatz von autonomen Robotern.....	55
Abbildung 62:	Bedeutung von Datenschutz und Datensicherheit nach Unternehmensgröße.....	56
Abbildung 63:	Finanzielle Schäden durch unzureichenden Datenschutz und Datensicherheit.....	56
Abbildung 64:	Hindernisse für mehr Datenschutz und Datensicherheit	57
Abbildung 65:	Steigende Gefahrenpotenziale durch Industrie 4.0	58
Abbildung 66:	Investitionen in Datenschutz und Datensicherheit nach Unternehmensgröße.....	58
Abbildung 67:	Zusätzlich notwendige Haftungsregelungen durch Industrie 4.0.....	59

Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
CEO	Chief Executive Officer
CIO	Chief Information Officer
CPS	Cyber-Physisches System
CSO	Chief Security Officer
Dr.	Doktor
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	Europäische Union
F&E	Forschung und Entwicklung
HR	Human Resources
IEC	International Electrotechnical Commission
IT	Informationstechnologie
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
LAN	Local Area Network
M2M	Machine to Machine (communication)
MDM	Mobile Device Management
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
OEM	Original Equipment Manufacturer
PC	Personal Computer
PEP	Produktentstehungsprozess
PLM	Product Lifecycle Management
Prof.	Professor
RFID	Radio Frequency Identification
s.	siehe
S.	Seite
sog.	sogenannte
vgl.	vergleiche
VPN	Virtual Private Network
WLAN	Wireless Local Area Network
z.B.	zum Beispiel

Zusammenfassung

Seit Ende des 18. Jahrhunderts haben industrielle Revolutionen immer wieder für fundamentale Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft gesorgt. Herbeigeführt wurden sie stets durch neue Technologien oder innovative Organisationsstrukturen: Wasser- und Dampfkraft ermöglichten die Mechanisierung, eine umfassende Arbeitsteilung war die Basis für Massenproduktion und mithilfe der Mikroelektronik konnten Maschinen und Anlagen automatisiert werden.

Heute stehen wir am Anfang der vierten industriellen Revolution. Gekennzeichnet ist sie durch die umfassende Vernetzung von Menschen, Maschinen, Ressourcen und Produkten. Dies lässt einen Grad an Autonomie der industriellen Prozesse Wirklichkeit werden, der bislang kaum vorstellbar war. Getrieben wird diese Entwicklung zum einen von Technologien, die eine Kommunikation der unterschiedlichen realen und virtuellen Objekte untereinander erlauben – und zwar über Kontinente hinweg. Zum anderen erzeugen aktuelle Dynamiken an den Märkten einen Druck, der Unternehmen zum Handeln zwingt. Sie müssen mit sich ständig wandelnden Anforderungen zurechtkommen – von den Rohstoffpreisen bis zu den Erwartungen der Kunden.

FLEXIBILITÄT

wird damit für sie in vielerlei Hinsicht zur entscheidenden Fähigkeit. Industrie 4.0 – so das gängige Schlagwort für die vierte industrielle Revolution – kann diese Fähigkeit erheblich fördern und damit spürbare Wettbewerbsvorteile realisieren.

So vermutet auch der High-Tech-Verband BITKOM ein immenses Potenzial und prognostiziert für das Jahr 2025 eine zusätzliche Wertschöpfung von insgesamt 78 Milliarden Euro. Doch wie beurteilen Unternehmen in Deutschland das Thema und wie bereiten sie sich auf die anstehende Revolution vor? Antworten darauf liefert die vorliegende Studie, für die wir 227 Entscheider aus Automobil- und Fertigungsindustrie befragt haben.

Das erstaunlichste Ergebnis: Der Begriff Industrie 4.0 war nicht durchgängig bekannt – insgesamt konnten 24% der Befragten mit der Bezeichnung nichts anfangen, bei den OEM waren es sogar 34%. Ob sich ihr eigenes Unternehmen mit dem Thema beschäftigt, konnten 35% aller Befragten nicht beurteilen. Gleichzeitig zeigt die Studie, dass viele der Technologien und Konzepte, die sich unter Industrie 4.0 subsumieren lassen, als wichtig und nützlich erachtet werden. Und dennoch: Mit vollem Engagement will sich kaum ein Unternehmen auf den Weg machen. Dazu erscheint vielen der wirtschaftlichen Nutzen noch zu wage und muten die Risiken – Stichwort Sicherheit – zu hoch an.

Für den Industriestandort Deutschland ist dabei gewiss das größte Risiko, wenn die Unternehmen ihre zögerliche Haltung nicht rasch aufgeben. So sieht es auch Prof. Dieter Kempf, Präsident des BITKOM, wenn er sagt: „Wenn wir Industrie 4.0 nicht umsetzen, dann machen es andere. Und wenn wir es umsetzen, müssen wir es schnell tun, denn unsere globalen Wettbewerber sind auch längst aktiv. Also packen wir es mit voller Kraft an!“¹

¹ Bauer et al. (2014): S.5

Zusammenfassung



MOTIVATION

FLEXIBILITÄT ist der wichtigste Treiber für Industrie 4.0.



BEKANNTHEIT

Erstaunliche 24% der Befragten können mit dem Begriff Industrie 4.0 nichts anfangen.



NUTZEN

Aktuell ist für viele Unternehmen der wirtschaftliche Nutzen noch nicht erkennbar.



RELEVANZ

Der Stellenwert von Industrie 4.0 ist in der Automobilindustrie geringer als im Maschinen- und Anlagenbau.



MEHR WERT

Befragte aus Marketing und Vertrieb haben den Wert von Unternehmensdaten erkannt.



CHANCEN

80% der Befragten vermuten, dass sich durch Industrie 4.0 neue Chancen ergeben.



CHEFSACHE

Die Führungskräfte kümmern sich in den meisten Unternehmen – richtigerweise – am intensivsten um das Thema Industrie 4.0.



VORREITER

Eine Vorreiterrolle trauen Deutschland auf dem Gebiet nur 50% der Befragten zu.





STARTSCHUSS

Lediglich die Hälfte der Befragten meint, dass die vierte industrielle Revolution schon begonnen hat.



INVESTITIONEN

Am meisten will der Maschinen- und Anlagenbau in Industrie-4.0-Technologien investieren – das allerdings auf moderatem Niveau.



LOGISTIK UND IT

Die Logistik ist am aktivsten: Befragte aus diesem Bereich planen die umfangreichsten IT-Investitionen und sehen den größten Bedarf an einer engen strategischen Zusammenarbeit mit der IT.



ORGANISATION

Die Dynamik der Märkte setzt sich in den Unternehmen fort: 87% der Befragten erwarten, dass sich Abteilungsgrenzen auflösen.



SOCIAL MEDIA

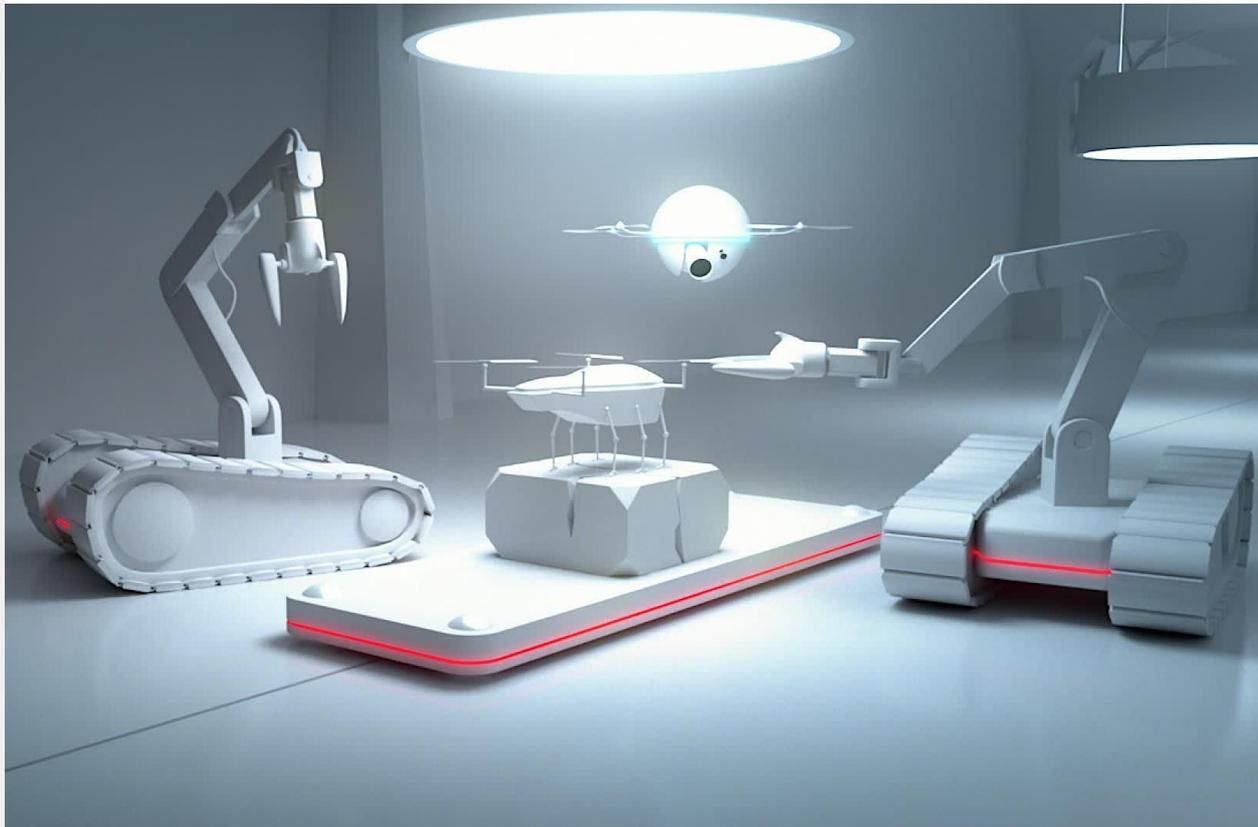
Kaum ein Unternehmen schöpft das Potenzial von Social-Media-Daten bislang aus.



WERTSCHÖPFUNG UND KREATIVITÄT

Mehr als 25% der Befragten glauben nicht, dass Produktionsarbeiter in Zukunft wertschöpfende und kreative Aufgaben übernehmen.

MHP Studie
Industrie 4.0



Executive Summary

Since the end of the 18th century, several industrial revolutions have caused fundamental changes in the economy and society at large. In each case, they were triggered by new technologies or innovative organizational structures: hydro and steam power paved the way for mechanization, the general restructuring of work processes formed the basis for mass production and microelectronics helped to automate machinery and production plants.

Today, we find ourselves at the beginning of the fourth industrial revolution. It is characterized by the extensive networking of human resources, machinery, resources and products. Up to now, it had been hard to imagine the high degree of autonomy in industrial processes that now exists. On the one hand, this development was driven by technologies that allow the communication among various real and virtual objects – including across continents. On the other hand, current market dynamics create a pressure that forces organizations to act. They need to cope with ever changing requirements – from commodity prices up to their customers' expectations.

FLEXIBILITY

has become the skill that makes the difference for these organizations. Industry 4.0 – the current buzzword that stands for the fourth industrial revolution – can significantly develop this skill and, thus, help to realize a noticeable competitive edge.

For instance, the high-tech association BITKOM anticipates an enormous potential and forecasts an additional added value of a total of EUR 78 million for the year 2025. However, how do companies in Germany view this topic and how do they prepare for the imminent revolution? The present study for which we surveyed 227 decision-makers from the automotive and manufacturing industries has the answers.

The most surprising result: The concept of Industry 4.0 was not generally known – a total of 24 % of the respondents were not familiar with this term, among the OEM as many as 34 %. 35 % of all respondents did not know whether their own company was dealing with this topic. At the same time, the study showed that many of the technologies and concepts that can be subsumed under Industry 4.0 are actually considered important and useful. But still: there is hardly any business organization that intends to make a commitment to this course of action. In the opinion of many decision-makers, the economic benefit is still too vague and the risks – think safety – are perceived as too high.

For Germany as a business and investment location, the real risk, however, lies in the reluctance of business organizations to give up their hesitant attitude. Dieter Kempf, BITKOM chairman, supported this when he said: "If we do not implement Industry 4.0, others certainly will. And if we wish to realize it, we will have to do so quickly, since our global competitors have been dealing with this topic for a while. So let us get going!"²

² Bauer et al. (2014): p.5

Executive Summary



MOTIVATION

FLEXIBILITY is the most important driver for Industry 4.0.



AWARENESS

A surprising 24% are not familiar with the concept of Industry 4.0.



BENEFIT

Currently, many business organizations do not perceive any economic benefit.



RELEVANCE

In the automotive industry, Industry 4.0 has less significance than in the machinery and plant engineering industry.



MANAGEMENT ISSUE

In most business organizations, Industry 4.0 is a topic that is – correctly – most intensively dealt with by the top management.



ADDED VALUE

Respondents from Marketing & Sales have realized the value of corporate data.



OPPORTUNITIES

80% expect that Industry 4.0 will offer new opportunities for their business organizations.



LEADER

Only 50% believe that Germany will be able to play the leading role.





KICK-OFF

Only 50% believe that Germany has already entered the phase of the fourth industrial revolution.



INVESTMENT

The machinery and plant engineering industry plans the most extensive investments in Industry 4.0 – however, on a modest level.



LOGISTICS AND IT

The logistics segment is the most active: Respondents from this area plan the most extensive IT investments and anticipate the most significant need for a close strategic cooperation with IT.



ORGANIZATION

Market dynamics also impact business organizations: 87% expect the dissolution of department boundaries.



SOCIAL MEDIA

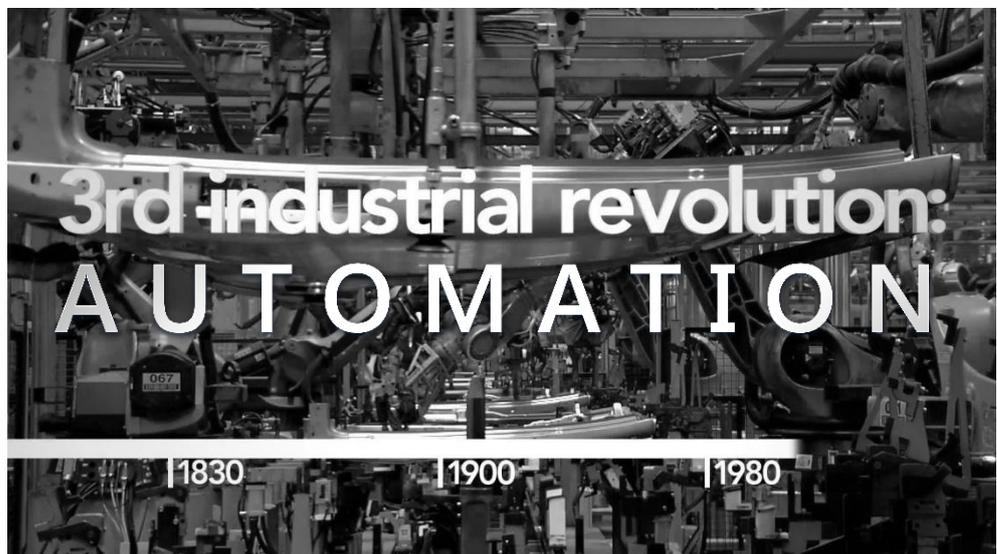
The potential of social media data is largely untapped.



VALUE CREATION AND CREATIVITY

More than 25% of the respondents do not believe that production staff will assume any value creation and creative tasks in the future.

MHP Study
Industry 4.0



1 Von Industrie 1.0 bis 4.0

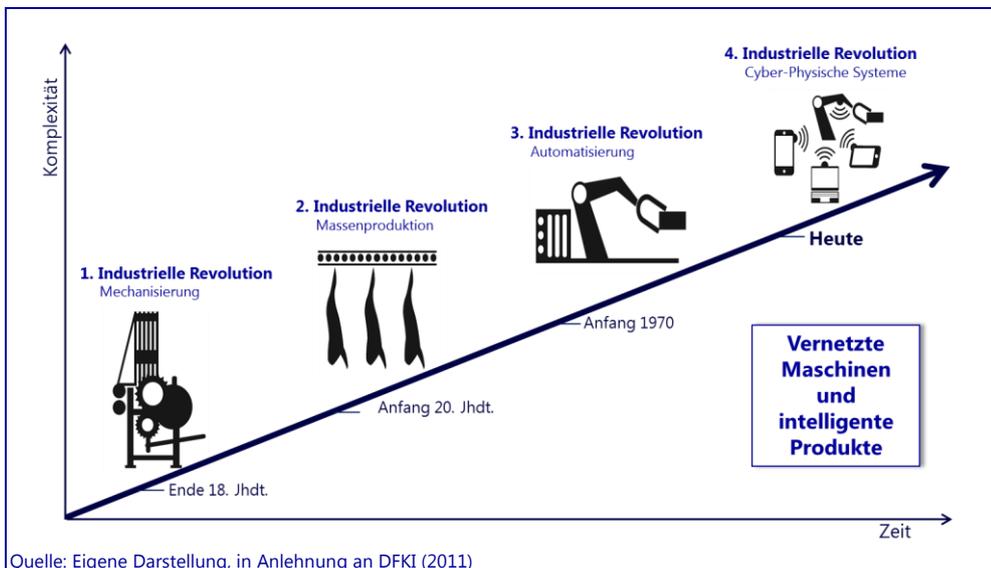


Abbildung 1: Die industriellen Revolutionen im zeitlichen Ablauf

Wenn von industrieller Revolution die Rede ist, ist damit stets die tiefgreifende und dauerhafte Umgestaltung der wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse, der Arbeitsbedingungen und der Lebensumstände gemeint, die durch neue Technologien sowie Organisationsformen herbeigeführt wird.

So wurde die erste industrielle Revolution in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts durch die vor allem mittels Wasser- und Dampfkraft ermöglichte Mechanisierung ausgelöst. Sie führte im 19. Jahrhundert zum Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft.³ Ein gutes Beispiel dafür ist die Textilindustrie Englands. Mitte des 18. Jahrhunderts erfolgte die Herstellung von Textilien vor allem in Familienheimarbeit. 100 Jahre später wurde in Fabriken gefertigt und die Produktivität war auf das Hundertfünzigfache gestiegen.

Charakteristisch für die zweite industrielle Revolution ist die arbeitsteilige Massenproduktion. Sie begann Ende des 19. Jahrhunderts und wurde im anglo-amerikanischen Raum in den zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts vor allem unter der Bezeichnung Fordismus bekannt. In Deutschland begann zu dieser Zeit die Hochindustrialisierung. Der Begriff der zweiten industriellen Revolution wurde interessanterweise erstmals 1936 – also relativ spät – formuliert.

Im Zuge der dritten industriellen Revolution wurden dann Anfang der 70er Jahre des vergangenen Jahrhunderts durch den Einsatz von Automaten und Roboter zahlreiche Abläufe in der Produktion automatisiert. Von zentraler Bedeutung war dafür die Mikroelektronik, die die speicherprogrammierbare Steuerung von Maschinen und Anlagen ermöglichte.

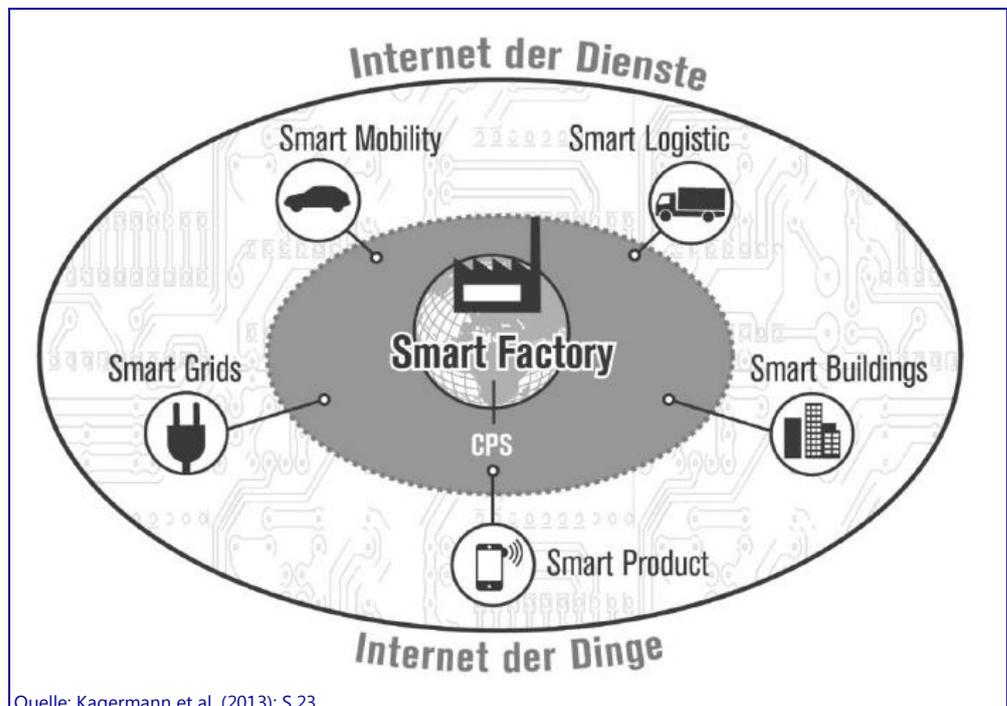
Die Unterteilung in die einzelnen Revolutionsstufen ist nicht ganz trennscharf, zudem werden teilweise unterschiedliche Begriffe verwendet. Hinzu kommt, dass die einzelnen Stufen von Region zu Region anders verlaufen sind, da die Voraussetzungen heterogen waren und die technische Entwicklung unterschiedlich stark

³ Vgl. Wikipedia: Industrielle Revolution

vorangeschritten und verbreitet war. Dies betrifft insbesondere die Kommunikationstechnik, die für alle Revolutionsstufen eine sehr hohe Bedeutung hatte – vom Fernsprecher bis zu weltumspannenden digitalen Netzwerken.

Eines ist indes allen Revolutionsstufen gemein: Sie wirkten sich stets massiv auf das wirtschaftliche und gesellschaftliche Leben aus. Sie sorgten für eine Zunahme der Produktivität und der Prosperität. Sie veränderten die Arbeitsprozesse und Arbeitsbedingungen. Und sie forderten stets eine höhere Qualifikation der Industriearbeiter. Dies alles ist auch bei der nun anstehenden vierten industriellen Revolution zu erwarten.

Im Zentrum der vierten industriellen Revolution – häufig auch als Industrie 4.0 bezeichnet – steht die Smart Factory - die intelligente Fabrik. Ermöglicht wird sie durch das Internet der Dinge und Dienste, das es erlaubt, die Fabrik mit ihrem gesamten Produktionsumfeld zu einer intelligenten Umgebung zu vernetzen. So können Menschen, Maschinen und Ressourcen miteinander kommunizieren, um Aufgaben auszuführen.



Quelle: Kagermann et al. (2013): S.23

Abbildung 2: Die Smart Factory vernetzt Menschen, Maschinen und Ressourcen

Kennzeichnend für die Industrie 4.0 sind zwei Paradigmenwechsel:

Die 2 Paradigmenwechsel

1. Das intelligente Produkt bestimmt den Takt

2. Wandel zur dezentralisierten, autonomen Produktion

1. Der Fertigungstakt wird nicht mehr nur durch den Menschen, die Fertigungsanlagen oder zentrale ERP-Systeme vorgegeben, sondern ist vom intelligenten Produkt selbst bestimmt.
2. Die Produktion erfolgt nicht mehr zentral gesteuert, sondern ist dezentral und (teil-)autonom organisiert.

Intelligente Rohstoffe und Produkte lassen sich produzieren. Sie verfügen über ein Produktgedächtnis und kennen deshalb ihre Eigenschaften, ihren Produktionsfortschritt und ihre Bestimmung. All diese Informationen können sie untereinander und mit den Maschinen austauschen.

Intelligente Produktionsmittel verknüpfen sich miteinander und führen selbstständig Aufgaben aus. Sie agieren als dezentrale Einheiten weitestgehend autonom und hochgradig flexibel. Diese autonome Selbststeuerung ersetzt bisher gängige hierarchische Planungssysteme.⁴ An die Stelle starrer Zuordnungen von Produktionsanlagen zu Produkten treten flexible Möglichkeiten der Re-Konfiguration.⁵



⁴ Vgl. Scheer (2013): S.6

⁵ Vgl. Scheer (2013): S.5

2 Was treibt Industrie 4.0?

Unternehmen in Deutschland sehen sich seit Jahren mit einer Reihe neuer Herausforderungen konfrontiert. Die grundlegendste dabei ist:

FLEXIBILITÄT

Ein stetig steigender Wunsch der Kunden nach Individualität, zunehmend volatile Märkte, globaler Wettbewerb, Ressourcenknappheit, ökologische Aspekte und Kostendruck zwingen Unternehmen zu mehr Flexibilität:

Zu einer Flexibilität bei der eigenen Produktion sowie bei der Produktentwicklung und zu einer Flexibilität hinsichtlich der stärkeren internationalen Vernetzung der Industrien. Als Beispiel für die Vernetzung von Industrien sei nur der Einzug von Consumer Electronic durch Bluetooth, USB-Kopplung, Navigation, Mediaplayer und weiterem in die Infotainment Systeme der Fahrzeuge genannt.

Volatile Märkte mit starken Absatzschwankungen wirken sich zunehmend drastisch und dauerhaft auf Produktionsunternehmen aus. Denn derartige Schwankungen verhindern, dass benötigte Produktmengen verlässlich prognostiziert werden können. In der Folge gewinnt für Unternehmen die Fähigkeit, eine hohe Termin- und Mengenflexibilität gewährleisten zu können, enorm an Bedeutung, wenn sie die sich wandelnden Kundenanforderungen weiterhin erfüllen wollen. Damit werden sich produzierende Unternehmen künftig in einem Umfeld wiederfinden, in dem es sowohl auf die richtige und schnelle Reaktionsfähigkeit bei kurzfristigen Änderungen als auch auf die unbedingte Kundenorientierung unter Berücksichtigung der Interessen der Mitarbeiter ankommt. Die Verknappung natürlicher Ressourcen und der Flächenverbrauch in urbanen Räumen werden Unternehmen in ihren Entscheidungen und Handlungen zusätzlich beeinflussen. Und nicht zuletzt wandeln sich die Erwartungen der Mitarbeiter hinsichtlich des Engagements für die Familie oder die Pflege der Eltern. All diese Faktoren fördern die Notwendigkeit nach

FLEXIBILITÄT

Vor diesem Hintergrund lassen sich Aussagen von Bundeskanzlerin Angela Merkel einordnen. Sie bezeichnet die Sicherstellung des Wirtschaftswachstums als eine Daueraufgabe, „[...]“, denn die Welt schläft ja nicht. Und man kann das im Grunde nur durch Innovationen sicherstellen – indem wir an den wesentlichen Trends der Weltwirtschaft mitteilhaben. Und hier ist ganz besonders wichtig, dass wir die sogenannte Industrie-4.0-Entwicklung gestalten.“⁶ Dementsprechend wurde Industrie 4.0 als eines von zehn Zukunftsprojekten in die Hightech-Strategie der Bundesregierung integriert. In diesem Zusammenhang empfahl der von der Bundesregierung beauftragte Arbeitskreis Industrie 4.0, eine duale Strategie zu verfolgen: Die Ausrüsterindustrie soll durch die Zusammenführung von Informations- und Kommunikationstechnologien und ihren klassischen Hochtechnologien zum Leitanbieter für intelligente Produktionstechnologien werden.

⁶ Merkel (2013): S.1

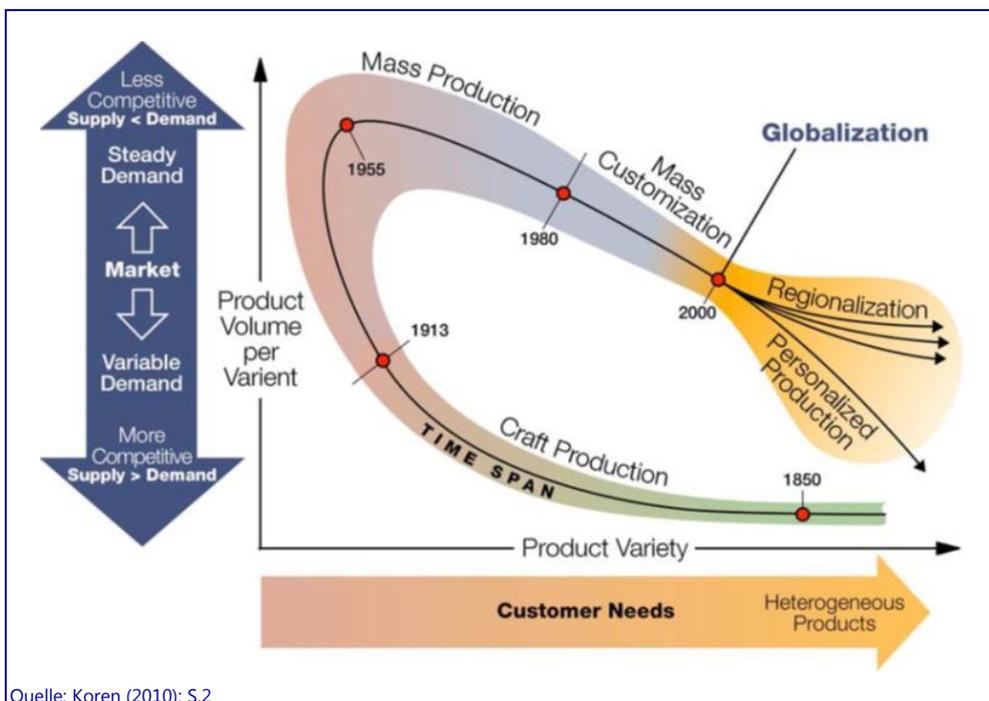
2.1 Anforderungen der Märkte

2.1.1 Individualisierte Produkte

In der Wohlstandsgesellschaft Deutschland entwickelten sich die Verkäufermärkte mit der zunehmenden Befriedigung der Grundbedürfnisse in den letzten Jahrzehnten nach und nach zu Käufermärkten. Nicht alle produzierten Güter konnten beziehungsweise können veräußert werden. Die Verhandlungsmacht der Kunden bei Kaufentscheidungen steigt kontinuierlich. Sie wünschen immer individuellere und auf ihre persönlichen Bedürfnisse angepasste Produkte. Ein hohes Qualitätsbewusstsein bestimmt mehr und mehr die Kaufentscheidungen.

Nicht nur für die Automobil- und Fertigungsindustrie ist es daher fundamental, sich an diese verändernden Kundenanforderungen anzupassen. Die variantenreiche Serienproduktion oder Mass Customization sind Konzepte, die in der Industrie bereits Anwendung finden. Es ist jedoch abzusehen, dass die Stückzahlen pro Modell und Variante in Zukunft weiterhin massiv sinken werden und der Grad an personalisierten Produkten steigen wird. Um dennoch eine effektive und nachhaltige Wertschöpfung zu erreichen, bedarf es eines neuen Produktionsparadigmas.

Die Entwicklung der Produktvielfalt und des Produktvolumens pro Variante wird in der folgenden Abbildung dargestellt.



Quelle: Koren (2010): S.2

Abbildung 3: Die Entwicklung der Produktindividualisierung im zeitlichen Ablauf

Im Automobilbau wird bereits heute das Konzept der Modularisierung erfolgreich angewandt. Die modulare Bauweise einzelner Komponenten führt zu einer überproportionalen Erhöhung der Variantenvielfalt und ermöglicht damit eine kundenspezifische Konfiguration des gewünschten Produkts bei gleichzeitiger Begrenzung der Variantenvielfalt in der Produktion.

Stetig kürzer werdende Produktlebenszyklen – bedingt durch eine hohe Volatilität der Kundenanforderungen – erfordern verringerte Produktentwicklungszeiten vom Design Freeze bis zum Produktionsstart. Um trotz der mit der Globalisierung einhergehenden Komplexitätszunahme der Wertschöpfungsnetzwerke eine Verkürzung der Time-to-Market zu erreichen, bedarf es einer systematischen, bereichs- und unternehmensübergreifenden Kommunikation. Die notwendige Kollaboration der involvierten Disziplinen muss über zentral verfügbare digitale Modelle stattfinden.⁷ Dieses Konzept der vernetzten digitalen Produktentwicklung hat beispielsweise in der Fertigungsbranche in den letzten Jahren bereits zu einer Reduzierung der Entwicklungszeit von einem Drittel geführt.⁸

Neben der Produkt-, Derivat- und Variantenvielfalt beeinflussen auch die ständige Zunahme elektronischer Komponenten und die dazugehörige „Embedded Software“ die Produktindividualität und -komplexität. Der wertmäßige Anteil an Elektronik und Software ist in den letzten Jahren konstant gestiegen und liegt beispielsweise im Fahrzeugbau zwischen 25% und 40 %. Der Anteil echter Innovationen liegt im Premiumsegment bereits bei 90%. Software wird in Zukunft eine Vielzahl von weiteren Produktfunktionen ermöglichen. Voraussetzung dafür ist jedoch die stärkere Einbindung der Softwareentwicklung in den Produktentstehungsprozess (PEP).

Entscheidenden Einfluss auf die Anforderungsdefinitionen und die Produktplanung sowie auf die gesamte vierte industrielle Revolution könnten Social-Media-Angebote haben. Auf den Social-Media-Plattformen findet ein vielfältiger Interessensaustausch statt. Nutzer teilen ihre Einstellungen, Wünsche und Bedürfnisse und kommunizieren auf transparente Art und Weise ihre Erwartungen an ein Produkt. Für Unternehmen ist es relevant, diese Informationen ihrer bereits bestehenden oder potenziellen Kunden zu sammeln, in Korrelation zu setzen und zu verstehen. Zur Entscheidungsunterstützung haben Sentiment-Analysen – auch bekannt als Opinion Mining – in den letzten Jahren enorm an Bedeutung gewonnen. Für den Kunden bedeutet dies in Summe, dass durch Industrie 4.0 seine individuellen, kundenspezifischen Bedürfnisse bei Design, Konfiguration, Bestellung, Planung, Produktion und Betrieb einschließlich kurzfristiger Änderungen berücksichtigt werden können.⁹

2.1.2 Faktor Mensch

Den erhöhten Anforderungen an die Unternehmen durch sich verändernde Märkte wird in Zukunft nicht alleine durch eine hohe Flexibilität der Anlagen und eine reaktive Supply Chain zu begegnen sein. Zusätzlich wird die Kapazitätsflexibilität erfolgsentscheidend sein – also eine proaktive und systematisch eingesetzte Flexibilität der Mitarbeiter. Ebenso werden die Unternehmen stärker auf die Wünsche ihrer Mitarbeiter bezüglich ihrer Flexibilität im Arbeitsleben eingehen müssen. Gerade mit Blick auf den zunehmenden Wettbewerb um qualifizierte Arbeitskräfte kann dies zu einem Wettbewerbsvorteil werden.¹⁰

Mitarbeiter als hochwertigen Produktivitätsfaktor zu gewinnen und zu binden, erfordert von den Unternehmen Flexibilität und Kreativität. Für nachwachsende Generationen ist die Vereinbarkeit von Beruf, Karriere und Familie viel stärker im Le-

⁷ Vgl. Eigner (2013): S.93

⁸ Vgl. Russwurm (2013): S.23

⁹ Vgl. Kagermann et al. (2013): S.19

¹⁰ Vgl. Spath et al. (2013): S.68

bensplan verortet als für die Generation des Wirtschaftswunders. Qualifizierte Mitarbeiter verzichten heute auf monetäre Anreize zugunsten von Zeit – Zeit für die Familie, den Nachwuchs aber auch die Fürsorge für die Eltern. Unternehmen kommen diesem Wunsch bereits auf vielfältige Weise nach: mit Betriebskindergärten, Sabbaticals, Elternzeit, Vertrauensarbeitszeiten, Home-Office-Regelungen, der Mobilisierung der Arbeit und mitunter mit Betriebspflegeheimen für die Eltern von Mitarbeitern.

Zunehmende Flexibilität in der Arbeitszeitgestaltung ist demnach sowohl eine Anforderung der Unternehmen an ihre Mitarbeiter als auch der Mitarbeiter an ihr Unternehmen. Die Möglichkeiten, eine Win-Win-Situation zu gestalten, sind gegeben und Industrie 4.0 kann dabei eine herausragende Chance darstellen – insbesondere vor dem Hintergrund der Alterspyramide in Deutschland.

2.1.3 Energie und Umwelt

Die wachsende Weltbevölkerung führt in Kombination mit einer Zunahme des globalen Wohlstandes zu einem exponentiellen Anstieg des Rohstoff- und Energieverbrauchs. Annahmen zu Folge wird sich der Energiebedarf bis zum Jahr 2050 verdoppeln.¹¹

Wird sich die Art und Weise der Ressourcen- und Energienutzung in den kommenden Jahren nicht radikal ändern, werden die fossilen Energieträger in naher Zukunft aufgebraucht sein. Da die industrielle Produktion zweifelsohne der mit Abstand größte Rohstoffverbraucher und einer der Sektoren mit dem höchsten Primär- und Endenergieverbrauch ist, ergibt sich für die Industrie eine hohe Verantwortung hinsichtlich der Ressourcenschonung. Jede Form der Verschwendung – sei es Überproduktion, ein fehlerhaftes Bauteil oder ungenutztes Optimierungspotenzial – zieht gesamtwirtschaftliche und gesellschaftliche Folgen nach sich.

Industrie 4.0 bietet zahlreiche Hebel, um die Ressourcenproduktivität und -effizienz zu erhöhen. Durch die Kommunikation der Maschinen und Produkte untereinander kann beispielsweise der Ausschuss auf ein Minimum reduziert werden. Bestandteil der neuen Produktionsweisen werden unter anderem intelligente Energienetze, sogenannte Smart Grids, sein, die einen optimalen Energiehaushalt sicherstellen.

¹¹ Vgl. Zhang et al. (2013)

2.2 Befähigung durch Technologie

Inspiziert, ermöglicht und getrieben wird die vierte industrielle Revolution durch das **Internet der Dinge und Dienste**. Dieses ist die technische Vision, Objekte jeder Art in ein universales digitales Netz zu integrieren¹² und eine wechselseitige Kommunikation zu ermöglichen. Vernetzbare Elemente können dabei sowohl Alltagsgegenstände – zum Beispiel Autos, Multimediasysteme, Kühlschränke oder Kleidungsstücke – als auch Geräte, Maschinen, Produktionsanlagen, Gebäude oder Logistikkomponenten sein.

Voraussetzung für die Kommunikationsfähigkeit unter den Objekten sowie mit ihrer Umwelt sind sogenannte **Embedded Systems** (eingebettete Systeme). Dies sind in Objekte wie z. B. Geräte, Maschinen und Anlagen eingebettete Computersysteme, die verschiedene Funktionalitäten erfüllen und die physische Welt des Objekts mit der virtuellen Welt des Internets verbinden. Embedded Systems werden zudem durch **Sensor- und Identifikationstechnologien** ergänzt und können damit physisch wie auch virtuell eindeutig lokalisiert werden. Das Ergebnis sind sogenannte **Cyber-Physische Systeme (CPS)**. CPS besitzen die Fähigkeit, physikalische Daten erfassen, diese mit bereits vorhandenen Datenpools abgleichen, Korrelationen herstellen und schließlich selbständig Entscheidungen treffen und Aktionen auslösen zu können. Aktoren ermöglichen den CPS, auf ihre Umwelt einzuwirken. Ihnen wird aufgrund dieser Autonomie die Existenz einer eigenen Intelligenz zugesprochen.

Ziel der Kombination von umfassender Digitalisierung und Vernetzung ist aus industrieller Perspektive eine Autonomisierung und Flexibilisierung der Produktion. Die integrierte dezentrale Produktionssteuerung ist in der Lage, in **Echtzeit** auf Einflüsse jeglicher Art reagieren zu können, ohne dabei jedoch die Wirtschaftlichkeit der Fertigung außer Acht zu lassen.

Um eine vollständige Dezentralisierung des Produktionsumfeldes zu erreichen, werden die zu fertigenden Produkte mit einem automatisch auslesbaren Datenträger, dem sogenannten **digitalen Produktgedächtnis**, ausgestattet. Dieses bietet den Vorteil, dass die Produkte selbst zum Informationsträger¹³ werden und die relevanten Daten unabhängig von Server-Systemen an die bearbeitende Maschine übermitteln können. Digitale Produktgedächtnisse sind damit ein entscheidender Schritt auf dem Weg zur autonomen, dezentralen Produktion sowie zu individualisierten Produkten. Die durchgängige Produktdokumentation von der Produktion über den Service bis hin zum Recycling ermöglicht zu einem späteren Zeitpunkt, alle Produktdaten auslesen und bei einem etwaigen Problem das fehlerhafte Bauteil unverzüglich identifizieren zu können. Das digitale Produktgedächtnis erlaubt somit bisher nicht mögliche Ressourcenoptimierungen.

Die Vernetzung erfordert gemeinsame, akzeptierte **Standards und Schnittstellen**, welche die Verständigung zwischen unterschiedlichen Umgebungen und Objektarten ermöglichen. Die seit 2012 eingeführte Version des Internet-Protokolls IPv6 stellt für die flächendeckende Vernetzung von Ressourcen, Informationen, Objekten und Menschen ausreichend Adressen zur Verfügung.¹⁴ Für das Jahr 2020 werden bis zu 50 Milliarden an das Internet angeschlossene Geräte prognostiziert.¹⁵

¹² Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie BMWi (2007): S.4

¹³ Vgl. Schlick et al. (2013): S.14

¹⁴ Vgl. Kagerman et al. (2013): S.17

¹⁵ Vgl. Horvath (2012): S.2

Der Mensch wird über multimodale **Mensch-Maschine-Schnittstellen** mit den CPS verbunden und kann diese mittels Sprache, Touch Displays oder auch über Gesten steuern.

Die notwendige Plattform zur unternehmensweiten oder -übergreifenden Speicherung der Daten liefert das **Cloud Computing**. Die intelligenten Objekte, Produkte, Maschinen und internen IKT-Systeme werden über Kommunikationsnetze mit der Cloud verbunden.¹⁶ Auf diese Weise entstehen neue Möglichkeiten zur Analyse und Auswertung der gesammelten Daten in Echtzeit. Die Anwendungen werden zentral verwaltet und gepflegt, wodurch alle Beteiligten Zugriff auf stets aktuelle Informationen haben – auch wenn sie mobil sind. Zudem ermöglicht eine Cloud-Architektur eine einfache Anbindung externer Partner, da diese ebenfalls die für sie freigegebenen Informationen einsehen können. Die Folge ist eine zunehmende Integration von Produktions- und Geschäftspartnern entlang der Wertschöpfungskette.

Die umfangreich anfallenden Daten unterschiedlichster Art werden mittels **BIG DATA**-Technologien analysiert und zur Entscheidungsfindung aufbereitet. Hierbei werden sowohl historische Daten (Erfahrungswissen, Gelerntes) als auch gestreamte Daten in Echtzeit ausgewertet und zur flexiblen Steuerung der Fabrikabläufe genutzt. Daten aus Social Media, Internet und gesellschaftlichem Leben können mittels **Predictive Analytics** für eine Voraussage zum Nutzungsverhalten, den Kundenwünschen, aber auch zur Planung der Fabrikprozesse genutzt werden

Wichtig sind **robuste Netze**, da eine außerordentlich hohe Verfügbarkeit der kabel- und funkgestützten Netzwerke, über die die Cyber-Physischen Systeme kommunizieren, unabdingbar ist. Besonders aufgrund der bei der Datenfülle hohen Datenübertragungsraten stellt dies eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar. Im Fall von Störungen sind Unterbrechungen im Produktionsfluss vorprogrammiert. Zum Einsatz kommen Breitbandnetzwerke lokaler und überregionaler Art. Eine besondere Bedeutung werden Wireless LANs in der Fabrik haben, um die Mobilität von Robotern und Automaten zu gewährleisten. Bei Funknetzwerken im Produktionsumfeld besteht noch Entwicklungsbedarf.¹⁷

Die zunehmende Vernetzung macht die Systeme prinzipiell angreifbar. Daher sind Konzepte und Mechanismen für die **IT-Sicherheit** grundlegend. IT-Sicherheit gliedert sich dabei in die Bereiche Datensicherheit und Betriebssicherheit. Beides ist für Industrie 4.0 gleichermaßen relevant. Datensicherheit wird vielfach mit Wirtschaftsspionage und Verlust von geistigem Eigentum in Verbindung gebracht. Eine möglicherweise größere Gefahr stellt die Sabotage der Produktionssysteme dar. Betriebssicherheit hingegen zielt auf die Zuverlässigkeit und Anwendungssicherheit der Systeme ab, was z. B. durch Fehlertoleranz, Redundanz und angemessene Wiederherstellbarkeit erreicht werden kann. Umfangreiche Sicherheitskonzepte, die jeglichen unbefugten Zugriff verhindern, werden nötig sein, um eine durchgängige Implementierung von CPS zu realisieren.

¹⁶ Vgl. Bauer et al. (2014): S.21

¹⁷ Vgl. Bauer et al. (2014): S.21

2.3 Potenziale

Auslöser für Innovationen sind grundsätzlich entweder neue Technologien oder sich wandelnde Marktbedürfnisse. Innovationen wurden in der Vergangenheit häufig durch Technologien getrieben. So zum Beispiel das Internet, welches mittels Browsertechnologie Anfang der neunziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts massentauglich bedienbar wurde. Es dauerte jedoch mindestens fünf Jahre, bis das Internet auch in Organisationen außerhalb des Forschungsumfeldes genutzt wurde. Die Technologie stand zur Verfügung, musste den Marktbedarf aber erst noch wecken.

Bei Industrie 4.0 kommen Marktbedürfnisse und Technologiebefähigung in einer Koinzidenz zusammen, die umfangreiches Potenzial vorausahnen lässt. Im Gegenzug droht das Unterlassungsrisiko. Für den Standort Deutschland bietet Industrie 4.0 in zweierlei Hinsicht Potenzial

- als Industrie 4.0-Nutzer und
- als Industrie 4.0-Exporteur.

Beides bedingt einander.

In einer Studie des Branchenverbandes BITKOM und des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (Fraunhofer IAO) wurden sechs Branchen hinsichtlich ihrer Industrie 4.0-Potenziale untersucht:

- Maschinen- und Anlagenbau
- Elektrotechnik
- Automobilbau
- Chemische Industrie
- Landwirtschaft
- Kommunikationstechnologie

In diesen Branchen wird durch den Einsatz von Industrie-4.0-Konzepten bis zum Jahr 2025 ein zusätzliches Wertschöpfungspotenzial von insgesamt 78 Milliarden Euro bei einem jährlichen Wachstum von 1,7% erwartet¹⁸. Die nachfolgende Grafik zeigt die prognostizierten Wertschöpfungspotenziale auf.

¹⁸ Vgl. Bauer et al. (2014)

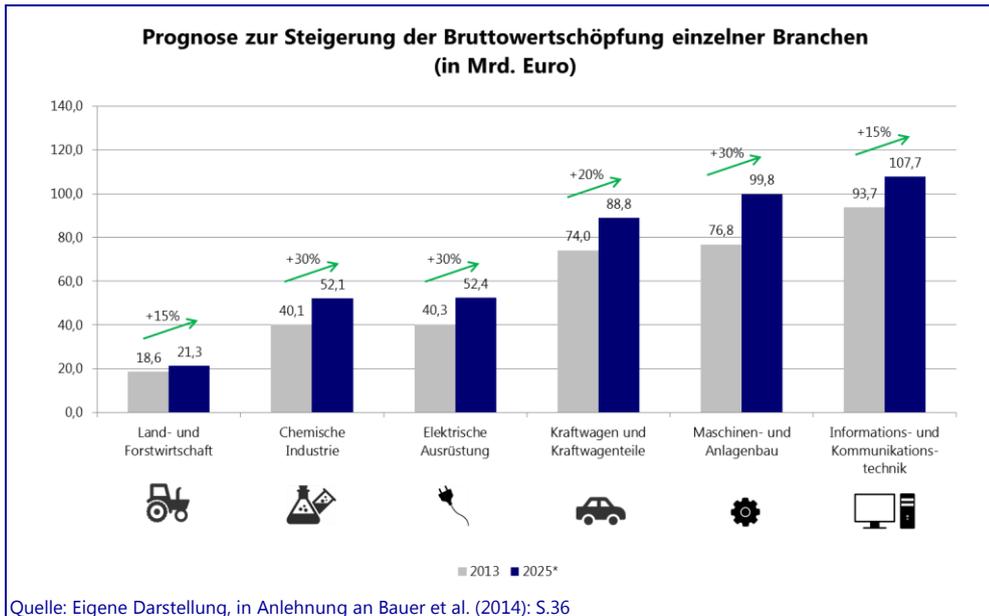


Abbildung 4: Wertschöpfungspotenziale einzelner Branchen 2013 und 2025

Dieses Potenzial ergibt sich aus dem Zusammenspiel von innovativen Produkten, neuen Dienstleistungen und Geschäftsmodellen sowie effizienteren betrieblichen Prozessen. Die Anwendung betrifft die gesamte Wertschöpfungskette.¹⁹

2.4 Risiken

Der anstehende Wechsel zu Industrie 4.0 birgt neben den Chancen allerdings auch Risiken. Das bedeutsamste Risiko ist dabei die mangelnde Geschwindigkeit – die Geschwindigkeit bezogen auf die Fortschritte bei der Umsetzung, wodurch der Maschinen- und Anlagenbau seine Vorreiterrolle festigen kann. Anders formuliert: Das bedeutsamste Risiko ist das Unterlassungsrisiko. Der Standort steht im internationalen Wettbewerb und wie die Bundeskanzlerin formulierte: „[...]“, denn die Welt schläft ja nicht.“²⁰

Zur erfolgreichen Umsetzung braucht es Akzeptanz bei den Unternehmen und in der Gesellschaft und damit verbunden einen offenen und fair ausgetragenen gestalterischen Diskurs. Ängste und Vorbehalte müssen ernst genommen und die Chancen müssen erläutert werden.

Um das erforderliche Vertrauen zu erreichen, bedarf es zudem eines hohen Maßes an Sicherheit. Unternehmen und Verbraucher müssen sicher sein, dass die in großem Umfang anfallenden Daten vor missbräuchlicher Nutzung geschützt sind und nicht manipuliert werden können. Gerade hier liegt ein enormes Schadenspotenzial.

Als Fazit gilt jedoch eindeutig: Industrie 4.0 bietet dem Standort Deutschland deutlich mehr Chancen als Risiken. Die Studie belegt diese Einschätzung eindrucksvoll: Mehr als 80% der Befragten erwarten Chancen für ihr Unternehmen. Allerdings glauben nur 50%, dass Deutschland eine Vorreiterrolle einnehmen wird (s. Kapitel 4.1.6, S. 25).

¹⁹ Vgl. Bauer et al. (2014): S.6-7

²⁰ Merkel (2013): S.1



3 Zu dieser Studie

3.1 Zielsetzung

Industrie 4.0 wird weitreichende Veränderungen in der industriellen Produktion zur Folge haben. Fertigungsmethoden und -verfahren, wie wir sie heute kennen, werden durch solche ersetzt, die den künftigen Anforderungen besser gerecht werden. Über die industrielle Perspektive hinaus wird sich voraussichtlich sogar unser gesamtes gesellschaftliches Leben massiv verändern.

- Doch wo stehen wir derzeit auf dem Weg zur vierten industriellen (R)Evolution?
- Wie gut ist Deutschland, wie gut sind die Leitmärkte der Automobil- und Fertigungsindustrie auf die anstehende Veränderung vorbereitet?
- Kann der medialen Berichterstattung, dass der Begriff Industrie 4.0 in der deutschen Industrie noch nicht umfänglich verbreitet ist, Glauben geschenkt werden?

Mit der vorliegenden Studie „Industrie 4.0 – Eine Standortbestimmung der deutschen Automobil- und Fertigungsindustrie“ wird diesen Fragen nachgegangen. Ziel der Studie ist, die aktuelle Situation der Unternehmen in Hinblick auf Industrie 4.0 genauer zu bestimmen. Von Interesse sind dabei das derzeitige Verständnis des Terminus und der damit verbundenen Konzepte, die Bedeutung von Industrie 4.0 für die Unternehmen heute und morgen, die unabhängig vom Begriff Industrie 4.0 erwarteten Veränderungen sowie die bereits umgesetzten oder geplanten Aktivitäten.

3.2 Methodisches Vorgehen

3.2.1 Einordnung in Prioritätsklassen

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde eine Zielgruppe von 2.204 Personen selektiert. Wesentliches Kriterium für die Auswahl war die Gestaltungs- und Entscheidungsbefugnis der Person und ihr Einfluss auf die Zukunft des Unternehmens. Abhängig von der Hierarchiestufe im Unternehmen sowie der branchenweiten und -übergreifenden Bedeutung des Unternehmens wurde die gesamte Zielgruppe in drei Prioritätsklassen klassifiziert.

Prioritätsklasse	Unternehmen	Branchen	Befragungsmethodik
A sehr hoch	Vorstand, Geschäftsführung, Leitung Funktionsbereich	Bedeutendes Unternehmen der Branche (Automobil-/ Fertigungsindustrie)	Telefonisch
B hoch	Bereichsleitung, Abteilungsleitung	Bedeutendes Unternehmen der Branche (Automobil-/ Fertigungsindustrie)	Online-Fragebogen per E-Mail mit telefonischer Vorankündigung und Nachfassak-
C relevant	Fachbereichsleitung, Bereichsleitung, Abteilungsleitung	Unternehmen der Branche (Automobil-/ Fertigungsindustrie)	Online-Fragebogen per E-Mail

Abbildung 5: Die Klassifizierung der Befragten nach Prioritätsklassen

Die Personen der Prioritätsklasse A (sehr hoch) wurden telefonisch befragt. Die Sicherstellung der funktionsgerechten Zuordnung der Einschätzungen unserer Gesprächspartner war der Grund für diese Vorgehensweise. Um den Befragten eine Vorbereitung auf das Interview zu ermöglichen und damit eine zusätzliche Qualitätssteigerung der Antworten zu erreichen, wurde der Fragebogen Personen dieser Prioritätsklasse zur Vorbereitung zur Verfügung gestellt.

Personen der Prioritätsklassen B und C wurden nicht telefonisch befragt, sondern erhielten per E-Mail einen Link zu einem nicht-öffentlichen Online-Fragebogen. Um der hohen Relevanz der Antworten der Klasse B Rechnung zu tragen, wurden diese Zielpersonen vorab telefonisch über die Zusendung des Fragebogens informiert. Befragte der Prioritätsklasse C wurden lediglich per E-Mail im Vorfeld über die Durchführung der Studie in Kenntnis gesetzt. Bei Bedarf wurden Personen beider Klassen an die Umfrage erinnert.

Die Befragung (Dauer circa 45 Minuten) erfolgte im Zeitraum von Mai bis August 2014. Allen Befragten wurde absolute Anonymität zugesichert.

3.3 Design der Erhebung

Der Fragebogen wurde inhaltlich in die folgenden neun Teilbereiche gegliedert:

- Industrie 4.0 im Allgemeinen
- Veränderte Marktbedingungen
- Zukünftige Organisationsstrukturen
- Bedeutung der IT
- Datenschutz und Datensicherheit
- Normen und Standards
- Energie und Umwelt
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Perspektive von Industrie 4.0

Die einzelnen Teile des Fragebogens wurden hinsichtlich des Inhalts und der Länge auf die verschiedenen Funktionsbereiche der befragten Personen (siehe Kapitel 3.5) angepasst. Lediglich die Fragenblöcke „Industrie 4.0 im Allgemeinen“, „Veränderte Marktbedingungen“, „Rechtliche Rahmenbedingungen“ sowie „Perspektive von Industrie 4.0“ wurden unverändert an alle adressiert.

Der Zielgruppe wurden ausschließlich geschlossene Fragen gestellt. Die in Telefoninterviews oder im E-Mailwechsel geäußerten Einschätzungen sind in dieser Studie als Kommentierungen integriert.

Der Fragebogen enthielt sieben Antwortschemata, die wiederkehrend in gleicher Art und Weise verwendet wurden. Bei Einschätzungen und Bewertungen wurde eine gerade Anzahl an Antwortmöglichkeiten vorgegeben, um keine Mitte anzubieten.

Die Abschnitte enthalten dabei sowohl Fragen zur Erfassung des Ist-Zustands als auch zur Einschätzung zukünftiger Entwicklungen. Um ein Abfärben der Antworten zu vermeiden, wurden perspektivische Fragen zu Industrie 4.0 bewusst an das Ende des jeweiligen Abschnitts gestellt.

3.4 Auswertungsmethodik

Die Auswertung der Befragungsergebnisse wurde mit bis zu drei Kreuzabfragen (verkettete Auswertungen) durchgeführt – zum Beispiel die Einschätzung des Top-Managements (Hierarchieebene) der Automobilindustrie (Branche) im Bereich Produktion (Funktionsbereich). Auf eine weitere Tiefe wurde wegen der ungesicherten statistischen Relevanz verzichtet. Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm IBM SPSS Statistics.

3.5 Beschreibung der Teilnehmer

Insgesamt konnten die Antworten von 227 persönlich bekannten Personen verschiedener hierarchischer Ebenen, Unternehmensgrößen und Branchen ausgewertet werden.

3.5.1 Branchenzugehörigkeit und Unternehmensgröße

Der Fokus dieser Studie liegt auf der Automobil- und Fertigungsindustrie. OEM (39%) und Automobilzulieferer (34%) bilden die beiden größten Befragungsgruppen. Der Maschinen- und Anlagenbau (16%) ist als drittstärkste Gruppe vertreten. Der restliche Anteil (11%) setzt sich aus den Branchen Ausrüster (Elektro-, Energie- und Medizintechnik), Verarbeitendes Gewerbe, Verfahrenstechnik und Konsumgüter zusammen. Diese wurden bei den Auswertungen zur Gruppe Sonstige zusammengefasst.

Mehr als die Hälfte der Befragten (62%) ist in Unternehmen mit mehr als 10.000 Mitarbeitern beschäftigt. Diese Gruppe soll im Folgenden als große Unternehmen bezeichnet werden. 28% der Befragten arbeiten in Unternehmen mit 1.000 bis 9.999 Angestellten (mittlere Unternehmen), 10% sind in Unternehmen tätig, die weniger als 1.000 Mitarbeiter beschäftigen und in dieser Studie als kleine Unternehmen bezeichnet werden.²¹

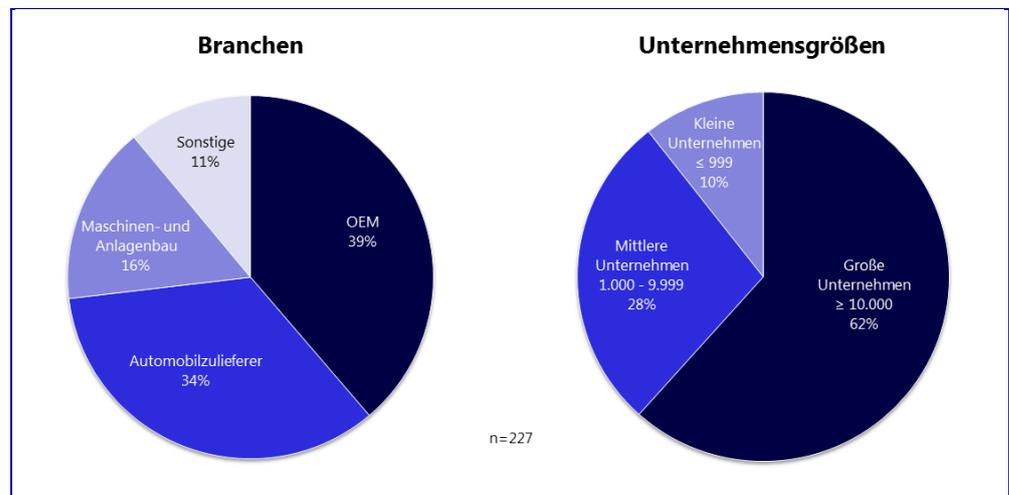


Abbildung 6: Verteilung der Branchenzugehörigkeit und Unternehmensgröße

²¹ An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass sich diese Einteilung der Größenklassen nicht an der Definition der EU orientiert, sondern nach eigenem Ermessen gewählt wurde, um der Branchenrealität zu entsprechen.

Teilnehmerverteilung:
73% Automobilindustrie
27% Fertigungsindustrie

3.5.3 Produktionstyp

Die befragten Unternehmen wurden zudem anhand ihres Produktionstyps kategorisiert. Mit 64% fertigt der überwiegende Teil der Studienteilnehmer in Serie. Weitere Produktionstypen der vertretenen Unternehmen sind Configure-to-Order (19%), Engineer-to-Order (7%) sowie Massenfertigung (7%). Besonders für die drei erstgenannten Kategorien könnten die Industrie-4.0-Technologien mit ihrem Potenzial zur Losgrößenreduzierung eine hohe Bedeutung haben.

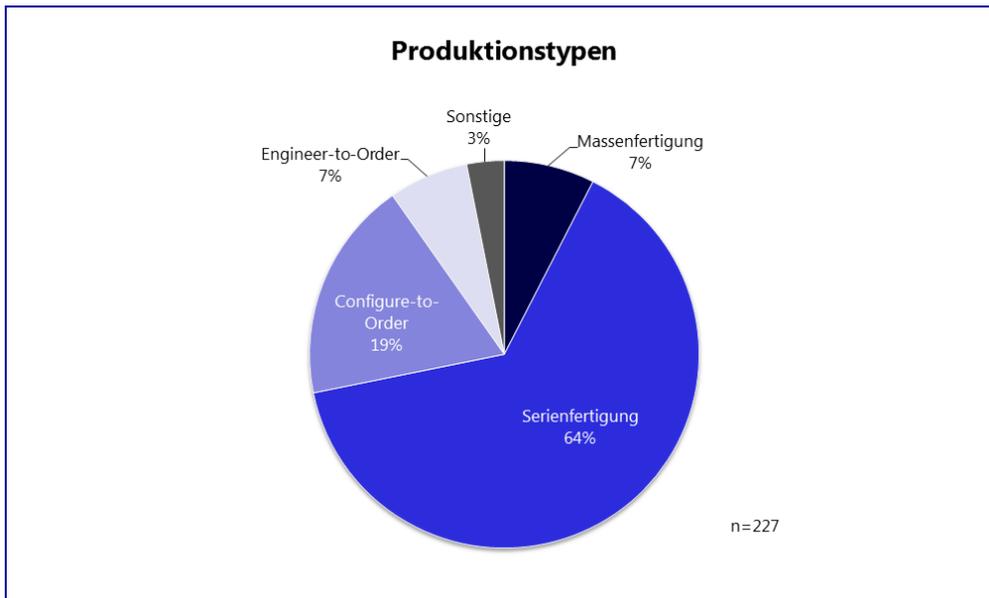


Abbildung 7: Verteilung der Produktionstypen

3.5.4 Funktionsbereiche und Hierarchieebenen der Befragten

Zielgruppe der Befragung waren Personen mit Entscheidungs- und Weisungsbefugnissen in ihren Unternehmen. Ziel dieser Festlegung war, möglichst repräsentative und zukunftsweisende Erkenntnisse zu gewinnen. Dementsprechend gehören 73% der Befragten der oberen (Vorstandsmitglieder, Geschäftsführer) und mittleren (Bereichs- und Abteilungsleiter) Führungsebene an. Die restlichen 27% entstammen der unteren Führungsebene (Teamleiter, Meister) sowie dem operativen Bereich oder konnten keinem der Cluster zugeordnet werden.

Zusätzlich zur Unterscheidung nach ihrer Stufe in der Hierarchie wurde auch der Funktionsbereich der befragten Teilnehmer festgehalten. Der größte Funktionsbereich ist mit 40% die IT. Weitere Funktionsbereiche sind Marketing und Vertrieb (15%), Forschung und Entwicklung (12%), Produktion (12%), Geschäftsführung (8%), Logistik (7%) und Human Resources (2%). Befragte, die sich keinem der angegebenen Bereiche zuordnen ließen, sind unter Sonstige(4%) zusammengefasst. Die verhältnismäßig hohe Anzahl von Personen aus dem IT-Bereich ist zum einen darauf zurückzuführen, dass MHP als Prozess- und IT-Beratung insbesondere in diesem Funktionsbereich eine gute Bekanntheit und damit Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie hat. Zum anderen sind Industrie-4.0-Technologien wie Cloud Computing oder das Internet der Dinge und Dienste Entwicklungsgegenstand der Informationstechnologie und damit vor allem für den IT-Bereich hochaktuell.

Teilnehmerverteilung:
73% obere und mittlere Führungsebene

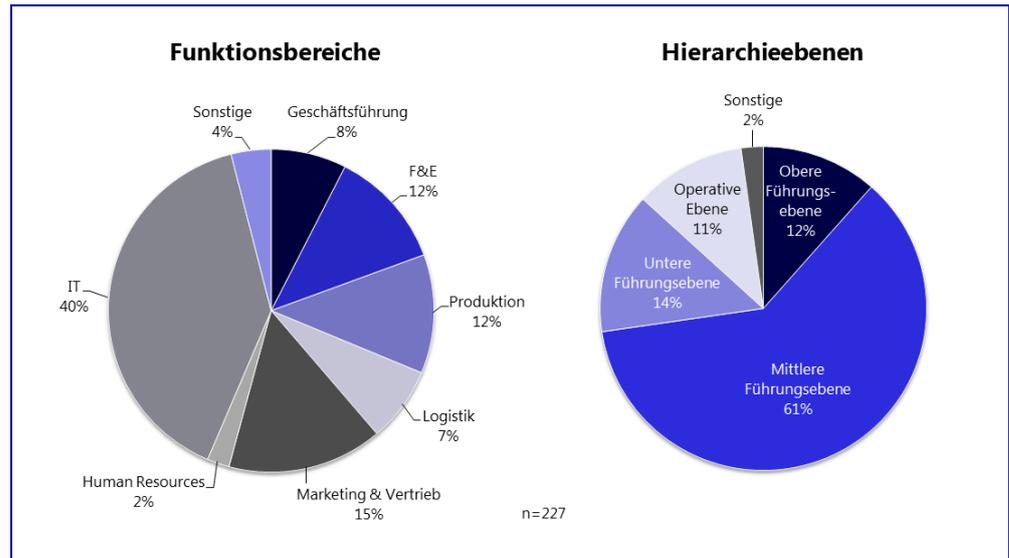


Abbildung 8: Verteilung der Unternehmensbereiche und Hierarchieebenen

3.5.5 Verkettete Auswertungen

In Abbildung 9 sind verschiedene verkettete Auswertungen, sogenannte Kreuztabellen zur Befragungsgruppe dargestellt. Diese sollen sicherstellen, dass die verschiedenen Einflussfaktoren bei Interpretationen richtig gedeutet und keine ungeicherten und falschen Schlüsse aus den Studienauswertungen gezogen werden.

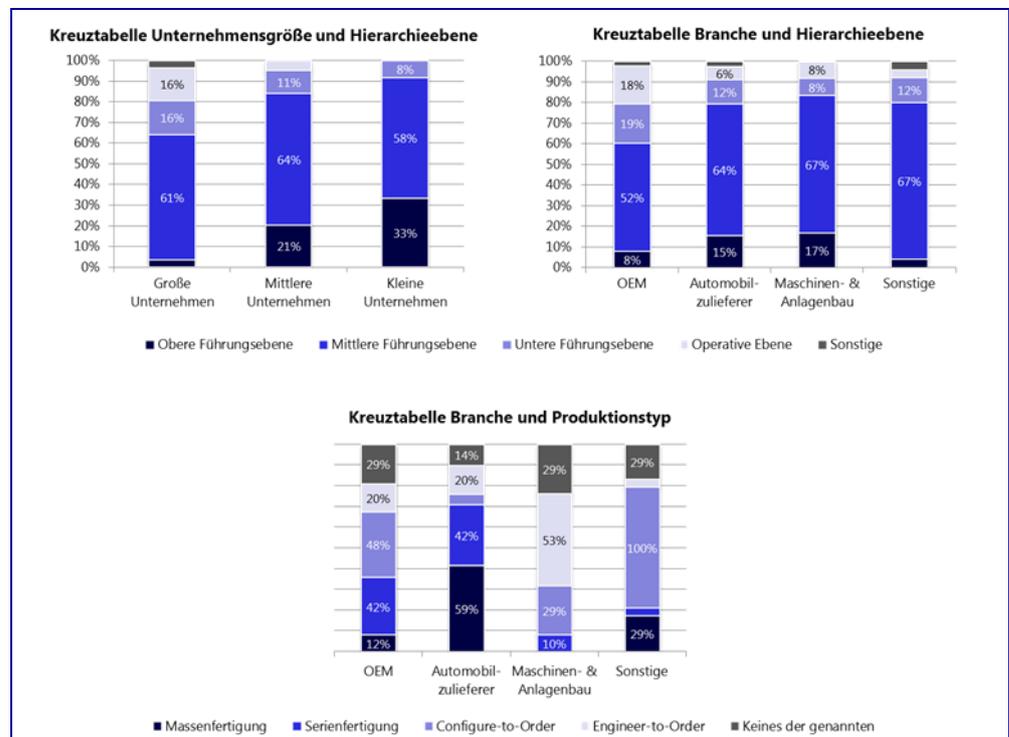


Abbildung 9: Kreuztabellen zu den Merkmalen der befragten Personen

4 Standortbestimmung – Studienergebnisse

4.1 Industrie 4.0 im Allgemeinen

4.1.1 Bekanntheit des Terminus Industrie 4.0

Etwa 25% der Befragten kannten den Begriff vor der Anfrage zur Teilnahme an der Studie nicht. Es ist aber davon auszugehen, dass dieser Anteil in den untersuchten Industrien tatsächlich deutlich höher ist, denn ein häufig genannter Grund für eine Nicht-Teilnahme war die Unbekanntheit des Themenkomplexes Industrie 4.0. Die nachfolgende Grafik zeigt die Unterschiede der Bekanntheit nach Branchenzugehörigkeit. Während der Maschinen- und Anlagenbau bereits sehr vertraut mit Industrie 4.0 ist (92%), besteht bei Automobilzulieferern (77%) und OEM (66%) noch Nachholbedarf. Maßgeblich ist hierfür die Tatsache, dass der Maschinen- und Anlagenbau in Zukunft nicht nur Anwender von Industrie-4.0-Konzepten sein wird, sondern vor allem auch deren Anbieter. Dadurch entsteht für diese Branche eine besondere Notwendigkeit, sich bereits heute mit den Konzepten der vierten industriellen Revolution zu befassen. Dass rund ein Drittel der Befragten von OEM äußern, bislang noch nichts von Industrie 4.0 gehört zu haben, offenbart eine etwas geringere Relevanz des Themas. Stark beeinflusst wird dieses Ergebnis allerdings durch den relativ höheren Anteil an Befragten aus der operativen Ebene innerhalb der teilnehmenden OEM (vergleiche hierzu Abbildung 11). Details zur Verteilung der vertretenen Hierarchieebenen in Bezug auf die Branchen können Abbildung 9 entnommen werden.

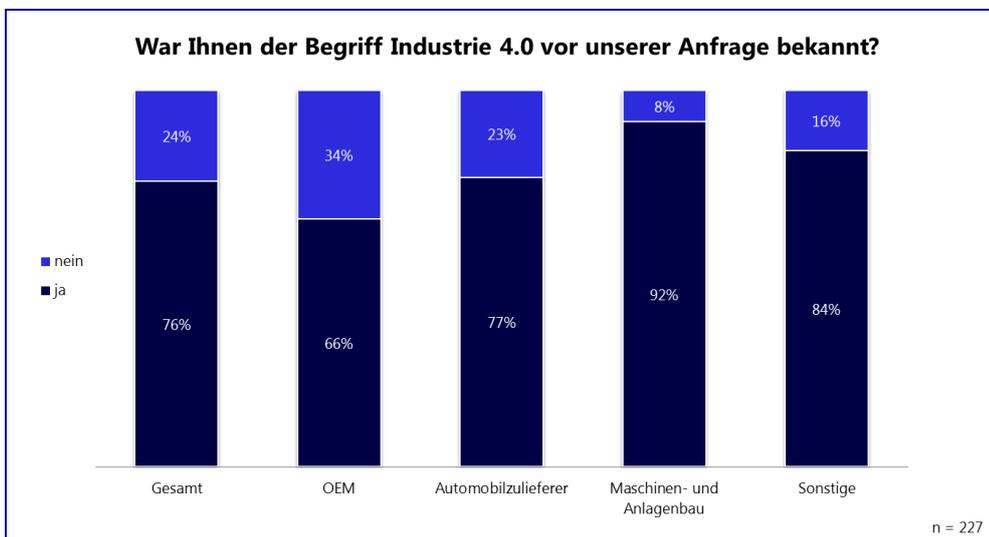


Abbildung 10: Bekanntheit von Industrie 4.0 nach Branche

Die folgende Grafik verdeutlicht, dass der Bekanntheitsgrad von Industrie 4.0 maßgeblich durch die Hierarchieebene beeinflusst wird. Je höher die Hierarchieebene, desto bekannter ist das Thema. Während 85% der oberen Führungsebene der Begriff Industrie 4.0 bekannt ist, sind es in der operativen Ebene lediglich 44%. Dies ist eine begrüßenswerte Tendenz, da der Wandel zu Industrie 4.0 auf jeden Fall eine Top-Management-Aufgabe ist.

Industrie 4.0 ist in der Industrie noch nicht vollständig angekommen. Die Bekanntheit ist im Maschinen- und Anlagenbau tendenziell höher als in der Automobilindustrie.

Die Bekanntheit von Industrie 4.0 ist in den Führungsetagen am größten.

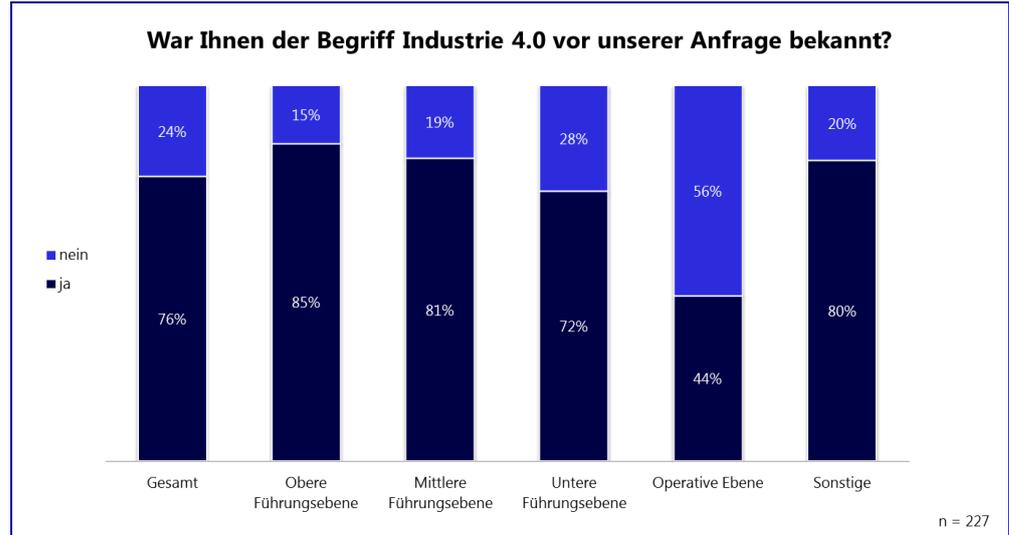


Abbildung 11: Bekanntheit von Industrie 4.0 nach Hierarchieebene

4.1.2 Stellenwert von Industrie 4.0

Der Stellenwert von Industrie 4.0 und der damit verbundenen Konzepte ist im Maschinen- und Anlagenbau am größten. Für knapp 80% der Befragten aus dieser Branche hat das Thema eine hohe beziehungsweise sehr hohe Relevanz. Die Zulieferindustrie schätzt die Bedeutung eher verhalten ein (53% hoch oder sehr hoch). Ein Grund für diese beträchtliche Differenz bei der Einschätzung des Stellenwerts liegt möglicherweise in der Verteilung der Produktionstypen auf die verschiedenen Branchen (siehe Abbildung 9). Während der Maschinen- und Anlagenbau größtenteils Einzelprodukte fertigt (53% Engineer-to-Order, 29% Configure-to-Order), gaben mehr als die Hälfte (59%) der befragten Automobilzulieferer an, in Massen zu fertigen. Die wirtschaftliche Produktion der Losgröße 1 spielt für sie derzeit keine bedeutende Rolle. Insofern lässt sich schlussfolgern, dass auch die Konzepte von Industrie 4.0 für die Automobilzulieferindustrie eine im Verhältnis zum Maschinen- und Anlagenbau noch geringe Priorität aufweisen.

Industrie 4.0 hat in der Automobilindustrie einen geringeren Stellenwert als im Maschinen- und Anlagenbau.

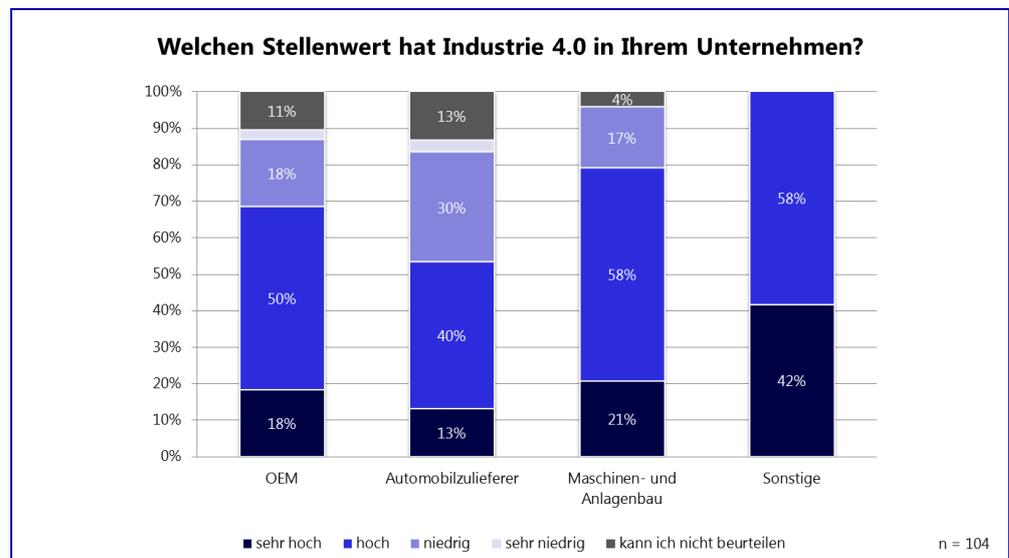


Abbildung 12: Stellenwert von Industrie 4.0 nach Branche

4.1.3 Beschäftigung mit Industrie 4.0

Nur knapp die Hälfte der Befragten (46%) gibt an, dass sich das eigene Unternehmen bereits mit Industrie 4.0 beschäftigt. Die größte Aktivität entfaltet der Maschinen- und Anlagenbau (67%). Insbesondere die mittelständisch geprägte Zulieferindustrie hat Nachholbedarf. 26% geben hier an, sich nicht mit den Chancen und Herausforderungen von Industrie 4.0 zu befassen.

Beachtlich ist, dass 35% der Befragten nicht beurteilen können, ob sich das eigene Unternehmen mit dem Thema auseinandersetzt. Der hohe Anteil der Unwissenheit bei den befragten OEM (49%) ist dabei sicher auf die Tatsache zurückzuführen, dass 37% der Befragten der operativen oder der unteren Führungsebene angehören. In Einzelgesprächen konnte festgestellt werden, dass sich Unternehmen zwar mit einzelnen Konzepten von Industrie 4.0 beschäftigen, diese aber nicht diesem Begriff zuordnen, da den Befragten der Begriff und seine Definition unbekannt beziehungsweise unklar waren.

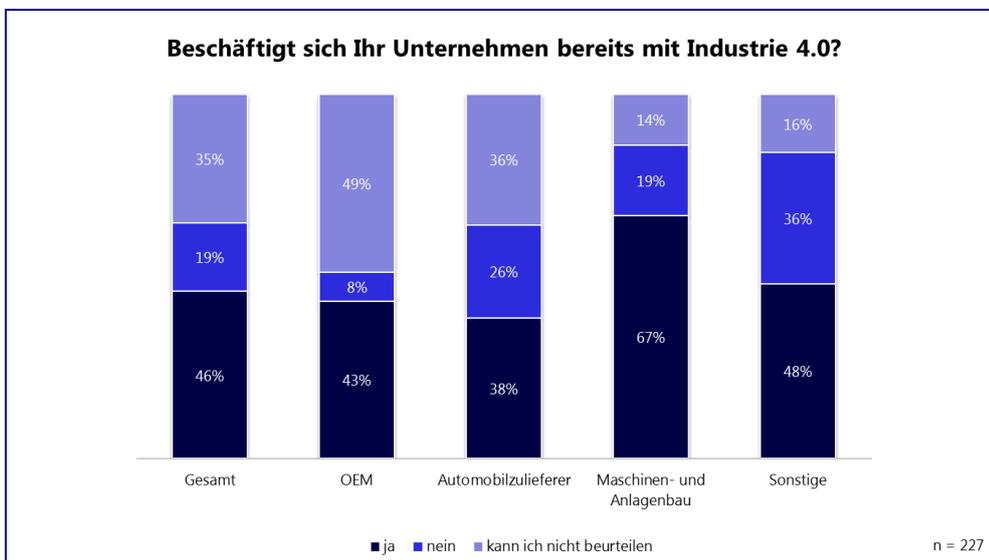


Abbildung 13: Beschäftigung mit Industrie 4.0 nach Branche

Abbildung 14 veranschaulicht, dass nicht nur die Branche, sondern auch die Unternehmensgröße maßgeblichen Einfluss auf die Beschäftigung mit Industrie 4.0 hat. Hierbei gilt: Je größer das Unternehmen, desto intensiver ist die Auseinandersetzung mit dem Themenkomplex. Der Grund hierfür liegt besonders in den höheren zur Verfügung stehenden finanziellen und qualifizierten personellen Mitteln größer gegenüber kleiner Unternehmen. Gleichzeitig wissen bei größeren Unternehmen weniger Befragte, ob sich das Unternehmen überhaupt mit Industrie 4.0 beschäftigt. Um die Konsistenz zu wahren, muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass dieser Sachverhalt durch die befragten Hierarchieebenen beeinflusst wird. Abbildung 9 ist zu entnehmen, dass bei den großen und mittleren Unternehmen der relative Anteil an Befragten von niedrigen Hierarchieebenen im Vergleich zu den kleinen Unternehmen deutlich höher ist. Die Tatsache, dass Befragte von unteren Hierarchieebenen oftmals nur über unzureichende Informationen bezüglich der Beschäftigung der oberen Führungsebenen ihrer Unternehmen mit Industrie 4.0 haben, erklärt diese Ungewissheit.

Der Maschinen- und Anlagenbau beschäftigt sich am intensivsten mit Industrie 4.0.

Je größer das Unternehmen, desto eher beschäftigt es sich bereits mit Industrie 4.0.

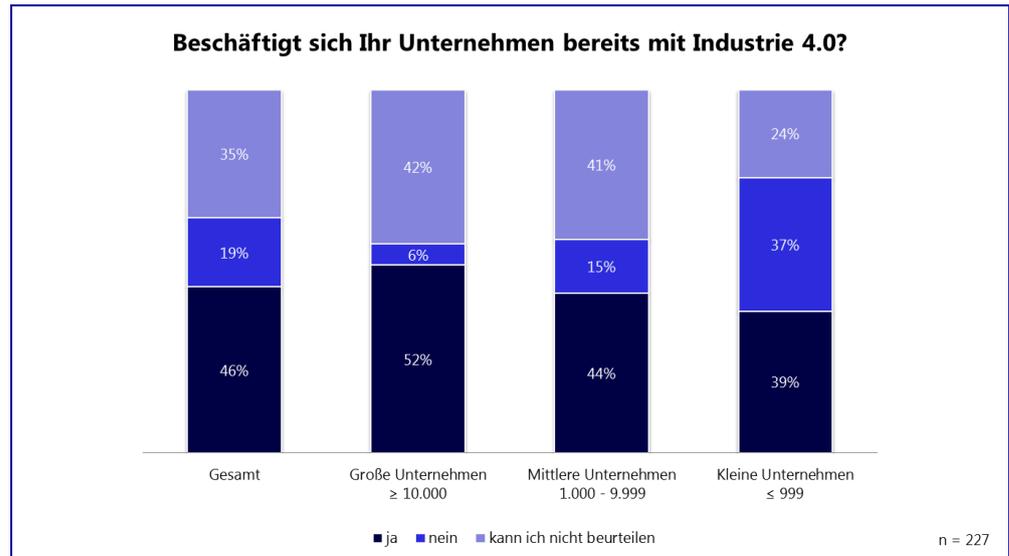


Abbildung 14: Beschäftigung mit Industrie 4.0 nach Unternehmensgröße

Diejenigen, die sich bereits mit Industrie 4.0 beschäftigen, wurden außerdem gebeten anzugeben, inwiefern sie sich aktuell mit dem Thema befassen. Bei dieser Frage war eine Mehrfachauswahl von Antworten möglich. Demnach befassen sich die meisten (31%) durch Informationsbeschaffung und Wissensaufbau mit Industrie 4.0. An zweiter Stelle folgt die Mitarbeit in entsprechenden Arbeitskreisen beziehungsweise Verbänden (23%). Lediglich 17% setzen Industrie 4.0 oder einzelne der Konzepte bereits um. Mit 3% steht die Rekrutierung von Mitarbeitern mit entsprechendem Know-how an letzter Stelle. Gerade weil es sich bei Industrie 4.0 um einen Themenkomplex handelt, der sich nach wie vor in der frühen Entwicklungsphase befindet, sind diese Tendenzen nachvollziehbar. Für die Unternehmen besteht im ersten Schritt der Bedarf, generelle Informationen zu beschaffen und Wissen aufzubauen, um einen Eindruck zu erhalten, wie im Rahmen von Industrie 4.0 agiert werden kann. Dementsprechend werden sich zum jetzigen Zeitpunkt vor allem Vorreiter dazu entschließen, gezielt Produkte und Lösungen zu entwickeln oder Mitarbeiter mit entsprechendem Know-how zu akquirieren. Hinzu kommt, dass Industrie 4.0 mehrere Disziplinen umfasst, die miteinander vernetzt werden. Hierfür gibt es (noch) keine typischen Ausbildungszweige und damit keine typischen Mitarbeiterprofile auf dem Arbeitsmarkt, die akquiriert werden könnten.

Unternehmen befassen sich derzeit mit Informationsbeschaffung und Wissensaufbau. Die Gewinnung von Mitarbeitern mit entsprechendem Know-how steht nicht im Fokus.



Abbildung 15: Beschäftigung mit dem Thema Industrie 4.0

Mit der nachfolgenden Frage sollte ermittelt werden, woher die Unternehmen, die sich bereits mit Industrie 4.0 beschäftigen und aktiven Wissensaufbau betreiben, ihr Know-how beziehen. Hier war es möglich, mehrere Antworten auszuwählen. Wichtigste Quelle ist die Fortbildung des eigenen Personals (32%), während der Zukauf von externen Dienstleistungen beziehungsweise externem Know-how mit 26% an zweiter Stelle steht. Gremien und Verbände folgen mit 22%. 13% der Befragten planen die Umsetzung von Industrie 4.0 durch die Rekrutierung entsprechender Fachkräfte.

Um Industrie 4.0 für das eigene Unternehmen schnell greifbar und umsetzbar machen zu können, sind umfangreiche Qualifizierungsmaßnahmen notwendig. Zur Überbrückung und Unterstützung dient der Zukauf von Know-how bei spezialisierten Dienstleistern. Dies gilt insbesondere für Spezialwissen, welches nicht dauerhaft in den Unternehmen vorgehalten werden kann.

Industrie 4.0-affine Unternehmen bilden eigenes Personal aus und kaufen Expertise zu.

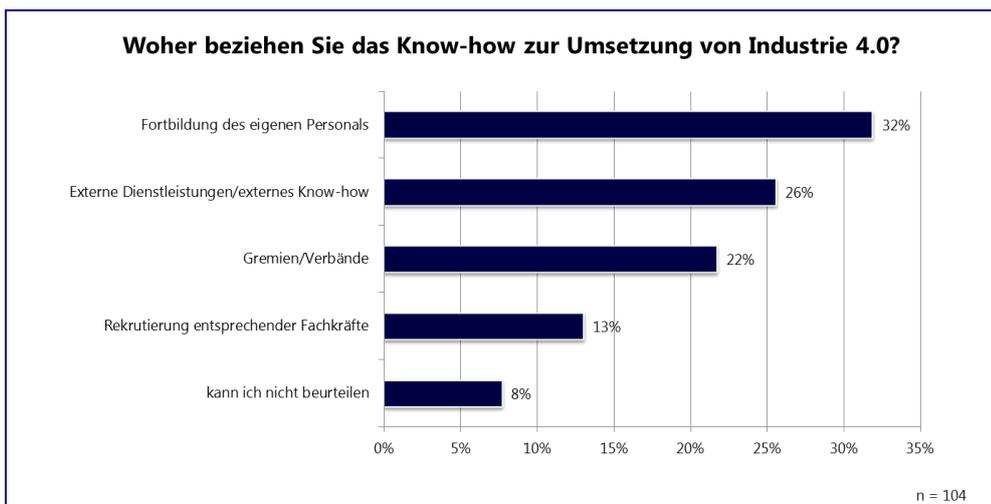


Abbildung 16: Know-how-Quellen von Industrie 4.0

4.1.4 Treibende Hierarchieebenen von Industrie 4.0

Bei 88% der Unternehmen wird Industrie 4.0 durch die obere oder mittlere Führungsebene vorangetrieben. Gerade in Hinblick auf die hohe strategische und perspektivische Relevanz sowie die ausgeprägte Interdisziplinarität der Industrie-4.0-Konzepte, ist es von hoher Bedeutung, dass das Thema zunächst von den oberen Führungsebenen in das Unternehmen gebracht und dort gefördert wird. Nur auf diese Weise kann die notwendige Durchsetzungskraft erzeugt werden.

Industrie 4.0 ist richtigerweise als Chef-sache erkannt.

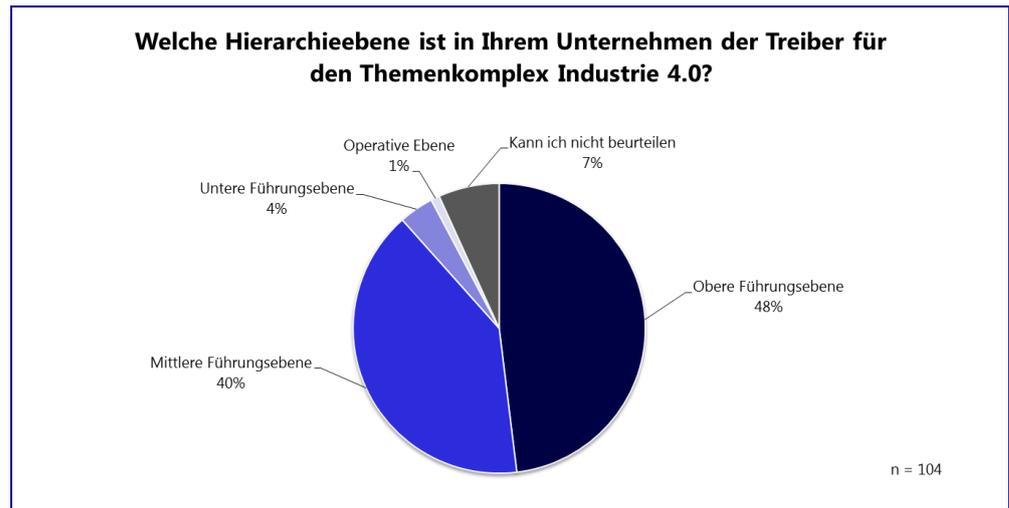


Abbildung 17: Treibende Hierarchieebenen von Industrie 4.0

4.1.5 Hemmnisse für die Umsetzung von Industrie 4.0

Auf die Frage, welches die drei größten Hemmnisse für die Umsetzung von Industrie 4.0 im Unternehmen sind, konnten die Befragten drei Antworten aus insgesamt zehn Möglichkeiten auswählen.

Die fehlende Transparenz des wirtschaftlichen Nutzens und die notwendigen Anpassungen von Prozessen und der Arbeitsorganisation werden mit jeweils 17% als die größten Hemmnisse angesehen. 15% der Befragten bewerten die erforderlichen Standardisierungen als hinderlich.

Mit 4% und 2% gehören die eingeschränkte Verfügbarkeit von Produkten und die fehlende Forschung zu den am wenigsten genannten Gründen. Da die vierte industrielle Revolution noch am Anfang steht und technologische Entwicklungen sicher zu erwarten sind, erscheint es plausibel, dass diese beiden Aspekte keine ausschlaggebende Rolle spielen.

Die wirtschaftliche Relevanz kann vielfach nicht erkannt werden.

Nur 50% stimmen zu, dass sich Deutschland bereits in der Phase der vierten industriellen Revolution befindet.



Abbildung 18: Hemmnisse von Industrie 4.0

4.1.6 Perspektive Industrie 4.0

50% der befragten Personen nehmen an, dass wir uns bereits in der Phase der 4. industriellen Revolution befinden. Bemerkenswert ist, dass 17% dies nicht beurteilen können. Hier besteht Aufklärungsbedarf, was Industrie 4.0 überhaupt bedeutet. In persönlichen Gesprächen wurde vereinzelt die Einschätzung geäußert, dass Industrie 4.0 noch in weiter Ferne sei.

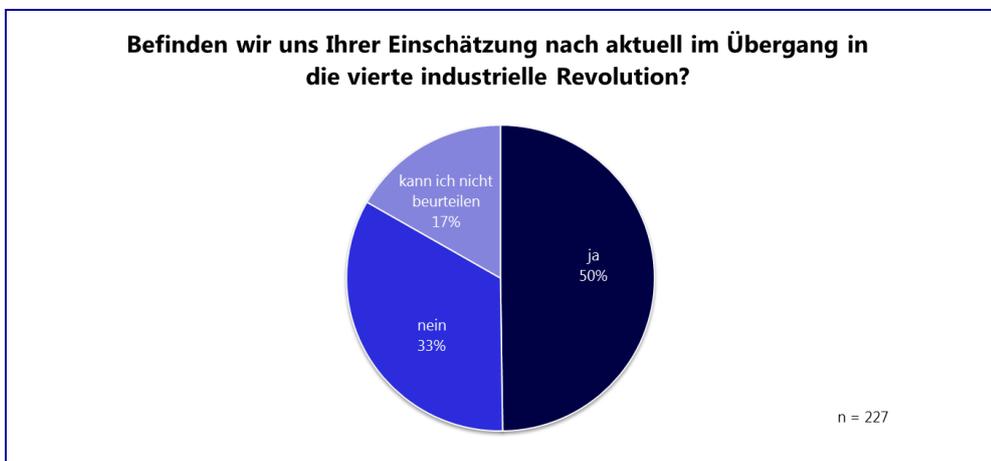


Abbildung 19: Übergang in die vierte industrielle Revolution

Unabhängig vom derzeitigen Stand der vierten industriellen Revolution sollten die Befragten ihre Einschätzung zur Perspektive von Industrie 4.0 für ihr Unternehmen und den Standort Deutschland treffen. Mehr als 80% der befragten Personen betrachten die Umsetzung von Industrie 4.0 als erstrebenswert und erwarten dadurch Chancen mit Blick auf die sich ändernden Marktbedingungen.

Erstaunlicherweise trauen nur knapp mehr als 50% der Befragten Deutschland auf dem Gebiet eine Vorreiterrolle zu. Fast 25% verneinen, dass Deutschland diese Rolle einnehmen kann. In den geführten Gesprächen wurde mehrfach betont, dass

deutsche Unternehmen bei innovativen Themen grundsätzlich zu zögerlich und wenig risikobereit seien.

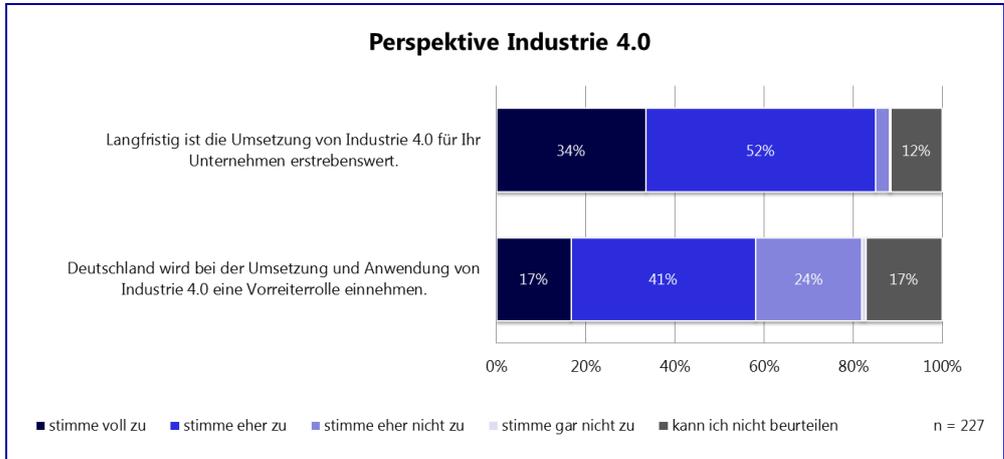


Abbildung 20: Perspektiven von Industrie 4.0

4.1.7 Veränderte Rahmenbedingungen

Komplexere Marktbedingungen und sich verändernde Kundenanforderungen zwingen die Unternehmen, Fähigkeiten wie zum Beispiel die schnellere Reaktion auf Kundenwünsche oder die Verkürzung der Time-to-Market deutlich zu verbessern. Sowohl für die Produktion als auch für die Logistik wurde angeführt, viel Zeit sparen zu können, wenn Informationen früher verfügbar wären. Der Bedarf, Industrie 4.0 umzusetzen, ist demnach vorhanden. Die bei allen Kategorien steigenden Stellenwerte verdeutlichen die in Zukunft zunehmende Relevanz des Einsatzes der Industrie-4.0-Konzepte.

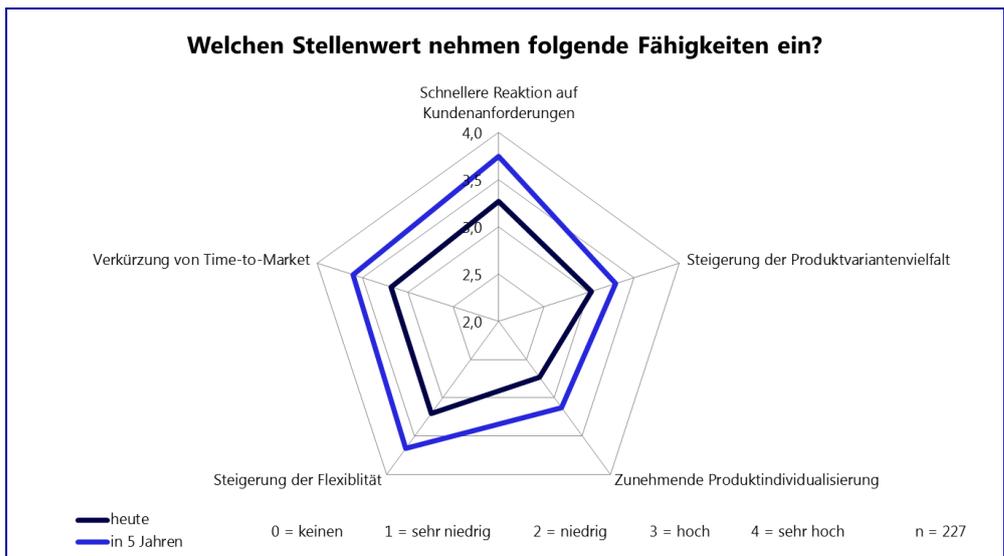


Abbildung 21: Erforderliche Fähigkeiten aufgrund veränderter Rahmenbedingungen

Um den Unterschied der Stellenwerte zwischen den verschiedenen Hierarchieebenen zu verdeutlichen, sind die Ergebnisse für die obere Führungsebene und die operative Ebene in Abbildung 22 getrennt ausgewiesen. Hier fällt auf, dass die obere Führungsebene die Bedeutung der Verkürzung der Time-to-Market und die zu-

80% erwarten Chancen durch Industrie 4.0 für ihr Unternehmen.

ABER: Nur 50% glauben, dass Deutschland bei Industrie 4.0 eine Vorreiterrolle einnehmen wird.

Die Fähigkeit zur schnelleren Reaktion auf Kundenanforderungen hat den höchsten Stellenwert.

nehmende Produktindividualisierung höher bewertet als die operative Ebene. Es liegt nahe, dass die Ursachen für diese Unterschiede darin liegen, dass sich die obere Führungsebene im Zusammenhang mit ihren strategisch geprägten Aufgaben intensiver mit Marktveränderungen auseinandersetzt und dementsprechend eher dazu in der Lage ist, marktspezifische Rahmenbedingungen einzuschätzen.

Die steigende Bedeutung von Produktindividualisierungen wird von oberen Führungsebenen deutlich ausgeprägter wahrgenommen

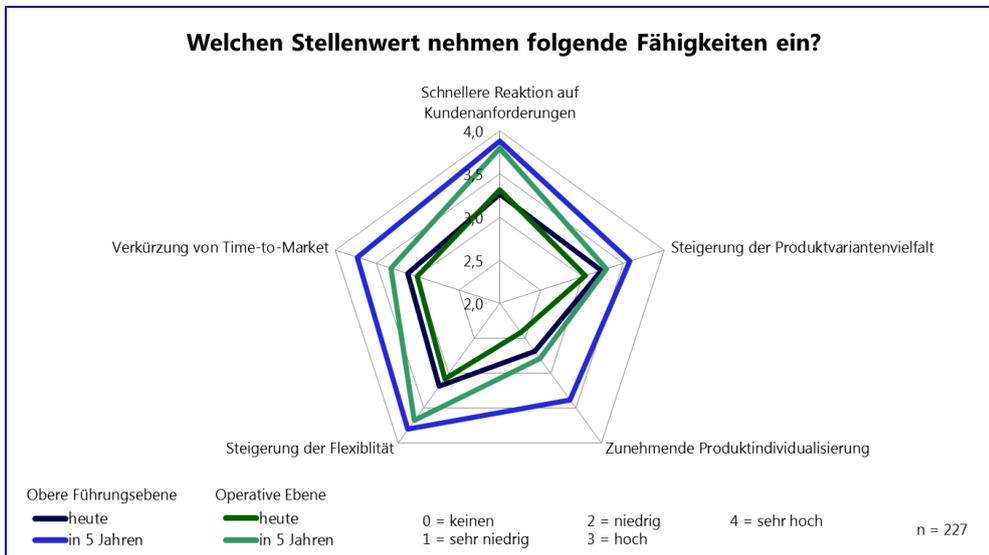


Abbildung 22: Erforderliche Fähigkeiten nach Hierarchieebene

4.1.8 Energie und Umwelt

Es wurde bereits beschrieben, welche enorme Bedeutung das Thema Ressourceneffizienz für die Unternehmen mit Blick auf Energie- und Umweltfragen hat. 75% aller Befragten gaben an, dass entsprechende Kennzahlen innerhalb ihrer Unternehmen kommuniziert werden. Bereits heute sind Energiemanagement- beziehungsweise -monitoringsysteme weit verbreitet. Hier wurde ein knapp hoher Stellenwert (2,7) erzielt, der für die Zukunft auf hoch bis sehr hoch (3,4) ansteigt.

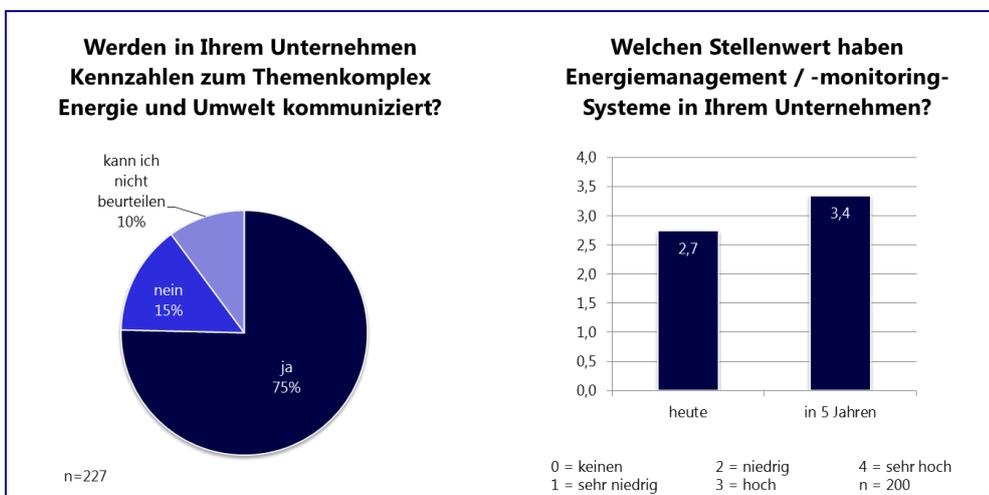


Abbildung 23: Kennzahlen und Stellenwerte zu Energie und Umwelt

Die Befragten gaben an, dass Themen wie Energie- und Materialeffizienz (2,7, 2,8) sowie CO₂-Einsparung (2,6) und Umweltschutz (2,6) in ihren Unternehmen moderat

an Bedeutung gewinnen werden. Angesichts steigender Energie- und Materialpreise sowie bereits vorhandener und weiterer abzusehender Sanktionierung von CO₂ wirken sich diese Bereiche auch wirtschaftlich stark aus.

Es scheint gleichzeitig ein allgemeines ökologisches Bewusstsein für den nachhaltigen Umweltschutz vorhanden zu sein. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass das gesellschaftliche Umdenken von den Unternehmen mitgetragen werden wird.

Insbesondere die wirtschaftlich relevanten Themen Energie- und Materialeffizienz erachten die Unternehmen als ungemein wichtig.

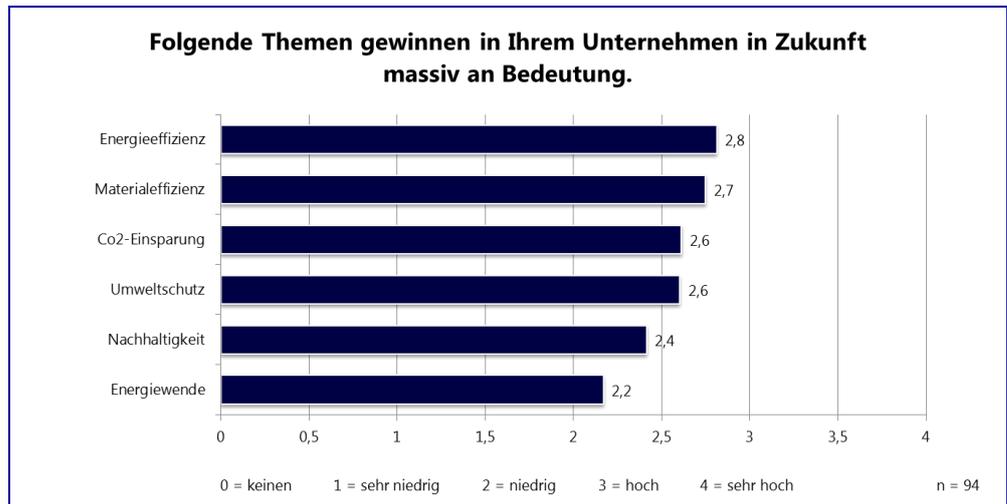


Abbildung 24: Zukünftige Bedeutung verschiedener Energiethemen

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht, in welchen Fällen die Unternehmen bereit sind, bestehende Produkte oder Produktionsprozesse ressourceneffizienter auszugestalten. Die Befragten hatten die Möglichkeit, mehrere Anreize für ein solches Verhalten anzugeben. Am häufigsten wurde ein ausreichender Return on Investment (28%) als Motivation genannt. Danach folgen die Entstehung von Wettbewerbsvorteilen (23%) sowie behördliche Auflagen (23%).

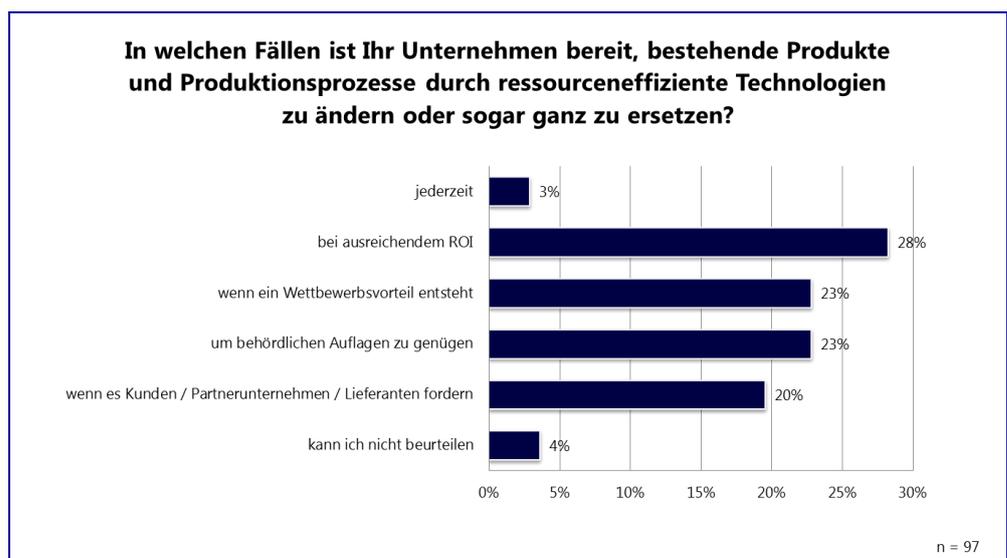


Abbildung 25: Bereitschaft zur Verbesserung der Ressourceneffizienz

4.1.9 Standardisierung

Die Fragen zum Themenkomplex Standardisierung wurden an die Funktionsbereiche Forschung und Entwicklung, Produktion, Logistik und IT gerichtet.

Dass IT-Systeme zunehmend die vertikale und horizontale Integration sicherstellen müssen, daran besteht unter den Befragten kein Zweifel. Die Zustimmung lag hier hinsichtlich der horizontalen Integration bei 85% und mit Blick auf die vertikale Integration bei 78%. Angesichts der 19 genormten, unabhängigen Kommunikationsfamilien für Felddbusse in der IEC 61158 liegt hier noch eine bedeutende Herausforderung.

Unter der horizontalen Integration versteht man die Integration der verschiedenen (IT-) Systeme für die unterschiedlichen Prozessschritte der Produktion und der Unternehmensplanung, zwischen denen ein Material-, Energie- und Informationsfluss verläuft. Dies gilt innerhalb des Unternehmens, aber auch über mehrere Unternehmen hinweg. Bei der vertikalen Integration geht es hingegen um die Integration der verschiedenen (IT-) Systeme auf den unterschiedlichen Hierarchieebenen zu einer durchgängigen Lösung.²²

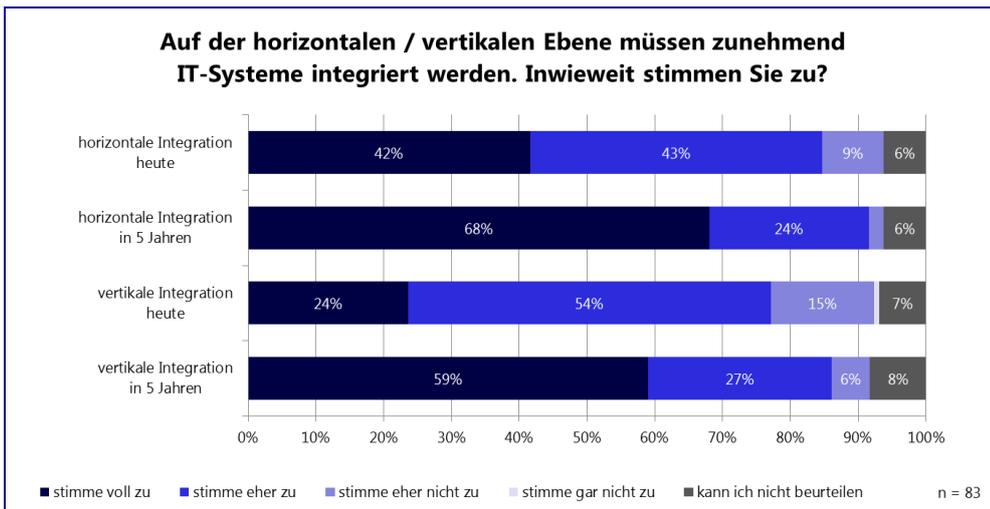


Abbildung 26: Notwendigkeit der Integration von IT-Systemen

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht zudem, dass sowohl für die horizontale als auch für die vertikale Integration zunehmend IT-, Prozess-, technische und Sicherheitsstandards erforderlich sind. Für die vertikale Integration sind vor allem Sicherheitsstandards gefragt, während es bei der horizontalen Integration vor allem Prozessstandards sind, die zur Umsetzung benötigt werden.

Auffällig ist die besondere Bedeutung der horizontalen Prozessstandardisierung. Dies betrifft sowohl die Unternehmen intern als auch interorganisatorische Prozesse. Unter dem Schlagwort E-Business wurde hieran in den vergangenen Jahren zwar bereits sehr intensiv auf prozessualer und IT-technischer Ebene gearbeitet. Dennoch scheint der Bedarf für die Anwendbarkeit von Standards nach wie vor hoch zu sein.

²² Vgl. Kagermann et al. (2013): S.24

Der Bedarf an horizontaler und vertikaler Standardisierung wird bereits heute von circa 80% der Befragten gesehen.

Die Relevanz von Standards für die horizontale und vertikale Integration wird - erstaunlicherweise - nur durchschnittlich bewertet.

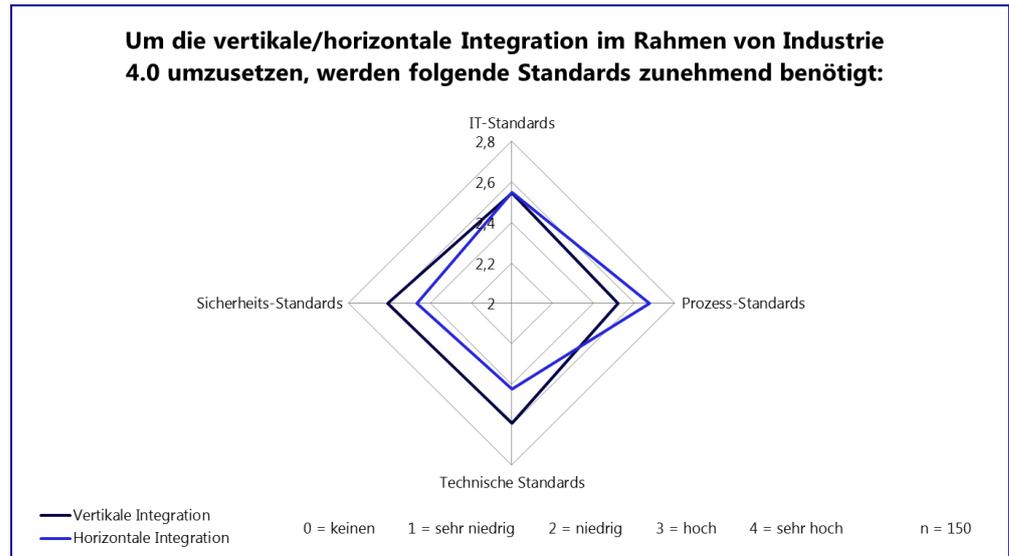


Abbildung 27: Notwendige Standards zur vertikalen und horizontalen Integration

4.1.10 Bedeutung von Industrie-4.0-Technologien

Die folgende Frage widmet sich der Bedeutung einzelner Industrie-4.0-Technologien innerhalb der Unternehmen heute und in fünf Jahren. Bei der Fragestellung wurde bewusst darauf verzichtet, den Begriff Industrie 4.0 zu verwenden, um eine Beeinflussung der Antwort bei Nicht-Kenntnis des Terminus zu vermeiden. Die Industrie-4.0-Technologien BIG DATA, Internet der Dinge und Dienste sowie Private und Public Clouds haben heute einen tendenziell niedrigen Stellenwert (1,9 bis 2,2) in den Unternehmen. In Zukunft gewinnen die Themen BIG DATA und Internet der Dinge und Dienste mit Werten von 3,2 und 3,1 allerdings spürbar an Bedeutung.

Zwar steigt auch die Bedeutung der Private und Public Clouds – im Vergleich zu BIG DATA und dem Internet der Dinge und Dienste vor allem mit Blick auf Private Clouds allerdings nur geringfügig. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind die aktuellen Ereignisse, die bereits erwähnten Risiken der unzureichenden Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie unklare rechtliche Rahmenbedingungen die Ursachen für diese Skepsis. Dass der Wert der Private Clouds geringer ausfällt als der der Public Clouds verdeutlicht, dass die Unternehmen eher dazu tendieren, Cloud-Lösungen von externen Anbietern zu beziehen, als diese selbst zu betreiben

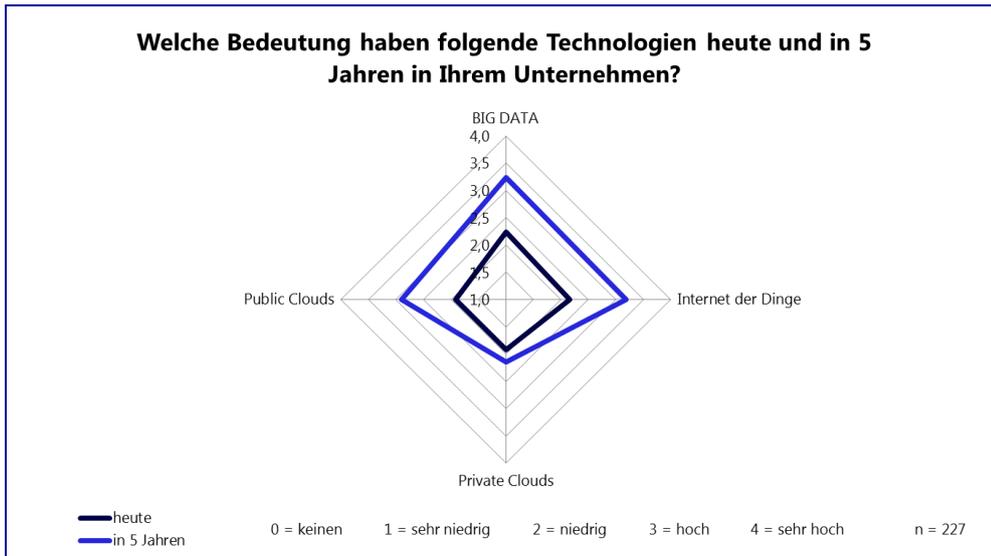


Abbildung 28: Bedeutung von Industrie-4.0-Technologien

Die Bedeutung der in Abbildung 28 aufgeführten Industrie-4.0-Technologien ist in Kombination mit der Einschätzung der Wertzunahme von Unternehmensdaten zu betrachten. Der Wert von Unternehmensdaten wird in Zukunft teils deutlich zunehmen. Deren Bedeutung ist gegenwärtig bereits hoch ist (3,0), sie wird in Zukunft weiter zunehmen (3,5).

Auffällig ist die Wertzunahme im Bereich Marketing & Vertrieb. Vor dem Hintergrund der zur Verfügung stehenden Technologien wie BIG DATA und Cloud bieten sich hier den Unternehmen Chancen, die Märkte besser analysieren und sich damit schneller und präziser anpassen zu können. Diese Chancen werden positiverweise bereits heute wahrgenommen und Unternehmen können sich darauf einstellen.

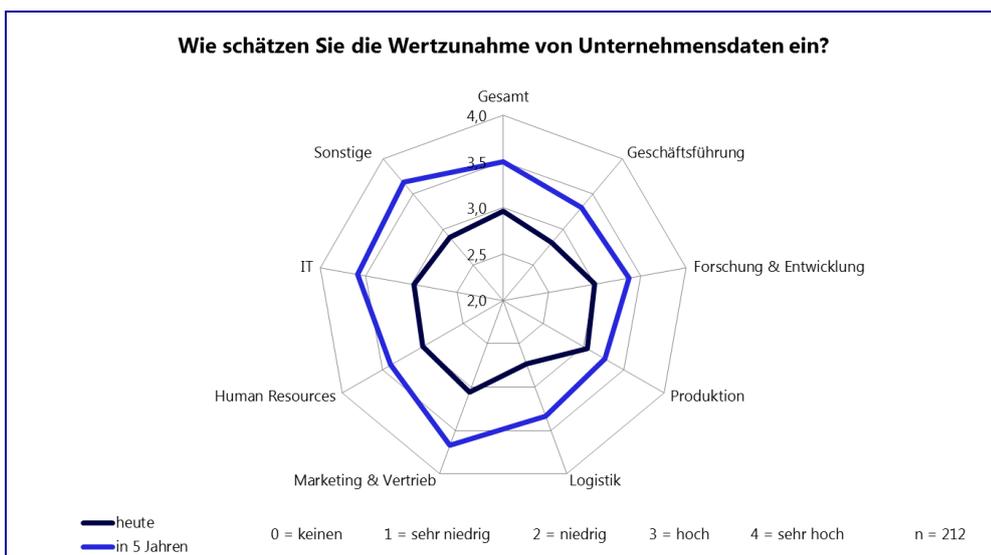


Abbildung 29: Wertzunahme von Unternehmensdaten

Marketing & Vertrieb haben das Potenzial des Wertes von Unternehmensdaten erkannt.

4.1.11 Bedarf an Projektstrukturen

Mit der vierten industriellen Revolution erwarten die Unternehmen einen Wandel der Arbeits- und der Unternehmensorganisation. 87% der Befragten stimmen der

Aussage voll oder eher zu, die Mitarbeiter zukünftig in Projektstrukturen organisieren zu müssen. Annähernd 60% sind sogar der Meinung, dass Abteilungsgrenzen innerhalb der Unternehmen in Zukunft verschwinden werden. Demnach kann festgehalten werden, dass eine Anpassung der Organisationsstruktur an die neuen Anforderungen der Märkte gewünscht und notwendig ist. Die Zuversicht, dass entsprechende Maßnahmen, wie zum Beispiel die Auflösung von Abteilungsgrenzen, Wirklichkeit werden, fällt allerdings geringer aus.

Die Dynamik der Märkte setzt sich in den Unternehmen fort: 87% erwarten ein Auflösen von Abteilungsgrenzen.



Abbildung 30: Zukünftige Organisationsstrukturen

Die folgende Frage betrifft die Zusammenarbeit der Produktion mit der Forschung und Entwicklung. Bedingt durch die kürzer werdenden Produktlebenszyklen und neuartigen Produktionsverfahren wie den 3D-Druck sind 88% der F&E-Mitarbeiter der Meinung, dass die Schnittstelle zur Produktion eine hohe beziehungsweise sehr hohe Bedeutung einnimmt. Mit Blick in die Zukunft liegt dieser Wert sogar bei 96%. Innerhalb der Produktion ist ein ähnliches Ergebnis zu beobachten. Während in der Produktion zwar weniger Befragte mit sehr hoch geantwortet haben, sind es in Summe ebenfalls knapp 90%, die die Bedeutung der Zusammenarbeit mit der Forschung und Entwicklung als hoch oder sehr hoch einschätzen. In Zukunft nimmt die Bedeutung dieser Zusammenarbeit aus Sicht der Produktion ebenfalls zu (96%).

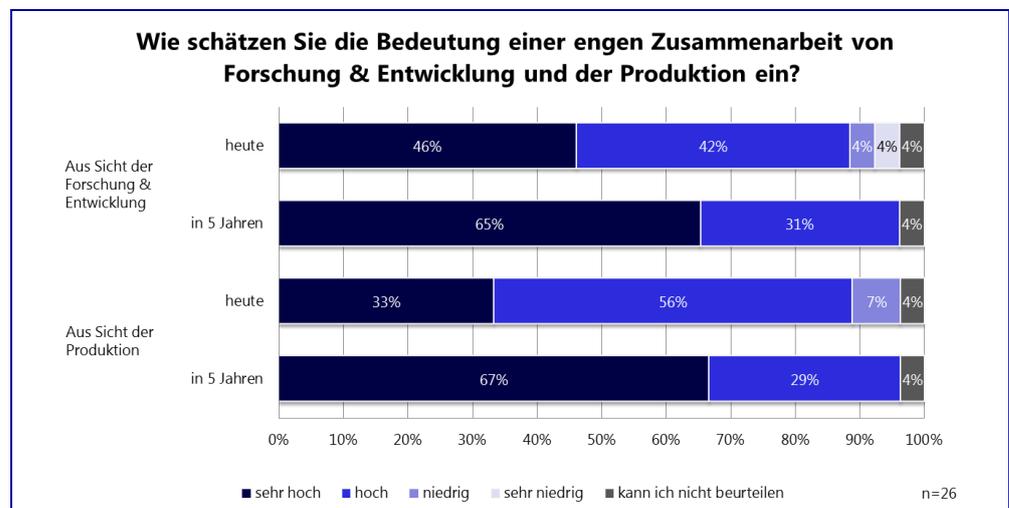


Abbildung 31: Bedeutung der Zusammenarbeit von F&E und Produktion

4.1.12 Rolle und Bedeutung der IT

Informationstechnologien wie PCs, Tablet-Computer oder Smartphones sind aufgrund ihrer vielseitigen Einsatzmöglichkeiten nicht mehr aus dem Produktionsumfeld wegzudenken. So gibt es kaum eine Fertigungsumgebung, in der nicht ein oder mehrere Rechner vorhanden sind.²³ Die Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten erfordert die Kombination der Informations- und Kommunikationstechnologie und des Maschinenbaus. Je besser die Verschmelzung der Technologien dieser Bereiche gelingt, desto größer wird der Nutzen von Industrie-4.0-Konzepten in den produzierenden Unternehmen sein.²⁴

Die verschiedenen Funktionsbereiche wurden daher zunächst gebeten, die aktuellen sowie voraussichtlichen Ausgaben für IT in fünf Jahren für ihre jeweiligen Bereiche einzuschätzen. Im Durchschnitt investiert die Logistik aktuell am meisten in ihre IT (2,8). Es folgen Forschung und Entwicklung, Produktion sowie Marketing und Vertrieb mit Werten von jeweils 2,7. Mit einem Wert von 2,2 gibt der Bereich Human Resources am wenigsten für IT aus. Alle Funktionsbereiche sind sich jedoch einig, dass die Ausgaben für IT deutlich zunehmen werden. Insbesondere die Logistik plant einen deutlichen Anstieg der Investitionen. Eine repräsentative Aussage für den HR-Bereich kann im Rahmen dieser Studie nicht getroffen werden, da die Stichprobengröße zu gering ist und die Werte demnach lediglich als eine mögliche Tendenz zu deuten sind.

Die Logistik plant die umfangreichsten Ausgaben für IT.

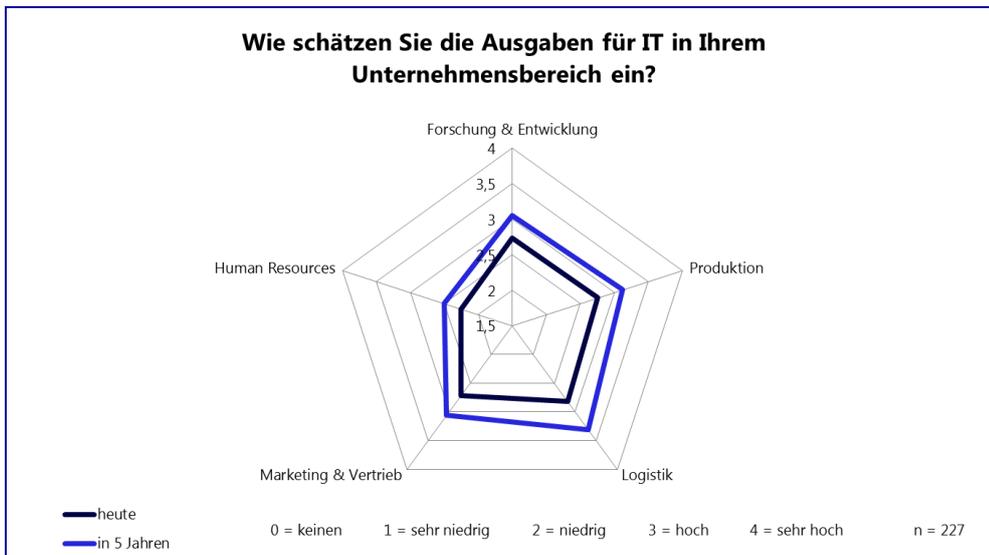


Abbildung 32: Ausgaben für IT nach Funktionsbereich

Im nächsten Schritt wurden die Personen aus der IT gefragt, welchen Stellenwert die strategische Zusammenarbeit mit den Funktionsbereichen Marketing und Vertrieb, Forschung und Entwicklung, Produktion, Logistik und Human Resources in Zukunft einnehmen wird. Besonders mit dem Bereich Forschung und Entwicklung hält die IT eine enge strategische Zusammenarbeit für notwendig. 94% der Befragten bewerten hier den Stellenwert als hoch beziehungsweise sehr hoch. Hinsichtlich der Kooperation mit der Produktion sind es 91%, gefolgt von der Logistik mit 89%. Während 87% der Befragten aus der IT der Zusammenarbeit mit Marketing und

²³ Vgl. Hoppe (2014): S.262

²⁴ Vgl. Bildstein; Seidelmann (2014): S.596

Vertrieb zukünftig einen höheren Stellenwert zuschreiben, wird eine enge strategische Zusammenarbeit mit dem HR-Bereich dagegen nur von knapp über der Hälfte (52%) als bedeutend empfunden.

Seit vielen Jahren ist die IT bereits Bindeglied zwischen den Fachbereichen. Sie orchestriert die Infrastruktur für die horizontale und vertikale Integration. Die Bedeutung der strategischen Zusammenarbeit mit den Fachbereichen wird aus Sicht der IT-Bereiche weiterhin sehr hoch sein. Es kann erwartet werden, dass das Zusammenrücken von Fachbereichen und IT vor dem Hintergrund projektorientierter Arbeitsweisen zu veränderten Organisationsstrukturen führen wird.

Aus IT-Sicht hat zukünftig die engere strategische Zusammenarbeit mit F&E, Produktion und Logistik den größten Stellenwert.

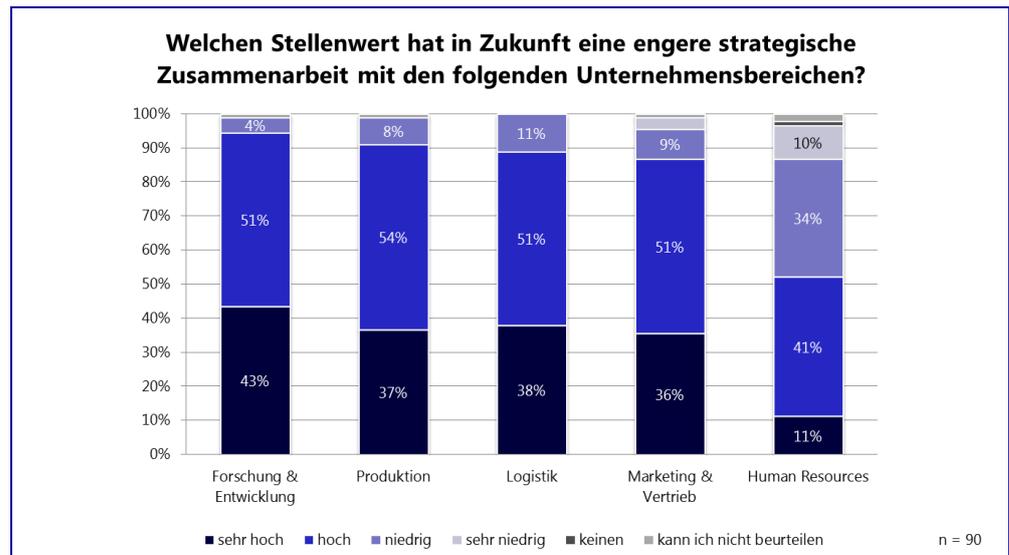


Abbildung 33: Bedeutung der Zusammenarbeit der IT mit den Funktionsbereichen in Zukunft

Auch die verschiedenen Funktionsbereiche wurden nach ihrer Einschätzung der Bedeutung einer engen strategischen Zusammenarbeit mit ihrer IT befragt.

Die größte Bedeutung einer engen strategischen Zusammenarbeit mit ihrer IT sehen besonders die produkt- und marktnahen Funktionsbereiche Forschung und Entwicklung (89%), Produktion (82%), Logistik (94%) sowie Marketing und Vertrieb (83%). Industrie 4.0 adressiert neue Entwicklungs- und Produktionsverfahren (zum Beispiel Losgröße 1, 3D-Druck) und die Nutzung neuer Logistikformen (zum Beispiel Drohnen). Daher wird gerade von diesen Bereichen die enge Zusammenarbeit mit der IT angestrebt.

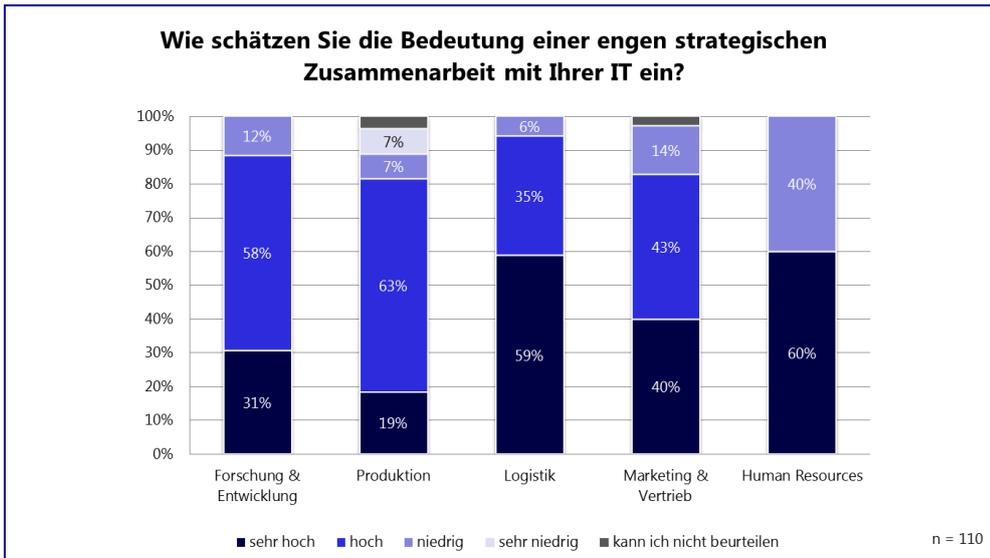


Abbildung 34: Bedeutung der Zusammenarbeit der Fachbereiche mit der IT

4.1.13 Investitionen in Industrie 4.0

Aktuell fallen die Investitionen zur Umsetzung von Industrie 4.0 noch verhalten aus. Da die fehlende Transparenz des wirtschaftlichen Nutzens derzeit das größte Hemmnis für die Umsetzung darstellt (s. Abbildung 18), ist diese Zurückhaltung nachvollziehbar.

Der Maschinen- und Anlagenbau nimmt hinsichtlich der Investitionsplanung eine Vorreiterrolle ein. Mit Blick auf seine Rolle als Leitanbieter ist dies plausibel. Demnach müssen sich die Maschinen- und Anlagenbauer bereits heute damit beschäftigen, welchen Anforderungen ihre Produkte in Zukunft gerecht werden müssen. In Zukunft werden die Investitionen in das neue Konzept in allen Branchen deutlich zunehmen. Der Grund hierfür ist, dass sich die Befragten über alle Branchen hinweg über die zunehmende Relevanz der Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten einig sind.

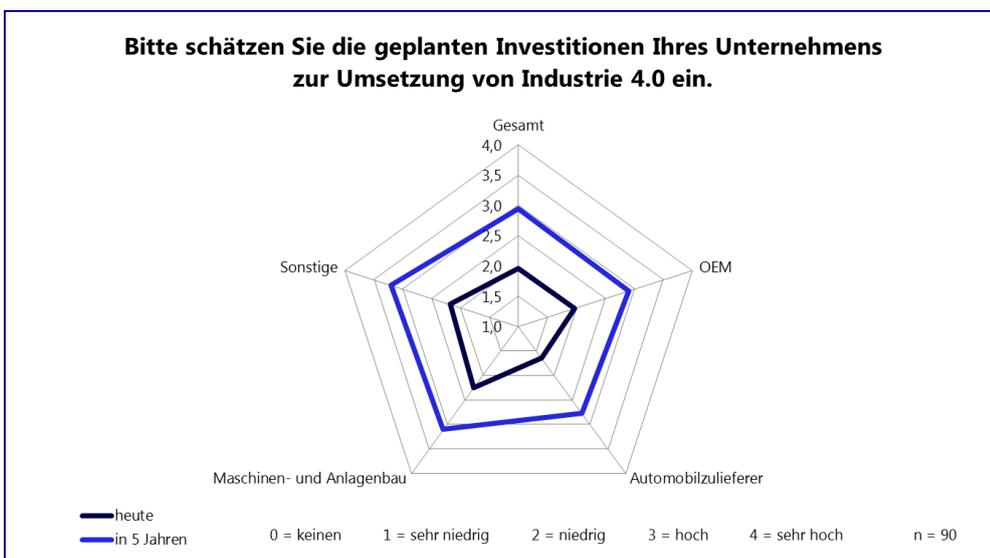


Abbildung 35: Investitionen in Industrie 4.0 nach Branche

Die Logistik sieht den größten Bedarf an einer engen strategischen Zusammenarbeit mit der IT.

Der Maschinen- und Anlagenbau plant die umfangreichsten Investitionen - allerdings auf moderatem Niveau.

4.2 Forschung und Entwicklung

Die folgenden Erkenntnisse wurden auf Basis der Einschätzungen der Funktionsbereiche Forschung und Entwicklung sowie Marketing & Vertrieb und Produktion gewonnen.

4.2.1 Präsenz von Industrie-4.0-Technologien

Durch die nachfolgenden Fragen sollte eruiert werden, ob bereits heute Vorstufen von Industrie-4.0-Technologien wie zum Beispiel Cyber-Physische Systeme oder digitale Produktgedächtnisse implementiert sind. 43% der Unternehmen können aus ihren Produkten bereits heute Informationen zur Nutzung durch die Kunden entnehmen. Zusätzliche 25% geben an, dass der Einsatz derartiger Technologien bereits in Planung ist.

Erstaunlich und zugleich sehr erfreulich ist, dass 69% der Befragten äußern, dass ihre Produkte bereits heute vernetzbar sind oder dies zumindest für die nahe Zukunft geplant ist. Nicht ganz so weit fortgeschritten scheint die Lokalisierung der Produkte. Bei lediglich 31% der Befragten ist dies bereits möglich, während es weitere 15% in Planung haben.

Bei der Frage nach Cyber-Physischen Systemen wurde nachfolgende Definition im Fragebogen angeführt, um Missverständnisse zu vermeiden:

„Cyber-Physische Systeme sind gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze.“²⁵

Nach dieser Definition war nicht zu erwarten, dass überhaupt ein Befragter angeben würde, dass seine Produkte bereits Cyber-Physische Systeme darstellen. Insofern überrascht es, dass fast ein Viertel der Befragten genau dies bestätigt. Da derzeit jedoch noch nicht von einer derartigen Verbreitung ausgegangen werden kann, ist es durchaus denkbar, dass viele der Befragten die beigefügte Definition nicht richtig gedeutet und CPS fälschlicherweise mit Embedded Systems gleichgesetzt haben.

Insgesamt bestätigen die Auswertungen, dass Teile beziehungsweise Vorstufen der Industrie-4.0-Technologien bereits heute in vielen Unternehmen Anwendung finden. Werden zudem Unternehmen berücksichtigt, die derartige Konzepte aktuell planen oder zumindest für denkbar halten, wird die hohe Relevanz von Industrie 4.0 deutlich.

²⁵ Fachausschuss Cyber-Physical Systems (2013): S.2

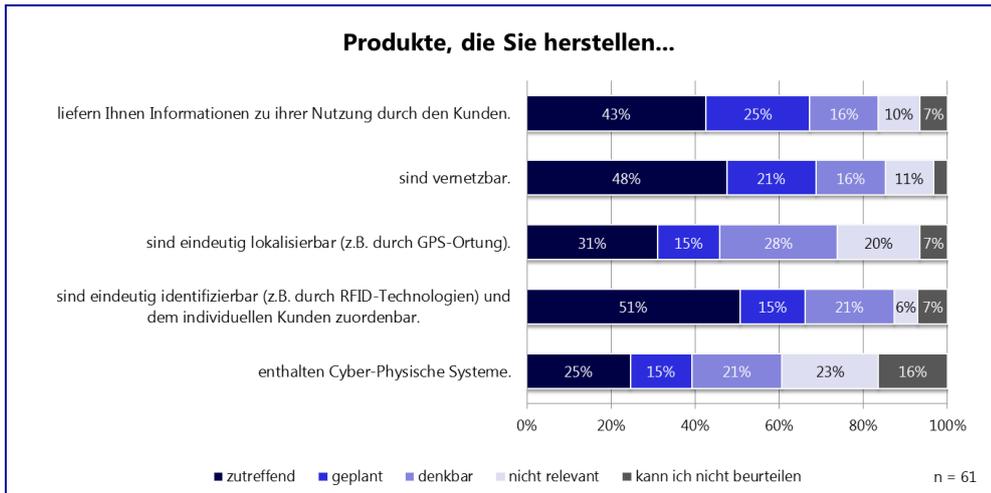


Abbildung 36: Industrie-4.0-Ansätze in heutigen Produkten

4.2.2 Standardisiertes Produktdatenmanagement

Cyber-Physische Systeme erzeugen aufgrund der integrierten Sensor- und Identifikationstechnologien bei Betrieb eine große Menge an Produktdaten. Um diese systematisch und den jeweiligen Produkten entsprechend speichern zu können, bedarf es eines standardisierten Produktdatenmanagements. Derartige Datenbanken werden laut Äußerungen der befragten Personen derzeit jedoch nur eingeschränkt verwendet.

Es kann davon ausgegangen werden, dass der Bedarf momentan noch nicht in allen Unternehmen vorhanden ist. Mit der zunehmenden Implementierung von Industrie-4.0-Konzepten wird in Zukunft jedoch auch der Einsatz standardisierter Produktdatenmanagementsysteme steigen.

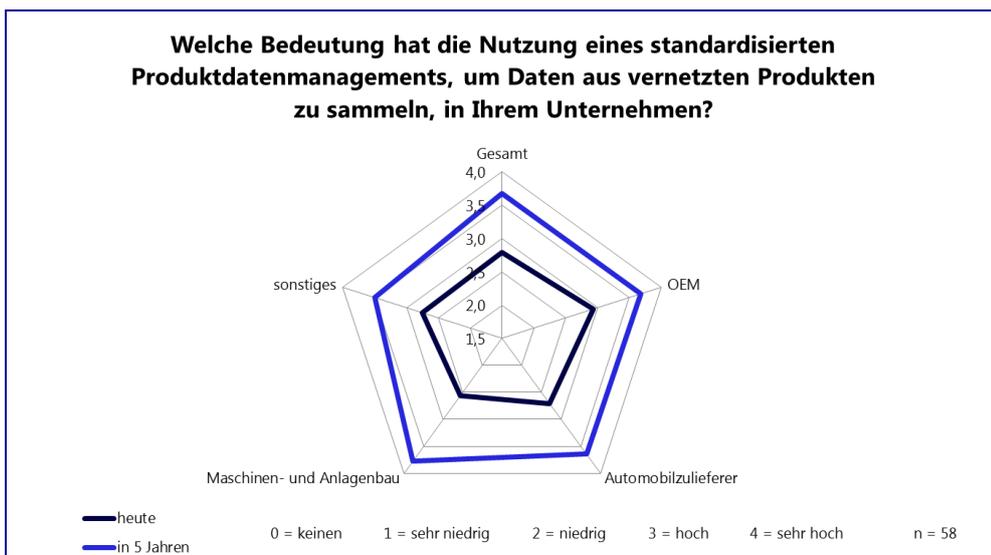


Abbildung 37: Nutzung eines standardisierten Produktdatenmanagements nach Branche

Die Bedeutung von Predictive Sales- bzw. After-Sales Szenarien schätzen die Branchen ähnlich bedeutend in der Zukunft, aber sehr unterschiedlich bereits heute ein. Die Automobilindustrie mit den OEM und der Zulieferindustrie schätzt das Thema

bereits heute als tendenziell hoch ein (2,7, 2,5). Der Maschinen- und Anlagenbau konstatiert heute allerdings eine niedrige Bedeutung (1,9). Mit der Perspektive fünf Jahre ändert sich die Einschätzung deutlich. Möglichkeiten, die Zukunft besser zu prognostizieren, werden durchweg als hoch bis sehr hoch eingeschätzt.

Jene Branchen mit direktem Endkundenkontakt werten die Bedeutung am höchsten, denn Predictive Methoden und Technologien ermöglichen Absatzpotenziale früher zu erkennen und die zunehmend volatilen Märkte einschätzen zu können. Dies wirkt sich mittelbar entlang der Lieferketten und -netzwerke positiv auf die Einschätzungen von Absatzmengen aus und wird damit auch sehr bedeutsam für die direkte und indirekte Zulieferindustrie. Die umfangreich zu diesen Zwecken anfallenden und verfügbaren Datenmengen helfen Unternehmen, die gewünschte Flexibilität und Anpassung realisieren zu können.

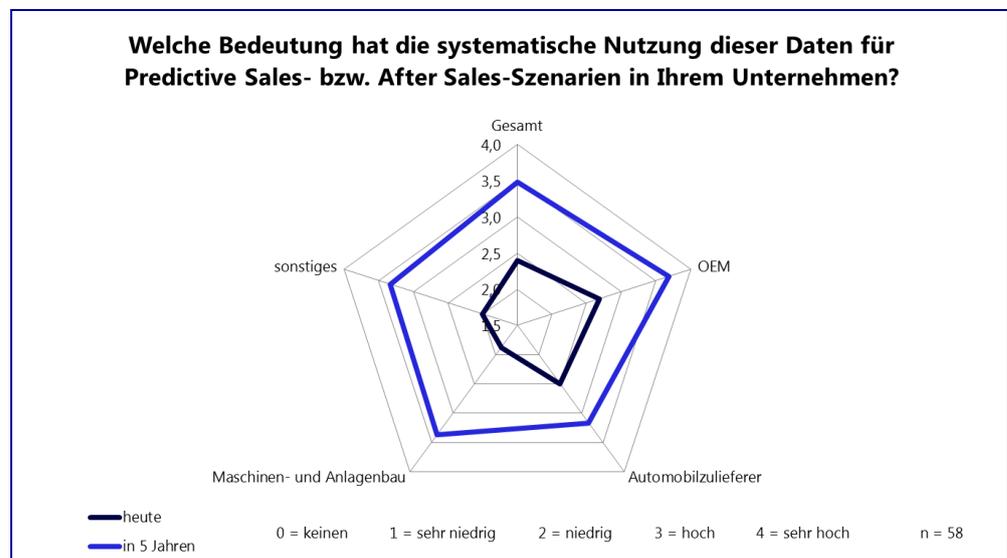


Abbildung 38: Bedeutung von Daten für Predictive Sales und After Sales nach Branche

4.2.3 Rapid-Prototyping-Technologien

Den Stellenwert von Rapid-Prototyping-Technologien, die im Zusammenhang mit individualisierten Produkten eine immer größere Rolle spielen, schätzen die Befragten aktuell eher niedrig ein. Entsprechend zurückhaltend fallen die Investitionen aus. Zwar steigt der Stellenwert dieser Technologien, die Investitionen werden aber auch in Zukunft eher verhalten ausfallen.

Diese Einschätzung ist angesichts der neuen Möglichkeiten zum Beispiel durch 3D-Drucker (Kunststoff, Metall), BIG DATA, Predictive-Methoden sowie der Bedeutung der schnelleren Reaktion auf Kundenbedürfnisse (s. Abbildung 21) sehr bemerkenswert. Es wäre zu erwarten gewesen, dass Unternehmen intensiv planen, bereits in der Wiege ihrer Produkte Industrie-4.0-Technologien einzusetzen.

Rapid-Prototyping-Technologien besitzen derzeit noch einen moderaten Stellenwert.

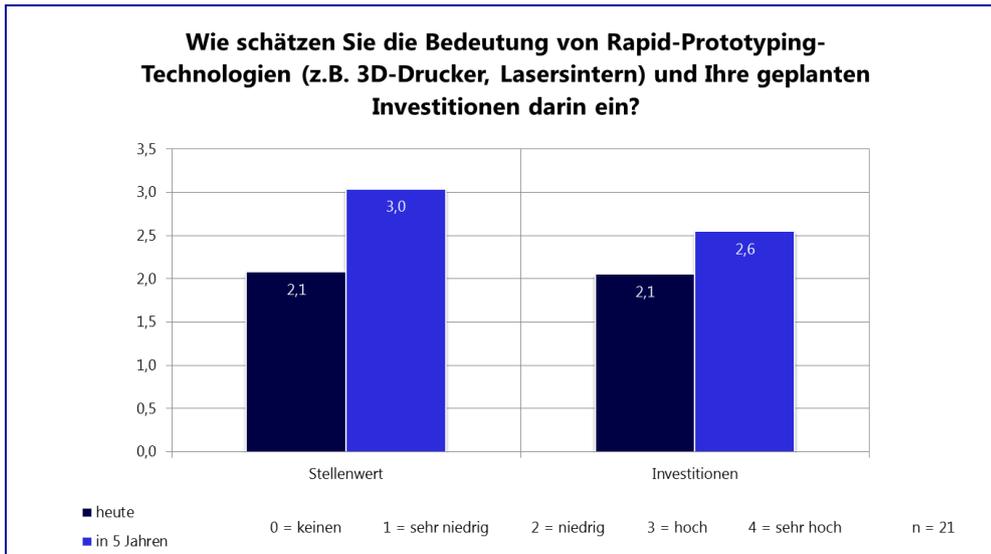


Abbildung 39: Bedeutung und Investitionen in Rapid-Prototyping-Technologien

4.2.4 Simulationen im Produktentstehungsprozess

Die befragten Personen aus dem Funktionsbereich Forschung und Entwicklung gaben an, dass Simulationen im Produktentstehungsprozess bereits heute einen hohen Stellenwert besitzen (3,2). Dieser wird in Zukunft weiter in Richtung sehr hoch steigen (3,7).

Diese Entwicklung ist in der befragten Zielgruppe zu erwarten gewesen. Simulationen nehmen hier schon seit Jahren einen hohen Stellenwert ein und führen zu kürzeren Entwicklungszyklen und deutlichen Kosteneinsparungen. Die Simulationen betreffen dabei nicht nur das Produkt selbst, sondern geben auch entscheidende Hinweise auf Faktoren, die sich auf nachfolgende Prozesse auswirken und eine Resilienz (Widerstandsfähigkeit, Fehlertoleranz) gefährden. Nebenbei bemerkt hat diese Entwicklung zur Dezimierung des Berufszweigs der Modellbauer geführt.



Abbildung 40: Stellenwert von Simulationen im Produktentstehungsprozess

4.2.5 Kundenintegration

Die zunehmende Produktindividualisierung erfordert eine aktive Einbindung der Kunden in den Produktentstehungsprozess. Den Reaktionen der Befragten zu Folge wird dies derzeit jedoch noch nicht umfänglich durchgeführt (2,3 – 2,6). Für die Zukunft kann von einer zunehmenden Involvierung der Kunden in den Produktentstehungsprozess ausgegangen werden (2,8 – 3,2). An dieser Stelle bestätigt sich nochmals die Tendenz, dass das Thema heute noch keine Priorität hat, in Zukunft jedoch an Bedeutung gewinnen wird, wie bereits durch die Frage nach der zunehmenden Produktindividualisierung festgestellt werden konnte.

Die aktive Integration von Kunden in den Produktentstehungsprozess wird zukünftig intensiver werden.

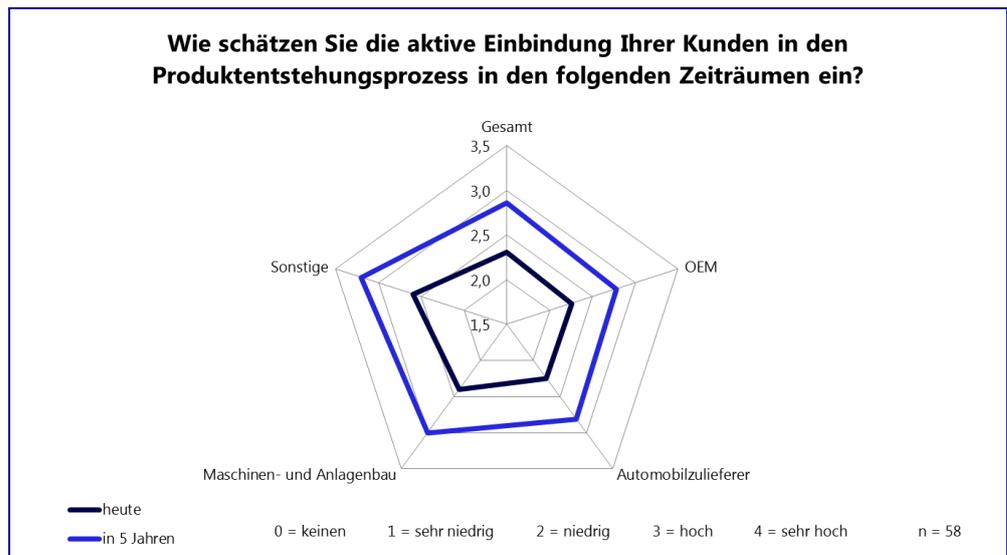


Abbildung 41: Einbindung der Kunden in den Produktentstehungsprozess nach Branche

Die Befragten wurden außerdem gebeten, die Bedeutung der Produktmodularisierung einzuschätzen. Die Modularisierung ist ein wesentlicher Baustein für die Variantenvielfalt im Sinne der Individualisierung. Hier wurden Werte von hoch (2,9) für die Gegenwart und hoch bis sehr hoch (3,5) für die Zukunft ermittelt. Insofern kann festgehalten werden, dass die Variantenvielfalt für die Unternehmen bereits heute eine große und in Zukunft eine noch größere Rolle spielt. Insgesamt liegt die Vermutung nahe, dass die Bedeutung der Produktindividualisierung deshalb nicht so hoch eingeschätzt wird, weil die Umsetzung aktuell oftmals noch mit zu hohen Kosten verbunden ist.

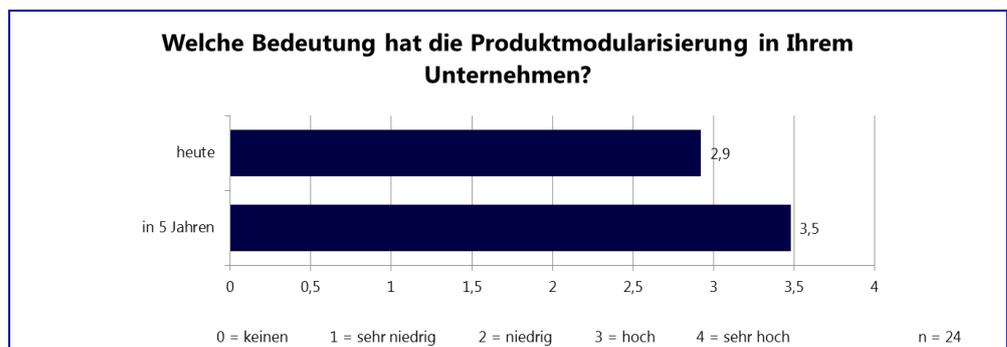


Abbildung 42: Bedeutung der Produktmodularisierung

customer integration in development

4.2.6 Social Media und Sentiment-Analysen

Die folgende Frage sollte die Bedeutung herausarbeiten, die Daten aus Social-Media-Plattformen für die Identifizierung von Kundenbedürfnissen und für den aktiven Einsatz im Produktentstehungsprozess haben. Die Auswertung ergab, dass diese Daten für das Verständnis der Kundenbedürfnisse bereits eine hohe (2,5), für den Produktentstehungsprozess derzeit allerdings noch eine geringe (1,6) Rolle spielen. Die Befragten sind sich jedoch einig, dass die Bedeutung der Daten aus Social-Media-Plattformen für beide Bereiche zunehmen wird.

Dass der Stellenwert von Social Media im Produktentstehungsprozess geringer ausfällt als bei der Identifizierung von Kundenbedürfnissen, lässt sich als negative Erkenntnis werten. Denn letztendlich bedeutet dies, dass sich die Unternehmen zwar für die Kundenanforderungen interessieren, diese allerdings nicht zwangsläufig auch im Entwicklungsprozess berücksichtigen. Hier besteht Handlungsbedarf.

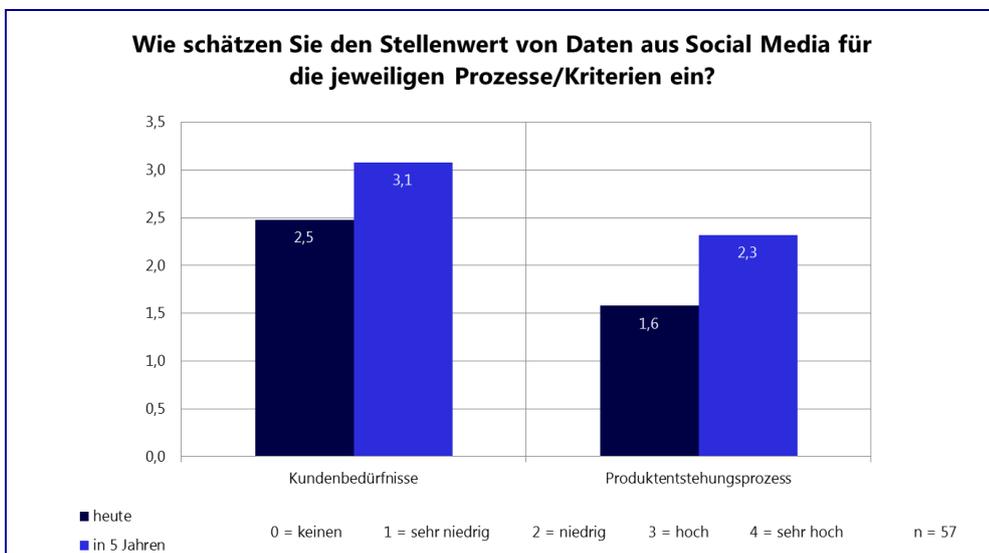


Abbildung 43: Stellenwert Daten aus Social-Media-Plattformen

Social-Media-Daten spielen im Produktentstehungsprozess heute eine untergeordnete Rolle. Die Bedeutung steigt zukünftig erstaunlicherweise auf ein nur moderates Maß an.

Die Befragten aus dem Bereich Marketing und Vertrieb wurden zudem nach der Bedeutung von Sentiment-Analysen für ihr Marketing-Management sowie das Issue-Management befragt. In beiden Bereichen spielen derartige Analysemethoden noch eine eher geringe Rolle. Für die Zukunft erwarten die Befragten allerdings eine steigende Bedeutung.

Es kann abgeleitet werden, dass die Nutzung von Sentiment-Analysen und den daraus resultierenden Möglichkeiten heute noch nicht in Marketing und Vertrieb angekommen ist. Ein Grund mag die dafür notwendige Investition in Technologie aber auch Personal sein. Die geführten Einzelgespräche lassen allerdings mutmaßen, dass der Grund eher in fehlendem Wissen um die Möglichkeiten sowie mangelndem Bewusstsein liegt.

Die Möglichkeiten des besseren Kundenverständnisses durch Sentiment-Analysen sind in Marketing und Vertrieb noch nicht angekommen.

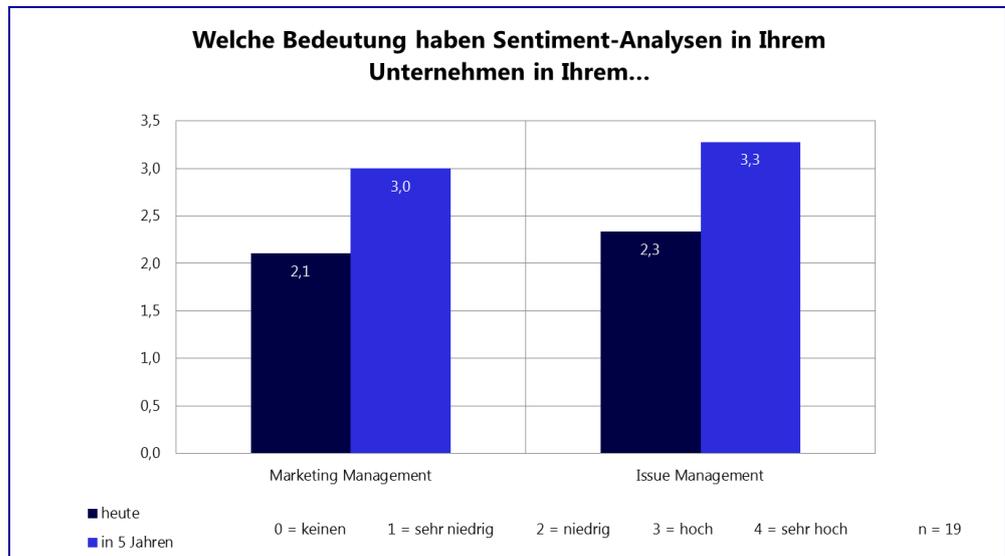


Abbildung 44: Bedeutung von Sentiment-Analysen für das Marketing- und Issue-Management

4.3 Produktion

Die Fragen des Themenfeldes Produktion wurden in Teilen an die Geschäftsführung und im Gesamten an Personen aus Produktionsbereichen adressiert.

4.3.1 Flexibilisierungsanforderungen

Die fertigen Unternehmen erkennen die Relevanz der Flexibilität in der Produktion. Bereits heute nehmen die kurzfristige Reaktion auf Kundenanforderungen sowie die kurzfristige Umstellung der Produktion einen hohen Stellenwert ein. In Zukunft werden beide Fähigkeiten wichtiger werden.

Ein hoher Modularisierungsgrad begünstigt es, flexibel auf Marktveränderungen reagieren zu können. Daher wird auch diese Fähigkeit an Bedeutung gewinnen. Die Auswertung der Antworten zur Bedeutung von Social Media im Produktionsplanungsprozess verdeutlicht die enorme Skepsis gegenüber dem Einsatz innerhalb der Produktion der Automobil- und Fertigungsindustrie. Zwar ist für die Zukunft eine steigende Tendenz zu erkennen (2,0 gegenüber 1,3), der Stellenwert bleibt jedoch nach wie vor gering.

Höher wurde die Integrationsfähigkeit – zum Beispiel neuer Prozesse in bestehende Fabrikstrukturen und bestehende Ressourcenpools – eingeschätzt. Der Wert liegt aktuell bei 2,8, die Integrationsfähigkeit gewinnt aber in Zukunft mit einem Wert von 3,4 erkennbar an Bedeutung.

Flexibilität wird in der Produktion der höchste Stellenwert eingeräumt.

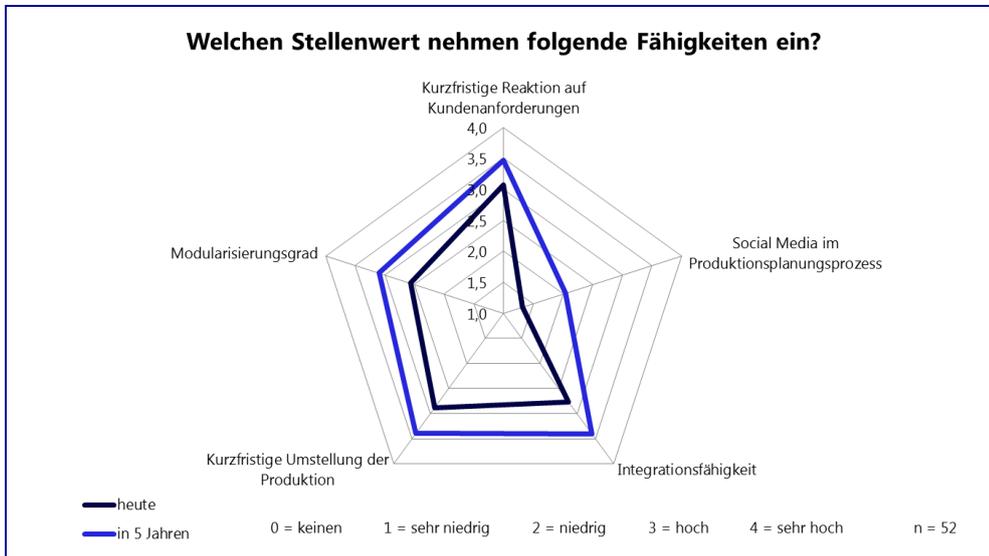


Abbildung 45: Bedeutung von Fähigkeiten in der Produktion

Die Unternehmen wurden außerdem gebeten, die Notwendigkeit zur Kürzung ihrer typischen Vorlaufzeiten einzuschätzen. Bereits heute sehen 67% dafür eine hohe beziehungsweise sehr hohe Notwendigkeit. Für die Zukunft stimmen sogar mehr als 70% zu, wobei der Anteil derjenigen, die darin eine sehr hohe Notwendigkeit sehen, stärker zunimmt.

Somit bestätigt sich, dass eine zunehmende Flexibilisierung in der Produktion erforderlich ist. Insgesamt kann demnach der Rückschluss gezogen werden, dass tatsächlich schon heute der Bedarf an Industrie-4.0-Technologien innerhalb der Produktion vorhanden ist.

Die Produktion stellt sich auf eine zunehmende Dynamik ein.

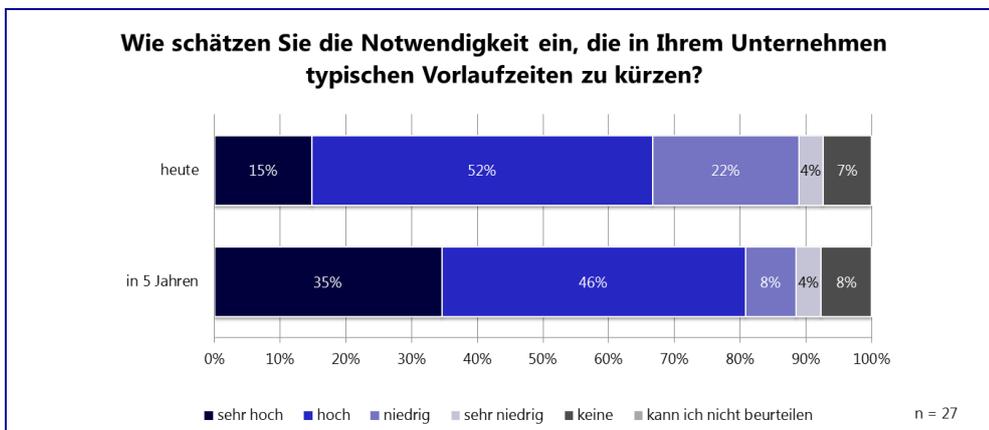


Abbildung 46: Notwendigkeit zur Kürzung der Vorlaufzeiten

4.3.2 Relevanz von Industrie-4.0-Konzepten

Innerhalb der Produktion wurden – ähnlich wie bei der Produktentstehung – Ansätze diverser Industrie-4.0-Konzepte auf ihre Anwendung hin untersucht.

Die breite Basis bereits vorhandener Automatisierungslösungen (61%) bietet eine sehr gute Ausgangsbasis zur Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten. Fernwartungskonzepte sind bereits implementiert (30%), geplant (13%) oder denkbar (30%), geplant (13%) oder denkbar (11%). Damit hält der den Industrie-4.0-Konzepten zu Grunde liegende Vernetzungsgedanke bereits Einzug in die Unternehmen.

Neuere Augmented Reality-Lösungen, zum Beispiel mit Datenbrillen, sind aktuell nur die Ausnahme (6%). Mit 30% ist der Anteil der Befragten, die in Augmented Reality-Lösungen keine Relevanz erkennen, überraschend hoch. Es ist anzunehmen, dass dies an den noch rar vorhandenen Lösungen für den industriellen Einsatz in der Produktion liegt.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass Ansätze von Industrie-4.0-Technologien in der Produktion bereits in Teilen vorzufinden sind. Fast alle dieser Technologien werden als relevant eingestuft, sodass davon ausgegangen werden kann, dass der Weg in Richtung Industrie-4.0-Technologien bereits begonnen und in naher Zukunft weiter vorangegangen wird.

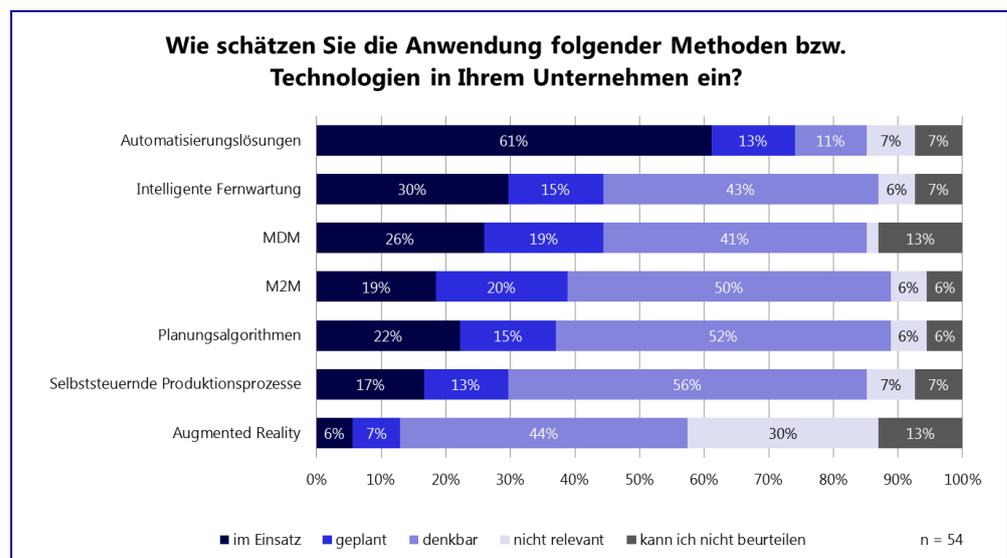


Abbildung 47: Bedeutung von Methoden und Technologien in der Produktion

4.3.3 Rapid-Manufacturing-Technologien

Für etwa 15% der Befragten spielen Rapid-Manufacturing-Technologien bereits heute eine wichtige Rolle. Knapp 55% der Befragten erachten den Stellenwert der Technologien derzeit jedoch als niedrig beziehungsweise sehr niedrig. Für 19% spielen Rapid-Manufacturing-Technologien aktuell gar keine Rolle. Der Stellenwert der Technologien wird in Zukunft aber zunehmen.

Korrespondierend mit dem Stellenwert sind auch die Investitionen in diesen Bereich derzeit eher zurückhaltend. Lediglich 22% der Befragten tätigen bereits heute hohe oder sehr hohe Investitionen, während 37% ihre Ausgaben als niedrig bis sehr nied-

rig einschätzen. Annähernd 50% werden mit der Zunahme des Stellenwerts in fünf Jahren auch hohe beziehungsweise sehr hohe Investitionen vornehmen.

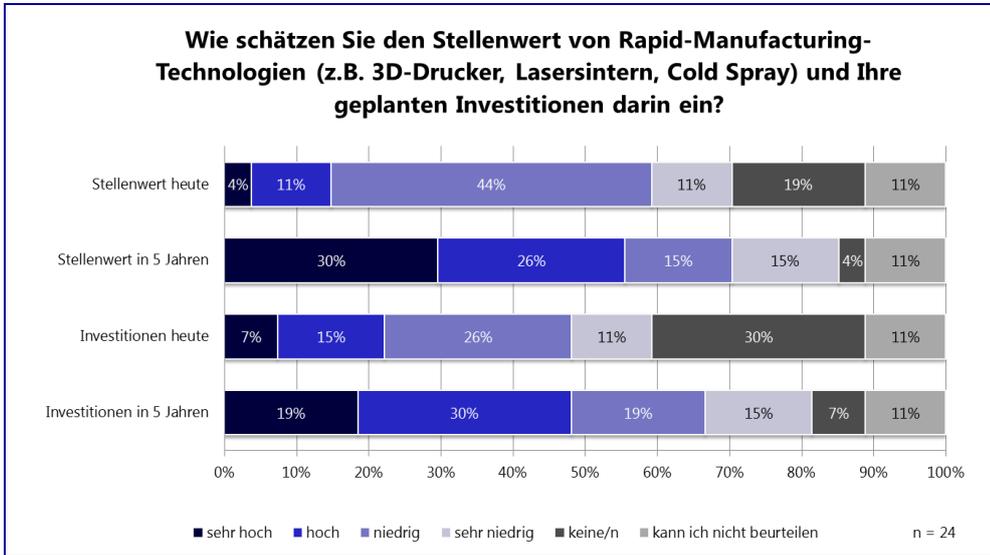


Abbildung 48: Stellenwert und Investitionen bei Rapid-Manufacturing-Technologien

4.3.4 Automatisierungsgrad

Für 26% der Befragten spielt die manuelle Arbeit in der Produktion nach wie vor eine wichtige Rolle. 48% geben an, in hybriden – also teils manuellen und teils automatisierten – Systemen zu fertigen. Bei den restlichen 26% ist die Produktion vorwiegend automatisiert.

Für die Zukunft ist eine deutliche Zunahme der Automatisierung zu erwarten. Einschätzungen zu Folge wird die Produktion in fünf Jahren bei 11% der Unternehmen voll und bei weiteren 41% vorwiegend automatisiert sein. Auch in Zukunft wird es manuelle Arbeit geben (19%).

Manche Schreckensszenarien von Industrie 4.0 zeichnen die menschenleere Fabrik. Es ist nicht zu erwarten, dass dies so in den nächsten Jahren der Fall sein wird, jedoch wird sich die Arbeit ändern und mehr maschinelle Unterstützung erfahren.

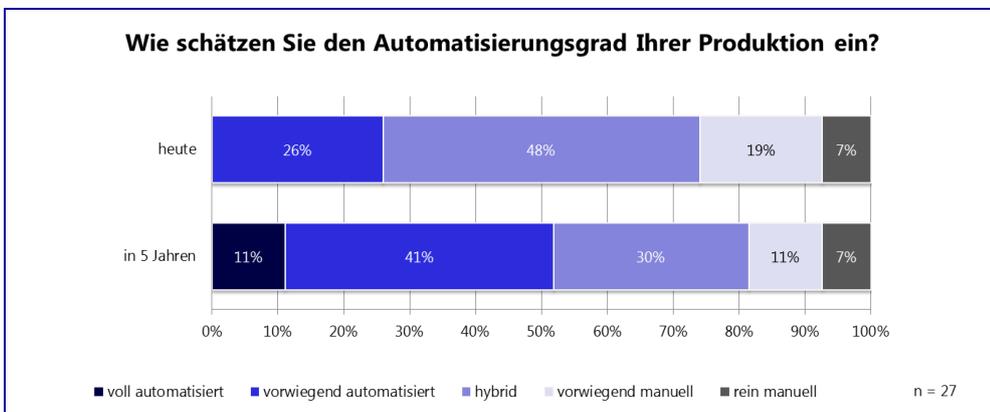


Abbildung 49: Automatisierungsgrad der Produktion

Die Produktionsarbeit der Zukunft wird sich ändern und mehr maschinelle Unterstützung erfahren.

4.3.5 Implementierung von Cyber-Physischen Systemen

Im Fragenblock zur Implementierung von Cyber-Physischen Systemen wurde ebenfalls die Definition ergänzt. Da auch hier nicht zu erwarten ist, dass Unternehmen diese Technologien bereits im Einsatz haben, genau das allerdings das Ergebnis der Befragung ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Befragten die Definition nicht gelesen oder missverstanden haben. Mit ihren Angaben meinen sie dann eher die Vorstufen von CPS.

Jeweils 4% der Befragten planen den Einsatz von CPS in Transport- und Lagersystemen sowie in ihren Maschinen und Anlagen. 44% bis 48% halten die Implementierung für denkbar.

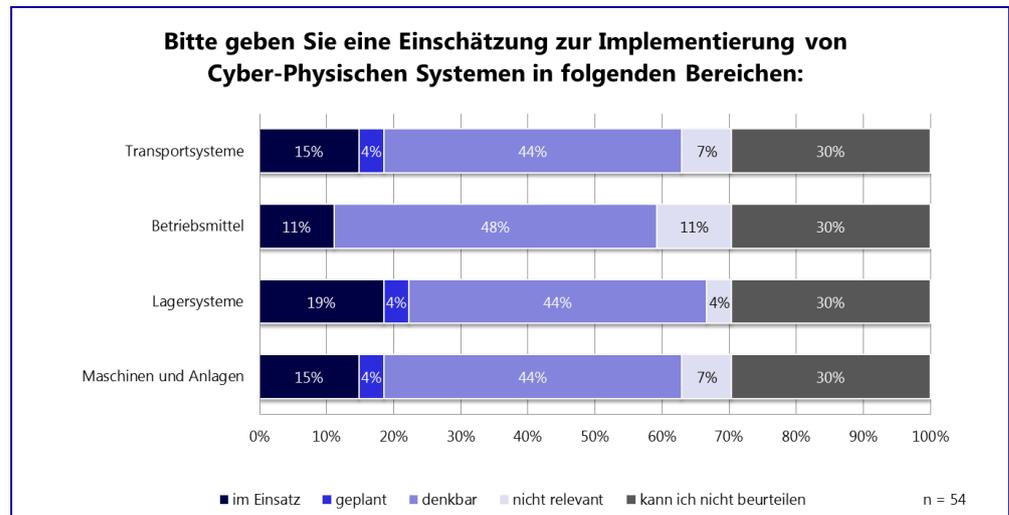


Abbildung 50: Cyber-Physische Systeme in der Produktion

4.3.6 Produktionssteuerung

Die folgenden Fragen widmen sich der Produktionssteuerung. Knapp 50% der Befragten stimmen der Aussage zu, dass innerhalb ihrer Produktion die meisten Ereignisse durch technische Systeme autonom erkannt werden können. Zudem bestätigen mehr als 80% die Aussage, dass ein Großteil dieser Ereignisse wiederkehrend ist und mit typischen Lösungen bearbeitet werden kann. In Hinblick auf zunehmende Marktschwankungen, die zweifellos unvorhergesehene Ereignisse mit sich bringen, lässt sich schließen, dass technische Systeme, die autonom auf veränderte Rahmenbedingungen reagieren können, künftig vermehrt benötigt werden.

Die Aussage, dass viel Zeit gewonnen werden könnte, wenn Informationen über Ereignisse frühzeitiger verfügbar wären, findet ebenfalls breite Zustimmung. Auch hier wird deutlich, dass in den Unternehmen der Bedarf an CPS besteht, die mit Echtzeitinformationen arbeiten.

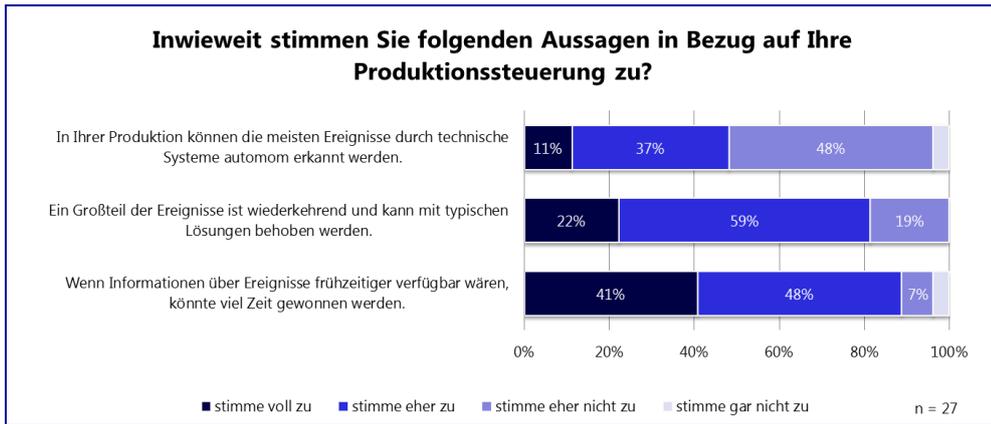


Abbildung 51: Automatisierung in der Produktionssteuerung

4.3.7 Methoden der Simulation

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht, dass Simulationen in der Produktion bereits heute zum Alltag gehören. Vor allem in der Fabrikplanung ist die Layoutsimulation ein häufig eingesetztes Mittel. Auch Materialfluss-, Prozess- und Kinematiksimulationen sind bei den befragten Unternehmen zu großen Teilen bereits im Einsatz, geplant oder denkbar.

Durch Simulationen optimieren Unternehmen die Planbarkeit und Resilienz. Mit zunehmender Flexibilisierung und damit steigender Kurzfristigkeit von Änderungen werden prädiktive Methoden und Echtzeitprognosen relevanter und möglicherweise zum entscheidenden Faktor werden.

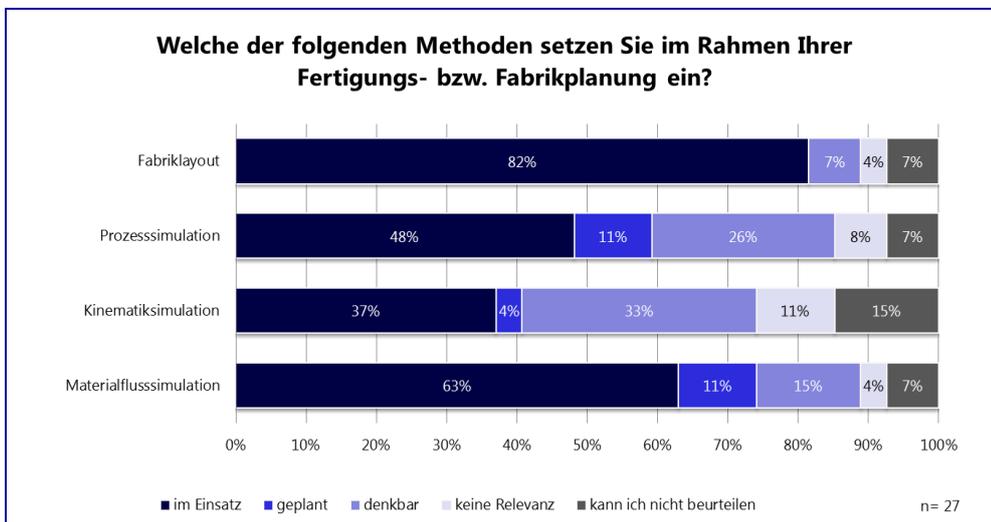


Abbildung 52: Simulationen in der Produktion

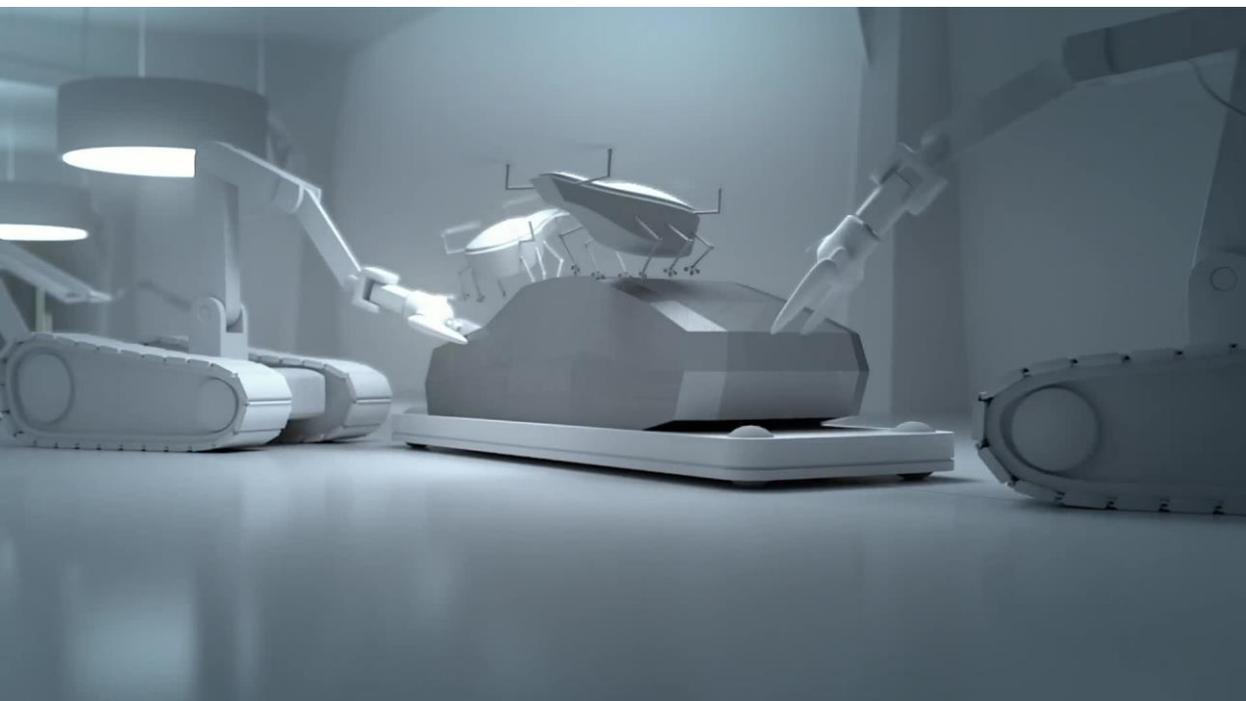


Intelligente Rohstoffe und Produkte kennen ihre Bestimmung und lassen sich produzieren.





Dezentral organisiert und autonom führen die Produktionsmittel ihre Produktionsaufträge durch.



Das Ergebnis ist ein für den Kunden individuell erstelltes Produkt.

4.4 Logistik

Die Fragen im Themenbereich Logistik wurden ausschließlich an den Fachbereich Logistik adressiert.

4.4.1 Einsatz von Industrie-4.0-Konzepten

Im Gegensatz zur Produktentstehung und zur Produktion ist der Logistikbereich auf dem Weg zu Industrie 4.0 noch nicht so weit fortgeschritten. Smart Labels, autonome Transportsysteme und Cyber-Physische Systeme werden bislang kaum genutzt. Identifikationstechnologien und Simulationen werden zwar bereits eingesetzt, das allerdings eher in geringem Umfang. Autonome Transportsysteme wie zum Beispiel Drohnen oder berührungslose Identifikationsverfahren (RFID) bieten der Logistik neue Möglichkeiten der Flexibilisierung. Die Befragten prognostizieren für die Zukunft jedoch bei allen Technologien eine intensivere Nutzung.

Die Logistik plant den Einsatz von Industrie-4.0-Konzepten.

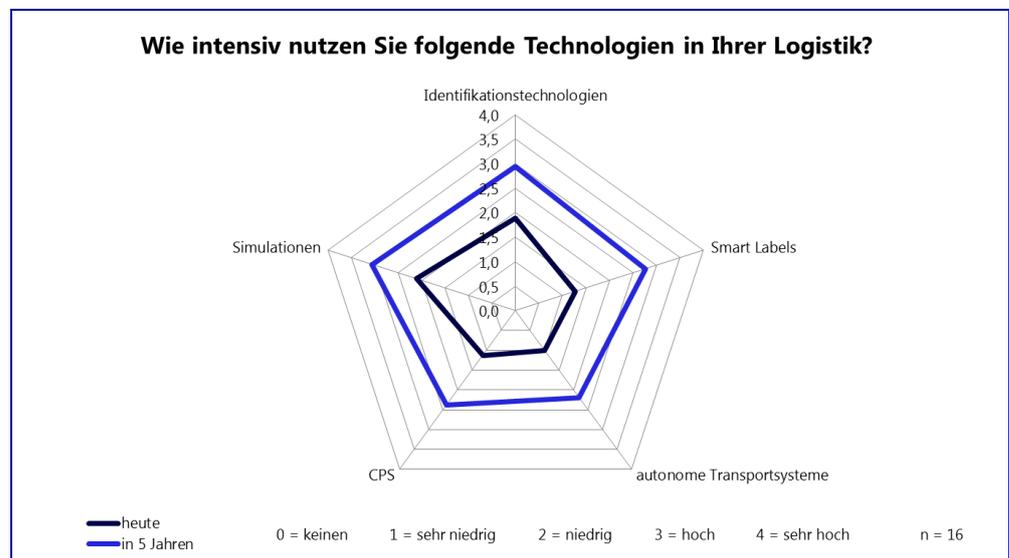


Abbildung 53: Technologien in der Logistik

4.4.2 Logistiksteuerung

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht, dass die meisten Ereignisse in der Logistik durch technische Systeme ohne menschliches Zutun erkannt werden können. Alle Befragten stimmen dieser Aussage voll beziehungsweise eher zu. Gleichzeitig ist ein Drittel der Befragten nach eigenen Angaben eher nicht in der Lage, ungeplante Ereignisse innerhalb von Lieferungen mit typischen Lösungen angehen zu können. Hier besteht Handlungsbedarf.

Rund drei Viertel der Befragten gibt außerdem an, dass viel Zeit gewonnen werden könnte, wenn Informationen über Ereignisse bei Lieferungen früher zur Verfügung stehen würden. Daraus lässt sich ableiten, dass innerhalb der Logistik ein hoher Bedarf an Echtzeitinformationen und teilweise autonom agierenden Logistiksystemen besteht.

Das Automatisierungspotenzial in der Logistik wird als hoch eingeschätzt.



Abbildung 54: Automatisierung in der Logistiksteuerung

4.4.3 Echtzeit-Visualisierung und -Steuerung

Den Einschätzungen der Befragten zu Folge sind die meisten Unternehmen bereits heute in der Lage, kurzfristige Lieferantenausfälle zu kompensieren (2,7 von 4). Für die Zukunft bewerten die Logistiker ihre Fähigkeit dazu sogar noch höher (3,1). Die Notwendigkeit zur Kompensation kurzfristiger Lieferantenausfälle verdeutlicht die Motivation, Maßnahmen zum Ausbau dieser Fähigkeiten zu ergreifen beziehungsweise einzuleiten.

Zudem ist auch die Logistik von Marktschwankungen betroffen und muss flexibel auf Volatilitäten in der Produktionsauslastung reagieren können. Die Notwendigkeit, mittels logistischer Prozesse kurzfristig auf Produktionsschwankungen zu reagieren, wird in Zukunft noch zunehmen (von 3,5 auf 3,8).

Die Fähigkeit zur Kompensation von Lieferantenausfällen hinkt den Notwendigkeiten hinterher.

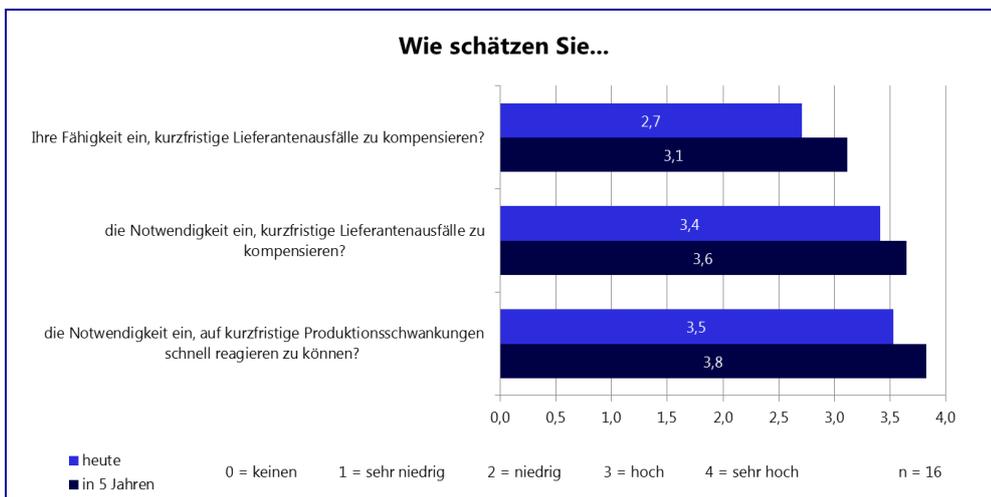


Abbildung 55: Erforderliche Fähigkeiten in der Logistik

Logistikprozesse in Echtzeit steuern zu können, wird deutlich an Bedeutung gewinnen.

Unter Berücksichtigung der vorherigen Auswertungen überrascht es nicht, dass der Bedarf an Verfahren zur Echtzeit-Visualisierung und -Steuerung heute bereits vorhanden ist und in Zukunft weiter zunehmen wird (vgl. auch Kapitel 4.4.2).

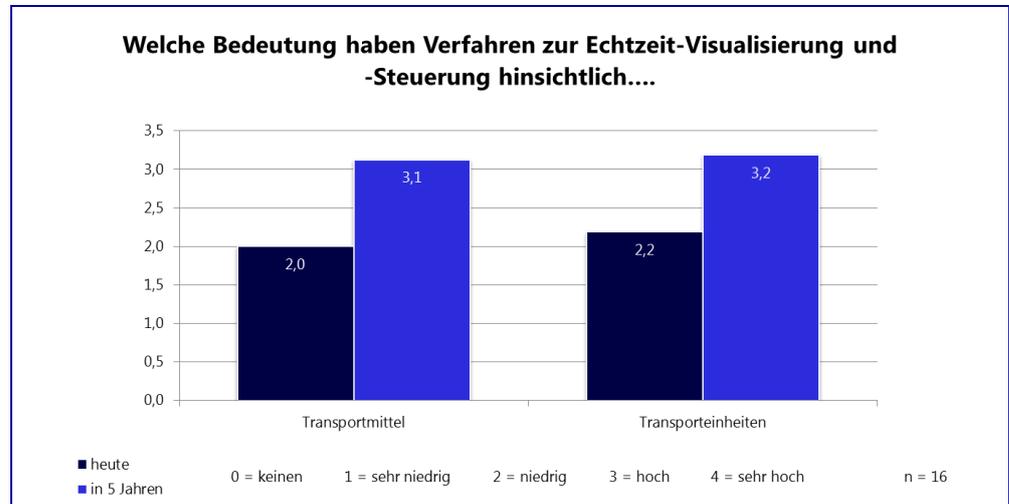


Abbildung 56: Echtzeit-Visualisierungen und -Steuerung in der Logistik

4.4.4 Automatisierungsbedarf

Die Befragten wurden außerdem gebeten, den Automatisierungsbedarf verschiedener logistischer Vorgänge einzuschätzen. Die Antworten zeigen, dass eine hohe Notwendigkeit zur Automatisierung von Informationsflüssen besteht. Damit bestätigt sich nochmals die vorangegangene These, dass viel Zeit gespart werden könnte, wenn Informationen früher zur Verfügung stehen würden. Ähnlich hoch ist die Notwendigkeit zur Automatisierung der Prozesssteuerung. Die Automatisierung der Warenkontrolle wurde zwar weniger hoch bewertet, insgesamt lässt sich aber auch hier Bedarf erkennen.

Es wird ein hoher Bedarf an Prozessautomation in der Logistik erwartet.

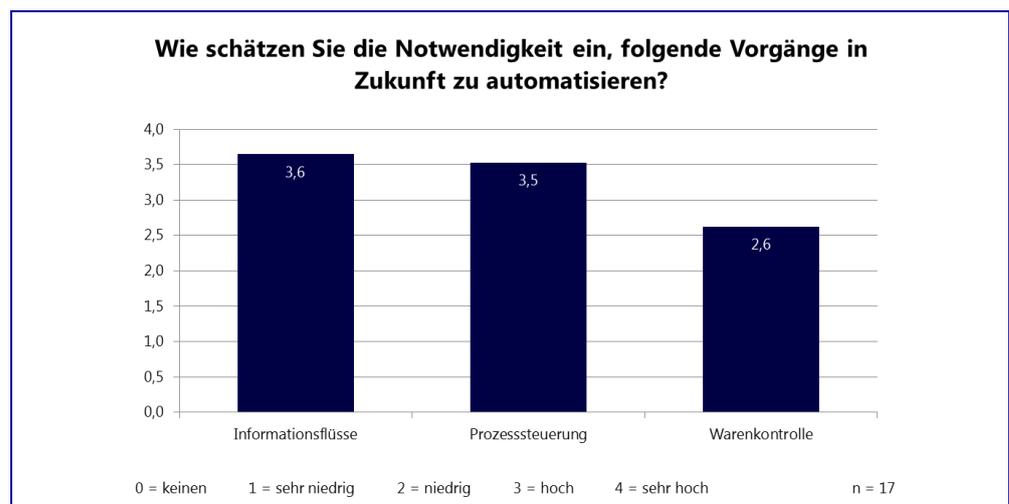
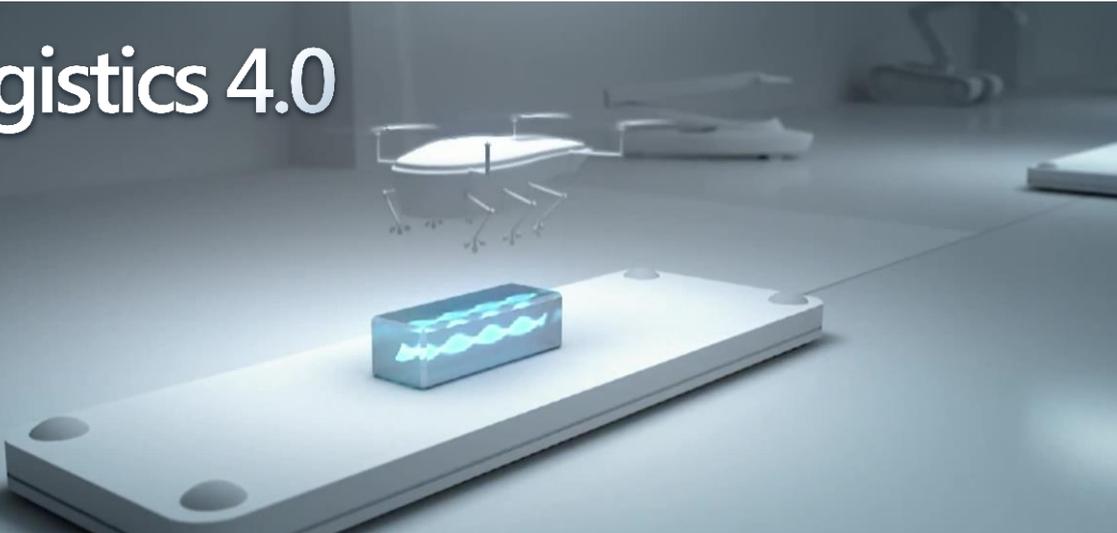


Abbildung 57: Automatisierung in der Logistik

logistics 4.0



4.5 Human Resources

Fragen, die den Bereich Human Resources betreffen, wurden sowohl an Personen aus dem Bereich Human Resources als auch an die Geschäftsführung gerichtet.

4.5.1 Schwankungen des Personalbedarfs

Die Studie zur Zukunft der Produktionsarbeit²⁶ des Fraunhofer IAO weist nach, dass die meisten Unternehmen bereits heute starken Schwankungen im Kapazitätsbedarf ausgesetzt sind. Entsprechend dazu stimmen in der vorliegenden Studie rund 88% der Befragten der Aussage zu, dass Schwankungen des Personalbedarfs in der Produktion zukünftig noch größer werden. „Die Volatilität wird weiter zunehmen. Volatile Märkte und ein starres System, was die Arbeitszeit betrifft – das passt nicht zusammen“, so Rainer Glatz, Geschäftsführer der Fachverbände Elektrische Automation und Software beim Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA).²⁷ Dies wird auch dadurch bestätigt, dass knapp 97% der Befragten der Aussage zustimmen, dass Regelungen zum flexiblen Einsatz von Mitarbeitern in Zukunft erweitert werden müssen.

Flexible Produktionssysteme bedingen zunehmend flexible Personaleinsatzplanungen.

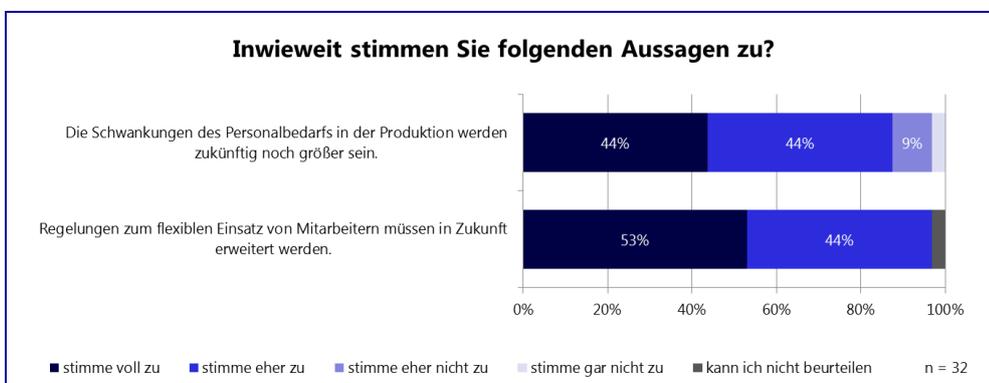


Abbildung 58: Einfluss von Marktschwankungen auf den Personalbedarf

²⁶ Spath et al. (2013)

²⁷ Spath et al. (2013): S.71

Ein Wert von 2,5 legt nahe, dass Unternehmen bereits heute in der Lage sind, ihre Produktionsmitarbeiter flexibel einzusetzen. In Zukunft wird dieser Wert weiter zunehmen. Gleichzeitig steigt die Möglichkeit zur flexiblen und persönlichen Zeiteinteilung und damit verbessert sich die Work-Life-Balance.

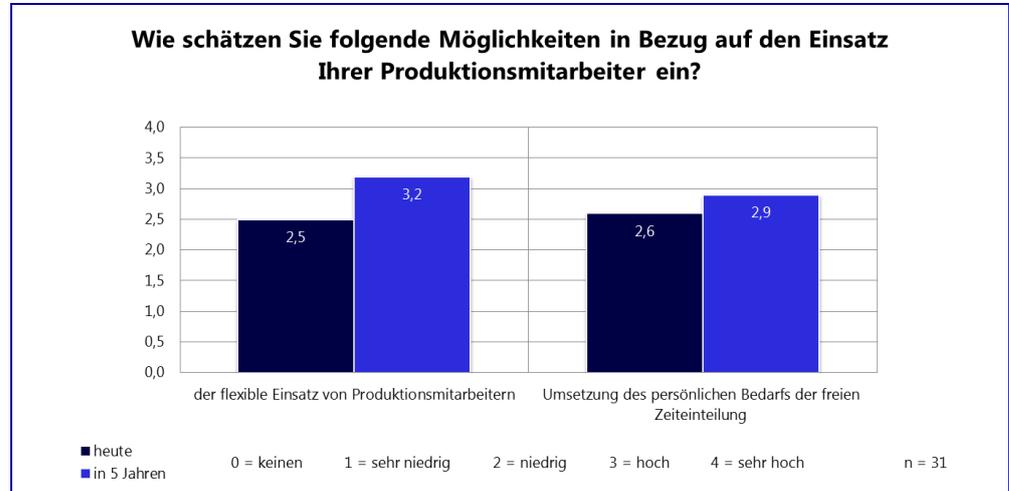


Abbildung 59: Möglichkeiten zum flexiblen Personaleinsatz

4.5.2 Qualifikation von Produktionsarbeitern ändert sich

Wie die vorausgegangenen industriellen Revolutionen wird sich auch Industrie 4.0 massiv auf die Qualifikationsanforderungen der Produktionsarbeiter auswirken. So stimmen 87% der Befragten der Aussage zu, dass Hochschulen in Zukunft verstärkt Studiengänge anbieten sollten, die Ingenieurs- und IT-Wissenschaften vereinen. 91% der Befragten sind sich einig, dass Produktionsarbeiter in Zukunft mehr Eigenverantwortung übernehmen und sich zunehmend selbst organisieren müssen. Allerdings pflichten nur 72% der Befragten der Aussage bei, dass die Mitarbeiter in der Produktion in Zukunft vermehrt wertschöpfende und kreative Aufgaben übernehmen werden. Fast 30% stimmen dem eher nicht zu oder können keine Beurteilung vornehmen. Das ist ein bemerkenswert hoher Anteil. Alle Befragten schlossen sich der Aussage an, dass durch die Umsetzung von Industrie 4.0 zusätzliche Qualifikationsmaßnahmen notwendig sein werden.

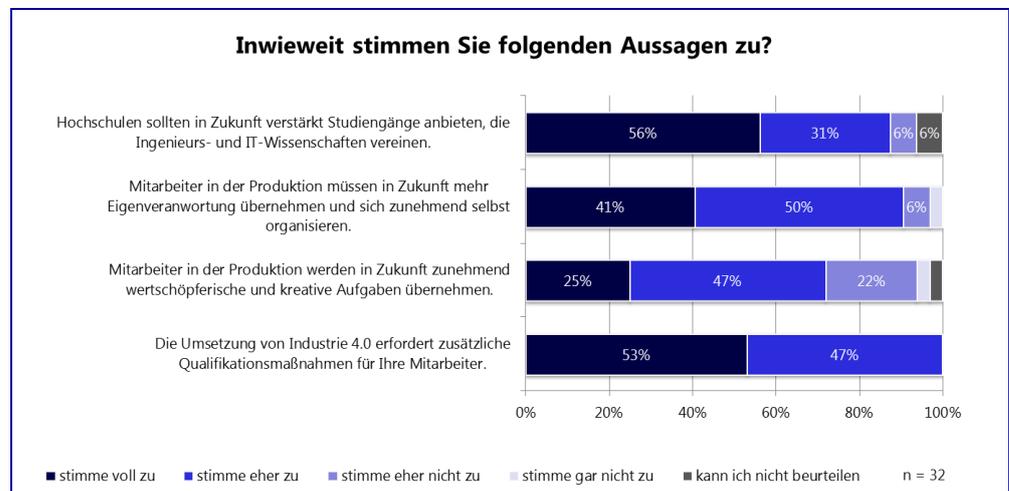


Abbildung 60: Notwendige Qualifizierungsmaßnahmen für Industrie 4.0

Die Flexibilität in der Personaleinsatzplanung kann als Win-Win-Situation für Unternehmen und Mitarbeiter gestaltet werden.

Mehr als 25% sehen keine wertschöpfende und kreative Aufgabe bei Produktionsarbeitern der Zukunft.

4.5.3 Arbeitssicherheit beim Einsatz von autonomen Robotern

Die Arbeits- und Betriebssicherheit stellt für rund ein Drittel ein Hemmnis für den Einsatz autonomer Roboter dar. Den auf ausgefeilter Sensorik basierenden technischen Möglichkeiten wird demnach eine hohe Verlässlichkeit und Sicherheit attestiert.

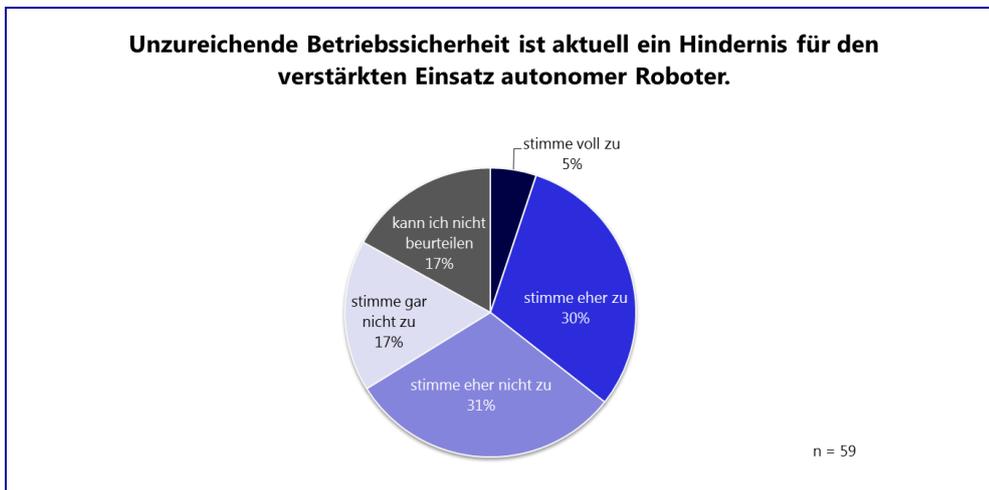


Abbildung 61: Betriebssicherheit beim Einsatz von autonomen Robotern

Betriebssicherheit wird für den Einsatz autonomer Roboter als ein geringes Hemmnis wahrgenommen.

4.6 Datenschutz und Datensicherheit

Die Fragen im Themenblock Datenschutz und Datensicherheit wurden in Abhängigkeit von ihrem Inhalt an alle Teilnehmer adressiert.

4.6.1 Datenschutz und Datensicherheit gewinnen in Zukunft massiv an Bedeutung

Mit Zustimmungswerten von 95% bis 100% herrscht Einigkeit darüber, dass Datenschutz und Datensicherheit in Zukunft massiv an Bedeutung gewinnen. Dabei spielen die Branche, die Unternehmensgröße, die Hierarchieebene und der Funktionsbereich keine Rolle. Nachfolgend sind die Werte für große, mittelgroße und kleine Unternehmen in der folgenden Abbildung dargestellt.

**„Ohne Sicherheit
kein Vertrauen. Und
ohne Vertrauen kein
erfolgreicher digita-
ler Wandel.“**

Winfried Kretschmann,
Ministerpräsident Ba-
den-Württemberg

**Unzureichender Da-
tenschutz führt eher
bei Großunterneh-
men zu finanziellen
Schäden.**

In Zukunft gewinnen die Themen Datenschutz und Datensicherheit massiv an Bedeutung.

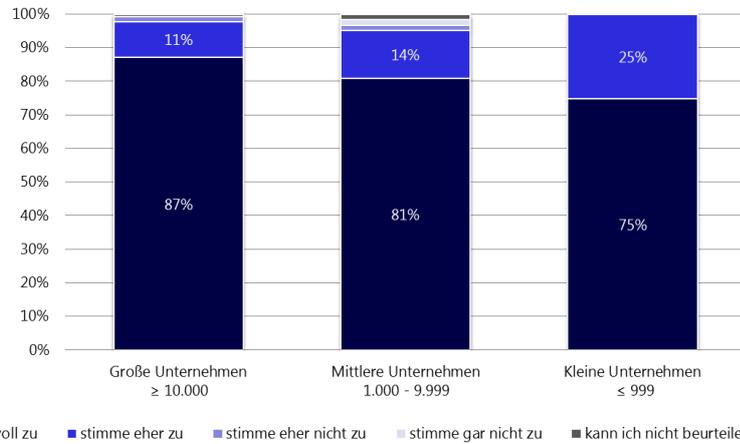


Abbildung 62: Bedeutung von Datenschutz und Datensicherheit nach Unternehmensgröße

4.6.2 Große Unternehmen befürchten eher finanzielle Schäden durch mangelnde Sicherheit

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht, dass vor allem große Unternehmen von finanziellen Schäden durch mangelnden Datenschutz und unzureichende Datensicherheit betroffen sind. 18% der großen Unternehmen gaben an, in den letzten zwölf Monaten hohe beziehungsweise sehr hohe finanzielle Schäden erlitten zu haben. Alle Unternehmen waren in den letzten zwölf Monaten – wenn auch in geringerem Ausmaß – bereits von finanziellen Schäden betroffen, die auf ungenügende Datenschutz- und Datensicherheitsmaßnahmen zurückzuführen sind. Starke 25% der Befragten können allerdings nicht einschätzen, ob ihr Unternehmen Schäden davongetragen hat.

Wie schätzen Sie die finanziellen Schäden in Ihrem Unternehmen aufgrund unzureichender Datenschutz- und Datensicherheitsmaßnahmen in den letzten 12 Monaten ein?

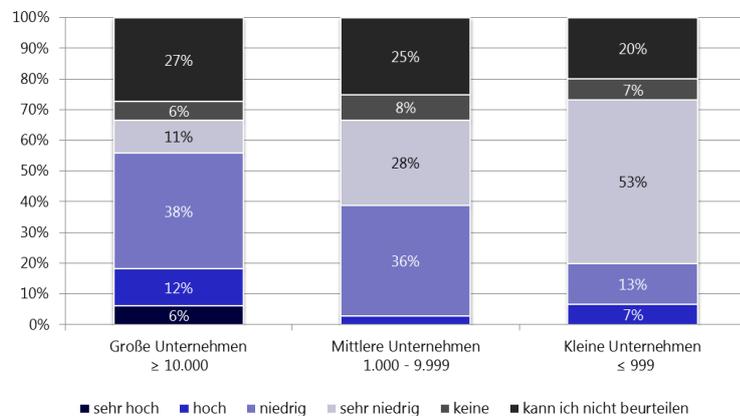


Abbildung 63: Finanzielle Schäden durch unzureichenden Datenschutz und Datensicherheit

4.6.3 Die Komplexität von IT-Systemen als größtes Hindernis für ausreichenden Datenschutz und hohe Datensicherheit

Die Befragten wurden zudem gebeten, die Faktoren zu nennen, die sie bei der Realisierung eines ausreichenden Datenschutzes und einer hohen Datensicherheit hindern. Dabei waren Mehrfachantworten möglich. Am häufigsten wurde mit insgesamt 30% die Komplexität der IT-Systeme genannt, gefolgt von der zunehmenden Vernetzung über das Internet mit 25%. Jeweils 13% definierten ein unzureichendes Budget und fehlende interne Expertise als Hindernisse. Immerhin jeder zehnte nannte die fehlende Expertise und die unzureichende Bedeutung des Themas für den CEO, CIO beziehungsweise CSO als Grund.

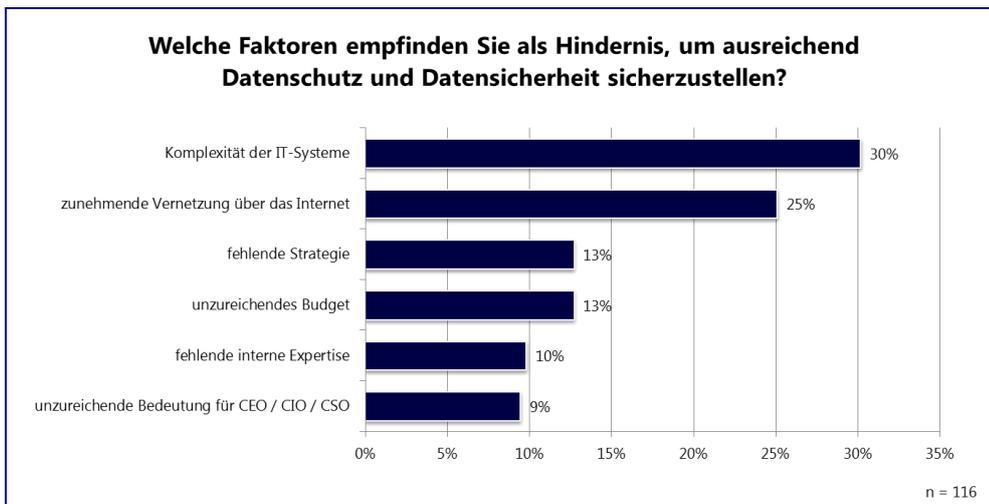


Abbildung 64: Hindernisse für mehr Datenschutz und Datensicherheit

4.6.4 Wirtschaftsspionage als größte Gefahr der Umsetzung von Industrie 4.0

Durch die intensive Vernetzung bei der Umsetzung von Industrie 4.0 vor allem über das Internet sind die Unternehmen zunehmend Gefahren ausgesetzt. Als hoch wurde das Gefahrenpotenzial durch Wirtschaftsspionage eingeschätzt. Die Unternehmen fürchten allerdings auch Imageschäden durch Produktpiraterie, sollten aufgrund der Vernetzung Informationen zur Produktherstellung in fremde Hände geraten. Ein eher moderates Gefahrenpotenzial sehen viele der Befragten im Ausfall von Produktionsanlagen – zum Beispiel durch Sabotage – und den damit verbundenen Regressansprüchen von Kunden, Lieferanten oder Partnern.

Vernetzung und Komplexität der IT-Systeme wird als Bedrohung für Datensicherheit gesehen.

Das Gefahrenpotenzial durch Wirtschaftsspionage wird höher eingeschätzt als durch Sabotage.



Abbildung 65: Steigende Gefahrenpotenziale durch Industrie 4.0

4.6.5 Investitionen in Datenschutz und Datensicherheit nehmen zu

Der steigenden Bedeutung der Datensicherheit und dem mit der Digitalisierung und der Vernetzung erhöhten Gefahrenpotenzial entsprechend werden Unternehmen in den nächsten fünf Jahren mehr investieren. Die aktuellen Investitionen werden als weder gering noch hoch eingestuft. In den nächsten Jahren werden die Ausgaben allerdings steigen. Hierbei investieren kleinere und mittlere Unternehmen tendenziell mehr als große Unternehmen.

Unternehmen planen über alle Unternehmensgrößen hinweg deutliche Investitionen in Datensicherheit.

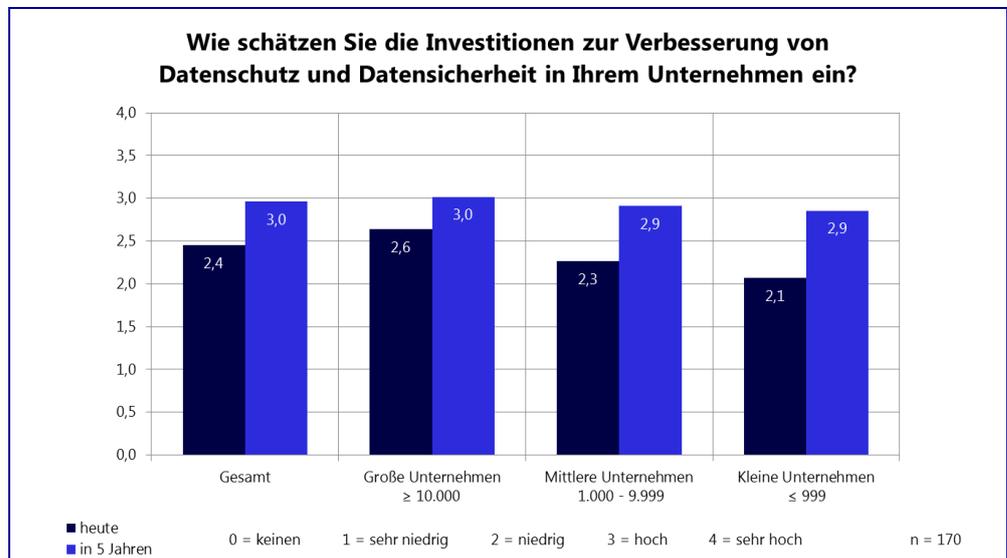


Abbildung 66: Investitionen in Datenschutz und Datensicherheit nach Unternehmensgröße

4.6.7 Rechtliche Rahmenbedingungen

Bei Frage nach notwendigen Haftungsregeln im Rahmen von Industrie 4.0 wurden von 25% der Befragten Regelungen für Systemausfälle und Störungen in der Lieferkette als wichtiges Feld angegeben. Knapp 20% erwarten Regelungen, die sich mit dem Missbrauch mitarbeiterbezogener Daten, mit Betriebsunfällen und mit autonomen Robotern und Transportsystemen befassen.

Nur jeder 25. Befragte sieht keine Notwendigkeit für zusätzliche Haftungsregelungen. Bei dieser Frage waren Mehrfachantworten möglich.



Abbildung 67: Zusätzlich notwendige Haftungsregelungen durch Industrie 4.0

5 Resümee

5.1 Identifikation von Chancen für Industrie 4.0

5.1.1 Bereits heute ist der Bedarf an Industrie 4.0 enorm

Durch die Studie konnte deutlich dargelegt werden, dass innerhalb der Unternehmen bereits heute ein großer Bedarf an Industrie-4.0- Konzepten besteht. Das zeigte sich im Allgemeinen bei der Einschätzung des Stellenwerts von Fähigkeiten wie der schnelleren Reaktion auf Kundenanforderungen oder der zunehmenden Flexibilität sowie der Verkürzung der Time-to-Market. Genau diese Fähigkeiten müssen ausgebaut werden, um Wettbewerbsvorteile zu kreieren.

FLEXIBILITÄT

sichert damit langfristig die Wettbewerbsfähigkeit. Auch funktionsbereichsspezifische Untersuchungen bestätigen den Bedarf an Industrie-4.0-Technologien. So sehen zum Beispiel bereits heute mehr als 60% der Befragten aus dem Bereich Produktion die Notwendigkeit zur Kürzung ihrer typischen Vorlaufzeiten. Für die Zukunft nimmt die Zustimmung weiter zu. Auch die Notwendigkeit, die Produktion kurzfristig umstellen zu können, erachtet die Produktion bereits heute als wichtig und in Zukunft sogar als sehr wichtig. Die Befragten geben zudem mit fast 90% an, viel Zeit gewinnen zu können, wenn Informationen früher verfügbar sind. In der Logistik stößt diese Aussage ebenso auf breite Zustimmung. Befragte aus diesem Bereich bewerten zudem die Notwendigkeit, schnell auf Produktionsschwankungen reagieren zu können, bereits heute als sehr hoch. Innerhalb der Logistik nimmt außerdem der Bedarf an Verfahren zur Echtzeit-Visualisierung und -Steuerung deutlich zu. Zudem besteht ein hoher Bedarf an einer weiteren Automatisierung in diesen beiden Funktionsbereichen. Die hohe Relevanz von Industrie-4.0-Konzepten verdeutlicht besonders Abbildung 47, welche die Anwendung verschiedener Methoden und Technologien in der Produktion einschätzt. Hier war der Anteil derjenigen, die in den einzelnen Methoden keine Relevanz sehen, durchgehend gering – mit Ausnahme der Augmented-Reality-Lösungen. Damit bestätigt sich die Aussage von Prof. Dr. Bauernhansl, dass die äußere Komplexität durch entsprechende innere Komplexität ausgeglichen werden muss.²⁸

5.1.2 Vorstufen von Industrie 4.0 sind bereits teilweise erkennbar

Vereinzelt existieren bereits heute Ansätze von Industrie 4.0 in den Unternehmen. Allen voran spielen Simulationen innerhalb der Produktion und der Logistik eine wichtige Rolle. Die Unternehmen gaben an, dass etwa 45% ihrer Produkte vernetzbar sind. Gerade in Hinblick auf den hohen Anteil an OEM, die an der Umfrage teilgenommen haben, ist das als durchaus hoher Wert zu betrachten. Zudem sind viele bereits heute in der Lage, aus ihren Produkten Informationen zu gewinnen, die Aufschluss darüber geben, wie sie von Kunden genutzt werden. Außerdem gaben viele Befragte aus der Produktion an, Cyber-Physische Systeme bereits implemen-

²⁸ Bauernhansl (2014)

tiert zu haben. Hier ist davon auszugehen, dass es sich um eingebettete Systeme handelt, welche als Vorstufe der CPS zu werten sind.

5.1.3 Viele notwendige Rahmenbedingungen zur Umsetzung von Industrie 4.0 sind vorhanden

Positiv zu bewerten ist die Tatsache, dass fast 85% der Befragten Industrie 4.0 als erstrebenswerte Vision betrachten. Die meisten, die sich mit dem Thema beschäftigen, schreiben ihm einen hohen beziehungsweise sehr hohen Stellenwert zu. In fast 90% der Unternehmen wird Industrie 4.0 von der oberen beziehungsweise mittleren Führungsebene vorangetrieben. Das heißt, dass meistens diejenigen, die innerhalb der Unternehmen die Entscheidungsbefugnisse haben, das Thema auch forcieren. Gerade in Hinblick darauf, wie weitreichend das Thema ist, ist dies auch dringend notwendig. Nur so wird es möglich sein, das Thema Industrie 4.0, das so viele Veränderungen mit sich bringt, Wirklichkeit werden zu lassen. Industrie-4.0-Technologien, wie das Internet der Dinge und Dienste oder BIG DATA, spielen heute zwar noch eine untergeordnete Rolle, gewinnen aber schon bald enorm an Bedeutung. Dies gilt auch für andere Technologien wie zum Beispiel das Rapid Manufacturing und das Rapid Prototyping.

Insgesamt nimmt damit die Bedeutung der IT in Zukunft deutlich zu. So ist es unter anderem relevant, die IT in die strategische Ausrichtung des Unternehmens einzu beziehen.

Aktuell fallen die Investitionen in Industrie 4.0 eher niedrig aus, in naher Zukunft werden diese von den Unternehmen allerdings deutlich gesteigert und auch gesteigert werden müssen.

5.2 Identifikation von Risiken für Industrie 4.0

5.2.1 Große Unsicherheiten bestehen in Hinblick auf Industrie 4.0

Die Studie deckt auf, dass insgesamt 25% der Befragten den Begriff Industrie 4.0 noch nicht kennen. Unter Berücksichtigung derjenigen, die an der Umfrage nicht teilnehmen wollten, weil sie zuvor noch nie von Industrie 4.0 gehört hatten, ist diese Zahl in Wahrheit vermutlich noch höher. Außerdem beschäftigt sich weniger als die Hälfte der Befragten mit dem Thema. Knapp 33% der Befragten konnte nicht einmal beurteilen, ob sich ihr Unternehmen mit Industrie 4.0 beschäftigt oder nicht. Damit lässt sich eine große Unsicherheit feststellen.

5.2.2 Fehlender Datenschutz und ungenügende Datensicherheit könnten zum „Bottleneck“ werden

Einen beachtlichen Anteil von fast 20% der großen Unternehmen erlitten in den vergangenen zwölf Monaten vor der Befragung hohe und sehr hohe finanzielle Schäden, weil Datenschutz und Datensicherheit nicht ausreichend ausgebaut waren. Zudem herrscht gegenüber Cloud-Lösungen nach wie vor große Skepsis, da man an der IT-Sicherheit und -Zuverlässigkeit stark zweifelt. Außerdem nehmen die Unternehmen durch die zunehmende Vernetzung erhöhte Gefahrenpotenziale

wahr – zum Beispiel durch zunehmende Wirtschaftsspionage oder Imageschäden aufgrund von Produktpiraterie.

5.3 Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse der empirischen Untersuchung verdeutlichen, dass an vielen Stellen noch Handlungsbedarf besteht. Die Umsetzung von Industrie 4.0 kann jedoch nicht alleine durch die Integration der Thematik in die Hightech-Strategie der Bundesregierung und Veröffentlichungen von Studien durch Forschungsinstitute und Verbände gelingen. Stattdessen müssen auch die Leitanbieter, die Leitanwender sowie externe Dienstleister die Umsetzung der vierten industriellen Revolution mitgestalten. Nur mit vereinten Kräften wird das Ziel zu erreichen sein, der deutschen Industrie zu einer Vorreiterrolle zu verhelfen.

5.3.1 Forschungsinstitute und Verbände

Obwohl sich die Verbände durch ihren Zusammenschluss zur Plattform „Industrie 4.0“ und der Veröffentlichung diverser Studien aktiv zeigen, war deutlich zu erkennen, dass Industrie 4.0 bei einem beachtlichen Anteil der Befragten noch gar nicht angekommen ist. Verbände tragen eine bedeutende Verantwortung bei der Umsetzung. Sie gelten für die deutschen Automobil- und Fertigungsunternehmen als wichtige Anlaufstelle bei Fragen zum gesamten Themenkomplex. Informationen und Wissen zu dem Thema zur Verfügung zu stellen, ist zum jetzigen Zeitpunkt daher von enormer Bedeutung.

Problematisch ist allerdings, dass die Studien der Verbände Szenarien aufzeigen, die für die Unternehmen wenig greifbar zu sein scheinen. Immer wieder wird darauf hingewiesen, dass die vollständige Umsetzung von Industrie 4.0 sich über einen Zeitraum von mindestens 20 Jahren erstreckt. Für viele Unternehmen ist es daher schwierig, in diesen Szenarien bereits heute eine Anwendbarkeit zu erkennen. Dass Industrie 4.0 revolutionäre Auswirkungen haben wird, daran besteht kein Zweifel. Dennoch muss klar werden, dass es sich dabei nur um eine evolutionäre Entwicklung handeln kann. Gerade weil in der Etablierung der notwendigen Prozesse und der erforderlichen Arbeitsorganisation eines der größten Hemmnisse gesehen wird, ist es geboten, Industrie 4.0 schrittweise umzusetzen. Die wenigsten Unternehmen werden dazu bereit sein, funktionierende Prozesse von heute auf morgen komplett zu verändern. Als größtes Hemmnis bewerten die Unternehmen zudem die fehlende Transparenz des wirtschaftlichen Nutzens. Dementsprechend gilt es für die Verbände, den Unternehmen an konkreteren Beispielen deutlich zu machen, welche Vorteile durch Industrie 4.0 entstehen können. Es empfiehlt sich, branchenspezifische Beispiele zu finden, mit denen sich die Unternehmen leicht identifizieren können. Denkbar ist hier etwa, ausgewählte Unternehmen aus verschiedenen Branchen als Referenzbeispiele zu verwenden und somit eine Orientierungshilfe für andere Unternehmen zu bieten.

Für die Forschungsinstitute ist es empfehlenswert, sich vor allem den Themen Datenschutz und Datensicherheit zu widmen. Die Angst vor den steigenden Gefahrenpotenzialen durch die zunehmende Vernetzung sowie die Skepsis gegenüber Cloud-Lösungen machen deutlich, dass dieser Aspekt ein entscheidender Hebel ist, um die Akzeptanz von Industrie 4.0 zu beeinflussen.

5.3.2 Externe Dienstleistungen

Rund 25% der Unternehmen gaben an, dass sie das Know-how zur Umsetzung von Industrie 4.0 durch externe Dienstleister beziehen wollen. Diese müssen also in der Lage sein, bereits heute Industrie-4.0-induzierte Geschäftspotenziale zu erkennen und Leistungen zu entwickeln, die ihre zukünftigen Kunden bei der Umsetzung von Industrie 4.0 unterstützen. So wird zum Beispiel deutlich, dass die Unternehmen nicht die Expertise besitzen, sich in Hinblick auf ihre IT-Sicherheit eigenständig auf die Umsetzung von Industrie 4.0 vorzubereiten. Durch die zunehmende Vernetzung spielt außerdem BIG DATA eine entscheidende Rolle. Es ist davon auszugehen, dass die Automobil- und Fertigungsunternehmen aufgrund ihrer fehlenden internen Expertise in solchen Feldern externes Know-how beziehen werden.

Außerdem erkennen die Unternehmen wegen der noch fehlenden greifbaren Beispiele die Relevanz der Thematik nicht. Wie bereits dargelegt, wird man bei der Umsetzung schrittweise vorgehen müssen. So sollten externe Dienstleistungen die Unternehmen dabei unterstützen, die Prozesse zu identifizieren, die veränderungsbedürftig sind. Auf diese Weise wird man eher dazu in der Lage sein, die Akzeptanz zu schaffen, die zur Umsetzung von Industrie 4.0 notwendig ist.

5.3.3 Leitanbieter

Die Identifizierung des hohen Bedarfs an Industrie-4.0-Lösungen unterstreicht das enorme Geschäftspotenzial für den Maschinen- und Anlagenbau sowie für die Informations- und Kommunikationstechnik. Diese sollten sich bereits heute intensiv mit Bedarfsanalysen befassen, um genau zu verstehen, was ihren Kunden im Zusammenhang mit Industrie 4.0 wirklich wichtig ist und was in den eigenen Produktentstehungsprozess einbezogen werden sollte. Es scheint jedoch heute schon klar zu sein, dass offene Standards notwendig sein werden, um eine angestrebte horizontale und vertikale Integration sowie ein durchgängiges Systems Engineering im Sinne von Industrie 4.0 zu ermöglichen.

5.3.4 Leitanwender

Die Entstehung der vielfältigen Geschäftspotenziale durch die zunehmende Vernetzung scheinen die Leitanwender, in diesem Fall vor allem die Automobilindustrie, bereits erkannt zu haben. Aufgrund der stark ausgeprägten Interdisziplinarität des Themas Industrie 4.0 ist es sinnvoll, in den verschiedenen Funktionsbereichen Stabsstellen einzurichten, die langfristig die Umsetzung von Industrie 4.0 begleiten. Wichtig ist hierbei ein intensiver Austausch sowohl innerhalb als auch zwischen den Bereichen. Vor allem die IT muss sich selbst als Dienstleister verstehen, der die anderen Funktionsbereiche auf dem Weg hin zu Industrie 4.0 durch die aktive Mitgestaltung neuer Prozesse intensiv unterstützt. Die betroffenen Mitarbeiter müssen stets in derartige Prozesse eingebunden werden, da Industrie 4.0 sonst keine Akzeptanz finden wird, die sie zur erfolgreichen Umsetzung benötigt.²⁹ Aktuelle Organisationsstrukturen werden zur Umsetzung von Industrie 4.0 angepasst werden müssen. Statt der heute oftmals noch streng getrennten disziplinären Führung werden zunehmend Projektstrukturen benötigt, die dem interdisziplinären Charakter der vierten industriellen Revolution gerecht werden.

²⁹ Vgl. Spath et al. (2013): S.59

Die Auswertungen der Umfrage zeigen, dass die fehlende Transparenz des wirtschaftlichen Nutzens als größtes Hemmnis für die Umsetzung von Industrie 4.0 gesehen wird. Ohne Zweifel wird der wirtschaftliche Nutzen die Unternehmen immer in ihren Entscheidungen und Handlungen beeinflussen. Allerdings empfiehlt es sich, im Zusammenhang mit Industrie 4.0, den Return on Investment über einen längeren Zeitraum zu betrachten. Die Implementierung von Industrie-4.0-Technologien und -Konzepten wird zunächst hohe finanzielle und zeitliche Ressourcen in Anspruch nehmen und damit zu langen Amortisationszeiten führen. Insofern empfiehlt es sich für die Leitanwender, sich strategisch mit dem Thema Industrie 4.0 auseinanderzusetzen und entsprechende Aktivitäten langfristig zu planen.

Quellenverzeichnis

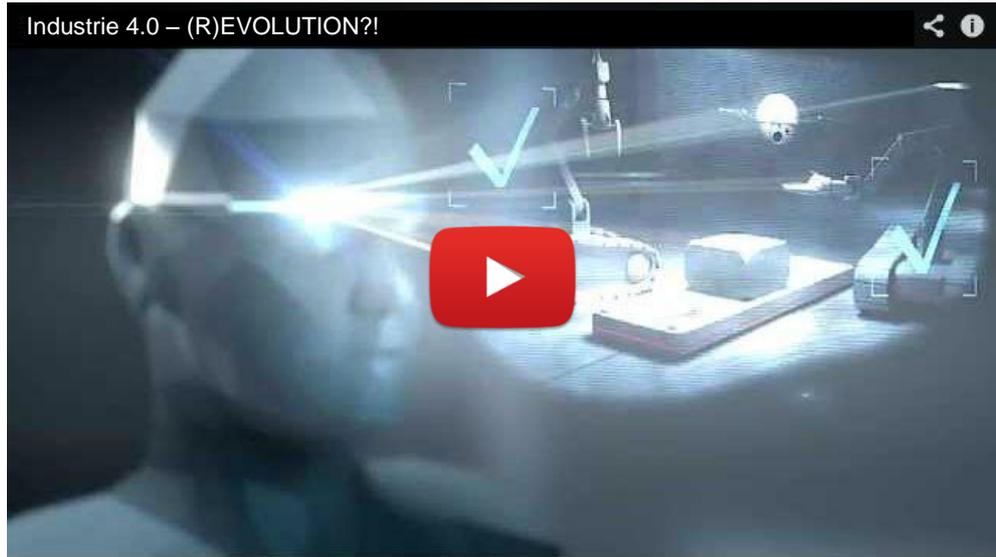
- Bauer et al.** (2014): Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Hrsg. v. BITKOM und Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Online verfügbar unter http://www.bitkom.org/files/documents/Studie_Industrie_4.0.pdf, zuletzt geprüft am 10.07.2014.
- Bauernhansl, Thomas** (2014): Die Vierte Industrielle Revolution - Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma. In: Bauernhansl et al. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, S.5–47.
- Bauernhansl et al.** (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Bildstein, Andreas; Seidelmann, Joachim** (2014): Industrie 4.0-Readiness: Migration zur Industrie 4.0-Fertigung. In: Bauernhansl et al. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, S.581–597.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie BMWi** (Hrsg.) (2007): European Policy Outlook RFID. Draft version. Working document for the expert conference "RFID: Towards the Internet of Things". June 2007. Online verfügbar unter http://www.nextgenerationmedia.de/documents/European_Policy_Outlook_draft_version.pdf, zuletzt geprüft am 20.11.2014.
- Eigner, Martin** (2013): Modellbasierte virtuelle Produktentwicklung auf einer Plattform für System Lifecycle Management. In: Sendler, Ulrich (Hrsg.): Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 91–108.
- Fachausschuss Cyber-Physical Systems** (2013): Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation. Hrsg. v. VDI/VDE Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA). Online verfügbar unter http://www.vdi.de/uploads/media/Stellungnahme_Cyber-Physical_Systems.pdf, zuletzt geprüft am 13.08.2014.
- Hoppe, Gerd** (2014): High-Performance Automation verbindet IT und Produktion. In: Bauernhansl et al. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 249–273.
- Horvath, Sabine** (2012): Aktueller Begriff - Internet der Dinge. Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestags Nr. 19/12. Online verfügbar unter http://www.bundestag.de/blob/192512/cfa9e76cdcf46f34a941298efa7e85c9/internet_der_dinge-data.pdf, zuletzt geprüft am 07.06.2014.
- Kagermann et al.** (Hrsg.) (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf, zuletzt geprüft am 07.06.2014.
- Koren, Yoram** (2010): The Global Manufacturing Revolution. Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems. Online verfügbar unter <http://adrgc.engin.umich.edu/wp-content/uploads/sites/50/2013/08/12pgbook.pdf>, zuletzt geprüft am 31.08.2014.
- Merkel, Angela** (2013): Video-Podcast der Bundeskanzlerin #33/2013. Online verfügbar unter http://www.bundestag.de/Content/DE/Podcast/2013/2013-10-05-Video-Podcast/links/download-PDF.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 20.11.2014.
- Russwurm, Siegfried** (2013): Software: Die Zukunft der Industrie. In: Sendler, Ulrich (Hrsg.): Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 21–36.
- Scheer, August-Wilhelm** (Hrsg.) (2013): Industrie 4.0. Wie sehen Produktionsprozesse im Jahr 2020 aus?.
- Scheer, August-Wilhelm** (2013): Industrierevolution 4.0 ist mit weitreichenden organisatorischen Konsequenzen verbunden! Eine Bestandsaufnahme von Prof. Dr. Dr. h.c. mult. August-Wilhelm Scheer. In: Scheer, August-Wilhelm (Hrsg.): Industrie 4.0. Wie sehen Produktionsprozesse im Jahr 2020 aus?, S. 5–7.
- Schlick et al.** (2013): Produktion 2020. Auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. In: Scheer, August-Wilhelm (Hrsg.): Industrie 4.0. Wie sehen Produktionsprozesse im Jahr 2020 aus?, S. 13–19.
- Sendler, Ulrich** (Hrsg.) (2013): Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Spath et al. (2013): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Studie. Stuttgart. Online verfügbar unter http://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Fraunhofer-IAO-Studie_Produktionsarbeit_der_Zukunft_-_Industrie_4.0.pdf, zuletzt geprüft am 07.06.2014.

Wahlster, Wolfgang (2013): Die vierte industrielle Revolution zeichnet sich ab! In: Scheer, August-Wilhelm (Hrsg.): Industrie 4.0. Wie sehen Produktionsprozesse im Jahr 2020 aus?, S. 8–12.

Wikipedia: Industrielle Revolution: Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Industrielle_Revolution, zuletzt geprüft am 28.10.2014.

Zhang et al. (2013): Energy consumption and the unexplained winter warming over northern Asia and North America. Nature Climate Change 3, S.466–470.



<http://www.mhp.com/de/filme>

Ihr Ansprechpartner



Dr. Oliver Kelkar
Leiter Innovationsmanagement

MHP – A Porsche Company

research@mhp.com | +49 151 20301159

Die komplette Studie für Sie zum Download: <http://www.mhp.com/de/studien/>



MHP – A Porsche Company

info@mhp.com | www.mhp.com