

# SCHRIFTENREIHE 3D@KMU

Herausgeber:

Prof. Dr. Heiko Schinzer

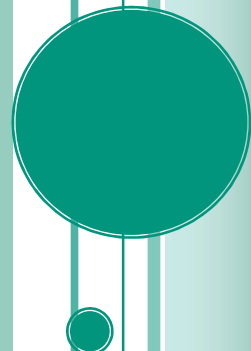
ARBEITSBERICHT 7

INDUSTRIE 4.0

THOMAS DREFS

Das Thema Industrie 4.0 wird in Deutschland seit 2011 intensiv betrachtet. Dieser Arbeitsbericht gibt eine Übersicht über die nationalen und europäischen Aktivitäten. Dabei werden neben den technischen Grundlagen und Untersuchungen von Unternehmens- und Strategieberatungen auch der Stellenwert für den Industriestandort Deutschland mit den erwarteten Auswirkungen bis zum Jahr 2020 betrachtet.

Merseburg, März 2016



## Inhalt

1. Einleitung.....	2
1.1. Industrielle Revolution .....	5
2. Was ist Industrie 4.0 .....	7
2.1. Startschuss für die deutsche Industrie.....	12
3. Industriestandort Deutschland .....	17
3.1. Wer braucht Industrie 4.0? .....	20
3.2. Wo steht Deutschland? .....	20
3.3. Wie gut ist Deutschland vorbereitet? .....	28
4. Industrie 4.0 im internationalen Vergleich.....	33
4.1. Europäische Union .....	33
4.2. USA .....	33
4.3. China .....	34
4.4. Indien.....	34
4.5. Industriestandards.....	35
5. Risiken der Industrie 4.0.....	35
5.1. Faktor Mensch.....	36
5.2. Datensicherheit.....	36
5.3. Investitionen .....	37
5.4. Veränderung der Geschäftsmodelle .....	37
Fazit.....	39
Literaturverzeichnis .....	40

---

acatech	<i>Deutsche Akademie der Technikwissenschaften</i>
BDEW	<i>Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft</i>
BDI	<i>Bund Deutscher Ingenieure</i>
Bluetooth LE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
BMBF	<i>Bundesministerium für Bildung und Forschung</i>
CPS	<i>Cyber Physische Systeme</i>
EU	<i>Europäische Union</i>
IoT	<i>Internet of Things; dt.: Internet der Dinge</i>
NFC	<i>Near Field Comunication</i>
PwC	<i>PricewaterhouseCoopers AG</i>
RAMI 4.0	<i>Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0</i>
RFID	<i>Radio Frequency Idendification</i>
VDA	<i>Verband der Automobilindustrie</i>
VDMA	<i>Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer</i>
ZVEI	<i>Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie</i>

## 1. EINLEITUNG



Abbildung 1: Industrie 4.0, Quelle: de.paessler.com

Dieses Arbeitspapier beschäftigt sich mit dem Thema Industrie 4.0 und wird die Grundlagen und den aktuellen Stand der vierten industriellen Revolution abbilden. Dabei wird auf die Historie, die Begriffsherkunft, die Rolle der deutschen Politik und die Auswirkungen auf die deutsche Wirtschaft eingegangen.

Industrie 4.0 wirkt sich nicht nur auf die deutsche Wirtschaft aus, sondern auch auf die Rolle Deutschlands innerhalb der EU. Die Wirtschaftsgüter und Fabrikausrüstungen aus Deutschland sind in der ganzen Welt bekannt und beliebt. Made in Germany steht immer noch für Qualität. Die Bundesregierung will mit der „Digitalen Agenda“ und den beiden Förderprogrammen „Autonomik für Industrie 4.0“ und „Smart Service Welt“ (gefördert mit ca. 100 Mio. Euro)<sup>1</sup> den Wirtschaftsstandort Deutschland weltweit konkurrenzfähig halten.

Woher kommt der Begriff Industrie 4.0

In der Geschichte der Industrie spricht man von drei großen Revolutionen, die dazu geführt haben, dass sich die Arbeitsbedingungen und die Lebensumstände der Menschen grundlegend verändert haben. Erstmals in der Geschichte wird nun eine Revolution angekündigt – Industrie 4.0.

<sup>1</sup> Vgl.: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/industrie-4-0.html>

## 1.1. Industrielle Revolution

### **Erste industrielle Revolution:**

Die Dampfmaschine veränderte Mitte des 18. Jahrhunderts die Landwirtschaft, den Bergbau und die Möglichkeiten der Fortbewegung. Mithilfe der Wasser- und Dampfkraft wurden mechanische Arbeiten ermöglicht, Tiere und Menschen als Arbeiter entlastet und die Produktivität, Qualität und Preisgestaltung von bekannten und neuen Gütern verbessert. Eine großflächige Vernetzung von Industrien war möglich.<sup>2</sup>

### **Zweite industrielle Revolution:**

Mit der Elektrifizierung der Städte, Eisenbahnen und Produktionsstätten, dem Verbrennungsmotor als Antrieb in Transportmitteln und der Entwicklung von Telegraphen begann Ende des 19. Jahrhunderts die zweite industrielle Revolution. Die Möglichkeit der Kommunikation über weite Strecken und dem schnellen Transport zu Land, Wasser und in der Luft beschleunigte die Entwicklung bei der Koordinierung von Produktionssystemen enorm. Die arbeitsteilige Massenfertigung wurde durch die Fließbandproduktion entfacht und damit wieder ein noch nie zuvor dagewesener Entwicklungsschritt in der Produktivität, Qualität und Kosteneffizienz geschaffen.

### **Dritte industrielle Revolution:**

Die Erfindung des Computers in der Mitte des 20. Jahrhunderts machte den Menschen mehr und mehr vom „Handarbeiter“ zum „Kopfarbeiter“.<sup>3</sup> Die dritte industrielle Revolution überführte die Massenproduktion am Fließband in eine computergestützte Automatisierung. Bis heute wird die Automatisierung und Durchdringung der Produktion durch die Informationstechnologie perfektioniert. Mit dem Internet vereinfachte und beschleunigte sich die weltweite Kommunikation der Märkte und Wertschöpfungsnetzwerke.

### **Vierte industrielle Revolution:**

Der nächste Schritt in der industriellen Entwicklung und damit in die nächste Revolution besteht in der Vernetzung der Maschinen und Anlagen mit dem Internet. Eine automatisierte Industrie, die über das Internet weltweit gesteuert und beeinflusst werden kann. Das Internet der Dinge und Dienste (engl. Internet of Things, IoT), gesteuert durch Cyber-Physische Systems (engl. Cyber-Physical Systems; CPS) steht in den Startlöchern, unsere Industrie ein viertes Mal zu revolutionieren.<sup>4</sup> Die Digitalisierung der Wertschöpfungskette soll den Kunden wieder in den Fokus der Produktion stellen.

---

<sup>2</sup> Vgl. BITKOM und Fraunhofer IAO, 2014, S.9

<sup>3</sup> Vgl. ACATECH und Forschungsunion, 2013, S.18

<sup>4</sup> Vgl. BITKOM und Fraunhofer IAO, 2014, S.10 und ACATECH „Industrie 4.0“, 2013, S.17

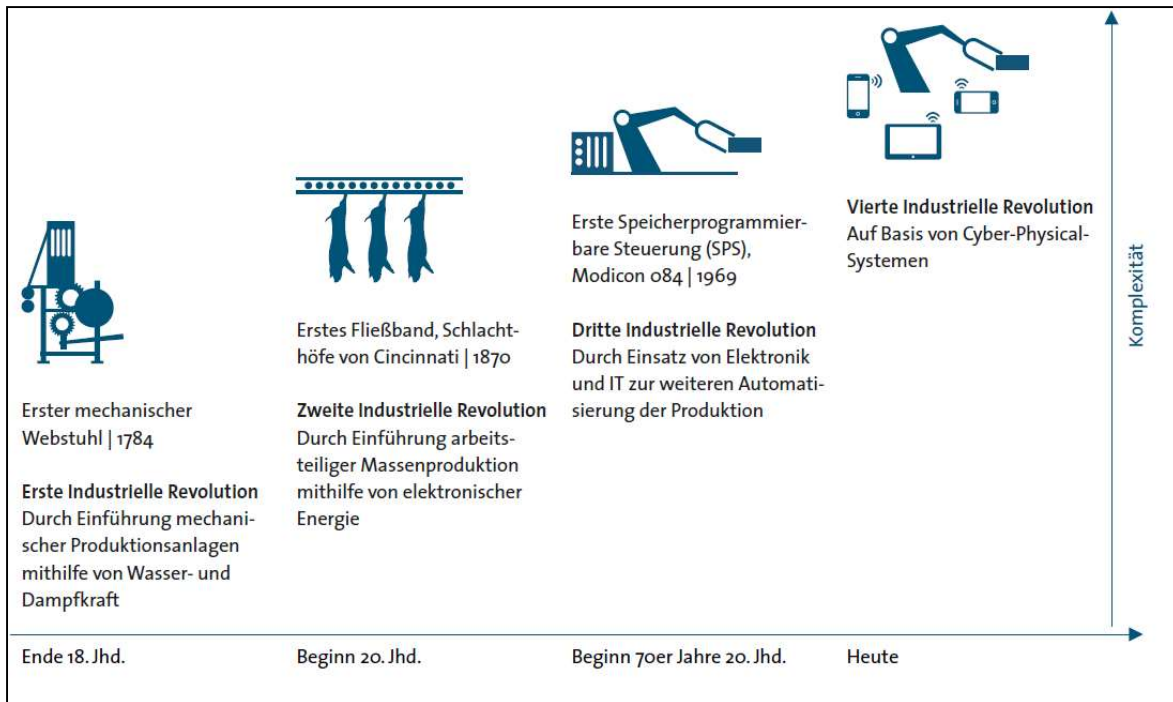


Abbildung 2: Industrielle Revolution; BITKOM, Fraunhofer IAO; 2014.  
Quelle: Studie: Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland

## 2. WAS IST INDUSTRIE 4.0

Industrie 4.0 stellt den Oberbegriff zu einer Reihe von technischen Lösungen dar. Um diese Begriffe sauber in Zusammenhang setzen zu können, werden sie vorab erläutert.

Um Industrie 4.0 zu beschreiben, muss zuerst geklärt werden, was mit der Digitalisierung der Wirtschaft gemeint ist.

### Digitalisierung

Im engeren Sinne versteht man unter dem Begriff Digitalisierung die Überführung von analogen Größen in elektronisch speicherbare und bearbeitbare Daten. Im weiteren Sinne versteht man unter Digitalisierung den Wandel von analogen Prozessen zu elektronisch gestützten Prozessen durch die Informations- und Kommunikationstechnik. Im Zusammenhang mit der Industrie 4.0 versteht man unter der Digitalisierung die Abbildung aller realen Prozesse und Objekte in digitale Prozesse und Objekte.

Die deutsche Wirtschaft muss alle Prozesse in der Wertschöpfungskette in eine digitale Form überführen, um die Basis für die informationstechnische Verarbeitung zu legen.

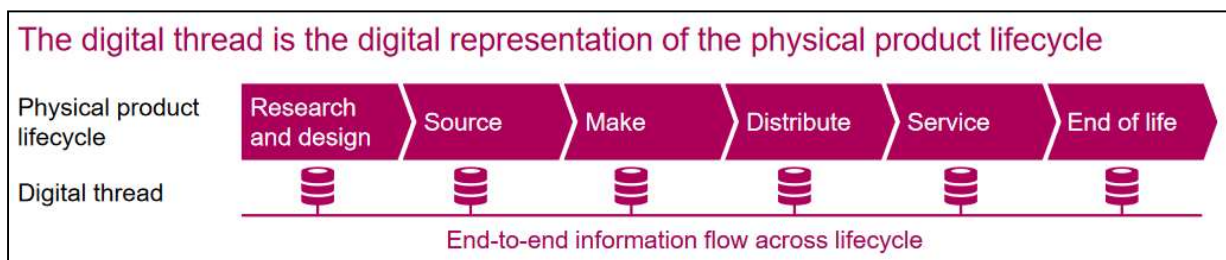


Abbildung 3: digitaler Produktlebenszyklus; Quelle: McKinsey&Company Studie 2015

### Eingebettete Systeme

Damit die reale und die digitale Welt zusammenwachsen können, müssen alle Bestandteile der Produktions- und Lieferkette „intelligent“ werden. Die Intelligenz kommt dabei von sogenannten eingebetteten Systemen (embedded systems) – Bauteile aus Hard- und Software, die mithilfe von Sensoren ihre Umwelt wahrnehmen können.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Handbuch Embedded Systems Engineering; Bernd Rosenlechner; 2007-2010



Abbildung 4: Festo entwickelt mit Partnern im Forschungsprojekt ParsiFAI 4.0 Smart-Sensor-System-Labels; Quelle: [https://www.festo.com/net/de\\_de/SupportPortal/Details/400460/PressArticle.aspx](https://www.festo.com/net/de_de/SupportPortal/Details/400460/PressArticle.aspx)

## Cyber-Physische Systeme

Diese eingebetteten Systeme bilden die Grundlage für Cyber-Physische Systeme (CPS). Sie „sind gekennzeichnet durch eine enge Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen[...], die miteinander verbunden sind durch Informationsnetze.“<sup>6</sup>

Teile der Produktion kommunizieren miteinander und tauschen Information aus. Die intelligenten Bestandteile der Produktion können sich gegenseitig wahrnehmen und beeinflussen. Dadurch entsteht ein Netzwerk der Dinge.

<sup>6</sup> Acatech CPS Positionspapier, 2013





Abbildung 5: Vernetzte Komponenten und CPS-Dienste; acatech; 2012

## Internet der Dinge

Wenn alle Beteiligten einer Wertschöpfungskette gemeinsame Standards in der Vernetzung ihrer Produktionsstätten verwenden sowie eine globale, herstellerunabhängige Kommunikation nutzen, dann spricht man vom Internet der Dinge und Dienste.

Wird dieses Netzwerk auf der Basis des Internets umgesetzt, spricht man vom Internet der Dinge und Dienste (engl. Internet of Things; IoT)

Das Internet der Dinge und Dienste bildet die Struktur der Kommunikation aller Dinge und Dienste, nicht nur der der Industrie. Eine Verknüpfung entlang der gesamten Wertschöpfungskette für jedes beliebige Produkt wird dadurch möglich: die Vernetzung des alltäglichen Lebens mit der Umwelt, privatem Leben, Automobilität, Lebensraum, Energieversorgung und Industrie.

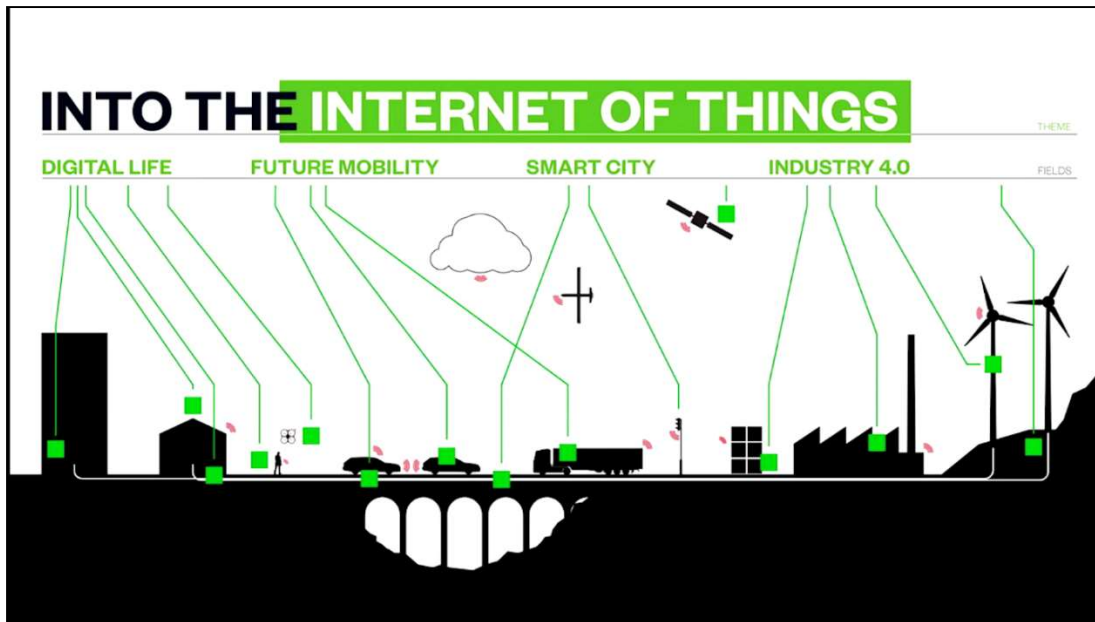


Abbildung 6: Into the Internet of Things; www.code-n.org ; 2015

### Smart Factory

Von einer Smart Factory spricht man, wenn die Produktion modular und damit hoch flexibel aufgebaut ist. Universelle Steckverbindungen für Druckluft, Strom, Datenverbindung und Notstopp ermöglichen einen schnellen Um- und Ausbau der Struktur, Module melden sich selbstständig in der Struktur an und fügen sich nahtlos in die Produktion ein. Durch intelligente Module (RFID, WLAN, NFC, Bluetooth LE Technologien oder andere drahtlose Verbindungsstandards) erfolgt eine schnelle, automatisierte Veränderung der Produktionskette. Durch standardisierte Schnittstellen und Datenformate wird eine herstellerübergreifende Kompatibilität gewährleistet.<sup>7</sup>

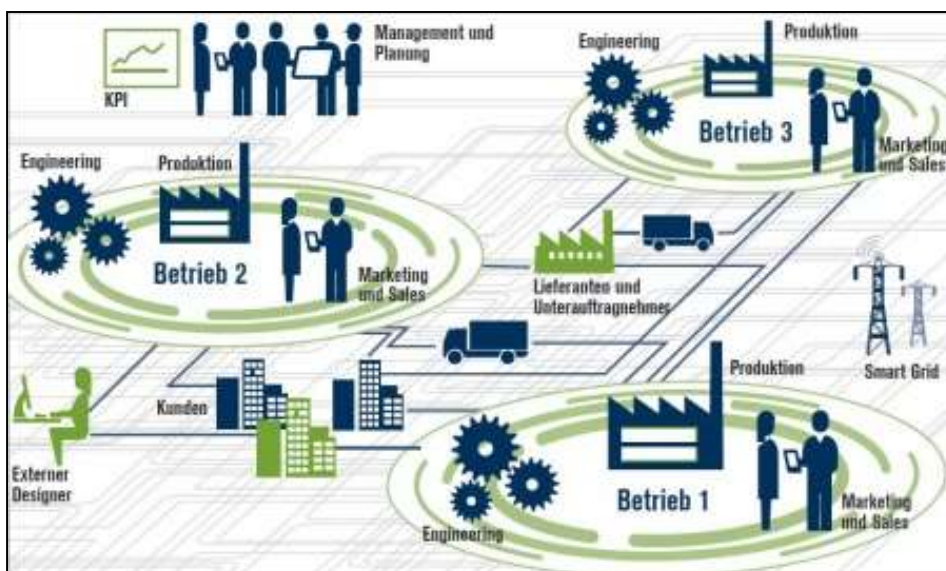


Abbildung 7: Horizontales Wertschöpfungsnetzwerk, Quelle: Hewlett-Packard 2013

Horizontales

Wertschöpfungsnetzwerk,

<sup>7</sup> <http://www.smartfactory.de/>

## Industrie 4.0

Industrie 4.0 bedeutet die enge Verzahnung der auf Kundenbedürfnisse ausgerichteten Produktion mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik. Wichtigstes Ziel ist die Herstellung individueller Produkte – kostengünstig, in hoher Qualität, bis hin zur Losgröße 1. Um dieses Ziel erreichen zu können, benötigt man intelligente Maschinen, die sowohl miteinander, als auch mit dem Menschen kommunizieren und sich selbstständig koordinieren können. Durch die Digitalisierung der Wertschöpfungskette soll die intelligente Fabrik (Smart Factory) geschaffen werden.

Industrie 4.0 ist die konsequente digitale Vernetzung von Produkten, Prozessen, Maschinen und Intralogistik in der Fertigungsindustrie (Smart Factory).<sup>8</sup>



Abbildung 8: Evolution vom eingebetteten System zum Internet der Dinge, Daten und Dienste; acatech; 2012

Dadurch können Unternehmensgrenzen überwunden werden und sowohl eine vertikale, als auch eine horizontale Integration (siehe Abbildung) erreicht werden.<sup>9</sup> Die Digitalisierung der Wertschöpfungskette in der Horizontalen bedeutet dabei, dass der Informations- und Warenfluss vom Kunden über das gesamte Unternehmen bis zum Lieferanten und zurück digitalisiert und optimiert wird. Jeder Teilbereich der zur Erfüllung des Kundenwunsches

<sup>8</sup> Vgl.: <http://www.gernbotschaft.com/industrie-4-0-1-eine-bestandsaufnahme/>

<sup>9</sup> Vgl. Arbeitsgruppe Industrie 4.0 im Mittelstandsbeirat des BMWi und Arbeitskreis Industrie 4.0 (2013, S.24)

beteiligt ist, ist miteinander verbunden und wird bereits vorrausschauend geplant. Die Digitalisierung entlang der vertikalen Wertschöpfungskette bedeutet den durchgängigen Informations- und Datenfluss innerhalb des Unternehmens. Eine Vernetzung aller Produktionssysteme, Vermeidung von Systemschnittstellen und damit optimaler interner Analysefähigkeit um Kostenoptimiert, flexibel und qualitativ hochwertig zu produzieren.

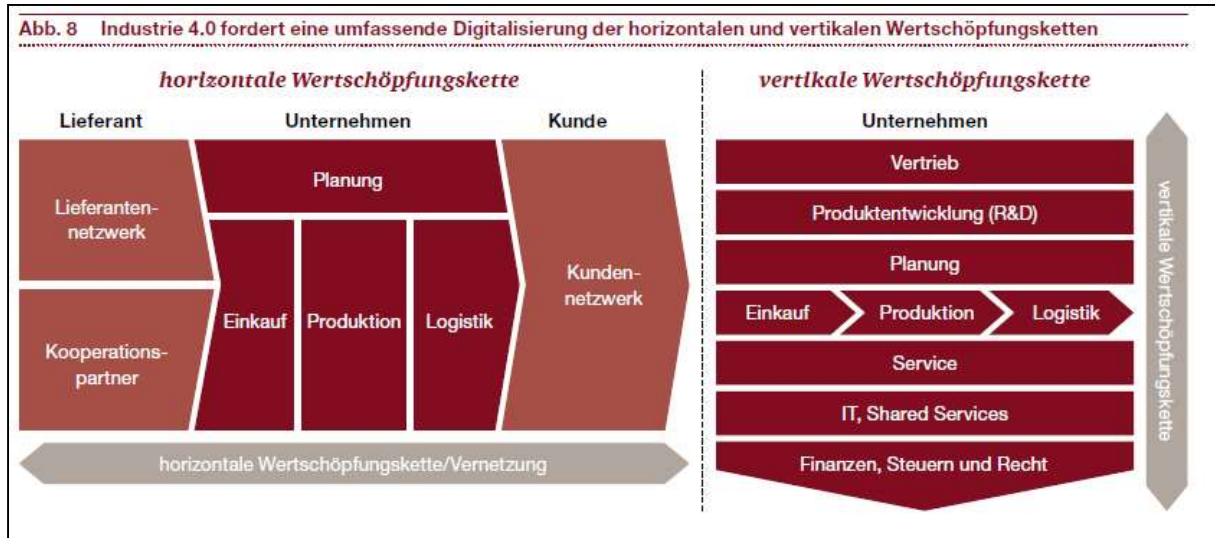


Abbildung 9: horizontale und vertikale Wertschöpfungskette; PwC; 2014

## 2.1. Startschuss für die deutsche Industrie

Auf der Hannover-Messe 2011 stellte die Bundesregierung im Rahmen Ihrer Hightech-Strategie<sup>10</sup> das Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ vor. Die Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft erarbeitete dazu eine Umsetzungsempfehlung. Die Promotorengruppe der Forschungsunion wird vertreten durch Prof. Dr. Henning Kagermann acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften), Prof. Dr. Wolfgang Wahlster (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH) und Dr. Johannes Helbig (Deutsche Post AG).<sup>11</sup>

Die Umsetzungsempfehlung stellt ein Zukunftsbild als Hypothese zur Diskussion. Verschiedene fachliche Perspektiven werden zu einem für den Laien verständlichen Gesamtbild zusammengefasst. Interviews mit Experten der entsprechenden Fachrichtungen werden bewertet und dienen als Grundlage und Diskussionsplattform eines interdisziplinären Erfahrungs- und Wissensaustauschs.<sup>12</sup>

Die Umsetzungsempfehlung wurde 2013 in die Aktionsplattform „Plattform Industrie 4.0“ überführt. Mitglieder der Plattform sind:

<sup>10</sup> <http://www.hightech-strategie.de/>

<sup>11</sup>

[http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/druck\\_einzelseiten\\_290912\\_Bericht.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/druck_einzelseiten_290912_Bericht.pdf)

<sup>12</sup> Vgl. Hightech-Strategie; Zukunftsbild „Industrie 4.0“; BMBF; S.8

Tabelle 1: Mitglieder Plattform Industrie 4.0; eigene Darstellung

<p><b>Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)</b></p>	 <p>Bundesministerium für Bildung und Forschung</p>
<p><b>Branchenverbände (Digitalverband Deutschland) BITKOM</b></p>	
<p><b>VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau)</b></p>	
<p><b>ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie)</b></p>	
<p><b>BDI (Bund Deutscher Ingenieure)</b></p>	
<p><b>VDA (Verband der Automobilindustrie)</b></p>	
<p><b>BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft)</b></p>	
<p><b>Vertreter der IG Metall</b></p>	

<b>Vertreter der Wissenschaft (Fraunhofer Gesellschaft)</b>	 <b>Fraunhofer</b> Gesellschaft
<b>acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften)</b>	 <b>acatech</b> <small>NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE AND ENGINEERING</small>

Ziele der Plattform Industrie 4.0 sind die Sicherung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Produktionsstandortes Deutschland, die Zusammenarbeit an gemeinsamen Standards und die Gestaltung der zukünftigen Zusammenarbeit von Mensch und Maschine.<sup>13</sup> Die Plattform bietet dabei Raum für technologische Perspektiven, bindet Akteure der Industrie in verschiedenen Arbeitsgruppen ein. Die Schirmherrschaft obliegt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung. Die Organisation und Koordination der Plattform Industrie 4.0 erfolgt dabei über die gemeinsame Geschäftsstelle der beiden Branchenverbänden VDMA und ZVEI.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Vgl. Plattform Industrie 4.0; Das Ziel der Plattform; <http://www.plattform-i40.de/i40/Navigation/DE/Plattform/Plattform-Industrie-40/plattform-industrie-40.html>

<sup>14</sup> Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, 2012, S.59

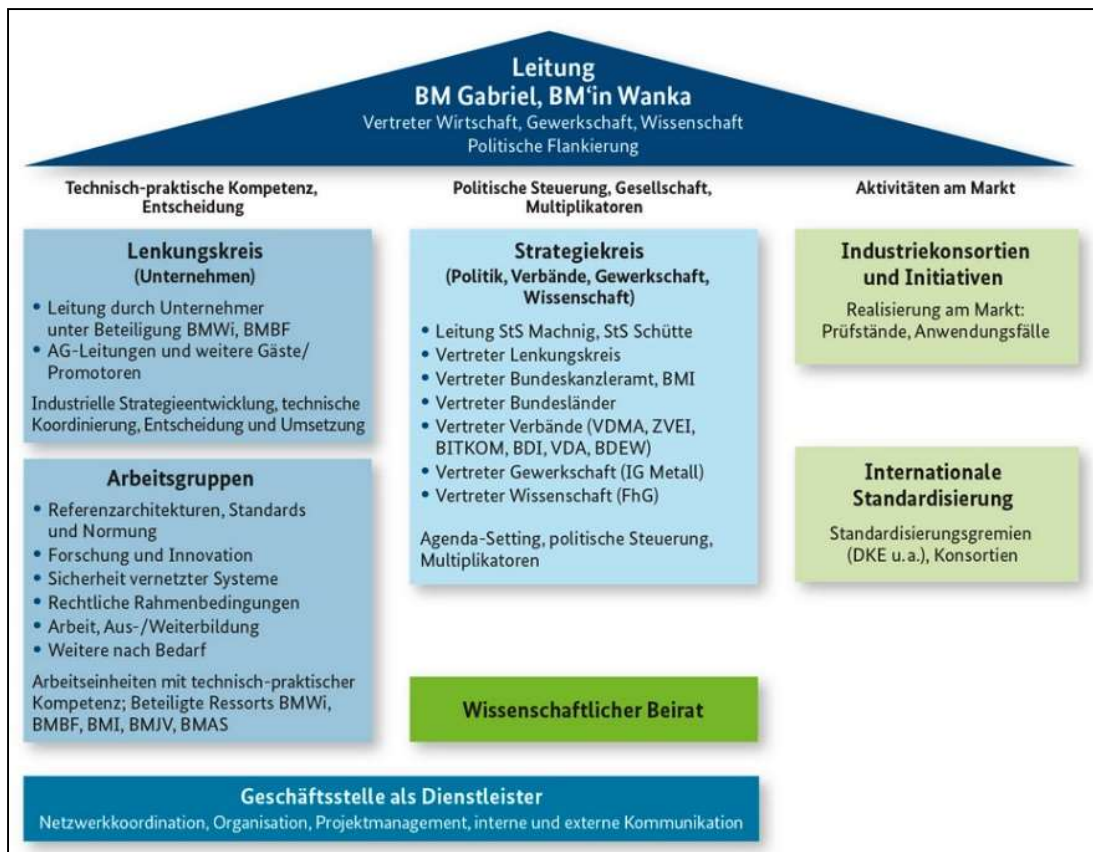


Abbildung 10: Organisationsstruktur "Plattform Industrie 4.0",  
 Quelle: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, 2012, S.60

Die Bundesregierung hat damit eine Plattform geschaffen, die sich dem Thema Industrie 4.0 umfassend widmen soll. Wissenschaft und Technik können somit gemeinsame Lösungen für den Standort Deutschland vorantreiben. Für die Zusammenarbeit wurden verschiedene Arbeitsgruppen gebildet:

### Arbeitsgemeinschaften und Ziele der Plattform<sup>15</sup>

Tabelle 2: Arbeitsgemeinschaften der Plattform Industrie 4.0; eigene Darstellung

<p>AG                  Referenzarchitekturen,                  Standards und                  Normung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeitung des „RAMI 4.0“ (Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0) als lösungsneutrales Referenzarchitekturmodell</li> <li>- Strukturierte Übersicht bestehender Methoden und Ansätze</li> <li>- Identifizieren von Überschneidungen und Lücken in vorhandenen Methoden</li> <li>- Empfehlung für Vorzugslösungen erarbeiten</li> <li>- Minimierung der einzusetzenden Normen und Lösungen</li> <li>- Ansprech- und Dialogpartner aller Interessengruppen</li> <li>- Transparente Kommunikation über Normungs- und Standardisierungsvorgehen</li> </ul>
---	--

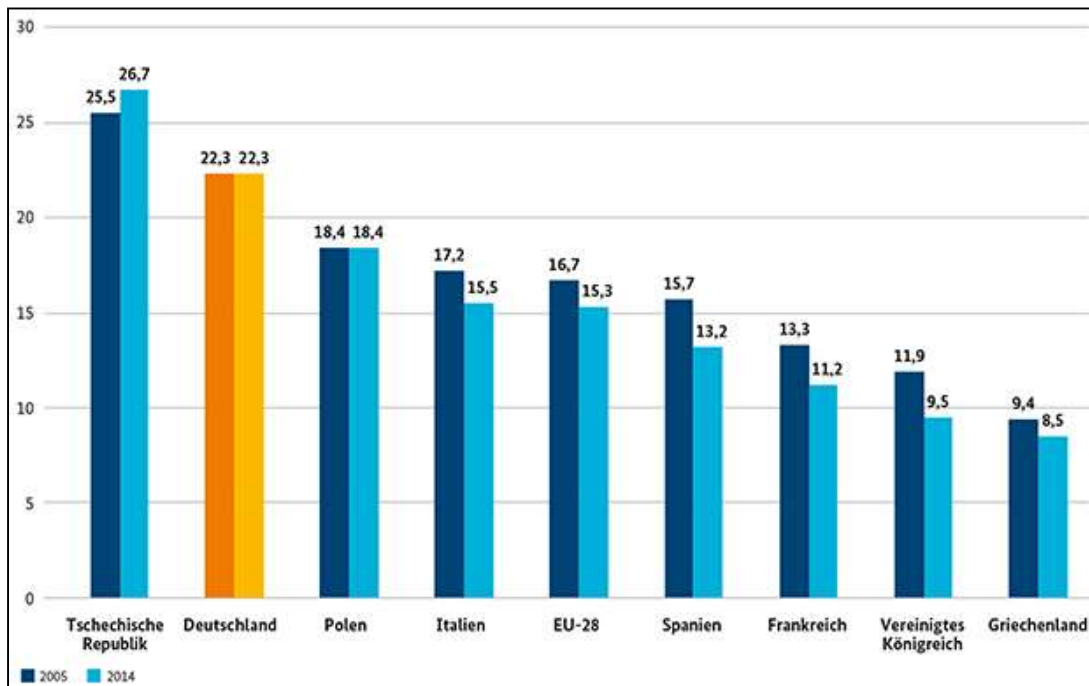
<sup>15</sup> Vgl. Memorandum der Plattform Industrie 4.0, S.12

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationsaustausch nach einem einheitlichen Standard</li> </ul>
AG Forschung & Innovation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ermittlung des Forschungs- und Innovationsbedarfs, um die Industrie 4.0 in Deutschland voran zu bringen</li> <li>- Bewertung aktueller Fallbeispiele</li> <li>- Aktualisierung und Fortschreibung der Forschungs- und Innovations-Roadmap zu Industrie 4.0</li> <li>- Vorstellung von Ergebnissen des Innovations- und Forschungsbedarfs bei nationalen Fördergebern in aufbereiteten Umsatzempfehlungen</li> <li>- Transferstrategien in mittelständischen Unternehmen umsetzen</li> <li>- Anwendungsfälle hinsichtlich ihrer Innovationskraft analysieren und bewerten</li> </ul>
AG Sicherheit vernetzter Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klärung offener Fragen hinsichtlich sicherer Kommunikation und sicherer Identitäten der Wertschöpfungspartner</li> <li>- Detektion von Cyber-Angriffen in der Produktion und deren Implikationen</li> <li>- Schaffung von Vertrauen zwischen den Wertschöpfungspartnern</li> <li>- Kurzleitfaden für die Einführung von „I4.0 Security“</li> <li>- Neue Anforderungen an Wissen und Erfahrung von Mitarbeitern im I4.0-Securitykontext definieren</li> </ul>
AG Rechtliche Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chancen und Risiken von Industrie 4.0 rechtlich bewerten</li> <li>- Als „Enabler“: Unterstützung für die Entwicklung und Umsetzung neuer Standards und Geschäftsmodelle</li> <li>- Aufzeigen von gesetzgeberischer Handlungsbedarf</li> <li>- Weiterentwicklung des heute geltenden Rechts unter dem Gesichtspunkt maschinengesteuerter Kommunikationsfähigkeit</li> </ul>
AG Arbeit, Aus- und Weiterbildung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Akteure von Beginn an in den Veränderungsprozess einbeziehen</li> <li>- Mensch-Maschine-Schnittstellen und -Kooperationen so gestalten, dass sie dem Wohle des Menschen und der Innovationsfähigkeit der Unternehmen dienen</li> <li>- Ausbildung und Qualifizierung in hybriden Tätigkeitsfeldern</li> <li>- Betriebliche Kompetenzentwicklung, prozessorientiertes Lernen und neue Lernformen unterstützen</li> <li>- Rahmenbedingungen für zusammenwachsende Wertschöpfungsnetzwerke schaffen</li> </ul>



### 3. INDUSTRIESTANDORT DEUTSCHLAND

Die deutsche Industrie hat traditionell einen hohen Anteil am Bruttoinlandsprodukt Deutschland (siehe Abbildung). Sie ist geprägt durch einen starken Mittelstand, der sich erfolgreich der Globalisierung gestellt hat. Dem Anpassungsdruck und fortwährendem Strukturwandel konnten die Unternehmen mit Effizienzsteigerungen, Verlagerung arbeitsintensiver Fertigungen und Spezialisierungen auf hochwertige Spezial- und Nischenprodukten begegnen.



Abbildung

11: Anteil der verarbeitenden Industrie am BIP in %;  
Quelle: Eurostat

Deutsche Unternehmen belegen im weltweiten Vergleich stets vordere Plätze. Gerade die leistungsfähigen industriellen Mittelständler haben sich mehrfach als so genannte „hidden champions“ erfolgreich in Marktnischen positioniert.

Die deutsche Industrie besitzt eine herausragende Kompetenz im Bereich der hochwertigen Technologien, zum Beispiel:

- Fahrzeug- und Maschinenbau
- chemischen Industrie
- Elektrotechnik
- Medizin- und Messtechnik

Entsprechend hoch ist der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes an den gesamten internen F&E-Aufwendungen der deutschen Wirtschaft.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Vgl. <http://www.bmw.de/DE/Themen/Industrie/Industrienation-Deutschland/strukturelle-entwicklungen.html>

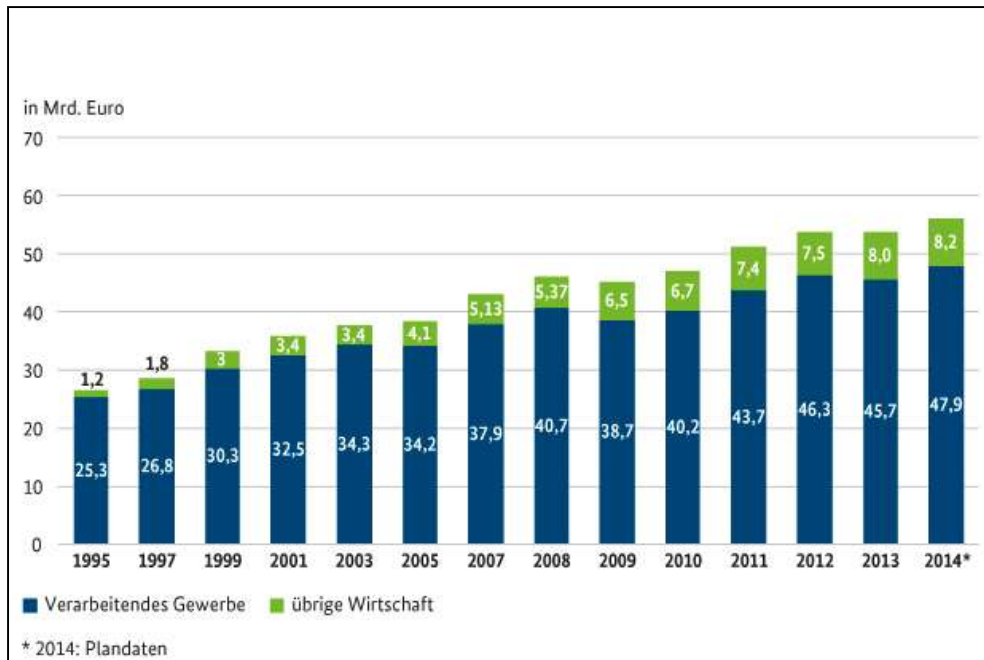


Abbildung 12: Anteil Forschung und Entwicklung in Deutschland;  
Quelle: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft

Obwohl nur jeder fünfte erwerbstätige Deutsche in der Industrie arbeitet (8,1 Mio.)<sup>17</sup>, erwirtschaftet die Branche einen Umsatz von 1.749 Milliarden Euro<sup>18</sup>, welcher mehr als die Hälfte des Bruttoinlandsproduktes (BIP) von 2.915 Mrd. Euro<sup>19</sup> darstellt.

<sup>17</sup> <https://de.statista.com/infografik/3249/erwerbstaetige-in-der-industrie/> (Stand 2013)

<sup>18</sup> <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/241480/umfrage/umsaetze-der-wichtigsten-industriebranchen-in-deutschland/> (Stand 2014)

<sup>19</sup> <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1251/umfrage/entwicklung-des-bruttoinlandsprodukts-seit-dem-jahr-1991/> (Stand 2014)



Abbildung 13: Bruttowertschöpfung in Deutschland 2014; Quelle: statistisches Bundesamt 2014

Im Vergleich der EU stellt Deutschland damit 31% der Bruttowertschöpfung im verarbeitenden Gewerbe.<sup>20</sup>

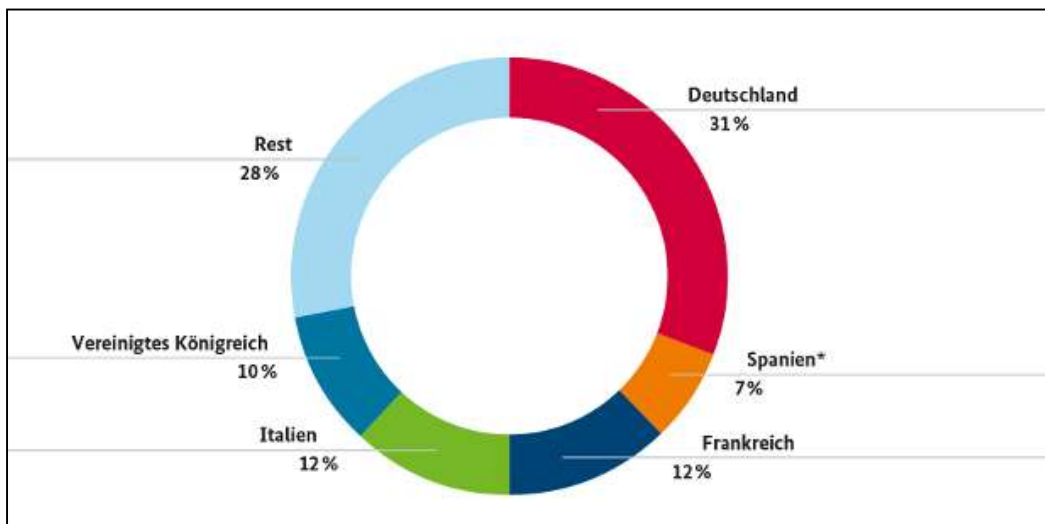


Abbildung 14: Anteil einzelner Länder an der Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes der EU 28, 2014\*; Quelle: Eurostat; Stand: April 2015

Als „Fabrikaurüster der Welt“<sup>21</sup> und Industrienation hat sich Deutschland weltweit einen Ruf erarbeitet, den es zu verteidigen und auszubauen gilt.

<sup>20</sup> <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Industriepolitik/europaeische-industriepolitik.html>

<sup>21</sup> <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Industrienation-Deutschland/industrielle-schlüsseltechnologien,did=337024.html>

### 3.1. Wer braucht Industrie 4.0?

Die deutsche Wirtschaft benötigt neue Möglichkeiten der Produktivitätssteigerung, um die Wettbewerbsfähigkeit in der hochindustrialisierten, aber auch teuren deutschen Volkswirtschaft zu sichern. Der Industriestandort muss sich gegenüber der Billiglohn-Konkurrenz abheben und wieder attraktiver und effektiver werden.

Der zweite große Treiber ist der Kunde. Die Nachfrager wollen zunehmend individuellere Produkte, ohne Abstriche in der Qualität oder dem Preis machen zu müssen. Die Massenproduktion befriedigt immer weniger Kundenwünsche und damit muss die Produktion flexibler und effektiver werden. Der Kunde will wählen können, ohne mehr zu bezahlen.

*„Jeder Kunde kann sein Auto in einer beliebigen Farbe lackiert bekommen, solange die Farbe, die er will schwarz ist.“ (Henry Ford)*

Der Autobauer Ford hat sein T-Model nur in schwarz gefertigt, jeder Ford war gleich. Heute bietet Ford beim Modell F 150 theoretisch 653.687.735.500.800 mögliche Konfigurationsmöglichkeiten – immerhin 12.870 davon werden tatsächlich vermarktet.

### 3.2. Wo steht Deutschland?

Zum Thema Industrie 4.0 haben zwei führende Unternehmensberatungsgesellschaften jeweils eine Studie durchgeführt: PwC im Jahr 2014, McKinsey im Jahr 2015.

#### **PricewaterhouseCoopers AG**

Die Wirtschaftsprüfungsgesellschaft PricewaterhouseCoopers AG (PwC) hat in einer Studie die Herausforderungen und Chancen der Industrie 4.0 für die deutsche Industrie bis zum Jahr 2020 untersucht. Dazu wurden 235 deutsche Industrieunternehmen durch das Marktforschungsinstitut TNS Emnid befragt.

Die befragten Unternehmen lassen sich 5 Branchen zuordnen:

- Maschinen- und Anlagenbau
- Automobilindustrie
- Prozessindustrie
- Elektro- und Elektronikindustrie
- Informations- und Kommunikationsindustrie

Laut PwC ist der Begriff Industrie 4.0 in den Unternehmen angekommen. Von den 235 befragten Unternehmen investieren etwa ein Drittel durchschnittlich 7% ihres Jahresumsatzes in Industrie-4.0- Lösungen, ein Viertel der Befragten sieht noch kein Handlungsbedarf der Investition und gut 40% investieren bis zu 3% in die Industrie 4.0.

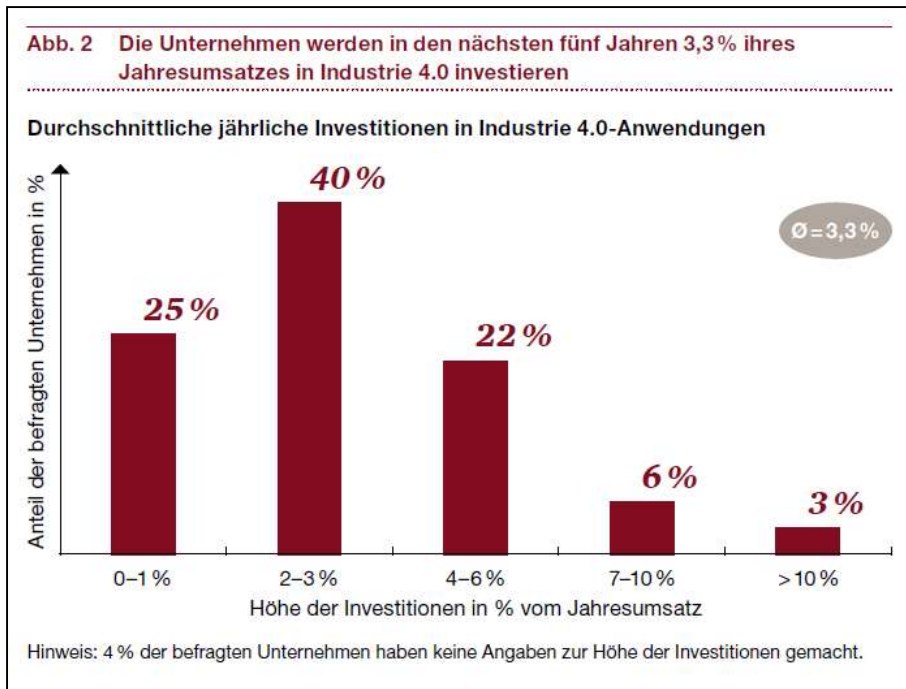


Abbildung 15: Quelle: PwC-Studie 2014

Dabei wird das gesamte Themenfeld der Industrie 4.0 bedient: Digitalisierung, CPS, vernetzter Datenaustausch entlang der Wertschöpfungskette.



Abbildung 16: Quelle: PwC-Studie 2014

Insgesamt werden bis 2020 etwa 40 Milliarden Euro jährlich in die Entwicklung und Etablierung von Industrie-4.0-Lösungen fließen.

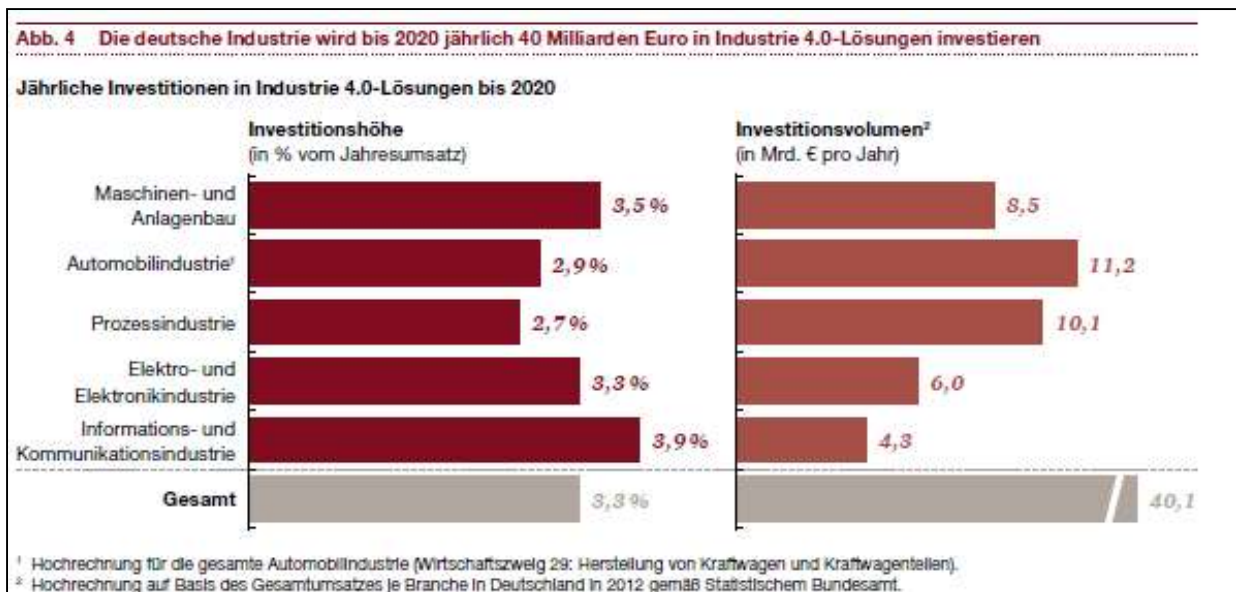


Abbildung 17: Quelle: PwC-Studie 2014

Das Thema Digitalisierung der Wertschöpfungskette spielt dabei eine große Rolle. Bis 2020 wollen 80% der Unternehmen ihre gesamte Wertschöpfungskette digitalisiert haben. Der Grad der Digitalisierung soll dabei in der horizontalen von 24% auf 86% und in der vertikalen von 20% auf 80% steigen.

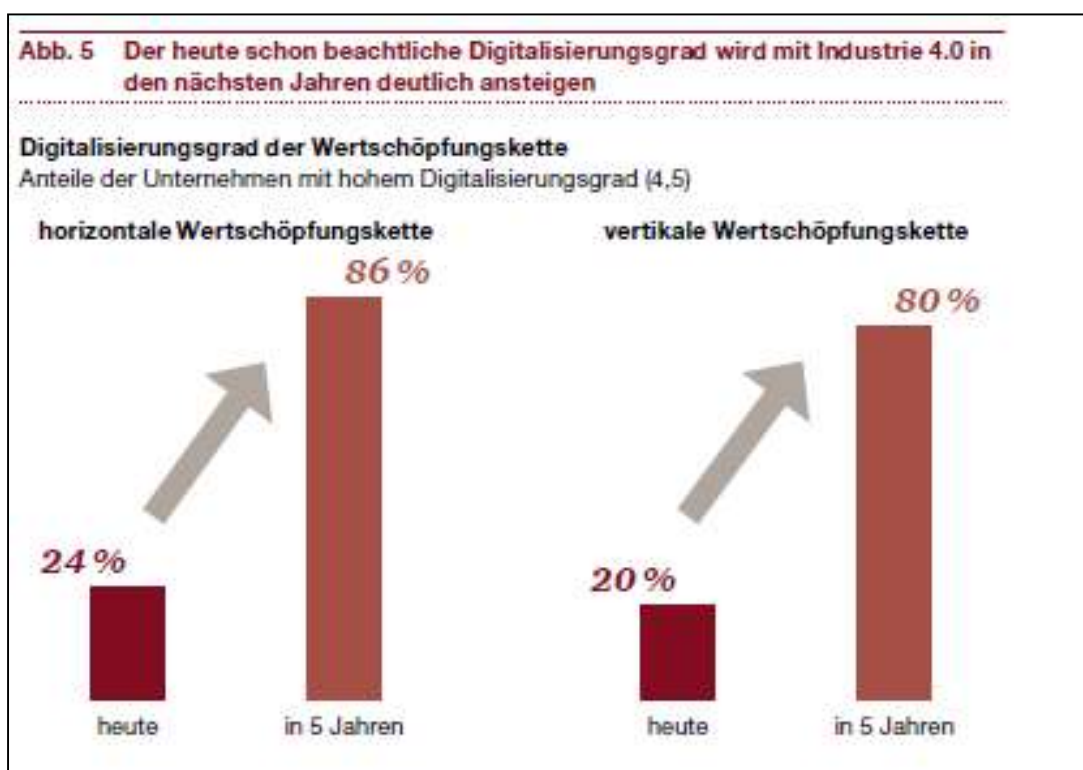


Abbildung 18: Quelle: PwC-Studie 2014

Das Ziel ist in erster Linie die Effizienzsteigerung. Die Unternehmen erhoffen sich eine jährliche Steigerung um durchschnittlich 3,3%. Bis 2020 bedeutet das eine

Effizienzsteigerung um ca. 18%. Einhergehend mit der Effizienzsteigerung wollen die Unternehmen die Kosten um etwa 13,8% senken.

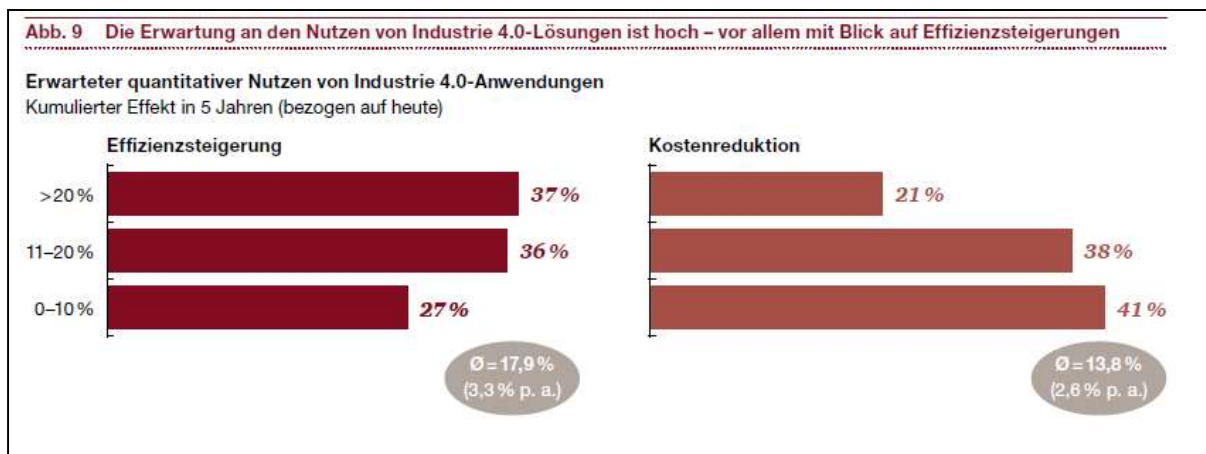


Abbildung 19:Quelle: PwC-Studie 2014

Die Steigerung der Qualität ist ein weiteres großes Ziel der Unternehmen. So erwarten sie qualitative Vorteile durch eine bessere Planung und Steuerung (4,1%), gesteigerte Kundenzufriedenheit (3,8%), größere Flexibilität in der Produktion (3,7%), schnellere Time-to-Market (3,5%), Verbesserung der Qualität der Produkte (3,4%) und eine Steigerung bei der Individualisierung der Produkte (3,3%).

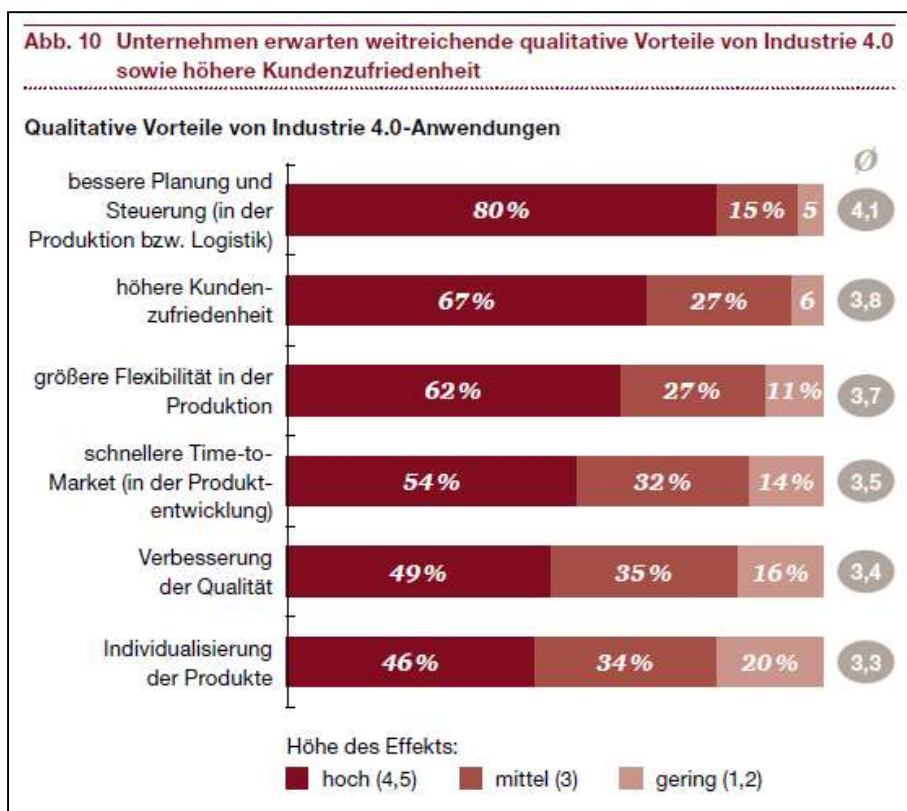


Abbildung 20:Quelle: PwC-Studie 2014

Der Faktor Daten rückt zudem weiter in den Fokus der Unternehmen. Sie erwarten sich durch die Digitalisierung Ihrer Wertschöpfungsketten einen effizienteren Austausch von Daten, eindeutige Kennungen der Produkte, Nutzung von Echtzeitdaten, Datennutzung mit Kooperationspartnern, Echtzeitanalyse Ihrer Daten und die Generierung von zusätzlichen Daten.

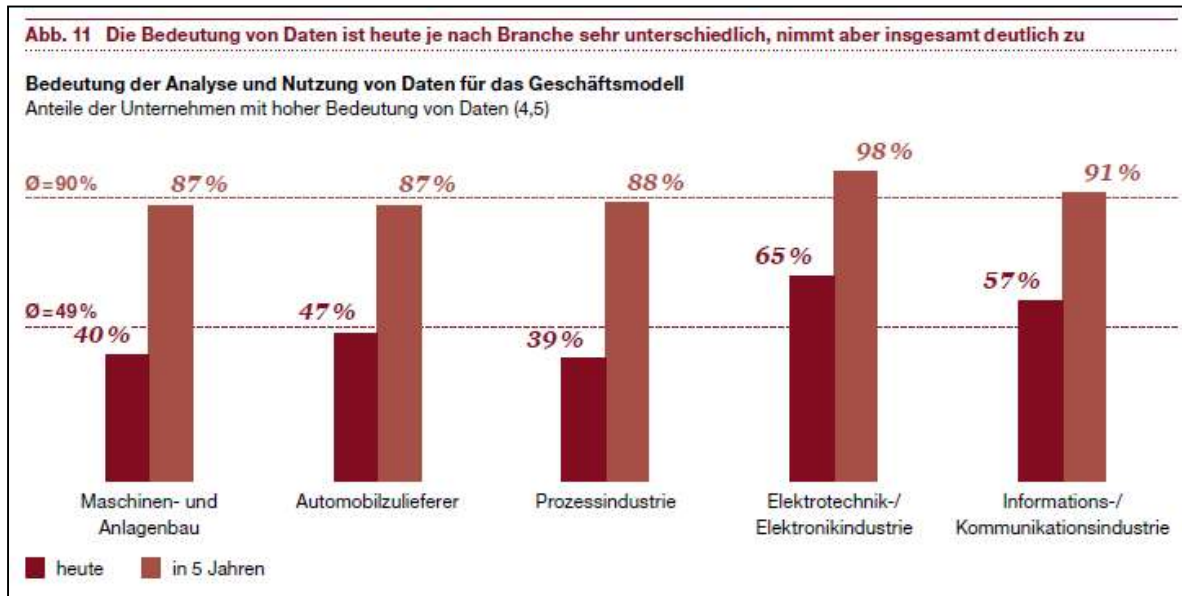


Abbildung 21:Quelle: PwC-Studie 2014

Durch digitale Produkte erwarten die Unternehmen eine Umsatzsteigerung von durchschnittlich 12,5% im Jahr. Die Unternehmen erwarten in den kommenden 5 Jahren eine jährliche zusätzliche Umsatzsteigerung von 30 Mrd. Euro. Bis 2020 ergibt das 150 Mrd. zusätzliche Umsatzsteigerung, was die Industrie 4.0 zu einem maßgeblichen Wachstumsmotor machen würde.

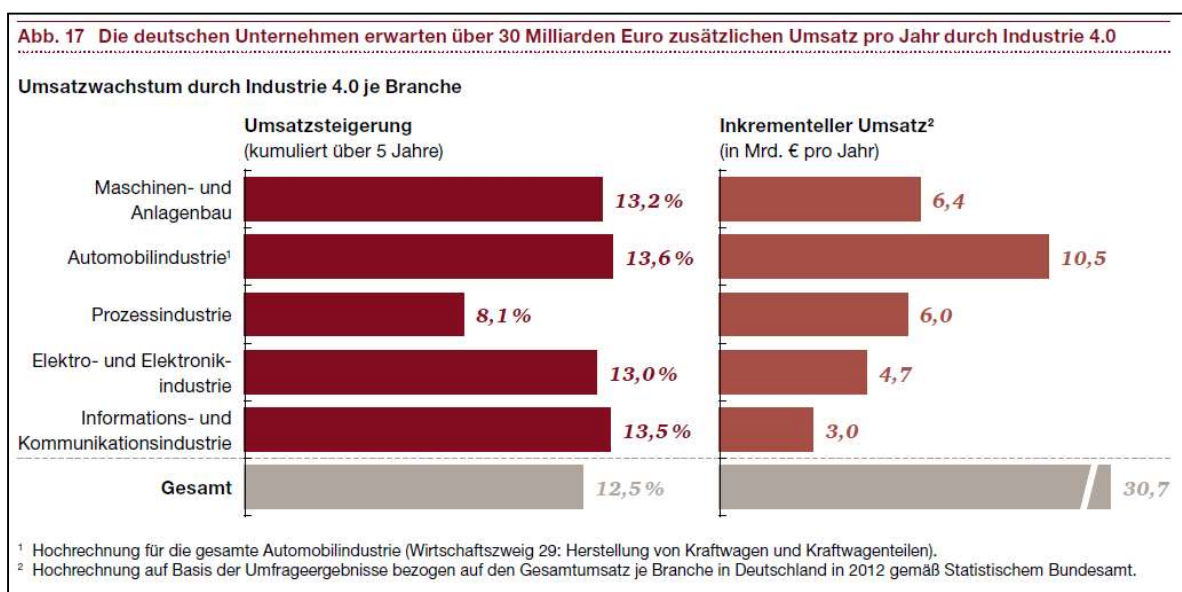


Abbildung 22:Quelle: PwC-Studie 2014



Die PwC-Studie zeigt, dass das Thema Industrie 4.0 in den Unternehmen angekommen ist und es bereits Pläne gibt, wie sich die Unternehmen in Zukunft verändern können. Hauptsächlich zeigt die Studie jedoch, dass sich die Unternehmen mit ihren eigenen Skaleneffekten auseinandersetzen: Welche Vorteile können in der Produktion und in der Effizienz erzielt werden? Wie verändert sich die aktuelle Produktion und Zusammenarbeit entlang der eigenen Wertschöpfungskette? Der branchenübergreifende Blick fehlt jedoch.

### McKinsey & Company

In der Studie der Unternehmens- und Strategieberatung McKinsey&Company aus dem Jahr 2015 wurden 300 Entscheider aus der Industrie in Deutschland, USA und Japan zum Thema Industrie 4.0 befragt. In dieser Studie geht es um die Wahrnehmung der möglichen Veränderungen am Markt.

Daraus geht hervor, dass 6 von 10 deutschen Unternehmen sich gut auf die Industrie 4.0 vorbereitet fühlen.



Abbildung 23: Quelle McKinsey-Studie 2015

Insgesamt nehmen 91% der Befragten die Digitalisierung der industriellen Produktion als Chance für ihr Unternehmen wahr.



Abbildung 24: Quelle McKinsey-Studie 2015

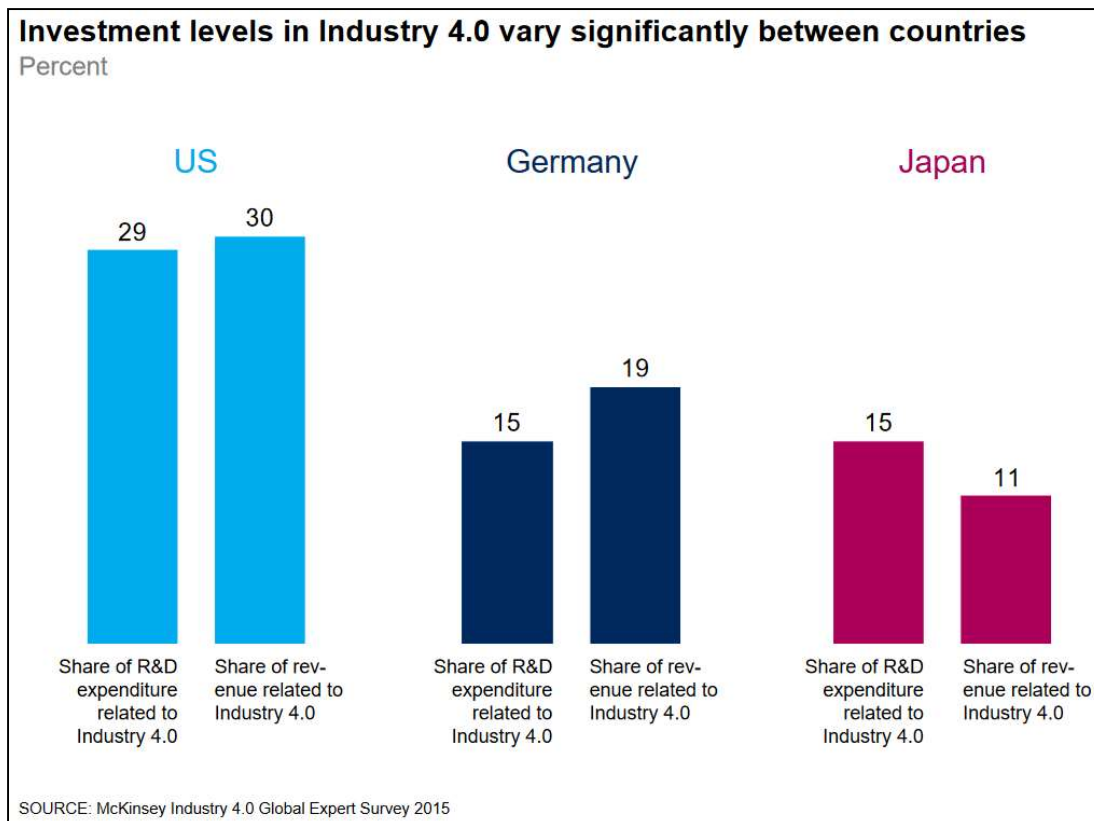
Gut die Hälfte der befragten Firmen nehmen die Konkurrenz aus branchenfremden Bereichen wahr. Hier unterscheiden sich die deutschen Unternehmen deutlich von den USA (92%) und Japan (63%).



Abbildung 25: Quelle McKinsey-Studie 2015

Die Unternehmen erwarten, dass 40-50% ihres Maschinenparks im Zuge der Industrie 4.0 in den kommenden 10 Jahren ausgetauscht werden müssen.

Die deutschen Unternehmen investieren der Studie nach etwa 15% ihres Forschungsetats in zukünftigen Technologien und erhoffen sich damit eine Umsatzsteigerung von 19%. Amerikanische Unternehmen investieren mehr als die Doppelte.



Als größte Hindernisse auf dem Weg zur Industrie 4.0 werden von den befragten Unternehmen das Wissen der Mitarbeiter, Datensicherheit und einheitliche Datenstandards gesehen. Gut die Hälfte (57%) aller Unternehmen würde ihre Systeme outsourcen, aus Datenschutzgründen jedoch nur innerhalb Deutschlands (81 Prozent) oder Europas (33 Prozent).



Abbildung 26: Quelle McKinsey-Studie 2015

Die deutsche Industrie erhofft sich von der vierten industriellen Revolution primär Produktivitäts- und Kostenvorteile. Die notwendigen Schritte und die Entwicklung der Weltwirtschaft wurden zumindest erkannt und werden beobachtet. Welche Voraussetzungen für die Industrie 4.0 genutzt werden und welche noch verbessert werden müssen, soll im nächsten Kapitel betrachtet werden.

### 3.3. Wie gut ist Deutschland vorbereitet?

Deutschland ist politisch gut auf das Thema Industrie 4.0 vorbereitet. Die Bundesregierung hat mit der Digitalen Agenda und der Plattform Industrie 4.0 alle relevanten Bereiche für die Zukunft zusammengebracht.

Die technischen Voraussetzungen für die Industrie 4.0 sind so günstig wie nie zuvor. Rechenleistung und Rechenkapazität sind in Zeiten von Cloud-Computing beliebig skalierbar. Die Preise für Rechenleistung, ob in der eigenen Server-Farm oder als Software-as-a-Service (SaaS), sind niedrig. Die nahezu fehlende Beschränkung bei der Baugröße von „Rechnern“ im Bereich der eingebetteten Systeme führt zu immer kleineren, intelligenten Modulen.

Die Wirtschaft kann heute mit vergleichsweise geringem finanziellem Aufwand eine leistungsstarke IT-Infrastruktur schaffen und die Nutzung von Cloud-Services trägt zu einer ökonomischeren Nutzung der vorhandenen Rechenleistung bei. Für ein leistungsfähiges Geflecht aus SaaS, Cloud-Computing und Echtzeitanalysen fehlt es noch an flächendeckenden Lösungen und Regelungen.

Es gibt allerdings einige Baustellen, die in der Infrastruktur, Bildung und Ausrichtung auf die Industrie 4.0 angegangen werden müssen.

#### **Breitbandausbau**

In der Rangliste der schnellsten Internetverbindungen weltweit liegt Deutschland auf Rang 24 (von 180) – deutlich hinter Ländern wie Lettland, Ungarn oder Rumänien.<sup>22</sup>

In Ballungsgebieten und Stadtzentren werden Glasfaserleitungen mit einer Leistung von 100 Mbit/s und schneller inzwischen Standard.

---

<sup>22</sup> Akamai; State of the Internet; 2015

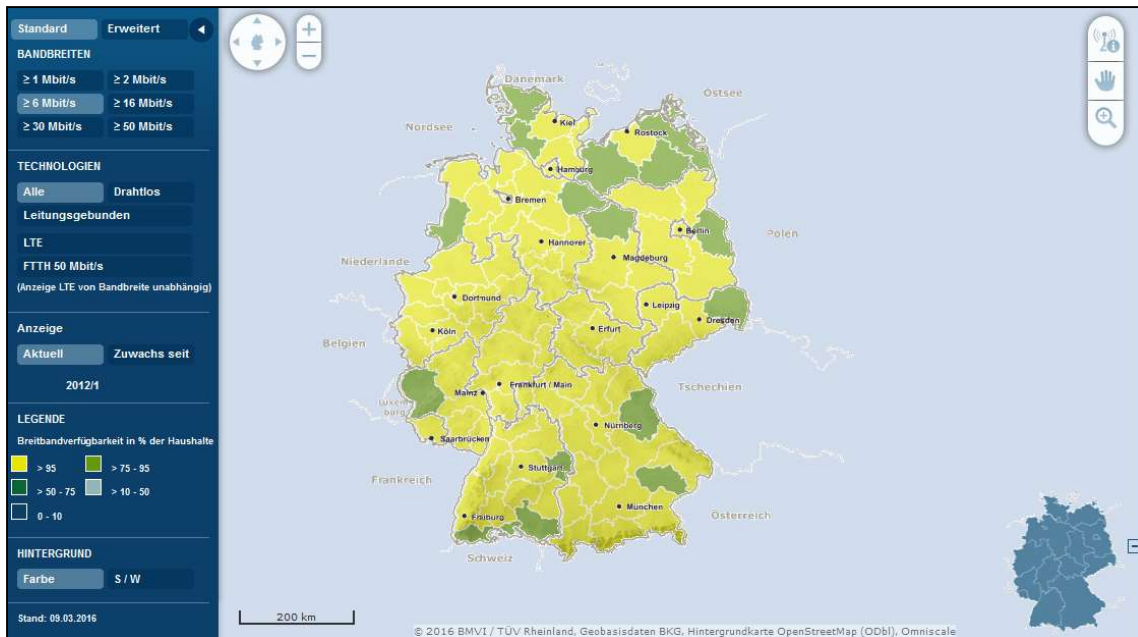


Abbildung 27: Breitbandausbau Deutschland 6 Mbit/s; Quelle: [www.zukunft-breitband.de](http://www.zukunft-breitband.de)

Die Industriezentren und der ländliche Raum hingegen kämpfen oftmals noch mit dem Ausbau des Breitbandes. Hier sind Geschwindigkeiten von unter 6 MBit/ s keine Seltenheit.

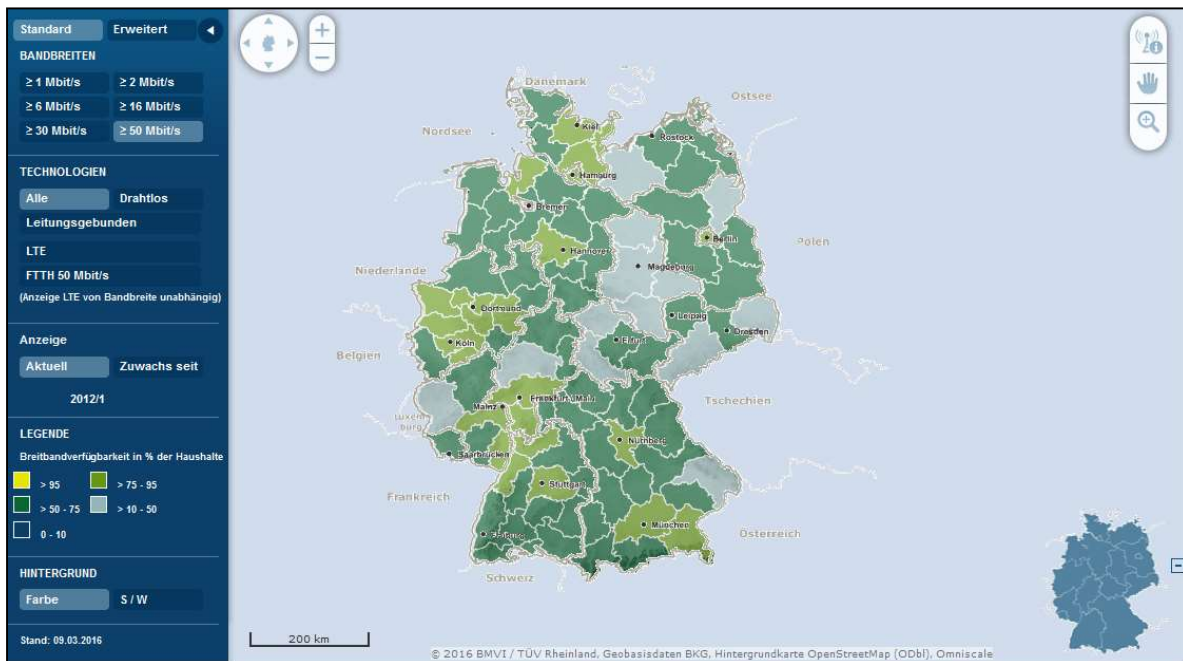
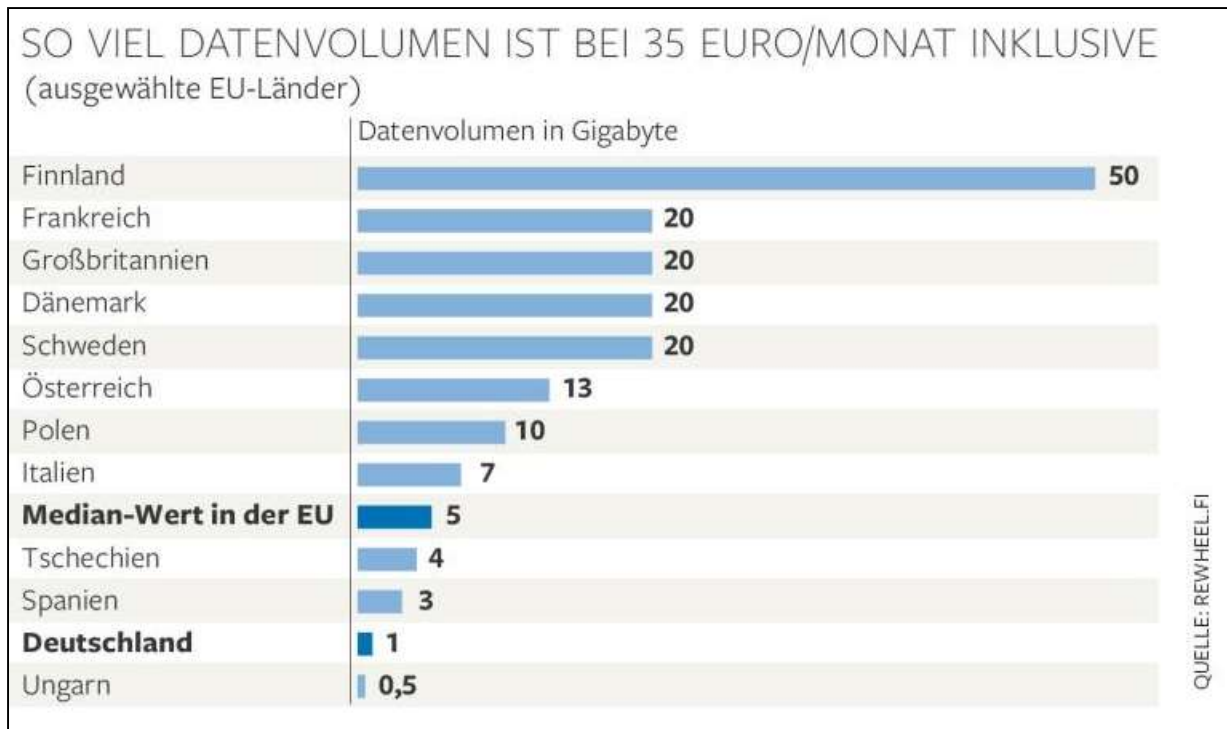


Abbildung 28: Breitbandausbau Deutschland 50 Mbit/s; Quelle: [www.zukunft-breitband.de](http://www.zukunft-breitband.de)

Die Bundesregierung hat unter [www.zukunft-breitband.de](http://www.zukunft-breitband.de) eine Roadmap veröffentlicht.

In fast keinem anderen Land der EU muss man so viel für mobiles High-Speed-Volumen zahlen wie in Deutschland. In Finnland bekommt man 50-mal so viel Datenvolumen pro Euro als bei uns, in Frankreich 20-mal so viel.<sup>23</sup>



Mitte 2015 war der Begriff „Industrie 4.0“ noch 88% der Deutschen fremd.<sup>24</sup>

Deutschland muss gerade bei der Infrastruktur der Industrie 4.0 noch nachbessern. Im europaweiten Vergleich liegen wir im Ausbau des Breitbandinternets, der Geschwindigkeit und den Kosten teilweise weit hinter anderen Staaten zurück.

### Ausbildung und Anwender der Industrie 4.0

Die Zukunft der Industrie 4.0 liegt nicht nur in der Digitalisierung der Fabriken, sondern bedarf auch fähigen Anwendern. Der Mensch spielt in der Industrie 4.0 eine wichtige Rolle. Er ist nicht nur Aufsichtsperson, sondern muss die Prozesse aktiv gestalten und gegebenenfalls korrigierend eingreifen. Um den Menschen für die Arbeit der Zukunft optimal vorzubereiten, müssen neue Ausbildungsinhalte geschaffen werden.

„Deutschland liegt bei der Internetkompetenz auf Rang 27 (von 31 untersuchten Ländern). Gerade einmal 38% der Internetnutzer werden gute bis mittlere Kenntnisse bescheinigt.“<sup>25</sup> (Untersuchung Bitkom/ Eurostat)

Jeder junge Mensch in Deutschland kann fast selbstverständlich mit einem Smartphone oder moderner Unterhaltungselektronik umgehen. Die Untersuchung von Bitkom zeigt jedoch, dass gezielten Aufgabenstellungen im Internet fast zwei Drittel aller Deutschen (62%) nicht gewachsen sind. Lediglich ein Drittel der Deutschen ist in der Lage, das Internet als Kommunikationsmittel gezielt einzusetzen, z. B. für den gesicherten Datenaustausch,

<sup>23</sup> Rewheel; 2015

<sup>24</sup> IfD Allensbach; 2015

<sup>25</sup> Bitkom/ Eurostat, 2015

Internetdienste für bestimmte Aufgaben zu konfigurieren oder für die länderübergreifende Datenbearbeitung und Validierung.

Die Nutzung von Diensten im Internet außerhalb der Befragung von Google muss daher deutlich besser in die Grundausbildung deutscher Schüler und Auszubildenden verankert werden.

Um dem demografischen Wandel und dem erhöhten Fachkräftebedarf Rechnung zu tragen, hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Debatte gestartet, die Integration von Flüchtlingen und Einwanderern in den Arbeitsmarkt zu erleichtern. Die Einwanderung von qualifizierten Fachkräften soll dabei gezielt gestärkt werden.

Der Ausbau des Breitbandinternets und die Inkompetenz im Umgang mit dem Internet sind deutliche Hemmnisse für die erfolgreiche Nutzung und dem Aufbau des Internet der Dinge und damit der Industrie 4.0.

### **Datennutzung**

Die anfallenden Daten in der digitalisierten Wertschöpfungskette der Unternehmen werden bisher nur zu rund einem Prozent genutzt. Hier kann noch erhebliches Potential nutzbar gemacht werden. Anwendungsbereiche wären beispielsweise die softwaregestützte, präzise Wartungsvorhersage und die Produktivitätssteigerung.

Industrie 4.0 bietet die Möglichkeit, alle Kostenpositionen im Unternehmen zu überprüfen und softwaregestützt zu optimieren.



Abbildung 29: mögliche Datenverwendung IoT; Hochschule Hof; 2015

Weitere Faktoren die für die Zukunft beachtet werden müssen<sup>26</sup>:

#### 1. **Technologiekosten**

Für flächendeckende Verbreitung müssen die Kosten für Basis-Hardware weiter fallen (Sensoren, RFID, Energieversorgung der Devices).

#### 2. **Interoperabilität / Kompatibilität**

Nach McKinsey können ohne kompatible Schnittstellen mind. 40% des Potentials nicht realisiert werden. Wir brauchen offene Standards.

#### 3. **Organisation und Kompetenzen**

Verknüpfung der IT-Kompetenzen, anderer Stellenwert der IT-Abteilungen, Aufbau von Digitalisierungs-KnowHow in allen Abteilungen.

#### 4. **Privacy / Datenschutz / Datensicherheit**

Vertrauen der „Datenurheber“ in die Sicherheit und die Art der Verwendung der Daten. Bislang fehlt auch ein gesellschaftliches Konzept für Datenschutz – bzw. für den Wert und den Schutz der „Datenidentität“.

#### 5. **Politische Weichenstellung**

Bestimmte Anwendungen benötigen politische Wegbereitung – z.B. selbstfahrende Autos, GoogleGlass?

<sup>26</sup> Faktoren der Zukunft; McKinsey; 2015



## 4. INDUSTRIE 4.0 IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Neben Deutschland sind es vor allem die USA, China und Indien, die an der Weiterentwicklung der Industrie 4.0 arbeiten.

Die IT-Kompetenz spielt dabei eine große Rolle. Wer in der Lage ist, die industrielle Produktion mit der eigenen IT-Kompetenz zu verknüpfen, hat die besten Chancen, im Zeitalter der Industrie 4.0 eine führende Rolle einzunehmen.

Überblick zu den internationalen Aktivitäten<sup>27</sup>:

### 4.1. Europäische Union

In der EU wird der Schwerpunkt Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) mit insgesamt 9 Milliarden Euro gefördert. Innerhalb des Forschungsprogramms IKT werden einige grenzüberschreitende Initiativen zur Implementierung des Internets der Dinge in die industrielle Produktion gefördert.

Siemens und auch SAP leiten Projekte zu den Themen Industrie der Dinge (IoT@Work), Manufacturing and Production Automation, CPS und Smart Factory. Die Ergebnisse werden in das nächste Rahmenforschungsprogramm „Horizon 2020“ (2014-2020) überführt. Horizon 2020 ist mit einem geplanten Umfang von 80 Milliarden Euro und bislang 17 Forschungsinitiativen das weltweite größte Förderprogramm im Bereich Forschung und Innovation.

Die Europäische Kommission versteht Industrie 4.0 auch als Möglichkeit, umweltfreundliche und sozial nachhaltige Produkte zu fördern. Neue Technologien sollen helfen, wirtschaftliche und ökologisch nachhaltige Wertschöpfungsketten aufzubauen.

Speziell für den Bereich der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) wurde die Initiative „ICT Innovationen für produzierende KMU“ (I4MS) geschaffen. Hierbei werden die KMU dabei unterstützt, Informations- und Kommunikationstechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu testen und zu implementieren. Die notwendige Expertise zur Verbesserung der Fähigkeiten wird den an der Initiative teilnehmenden KMUs bei Bedarf vom Kompetenzzentrum gestellt.

### 4.2. USA

Die US-amerikanische Regierung unter Obama ist bestrebt, die Produktion in die USA zurückzuverlagern. Dabei steht die Schaffung neuer Arbeitsplätze vor allem im Maschinenbau im Fokus. Die Regierung Obama hat dazu einige Initiativen ins Leben gerufen, um Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gemeinsam an der Zukunft der Industrie 4.0 arbeiten zu lassen.

Mit dem AMP (Advanced Manufacturing Partnership) wurde eine Plattform vergleichbar mit der Plattform Industrie 4.0 in Deutschland gegründet. Dort werden Handlungsempfehlungen erarbeitet, um die amerikanische Wirtschaft weltweit wettbewerbsfähiger zu machen und die Investitionen in amerikanischen Produktionsstätten zu erhöhen. Die Regierung stellt dazu Forschungs- und Entwicklungsmittel in Höhe von 2,2 Milliarden Dollar bereit.

---

<sup>27</sup> Vgl. BMBF und acatech; Umsatzempfehlung Industrie 4.0, 2013

Die USA fördern und forschen bereits seit 2006 an CPS und Internet-der-Dinge-Lösungen. Das NITRD-Programm (Networking and Information Technology Research and Development), dem 18 Forschungsagenturen angehören, koordiniert die Forschung in verschiedenen IT-Domänen, unter anderem auch im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion und Informationsverwaltung. Im Jahr 2011 stand dem NITRD dafür ein Budget von über 3 Milliarden US-Dollar zur Verfügung.

Neben den staatlich initiierten Plattformen wird das staatliche Standardisierungsinstitut NIST (National Institute of Standards and Technology) mit 100 Millionen Dollar gefördert.

### 4.3. China

Die Volksrepublik China verfolgt in erster Linie das Ziel, die Abhängigkeit von ausländischen Technologien zu reduzieren, und strebt die weltweite Technologieführerschaft an. In China stehen für diese Bemühungen 1,2 Billionen Euro zur Verfügung: Subventionen als Anreiz der Angebots- und Nachfragesituation, Steuererleichterungen und weitere Zuschüsse im Bereich der „Strategischen Industrien“. Damit will China erreichen, dass der Anteil an Forschung & Entwicklung am Bruttoinlandsprodukt um 0,5% auf 2% gesteigert werden kann.

Das Internet der Dinge wird in China seit 2010 durch das IoT-Center und eine jährliche Konferenz zu diesem Thema begleitet. China forscht im Bereich IoT, CPS und Automatisierung. Dazu werden bis 2015 etwa 800 Millionen US-Dollar in die IoT-Industrie investiert.

### 4.4. Indien

In Indien wird die Innovationsförderung im Bereich CPS und IoT zentral gesteuert. Im staatlichen Fünfjahresplan 2012-2017 wird eine Erhöhung der staatlichen und privaten Investitionen im Bereich der Forschung und Entwicklung mit 2% der Wirtschaftsleistung festgeschrieben. Laut einer Zebra Tech Company Studie<sup>28</sup> sind indische Unternehmen bei der Einführung und Anwendung von IoT-Technologie im internationalen Vergleich führend.

Auch deutsche Firmen sind an Indiens Innovationsforschung beteiligt. So hat Bosch unter der Schirmherrschaft des Ministeriums für Kommunikation und Informationstechnologie das Projekt „Cyber-Physical Systems Innovation Hub“ gestartet. Das Projekt beschäftigt sich unter anderem mit humanoider Robotik. Bosch gründete zudem das Centre for Research CPS in Bangalore.

Auch die Fraunhofer Gesellschaft engagiert sich in Indien. Gemeinsam mit indischen Spitzenforschungszentren forschen sie an einem optimalen Forschungs- und Arbeitsumfeld für IT-Spezialisten der Zukunft.

Deutschland beteiligt sich mit 22,8 Milliarden Euro an diesen Projekten. Die Beteiligung in Indien soll zukünftig auch im Bereich Industrie und Wissenschaft durch Forschungsaufträge unterstützt werden.

---

<sup>28</sup> Vgl. CXO today News Desk: Indian CIOs keep on adopting Internet of Things, 11. Oktober 2012

## 4.5. Industriestandards

Auf der Suche nach neuen Industriestandards setzt die Plattform Industrie 4.0 auf einen internationalen Dialog. Da die Voraussetzungen der digitalisierten Industrieprozesse in vielen weltweiten Industrieregionen ähnlich sind, setzt man bei der Entwicklung von Lösungen auf gegenseitiges Lernen. Die Plattform Industrie 4.0 unterstützt dabei den internationalen Erfahrungsaustausch.

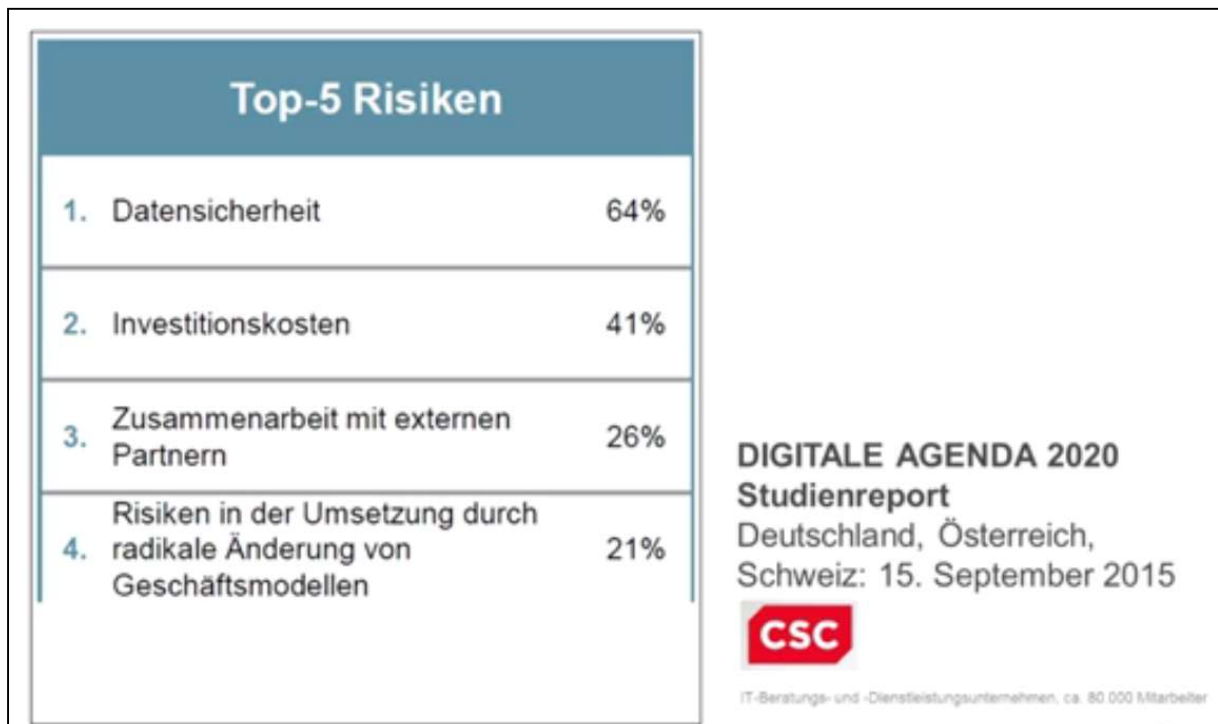
Deutschland bringt hierzu den Entwurf des Industriestandard RAMI als Vorschlag in den Dialog ein. RAMI ist ein lösungsneutrales Referenzarchitekturmodell, das in Deutschland und der EU zum Einsatz kommen könnte. Für die Umsetzung sind allerdings weitere internationale Kooperationen notwendig.

Die USA hat im internationalen Austausch eine Initiative zur Gestaltung der digitalen Wirtschaft geschaffen. Mit dem Industrial Internet Consortium (IIC) sollen globale Partnerschaften zwischen führenden Industrieunternehmen durch Best Practices unterstützt werden.

Neben dem IIC existiert auch das Industriekonsortium OPC Foundation, welches sich ebenfalls mit internationalen Standards auseinandersetzt.

## 5. RISIKEN DER INDUSTRIE 4.0

Durch die Digitalisierung sind nicht nur klassische Berufsbilder bedroht, sondern Themen wie Datensicherheit, Zukunftsblindheit oder disruptive Geschäftsmodelle spielen eine große Rolle.



## 5.1. Faktor Mensch

Die Veränderung der Berufsbilder durch die Digitalisierung ist unausweichlich. Als der PC in die Unternehmen Einzug gehalten hat, änderte sich die Art und Weise der Dokumentenbearbeitung und Aufbewahrung. Mit dem Internet konnten Daten innerhalb kürzester Zeit um den Erdball geschickt werden. Mit der Digitalisierung der Industrie nehmen Computer-Systeme Einfluss auf die Fertigung, Logistik, Vertrieb oder auch die Wartung. Diesen Schritt müssen zukünftige Arbeiter gehen können. Die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine wird allgegenwärtig, Arbeitsschritte zwischen zwei Maschinen werden direkt vollzogen. Maschinenparks kennen den idealen Ablauf und wissen, wann Sie gewartet oder repariert werden müssen. Der Mensch muss nur noch planen, beaufsichtigen, analysieren und reagieren.

## 5.2. Datensicherheit

In Sachen Datensicherheit halten sich gerade deutsche Unternehmen von Cloud-Anwendungen fern. Die Datenwolke (Cloud) wird in Deutschland als großer Unsicherheitsfaktor wahrgenommen.

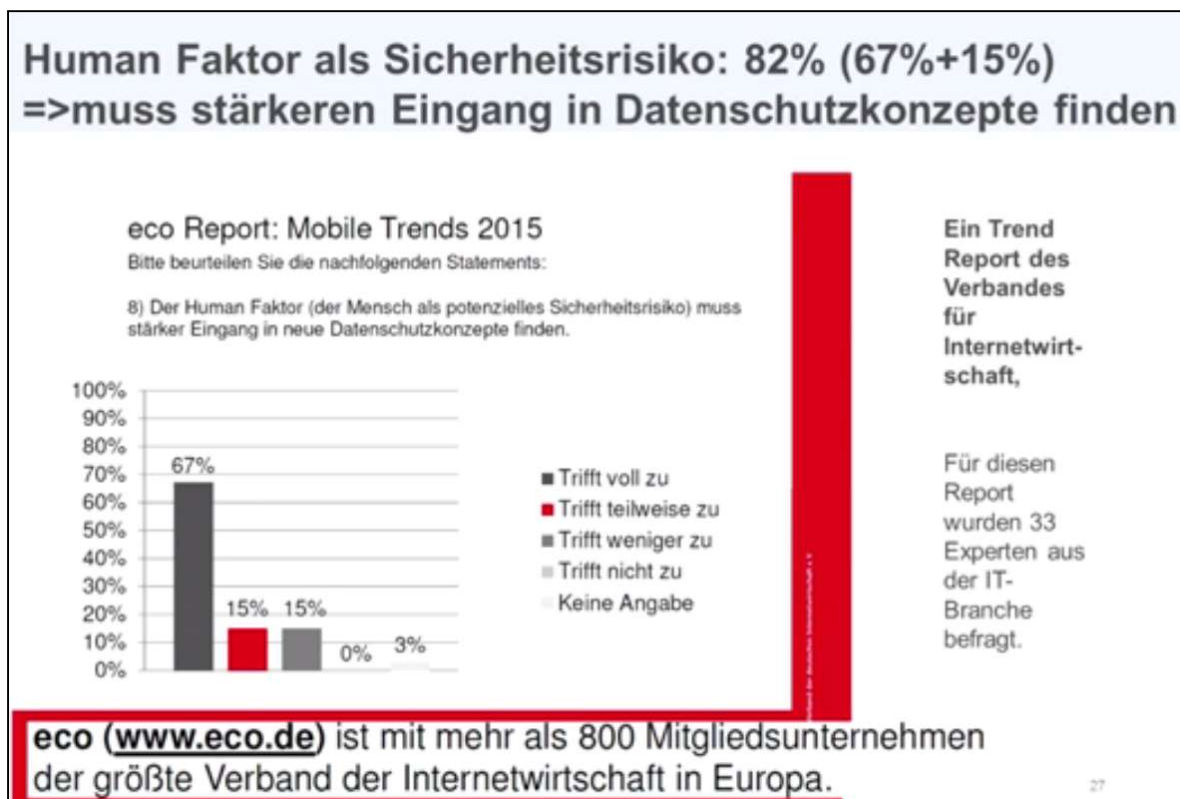


Die Unternehmen vertrauen Cloud-Lösungen und Cloud-Anbietern nur bedingt. Sie haben Bedenken bei der Verschlüsselung ihrer Daten, der Sicherheit der Datenübertragung, Zugang zu den Daten oder auch gesetzliche Bedenken aufgrund des Serverstandorts.

Beim Thema Datensicherheit spielt auch wieder der Mensch eine große Rolle. Der Schutz der eigenen Daten ist nur so gut, wie der Mensch als Schnittstelle sicher ist. Durch so genanntes Social-Engineering können Mitarbeiter in sensiblen Bereichen als Zugang zum Unternehmen missbraucht werden.

Ein anderer Weg ist die Verteilung von Trojanern oder anderer Ad-Ware in Form von USB-Sticks, gefälschten E-Mails oder Downloads. Über den Weg des Social-Engineerings ist es relativ einfach, auf sensible Systeme zu gelangen. Der Faktor Mensch wird so lange beeinflusst, bis sich eine ausnutzbare Schwachstelle ergibt.

Der Verband eco hat zu diesem Thema 33 Experten aus der IT-Branche befragt und herausgefunden, dass zumindest die IT-Abteilungen den Faktor Mensch als hochgradige Gefahr einstufen.



### 5.3. Investitionen

Dem deutschen Mittelstand geht es gut und die Auftragsbücher sind voll. Die Notwendigkeit, sich dem Thema Industrie 4.0 anzunehmen, ist damit nicht dringend gegeben. Solange das Unternehmen mit seinen bisherigen Prozessen Geld verdient, wird nur bedingt in notwendige Veränderungen investiert.

Die Digitalisierung findet allerdings statt und wartet nicht auf ein Unternehmen. Wer sich nicht mit Neuerungen am Markt beschäftigt, wird irgendwann vom Markt überholt oder sogar abgehängt.

Laut der oben genannten McKinsey- und PwC-Studien ist das Thema Industrie 4.0 zwar in den Unternehmen angekommen, die Investitionen in Deutschland halten sich allerdings in Grenzen. Die zu erwartenden Veränderungen sind in erster Linie auf das eigene Unternehmen gerichtet.

Da es dem Industriestandort Deutschland gut geht, werden die Investitionen verhältnismäßig klein gehalten und eher in die Verbesserung der aktuellen Abläufe gesteckt.

### 5.4. Veränderung der Geschäftsmodelle

Die radikale Veränderung von bestehenden Geschäftsmodellen durch die Industrie 4.0 ist bei wenigen Unternehmen auf der Agenda. Disruptive Geschäftsmodelle können eine ganze

Branche verändern. Diese Geschäftsmodelle werden in der Industrie allerdings weder offiziell betrachtet noch beachtet.

Die Beispiele von Uber (Taxivermittlung ohne eigene Taxis), Facebook (Medienportal ohne eigene Inhalte) oder Alibaba (Logistikanbieter ohne eigene Lagerräume) zeigen jedoch, dass klassische Geschäftsmodelle von branchenfremden Marktneulingen schnell und tiefgreifend verändert werden. Sie verdrängen Anbieter auf dem entsprechenden Markt, weil Sie ein neues Konzept verfolgen, das die bisherigen Marktführer nicht für möglich gehalten haben.

In der Industrie könnte der 3D-Druck eine dieser disruptiven Veränderungen sein. Klassische Fertigung von Maschinenteilen, Werkzeugen, Ersatzteilen oder ganzen Produkten wird sich durch den 3D-Druck komplett verändern. Anbieter von 3D-Druckern sind in der Lage, Bauteile individueller, kostengünstiger, schneller und näher zu produzieren. Die Lieferketten werden verkürzt oder sogar abgeschafft. Ein 3D-Drucker kann verschiedene Produkte nacheinander fertigen, ohne dass es einen Umbau am Drucker selbst geben muss.

Ein Beispiel für Umgestaltung einer Branche durch den 3D-Druck ist die Fertigung von Ersatzteilen in der Automobilindustrie. Bisher müssen Ersatzteile über einen gewissen Zeitraum vorgehalten werden. Entweder man produziert im Voraus und lagert entsprechende Bauteile ein oder man behält die Produktionsstraße für den entsprechenden Zeitraum bei. Durch den Einsatz von 3D-Druckern verändert sich diese Situation grundlegend. Sobald ein Ersatzteil benötigt wird, wird der digitale Bauplan für die Fertigung freigegeben, auf Wunsch individualisiert und direkt vor Ort produziert.

## FAZIT

Die Bemühung der deutschen Regierung und der Wirtschaftsverbände, den Industriestandort Deutschland in die nächste industrielle Revolution zu tragen, sind enorm. Die geschaffene Plattform Industrie 4.0 bildet die Grundlage der Bemühungen, gemeinsame Fortschritte und Standards zu schaffen und abzubilden. Die Bemühungen gehen dabei über die nationalen Grenzen hinaus, so gibt es Kooperationen mit China, Indien und den USA.

Die Studien der Unternehmens- und Strategieberatungen McKinsey & Company, PricewaterhouseCoopers, der Branchenverbände Bitkom und VDI und der Fraunhofer Gesellschaft zeigen, dass das Thema Industrie 4.0 zwar in den Unternehmen angekommen ist, die Herangehensweise und die Vorbereitung auf das Thema fallen indes sehr unterschiedlich aus.

Deutschland hat die Chance, eine führende Rolle in der vierten industriellen Revolution zu spielen. Dazu müssen neben dem organisatorischen Rahmen allerdings noch grundlegende Herausforderungen gestemmt werden. Breitbandausbau, Abbau gesetzlicher und bürokratischer Hürden, Aufklärung in den Unternehmen und die bessere Integration der Themenschwerpunkte der Industrie 4.0 in die Bildungssysteme.

Die politische Plattform ist vorhanden. Jetzt muss untersucht werden, welche Maßnahmen ergriffen werden können, um die Unternehmen noch schneller und zielgerichteter die vierte industrielle Revolution „Industrie 4.0“ zu realisieren.

Der Breitbandausbau und die Investitionsbereitschaft der Unternehmen müssen deutlich vorangetrieben werden und die Ausbildung zukünftiger Anwender der Industrie 4.0 muss verbessert werden.

Im globalen Verständnis muss die Zusammenarbeit bei den Standards und Zielen intensiviert werden, um bis 2020 selbstgesteckte Ziele erreichen zu können.

## LITERATURVERZEICHNIS

- 4.0, A. I. (April 2013). *Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*. S. 105-112.
- 4.0, P. I. (5. Juli 2013). <http://www.plattform-i40.de>. Von <http://www.plattform-i40.de/blog/was-industrie-40-für-uns-ist> abgerufen
- acatech. (2012). *Agenda CPS. Integrierte Forschungsagenda - Cyber-Physical Systems*. (a. – D. Technikwissenschaften, Hrsg.) Berlin: acatech. Abgerufen am August 2015 von [http://www.fortiss.org/fileadmin/uploads/projects/agendaCPS\\_Studie.pdf](http://www.fortiss.org/fileadmin/uploads/projects/agendaCPS_Studie.pdf)
- Acatech. (2014). *Neue Chancen für unsere Produktion*.
- acatech. (Juni 2015). *acatech*. Von acatech: <http://www.acatech.de/de/ueber-uns/profil.html> abgerufen
- Acatech. (April 2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Springer.
- acatech, F.-I. (2012). *agendaCPS*. Springer.
- BITKOM. (Juni 2015). *www.bitkom.org*. Von BITKOM: <http://www.bitkom.org> abgerufen
- BITKOM. (Juni 2015). *www.bitkom.org*. Von <http://www.plattform-i40.de/hintergrund/potenziale> abgerufen
- BMBF. (April 2015). *BMBF, Zukunftsbild „Industrie 4.0“*. Von [http://www.bmbf.de/pubRD/Zukunftsbild\\_Industrie\\_40.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/Zukunftsbild_Industrie_40.pdf) abgerufen
- BMBF. (Juni 2015). *Bundesministerium für Bildung und Forschung*. Von BMBF: <http://www.bmbf.de/de/9072.php> abgerufen
- BMBF. (April 2015). *Bundesministerium für Bildung und Forschung: Hightech-Strategie*. Von <http://www.bmbf.de/de/25161.php> abgerufen
- BMWi. (2015). *Industrie 4.0: Digitalisierung der Wirtschaft*. Von <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/industrie-4-0.html> abgerufen
- BMWi. (April 2015). *www.bmwi.de*. Von *Industrie 4.0: Digitalisierung der Wirtschaft*: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/industrie-4-0.html> abgerufen
- Bosch. (April 2015). *www.bosch-si.com*. Von Bosch: <https://www.bosch-si.com/de/internet-der-dinge/iot/iot.html> abgerufen
- Bundesregierung. (Juni 2015). *Hightech Strategie*. Von <http://www.hightech-strategie.de> abgerufen
- Ciit-owl. (Juni 2015). <http://www.ciit-owl.de>. Von <http://www.ciit-owl.de>: [http://www.ciit-owl.de/uploads/media/Jasperneite\\_Niggemann\\_edi\\_09\\_S.36-44.pdf](http://www.ciit-owl.de/uploads/media/Jasperneite_Niggemann_edi_09_S.36-44.pdf) abgerufen
- Gabler Wirtschaftslexikon. (2015). (S. G. Verlag, Herausgeber) Abgerufen am August 2015 von <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2046932906/cyber-physische-systeme-v1.html>



- Gabler, W. (April 2015). *Wirtschaftslexikon Gabler*. Von <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/industrie-4-0.html> abgerufen
- <http://www.produktion.de/automatisierung/industrie-4-0-smarte-produkte-und-fabriken-revolutionieren-die-industrie/>. (Juni 2015). <http://www.produktion.de/>. Von <http://www.produktion.de/automatisierung/industrie-4-0-smarte-produkte-und-fabriken-revolutionieren-die-industrie/> abgerufen
- Industrie4.0, A. (April 2015). Abschlussbericht zur Umsatzempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Deutschland. Von Vgl.: Umsatzempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0; Abschlussbericht Arbeitskreis Industrie 4.0; April 2013 abgerufen
- Industrie4.0, P. (Juni 2015). *Plattform Industrie 4.0*. Von Plattform Industrie 4.0: <http://www.plattform-i40.de/hintergrund/potenziale> abgerufen
- Intel. (Juni 2015). *Andree Kommunikation*. Von <http://andree-kommunikation.de/marketing-im-internet-der-dinge-oder-die-magie-der-information/> abgerufen
- ktel. (Juni 2015). <http://www.ktel.de>. Abgerufen am 17. März 2015 von <http://www.ktel.de/news/industrie-4-0>
- Magazine, W. (Mai 2015). *Wired.com*. Von Wired.com: <http://archive.wired.com/wired/archive/12.07/shoppers.html> abgerufen
- Metall, I. (Mai 2015). [www.igmetall.de](http://www.igmetall.de). Von IG Metall: [http://netkey40.igmetall.de/homepages/hamburg\\_forum/start\\_forum/industrie\\_40\\_2013\\_04.html](http://netkey40.igmetall.de/homepages/hamburg_forum/start_forum/industrie_40_2013_04.html) abgerufen
- PT-IT. (Juni 2015). <http://www.pt-it.pt-dlr.de/de/3069.php>. Von <http://www.pt-it.pt-dlr.de/de/3069.php>: <http://www.pt-it.pt-dlr.de/de/3069.php> abgerufen
- Technikfolgenabschätzung Ubiquitäres Computing und Informationelle Selbstbestimmung*. (Juli 2006). TAUCIS.
- VDI. (April 2013). Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus der Sicht der Automation.
- VDMA. (Juni 2015). *VDMA*. Von VDMA: <http://www.vdma.org/article/-/articleview/6656392> abgerufen
- Weiser. (Mai 2015). *Ubiq.com*. Von Ubiq.com: <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html> abgerufen
- Weiser, M. (1991/ 1993). The Computer for the 21st Century, Scientific American. In M. Weiser, *Scientific American* (S. 1991 S. 66-75/ 1993. S. 75-84). Scientific American.
- ZVEI. (Juni 2015). *ZVEI*. Von ZVEI: <http://www.zvei.org/Verband/Organisation/Seiten/default.aspx> abgerufen