



Volker P. Andelfinger  
Till Hänisch *Hrsg.*

# Industrie 4.0

Wie cyber-physische Systeme  
die Arbeitswelt verändern

---

## Industrie 4.0

---

Volker P. Andelfinger · Till Hänisch  
(Hrsg.)

# Industrie 4.0

Wie cyber-physische Systeme  
die Arbeitswelt verändern



Springer Gabler

*Herausgeber*

Volker P. Andelfinger  
Palatinus Consulting  
Annweiler, Rheinland-Pfalz, Deutschland

Till Hänisch  
Wirtschaftsinformatik, DHBW Heidenheim  
Heidenheim, Deutschland

ISBN 978-3-658-15556-8  
DOI 10.1007/978-3-658-15557-5

ISBN 978-3-658-15557-5 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnetet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2017

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

---

## Geleitwort

Wir erleben im Moment eine Aufbruchstimmung, die uns den Kater der (immer noch nicht bewältigten) Finanzkrise vergessen lässt und auch davon abhält, uns Sorgen um weitere nach wie vor ungelöste globale Probleme wie Kriege, Flucht oder Klimawandel zu machen. Diese Aufbruchstimmung hat einen Namen: Industrie 4.0.

Eine Allianz von Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und auch Gewerkschaften treibt in ungewohnter Einigkeit die dazu erforderlichen Techniken, Methoden und Prozesse mit gewaltiger Energie voran. Schließlich erwartet man durch die komplette Vernetzung der Produktions- und Logistikprozesse eines gesamten Wirtschaftsraumes Kostenvorteile, Flexibilität, Schnelligkeit, Kundenorientierung und Wettbewerbsvorteile in bisher nicht gekanntem Ausmaß.

In der Euphorie über die offensichtlichen Potenziale dieser „digitalen Revolution“ dürfen jedoch nicht die Risiken vergessen oder verdrängt werden – wie in der Pharmazie hat selbstverständlich jede neue Technik, die positive Hauptwirkungen hat, auch neue Nebenwirkungen, mit denen man sich beschäftigen muss:

Das sind zunächst an sich erwünschte, übliche und wirtschaftssystemkonforme Wirkungen, die jetzt aber in ihrer Konsequenz systemkritisch werden. Das Einbringen von Kapital eines chinesischen Investors in einen deutschen Hersteller von Industrierobotern beispielsweise stärkt dieses Unternehmen. Die Beteiligung gefährdet aber durch einen möglichen Daten- und Know-how-Abfluss nicht nur dieses Unternehmen, sondern auch die mit ihm vernetzten Kundenunternehmen sowie die damit wiederum vernetzten Unternehmen. Weder unser Wirtschafts- noch unser Kartellrecht sind darauf vorbereitet.

Manche Wirkungen sind unerwünscht, werden aber als Kollateralschäden in Kauf genommen. Unternehmen mit unzureichender Netzanbindung sind plötzlich nicht mehr konkurrenzfähig oder sehen sich einer bisher außerhalb der Reichweite liegenden Konkurrenz gegenüber, die über die bessere Vernetzung vom Prozess her näher gerückt ist. Was auf Unternehmensebene stattfindet, gilt gleichermaßen auf der Mitarbeiterebene; auch dort werden Menschen aus dem Arbeitsplatzraster fallen und Arbeitsplätze wegautomatisiert. Unser gesamtes Wirtschafts- und Arbeitsförderungssystem muss neu überdacht werden.

Manche Auswirkungen sind unerwünscht und dürfen keinesfalls in Kauf genommen werden. Für Cyberkriminelle wird es immer interessanter, leichter und auch lukrativer, in dieser global vernetzten Welt mit wenigen gezielten Angriffen das Gesamtsystem zu gefährden. Die zunehmende Optimierung beseitigt zwar immer mehr „störende“ Redundanzen in Produktions- und Logistikprozessen, macht das stark vernetzte Gesamtsystem aber immer anfälliger gegen Angriffe. Die bisherige IT-Sicherheitstechnologie, die sich primär um die technische Sicherheit einzelner Systeme und Verbindungen kümmert, muss einer kybernetischen Netzsicherheit- und Stabilitätstechnologie Platz machen.

Letztlich – und auch das kennt man in der Pharmazie und zwar unter dem Begriff „Rebound Effect“ – gewöhnt man sich natürlich gerne an die oben genannten Vorteile einer optimierten Produktion und Logistik. Wenn dann das System aufgrund einzelner fehlerhafter Systemkomponenten still steht, ist man schlechter gestellt als vorher. Da wären dann Fallback- bzw. Notfall-Systeme oder zumindest Plan-B-Konzepte notwendig – wobei diese aber wiederum zusätzliche Kosten verursachen, die man ja gerade durch die Vernetzung einsparen wollte.

Ebenso wie wiederum in der Pharmazie ist auch bei Industrie 4.0 der Aufwand zur Vermeidung der Nebenwirkungen ungleich höher als der Aufwand zur Realisierung der Hauptwirkungen. Aber die Nebenwirkungen müssen in jedem Fall vermieden werden, wenn der Patient gesund bleiben oder werden will. Das vorliegende Buch ist der Beipackzettel für Industrie 4.0; es zeigt die Wirkungen, aber auch die Nebenwirkungen auf und gibt gleichzeitig wertvolle Hinweise zur Vermeidung oder mindestens zur Kontrolle und Beobachtung der Nebenwirkungen. Es ist beileibe kein technikfeindliches und schon gar kein paranoides Buch, sondern ein Buch, das hilft, das Wirtschaftssystem gesund und am Leben zu halten. Ich wünsche ihm viele interessierte Leser, die mithelfen, dieses System nicht zum Patient werden zu lassen.

Pfuhl, Deutschland

Prof. Dr. Hans Jürgen Ott

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	1
	Volker P. Andelfinger	
<b>2</b>	<b>Grundlagen Industrie 4.0</b> .....	9
	Till Hänisch	
<b>3</b>	<b>Industrie 4.0 – eine industrielle Revolution?</b> .....	33
	Nina Barthelmäis, Daniel Flad, Tobias Haußmann, Till Kupke, Sven Schneider und Katja Selbach	
<b>4</b>	<b>Mögliche Veränderungen von System-Architekturen im Bereich der Produktion</b> .....	57
	Ansgar Burger, Andreas Lang und Yannis Müller	
<b>5</b>	<b>Integration 4.0 – Anwendungsintegration im Zeitalter der Cloud</b> .....	69
	Kevin Fauser, Andreas Ott, Lukas Böhm und Simon Wiedemann	
<b>6</b>	<b>Predictive Maintenance – Integration und Kommunikation im Automobilsektor</b> .....	83
	Jan Matzkovits, Sascha Saumer, Fabian Steinbach, Marvin Zielke und Jürgen Seitz	
<b>7</b>	<b>IT-Sicherheit in der Industrie 4.0</b> .....	91
	Till Hänisch und Stephan Rogge	
<b>8</b>	<b>Visualisierung der IT-Sicherheitslage</b> .....	99
	Thomas Klaiber, Matthias Kühner, Marcel Maier und Sascha Ziegler	
<b>9</b>	<b>Die zweite Verteidigungslinie – Cyber-Versicherung – Versicherungsschutz für Risiken aus der Sphäre von Industrie 4.0</b> .....	111
	Heinz Lomen	

<b>10 Analyse von Ansätzen zur Kundenintegration bei „Mass Customization“-Konzepten . . . . .</b>	<b>137</b>
Julia Glaß, Oliver Jagenow, Kai Kuckein, Alexander Klemm, Tobias Ruttmann und Jürgen Seitz	
<b>11 Gesellschaftliche Veränderungen – wenn Menschen und Maschinen zu Konkurrenten werden . . . . .</b>	<b>149</b>
Volker P. Andelfinger	
<b>12 Digital Leadership – die Führungskraft im Zeitalter von Industrie 4.0 . . .</b>	<b>165</b>
Günther Wagner	
<b>13 Wandel des klassischen Büroarbeitsplatzes . . . . .</b>	<b>215</b>
Jan Niebauer und Adrian Riemath	
<b>14 Welche neuen Arbeitsbereiche entstehen in der Industrie 4.0 . . . . .</b>	<b>229</b>
Wendelin Hermann, Markus Jasch, Manuel Jung, Andreas Marte und Simon Schuster	
<b>15 Auswirkungen von Industrie 4.0 auf das Anforderungsprofil der Arbeitnehmer und die Folgen im Rahmen der Aus- und Weiterbildung . . .</b>	<b>239</b>
Thomas Hermann, Sandra Hirschle, David Kowol, Julian Rapp, Ulrike Resch und Johannes Rothmann	
<b>16 Verarmt durch Industrie 4.0 die Gesellschaft? Ein Stimmungsbild . . . . .</b>	<b>255</b>
Thomas Kögel, Michael Kohn und Thomas Wimmer	
<b>17 Industrie 4.0 – ein Ausblicksversuch . . . . .</b>	<b>267</b>
Volker P. Andelfinger und Till Hänisch	

---

## Über die Herausgeber

**Volker P. Andelfinger** arbeitet seit Anfang 2009 als Unternehmensberater. Er befasst sich seit einigen Jahren mit Trend- und Zukunftsforschung, modernen Technologien, vorrangig Internet der Dinge und Innovation. Er arbeitet außerdem als Keynote-Speaker, als freier Fachjournalist und Buchautor. Als Dozent unterrichtet er an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg in Heidenheim und Karlsruhe und der FH Zweibrücken/BA des Saarlandes.

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.palatinus-consulting.eu](http://www.palatinus-consulting.eu)

**Prof. Till Hänsch** ist von Haus aus Physiker und lehrt an der DHBW Heidenheim im Studiengang Wirtschaftsinformatik. Seine Schwerpunkte in Forschung und Lehre sind das Internet der Dinge, Big Data und flexible Datenmodelle.

Weitere Informationen finden Sie unter: <http://www.tillh.de>

# Einführung

1

Volker P. Andelfinger

## Zusammenfassung

Industrie 4.0 und Digitalisierung sind, je nach Branche, die Megathemen unserer Zeit. Kaum eine Veröffentlichung, kaum eine Tagung, kaum ein Newsletter kommt aktuell ohne diese Themen aus. Auch die Hannover-Messe stand im Zeichen von Industrie 4.0: „Mit der diesjährigen HANNOVER MESSE hat Industrie 4.0 endgültig den Durchbruch in der Welt geschafft“, sagt Dr. Friedhelm Loh, Vorsitzender des Austellerbeirats der HANNOVER MESSE. „Die Aussteller haben mehr als 400 echte Industrie 4.0 Show-Cases auf der Messe präsentiert und damit das Leitthema ‚Integrated Industry Discover Solutions!‘ in beeindruckender Weise mit Leben erfüllt. Jetzt geht es darum, diese Lösungen zu implementieren und die Geschäftsmodelle zu verdeutlichen.“ Genauso sahen das auch der US-Präsident Barack Obama und die Bundeskanzlerin Angela Merkel, die gemeinsam reichlich Zeit auf der Hannover-Messe verbrachten. Man müsste den Eindruck gewinnen, Industrie 4.0 sei die Lösung für die Probleme dieser Welt. Die Schattenseiten bleiben dabei meistens ausgeblendet. Und ob Industrie 4.0 damit bereits den Durchbruch geschafft hat, ist vielleicht noch etwas verfrüht zu sagen.

Industrie 4.0 und Digitalisierung sind, je nach Branche, die Megathemen unserer Zeit. Kaum eine Veröffentlichung, kaum eine Tagung, kaum ein Newsletter kommt aktuell ohne diese Themen aus. Auch die Hannover-Messe stand im Zeichen von Industrie 4.0: „Mit der diesjährigen HANNOVER MESSE hat Industrie 4.0 endgültig den Durchbruch in der Welt geschafft“, sagt Dr. Friedhelm Loh, Vorsitzender des Austellerbeirats der

---

V.P. Andelfinger (✉)  
Palatinus Consulting, Annweiler, Deutschland  
E-Mail: vpa@palatinus-consulting.eu

HANNOVER MESSE. „Die Aussteller haben mehr als 400 echte Industrie 4.0 Show-Cases auf der Messe präsentiert und damit das Leitthema ‚Integrated Industry Discover Solutions!‘ in beeindruckender Weise mit Leben erfüllt. Jetzt geht es darum, diese Lösungen zu implementieren und die Geschäftsmodelle zu verdeutlichen.“ Genauso sahen das auch der US-Präsident Barack Obama und die Bundeskanzlerin Angela Merkel, die gemeinsam reichlich Zeit auf der Hannover-Messe verbrachten. Man müsste den Eindruck gewinnen, Industrie 4.0 sei die Lösung für die Probleme dieser Welt. Die Schattenseiten bleiben dabei meistens ausgeblendet. Und ob Industrie 4.0 damit bereits den Durchbruch geschafft hat, ist vielleicht noch etwas verfrüht zu sagen.

Mit diesem Buch wollen wir das Thema etwas anders angehen. Zu Beginn des Integrationsseminars in der Wirtschaftsinformatik an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg in Heidenheim, aus dem dieses Buch entstanden ist, waren wir noch skeptisch. Die Vermutung war, dass sich die Studierenden, genau wie die meisten anderen auch, recht euphorisch auf die faszinierenden technologischen Möglichkeiten von Industrie 4.0 stürzen würden. Sie von Themen zu begeistern, die sich mit den Auswirkungen auf die Zahl und Qualität von Arbeitsplätzen befassen, oder gar mit gesellschaftlichen Diskussionen, wie die Wertschöpfung, die sich mit Industrie 4.0 zweifelsohne erhöhen wird, zukünftig verteilt werden soll, schien uns zunächst schwierig.

Aber da haben wir uns getäuscht. Das vorliegende Buch befasst sich sogar in weiten Teilen mit den Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Arbeitsplätze, die Gestaltung von Arbeitsplätzen, die Qualifikationen, die Menschen zukünftig mitbringen müssen, um in dieser digitalisierten Welt zu bestehen oder wie sie ausgebildet werden müssen, bis hin zu aktuellen Fragestellungen wie etwa ein bedingungsloses Grundeinkommen.

Ein vollständiger Überblick über Industrie 4.0 ist in einem einzelnen Buch kaum machbar. Wir sind uns sicher, dennoch die wichtigsten Facetten beleuchten zu können. Mit einer grundlegenden Darlegung von Industrie 4.0 wird direkt nach dieser Einführung Till Hänisch beginnen. Damit erhalten Sie als Leser dieses Werkes einen ersten Überblick.

Im Zusammenhang mit Industrie 4.0 wird regelmäßig über eine Revolution gesprochen. Daher auch die 4.0. Die erste und eigentliche industrielle Revolution Ende des 18. Jahrhunderts brachte mit Dampfmaschinen und maschinellen Webstühlen tatsächlich eine revolutionäre Umwälzung mit sich. Die Arbeit der Menschen veränderte sich gravierend. Menschen, die zuvor auf dem Land lebten und arbeiteten, oder in Handwerksbetrieben und kleinen Manufakturen, wanderten in Städte ab und fanden – nicht unbedingt leichte – Arbeit in Fabriken, die es so zuvor nicht gab. Maschinen lieferten Kraft und Energie, die völlig andere Produktionsformen zuließ, als dies zuvor mit reiner Menschenkraft oder der Kraft von Pferden und anderen Tieren möglich war. Die Verhältnisse, in denen die Menschen in den Städten lebten und die sie bei der Arbeit in Fabriken vorfanden, waren vielfach nicht besser, sondern oft sogar schlechter, als sie dies aus ihrer traditionellen Arbeitsweise kannten. Aber die Wertschöpfung stieg.

Die zweite industrielle Revolution wird um die Jahrhundertwende vom 19. auf das 20. Jahrhundert verortet. Viel zitiertes Beispiel: die Fließbänder des Henry Ford. Arbeit

wurde weiter in kleine Teilschritte zerlegt; die Menschen produzierten spätestens jetzt nicht mehr Waren, von denen sie den Ursprungszustand und den Auslieferungszustand kannten, sondern sie wurden in ihrer Arbeit reduziert auf einzelne kleine Arbeitsschritte. Damit war es beispielsweise möglich, Menschen relativ schnell und einfach anzulernen. Wer nur immer wieder mit ein paar Schrauben eine Tür an einem Fahrzeug befestigen muss, benötigt keine umfangreiche Berufsausbildung. Die Wertschöpfung stieg erneut. Gleichzeitig wurde vermehrt die elektrische Energie genutzt.

Was wir aus heutiger Sicht als dritte industrielle Revolution bezeichnen, fand schließlich seit den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts statt. Mit der Verbreitung von Computern veränderte sich die Arbeit erneut. Die Hauptthemen waren jetzt Automatisierung und Prozessoptimierung.

Die Abstände zwischen diesen industriellen Revolutionen werden, das ist jetzt schon sichtbar, immer kürzer. Während zwischen der ersten und der zweiten industriellen Revolution noch etwas mehr als 100 Jahre lagen, vergingen von der zweiten zur dritten nur noch ungefähr halb so viele Jahre und während wir noch in dieser dritten feststecken und nach wie vor nicht alles optimiert haben, erfasst uns bereits die vierte industrielle Revolution. Diese ist gekennzeichnet durch Cyber-physische Systeme, Maschine-zu-Maschine-Kommunikation, eine totale Vernetzung von alles mit allem und mit jedem. Das Internet der Dinge, dass wir in einem früheren Buch (Internet der Dinge – Technik, Trends, Geschäftsmodelle, Springer 2015) ausführlich behandelt haben, ist eine Entwicklung, bei der im Grunde jeder Gegenstand unseres täglichen Lebens mit dem Internet verbunden werden kann, seine Daten können ausgelesen werden, gleichzeitig können die Dinge gesteuert werden. Der Mensch ist Teil dieser Vernetzung, aber nur noch teilweise Akteur. Diese vierte industrielle Revolution ist das Thema dieses Buches.

Dabei stellt sich die Frage, ob es sich überhaupt um eine Revolution handelt. Wie definieren wir Revolution? Wikipedia (<https://de.wikipedia.org/wiki/Revolution>) sagt dazu:

Eine Revolution ist ein grundlegender und nachhaltiger struktureller Wandel eines oder mehrerer Systeme, der meist abrupt oder in relativ kurzer Zeit erfolgt. Er kann friedlich oder gewaltsam vor sich gehen. Es gibt Revolutionen in Herrschaftssystemen, der Wirtschaft, der Sozialordnung eines Staates, in der Technik und der Wissenschaft. Als gegensätzlich gelten die Begriffe Evolution und Reform: Sie stehen für langsamer ablaufende Entwicklungen bzw. für Änderungen ohne radikalen Wandel.

Legen wir diese Definition zugrunde, könnten selbst bei der dritten industriellen Revolution schon Zweifel auftreten, ob es sich tatsächlich um eine Revolution handelt. Wie bereits erwähnt: In vielen Branchen ist dieser Umbruch nach nunmehr über 50 Jahren noch immer nicht vollständig vollzogen. Und wie schnell sich Industrie 4.0 tatsächlich umsetzen lässt, ist unklar. Experten gehen davon aus, dass Industrie 4.0 heute in den Anfängen steckt, obwohl viele Technologien bereits längst bekannt sind, und in der Industrie einen Umbauprozess von mindestens zehn Jahren benötigen wird, ein Zeitraum, in dem ein sehr großer Teil der Maschinenparks und der Steuerungsanlagen ausgetauscht

werden müssen. Gleichzeitig entwickeln sich einzelne Technologien mittlerweile so rasant, dass man durchaus mit Überraschungen zu rechnen hat. Wird die Revolution durch völlig neue Technologien quasi noch während des revolutionären Prozesses erneut revolutioniert? Wie entwickelt sich beispielsweise die künstliche Intelligenz? Vor 20 Jahren noch belächelt, ist sie heute auf einem Stand, der schon fast wieder besorgniserregend ist. Organisationen wie Google machen sich heute Gedanken darüber, ob wir Menschen es fertig bringen, einen sogenannten Kill Switch in die künstliche Intelligenz zu implementieren, der es uns ermöglicht, das Geschehen und die Entwicklung zu unterbrechen, sollte sich diese künstliche Intelligenz nicht in unserem Sinne entwickeln. Dieser Not-aus-Schalter muss natürlich so konstruiert sein, dass er durch die künstliche Intelligenz nicht umgangen werden kann.

Also einerseits konnte diese Entwicklung, so wie sie sich heute zeigt, durch völlig unerwartete Geschehnisse in der technologischen Entwicklung beschleunigt, abgekürzt, aber auch verworfen werden. Und wie schnell muss eine Revolution ablaufen, damit sie eine ist? Also noch einmal: Ist vielleicht die dritte industrielle Revolution doch eher eine Evolution, da sie sich doch in vielen Branchen schon so lange hinzieht? In einem Kapitel dieses Buches gehen wir genau dieser Frage nach.

Kommen wir zu technischen Aspekten. System-Architekturen im Bereich der Produktion, wie wir sie heute kennen, sind für Industrie 4.0 nur bedingt oder gar nicht geeignet. Wenn wir von Industrie 4.0 reden, dann meinen wir damit ja zum Beispiel auch selbststeuernde Fabriken, Maschinen, die sich mit anderen Maschinen unterhalten, Maschinen, die beispielsweise einen Chip, der an einem Werkstück angebracht ist, auslesen, um dann selbst zu entscheiden, mit welchem Werkzeug die Maschine dieses Werkstück bearbeiten soll, um anschließend die aufbereiteten Informationen an die nächste Maschine zu übergeben. Wir reden von einer Vernetzung von Zulieferbetrieben, unterschiedlichen Werken, der Vernetzung der Logistik, der Produktion bis hin zu Marketing und Vertrieb, letztlich bis zum Kunden. Das ist mit herkömmlichen IT-Systemen nur bedingt oder gar nicht machbar. Benötigt werden also Systemarchitekturen, die serviceorientiert sind, modular aufgebaut. Dabei liegen die unterschiedlichen Services in der Cloud und über spezielle Integrationstechnologien müssen Sie mit unterschiedlichen Netzwerken kommunizieren. Wie Systemarchitekturen für eine Smart Factory aussehen könnten, damit befasst sich ein weiteres Kapitel in diesem Buch. Ein zusätzliches Kapitel vertieft das Thema der Anwendungsintegration im Zeitalter der Cloud.

Wann bringen Sie eigentlich Ihr Auto zur Inspektion? Die meisten Autos verlangen in regelmäßigen Intervallen, vielleicht alle 20.000 oder 30.000 km, nach einer Inspektion. Das sagt Ihnen der Hersteller. Manche Fahrzeuge haben bereits Sensoren, die anhand des Betriebszustands oder der Ölqualität signalisieren, wann eine Inspektion fällig ist. Diese Methoden verändern die bisher bekannten Intervalle jedoch nur sehr bedingt. Industrie 4.0 möchte mit der sogenannten Predictive Maintenance punkten. Dabei stellen Sensoren unterschiedlicher Art an Maschinen deren Betriebszustand oder den Grad des Verschleißes oder sich ankündigende Defekte fest, signalisieren diese rechtzeitig, was für eine der Situation angepasste Wartung sorgt. Eine Maschine wird also nicht nach festgelegten

Intervallen, vielleicht nach 1 Million produzierte Stück, nach 500 Betriebsstunden, oder was auch immer, sondern genau dann, wenn eine Wartung aufgrund des Zustandes der Maschine angezeigt ist, gewartet. Dies soll zu weniger Unterbrechungen und kürzeren Unterbrechungen führen und die Abläufe in einer Fabrik dadurch weiterhin optimieren und Kosten senken. Dieses Buch befasst sich mit diesem Thema bezogen auf die Automobilproduktion.

Themen, welche von Industrie 4.0 und Digitalisierung nicht zu trennen sind, heißen IT-Sicherheit und Datenschutz. Eine voll vernetzte Welt ist vielfältigen Gefahren ausgesetzt. Cyber Security bekommt eine stetig steigende Bedeutung. 100 % Sicherheit ist jedoch nicht vorstellbar. Die Frage ist also nicht, ob ein Schaden passiert, sondern nur, wann und mit welchem Ausmaß. Dabei gibt es mehrere „Verteidigungslinien“. Die erste Linie ist technisch und organisatorisch, sie hat etwas zu tun mit mechanischen und IT gestützten Sicherungen. Außerdem mit einer entsprechenden Organisation in den einzelnen Unternehmen, um Angriffe von innen oder außen abzuwehren. Dabei ist es außerdem wichtig, dass ein Unternehmen seine Sicherheitslage genau kennt. Das ist heute nicht immer der Fall. Einige unserer Studierenden haben sich daher mit Lösungen zur Visualisierung der IT-Sicherheitslage befasst, die sich direkt an das Kapitel zu IT-Sicherheit und Datenschutz anschließen.

Die zweite „Verteidigungslinie“ ist die Cyber-Versicherung. Mittlerweile existieren am Markt eine Reihe unterschiedlicher Konzepte, mit denen sich Unternehmen gegen die Risiken, die aus Industrie 4.0 resultieren, die häufig als Cyber-Risiken bezeichnet werden, versichern können. Versicherung schützt, jedenfalls heute, nicht vor dem Schaden, sondern sie befasst sich mit den finanziellen Auswirkungen eines Ereignisses. Auf dieses Terrain trauen sich nur wenige Versicherer. Noch gibt es wenig Erfahrung auf diesem Sektor. Was aus heutiger Sicht über Cyber-Versicherung gesagt werden kann, hat einer unserer Gastautoren, Heinz Lomen, für Sie zusammengestellt.

Im Mai 2016 wurde auf sehr eindrückliche Art und Weise klar, welche Auswirkungen Industrie 4.0 auf die heutigen Arbeitsplätze haben wird. Der wichtigste Zulieferer von Apple, Foxconn, meldete, man würde 60.000 Arbeitsplätze durch Roboter ersetzen. Eine fadenscheinige Begründung war, es habe vor einiger Zeit schwere Unfälle in den Fabriken gegeben, solche wolle man in Zukunft vermeiden. Anders ausgedrückt: Um also Menschen nicht Gefahren am Arbeitsplatz auszusetzen, vernichtet man diese Arbeitsplätze und lässt die Arbeit von Robotern erledigen. Es war zu lesen, dass weitere Zulieferer in Asien ähnliche Pläne verfolgen. An diesem Beispiel zeigt sich, wie schnell mit Technologien, die Industrie 4.0 zuzurechnen sind, quasi mit einem Federstrich zigtausende Arbeitsplätze vernichtet werden. Industrie 4.0 und Digitalisierung werden, dazu gibt es eine Reihe von Studien, Millionen von Arbeitsplätzen vernichten. In einigen Studien ist die Rede davon, dass mehr als die Hälfte der heutigen Arbeitsplätze bedroht sind. Eine deutsche Studie vom November 2015 besagt, dass bereits mit dem heutigen Stand der Technologie über 4 Mio. Arbeitsplätze in Deutschland durch Computer und Roboter ersetzt werden könnten.

Dem stehen regelmäßig Aussagen in erster Linie von Industrievertretern entgegen, die davon ausgehen, dass auch sehr viele neue Arbeitsplätze geschaffen werden. Auffallend ist hierbei, dass die Studien, die sich mit der Gefährdung von Arbeitsplätzen befassen, sehr konkret und nachvollziehbar sind, während Aussagen zu neu zu schaffenden Arbeitsplätzen unpräzise sind und die genannten Zahlen weit niedriger sind als die Zahlen zu gefährdeten Arbeitsplätzen. Wir haben dieser Thematik gleich mehrere Kapitel gewidmet.

Diese Auswirkungen müssten eigentlich längst ein prominentes Thema der Politik sein, auch zum Beispiel der Europäischen Kommission. Der dafür zuständige Kommissar für Digitalwirtschaft, Oettinger, ließ über Lucilla Sioli, eine Referatsleiterin der Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien in Brüssel eine Anfrage vom Januar 2016 meinerseits im Mai 2016 beantworten. Ich zitiere die Antwort vollständig:

Ihr Schreiben an Kommissar Oettinger vom 12. Januar 2016

Sehr geehrter Herr Andelfinger,

Kommissar Oettinger hat mich gebeten, Ihre Anfrage zu beantworten. Zunächst bitte ich um Nachsicht, dass wir erst so spät auf Ihre E-Mail zurückkommen.

Die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft birgt gewaltige Chancen zur Steigerung von Produktivität, Wirtschaftswachstum und Lebensqualität. Zur gleichen Zeit besteht eine wachsende Sorge, dass digitale Technologien zum Verlust von Arbeitsplätzen, Ungleichheit oder einer Verschlechterung der Arbeitsbedingungen beitragen könnten.

Der digitale Wandel ist daher eine der zentralen Gestaltungsaufgaben für Europa, die Mitgliedsstaaten aber auch die Sozialpartner.

Uns sind die benannten Studien (Anmerkung des Verfassers, ich hatte solche in der Anfrage zitiert) bekannt, deren Ergebnisse sind jedoch nicht eindeutig. Wie Sie richtig anmerken, ist es nahezu unmöglich, die genaue Zahl der wegfallenden und neu geschaffenen Arbeitsplätze zu quantifizieren. Eines ist sicher: Fast alle Berufsbilder wandeln sich und werden zukünftig „digitale Kompetenzen“ erfordern.

Was die Kommission an dieser Stelle tun kann, sind (mindestens) drei Dinge:

erstens, die Datenlage verbessern. Wir haben mehrere Studien angestoßen, die sich mit den Ihnen aufgeworfenen Fragenkomplex befassen.

Zweitens, im Dialog mit den Sozialpartnern und Mitgliedsstaaten die Risiken und Chancen der Digitalisierung zu analysieren und Lösungsvorschläge zu erarbeiten. Bereits im Juni wird die Kommission hierzu die „neue Agenda für Kompetenzen“ vorstellen.

Und schließlich arbeiten wir bereits jetzt mit den Mitgliedsstaaten zusammen, um sicherzustellen, dass alle EU-Bürger die richtigen Kompetenzen haben, um auf einem sich wandelnden Arbeitsmarkt weiterhin erfolgreich zu sein.

Dazu haben wir Arbeits- und Expertengruppen gebildet, die konkrete Lösungen erarbeitet haben. Bereits jetzt wird beispielsweise der europäische Sozialform, nationale Mittel und Gelder der Privatwirtschaft eingesetzt, um Arbeitnehmer für die Herausforderungen der Digitalisierung aus- und umzuschulen. Die Initiative „Große Koalition für digitale Arbeitsplätze“ hat seit 2013 u. a. zehntausende von Trainingsmaßnahmen auf den Weg gebracht.

Mit freundlichen Gruß

Lucilla Sioli

Referatsleiterin

Die Frage bleibt, was diese Arbeitsgruppen tatsächlich zutage fördern werden. Die Geschwindigkeit, mit der sich Industrie 4.0 offensichtlich entwickelt, hält sich jedenfalls nicht an das Tempo politischer Arbeitskreise.

Andere, die nicht im politischen Tagesgeschehen eigentlich Verantwortung tragen, kümmern sich indessen um wesentliche Diskussionen, wenn auch nicht ausdrücklich im Zusammenhang mit Industrie 4.0: Im Juni 2016 haben beispielsweise die Schweizer sich im Rahmen einer Volksabstimmung mit dem bedingungslosen Grundeinkommen auseinandergesetzt. In anderen Ländern gibt es ähnliche Überlegungen, zum Teil gab es diese schon früher und wurden wieder verworfen. Auch die Schweizer haben die Idee zunächst mit großer Mehrheit, fast 80 %, verworfen. Andererseits haben etwas mehr als 20 % der Schweizer erkannt, dass dieses Thema diskutiert werden muss. Wichtig ist: Diese Diskussion ist jetzt sehr viel stärker im Bewusstsein der Menschen angekommen. Dass Industrie 4.0 die Wirtschaftsleistung erhöhen wird, steht außer Frage. Die Frage, die zu klären ist, ist jedoch die, wie dieser potenzielle Wohlstand, das Mehr an Wertschöpfung verteilt wird. Ein bedingungsloses Grundeinkommen wäre eine Variante. Wir werden auch dieses Themenfeld im Verlauf dieses Buches noch deutlich vertiefen.

Es darf mit Spannung beobachtet werden, welche Arbeitsplätze es zukünftig noch gibt, wie diese aussehen, welche Qualifikation ein Mensch dafür mitbringen muss und ob es beim Übergang in die neue digitale Welt mehr Verlierer, oder mehr Gewinner geben wird. Ohne eine gesamtgesellschaftliche Auseinandersetzung mit dem Phänomen sind deutlich mehr Verlierer zu erwarten. In den USA hat der Noch-Präsident Barack Obama bereits finanzielle Unterstützung für Menschen gefordert, die aufgrund der Digitalisierung ihre Jobs verlieren. Diese Unterstützung soll jedoch, wenn sie überhaupt realisiert wird, zeitlich eng eingegrenzt werden. Eine dauerhafte Lösung sieht anders aus.

Aber nicht nur normale Arbeitskräfte und Büroarbeiter sehen sich gravierenden Veränderungen gegenüber. Auch Führungskräfte sind herausgefordert. Die Führungskraft im Zeitalter von Industrie 4.0 benötigt Digital Leadership. Bereits heute ist sichtbar, was dies bedeutet. Unternehmen, die sich im Umbau hin zu Industrie 4.0 oder sich in beschleunigender Digitalisierung befinden, laufen in zwei Geschwindigkeiten. Zum einen müssen die Unternehmen weiterhin mit ihrem bisherigen Geschäft Geld verdienen. Dieses Geschäft läuft im gewohnten Tempo. Der Umbau jedoch erfordert deutlich höhere Geschwindigkeiten. Dieser Change-Prozess läuft parallel mit einer deutlich höheren Geschwindigkeit und muss von denselben Führungskräften gemanagt werden. Die Menschen, die betroffen sind, sind ebenfalls häufig extrem unterschiedlich. Diejenigen, die – veränderungsresistent, wie Menschen nun einmal sind – einfach nur ihren Job behalten und weitermachen wollen müssen ebenso geführt werden und auf Veränderungen vorbereitet werden, wie diejenigen bei der Stange gehalten werden müssen, die mit völlig anderen Arbeitstechniken und anderen Technologien die neue Welt erschaffen. Agile Methoden, Scrum, Methoden zur Geschäftsmodell-Entwicklung wie Osterwalder, Lean Start-up, Design Thinking und andere sind nicht das, was die Unternehmen seit Jahrzehnten praktizieren. Hier agieren zwei Welten parallel.

Auch die Ausbildung von Arbeitskräften erfolgt zukünftig mit anderen Methoden und anderen Inhalten. Andere Skills sind erforderlich. Der Abgleich dessen, was Maschinen und Roboter besonders gut können und was Maschinen besonders gut können bzw. was die jeweilige andere Seite nicht gut kann, ist hilfreich, um zu erkennen, welche Fähigkeiten Menschen besonders kultivieren müssen, um in einer zukünftigen digitalisierten Welt bestehen zu können. Digitale Führung und digitale Ausbildung sind daher zwei weitere sehr wesentliche Themen dieses Buches.

Dieses Buch versucht also eine ganze Reihe von unterschiedlichen und sehr wichtigen Aspekten von Industrie 4.0 zu beleuchten und soll Ihnen helfen, sich zu orientieren. Viele Entwicklungen sind jedoch auch überraschend. Technologien machen Fortschritte, von denen man vor wenigen Jahren nicht einmal zu träumen wagte. Wer einen heutigen Roboter in einem YouTube Video betrachtet traut oft seinen Augen nicht. Oder wer hätte gedacht, dass bereits heute ein Computerprogramm ein so komplexes Spiel wie Go besser beherrschen würde, als der beste menschliche Spieler. Was ist also nach wie vor Science-Fiction und weit weg und was ist bereits morgen schon Realität? Welche Sprünge werden künstliche Intelligenz und Robotik als nächstes machen? Am Ende des Buches versuchen wir einen Ausblick, wissend, dass wir wie Sokrates, nichts wissen.

---

# Grundlagen Industrie 4.0

2

Till Hänisch

---

## Zusammenfassung

Was ist eigentlich Industrie 4.0? Eine Definition scheint schwer zu sein. Dieses Kapitel enthält einen Überblick über die relevanten Basistechnologien für diese umfassende Entwicklung.

Was ist eigentlich „Industrie 4.0“? Der Begriff, obwohl ständig verwendet, scheint schwer definierbar zu sein. Alles ist inzwischen irgendwie „4.0“.

Aber was steckt dahinter? Die Plattform Industrie 4.0, die die Ideen der deutschen Bundesregierung für die Industrie umsetzen soll, versteht darunter im Fortschrittsbericht vom April 2016 [1] die „Digitalisierung der Produktion“. Aber was heißt das genau? Die Steuerung und Überwachung von Produktionsanlagen mit dem iPad vom Strand aus, wie manche denken [2]? Das kann ja wohl kaum Gegenstand einer so umfassenden Bewegung sein, die eine Wertschöpfung von mindestens 80 Mrd. bis 2025 alleine in Deutschland liefern soll [3] – und das ist eine der eher vorsichtigen Schätzungen.

Industrieroboter gibt es in der einen oder anderen Form seit 50 Jahren; das kann also auch nicht gemeint sein. Die Cloud ist auch mindestens zehn Jahre alt, Big Data, Sensorsnetze und Produktionsmaschinen mit Netzwerkanschluss ebenfalls. Und doch hat das alles mit Industrie 4.0 zu tun.

Was ist also neu? Irgendwie wohl das Zusammenspiel all dieser Technologien in weniger zentralisierter Weise als bisher. Aber wie und warum genau?

Eine Studie von Brynjolfsson [4] zeigt, dass Unternehmen, die ihre Entscheidung quantitativ auf Daten aufbauen, eine erheblich höhere Produktivität haben. Dazu entwickelten sie ein Reifegradmodell, das Unternehmen nach ihrer Nutzung von Daten zur

---

T. Hänisch (✉)

Wirtschaftsinformatik, DHBW Heidenheim, Heidenheim, Deutschland

E-Mail: haenisch@dhw-heidenheim.de

Entscheidungsfindung klassifiziert. Einzelne Entwicklungsstufen von Unternehmen in dieser Richtung entsprechen dabei jeweils einem Anstieg von 4–6 % in der Produktivität. Die quantitative Orientierung an Daten führt auch zu einer höheren und profitableren Nutzung von Assets.

Der Hype um diesen „Big Data“ genannten Ansatz ist eigentlich schon wieder vorbei und vom „Machine learning“ abgelöst. Aber wenn man die technischen Details einmal weglässt und sich anschaut, was dahinter steckt, dann landet man schnell bei der „Data Science“, laut Wikipedia der „Extraktion von Wissen aus Daten“. Also nicht mehr „Wissen aus (menschlicher) Erfahrung“, sondern quantitative Auswertung von allen möglichen Daten mit Hilfe von Algorithmen und Technologie.

Um diese Daten zu gewinnen, muss man sie zunächst einmal erfassen. Zwar gibt es bisher auch schon viele Daten, die in den meisten Fällen durch Menschen in Computer und dann ins Internet eingegeben werden, aber um wirklich alles über alles und jeden zu wissen, müssen die Daten automatisch durch Sensoren erfasst werden, durch Vernetzung im „Internet der Dinge“, dem Internet of Things. Diese Entwicklung, die im „normalen“ Internet längst voll im Gange ist und sich in Smart Watches, Wearables, Trackern und gerade aktuell auch in der virtuellen Realität mit Pokémon Go zeigt, in die Industrie zu bringen, ist der zentrale Aspekt der Industrie 4.0 oder dem „Industrial Internet of Things“, wie GE, einer der großen internationalen Treiber dieser Entwicklung es inzwischen bezeichnet [5].

In den folgenden Abschnitten werden diese Trends kurz vorgestellt und in Zusammenhang gebracht.

---

## 2.1 Big Data

Ein Beispiel hierfür ist die Supermarktkette Target, die solche Techniken einsetzte, um neue Kunden zu gewinnen. Es ist bekanntermaßen schwierig, die Gewohnheiten von Kunden zu ändern, es gibt nur wenige Gelegenheiten bei denen Kunden ihre Kaufgewohnheiten erheblich umstellen. Einer dieser Punkte ist die Geburt eines Kindes: „Wenn wir jemanden dazu kriegen, Windeln bei uns zu kaufen, dann kaufen sie alles bei uns.“ Diese Tatsache ist natürlich allen Retailern bekannt. Target ging deshalb einen Schritt weiter als die übliche Methode, junge Eltern zu bewerben und mit attraktiven Paketen anzulocken. Target versuchte, ein Modell zu entwickeln, dass, bevor ein Kind geboren wurde, diese Tatsache vorhersagen kann. Es wurde also versucht, Indikatoren zu finden, die eine Schwangerschaft anzeigen. Dies kann durch eine Änderung des Kaufverhaltens anhand von historischen Daten erkannt werden [6]. Dieses Modell funktionierte so gut, dass Target in die Kritik geriet, weil die Privatsphäre verletzt wurde. Datenschutzrechtlich sind solche Modelle als nicht unproblematisch anzusehen.

Die Algorithmen, Prozesse und Technologien, die solche Analysen und die Entwicklung dieser Modelle ermöglichen, werden unter dem Begriff Data Science zusammengefasst.

Abzugrenzen hiervon sind die Basistechnologien, die benötigt werden, um die dafür notwendigen Daten bereitzustellen. Oft handelt es sich hier um große Datenmengen, die gespeichert, gefiltert und bereitgestellt werden müssen. Technologien, die hierzu geeignet sind, werden heute oft als Big Data bezeichnet und haben zunächst nichts mit Data Science zu tun. Dies kann sich jedoch rasch ändern, wenn reichere Informationen, etwa über Kunden, verarbeitet werden. Hier ist insbesondere die Verwendung von Daten aus sozialen Netzen zu sehen, oft als Social Media Mining bezeichnet. Werden die internen Daten über Kunden, etwa die bisher getätigten Käufe und die Einzelheiten der Kontaktaufnahme durch Informationen aus sozialen Netzen ergänzt, lassen sich sehr viel präzisere Modelle über das zukünftige Verhalten gewinnen. Hier müssen sehr viel größere Datenmengen zeitnah ausgewertet werden. Hinzu kommt das Problem, dass diese Daten nicht strukturiert und von sehr unterschiedlicher Qualität sind. Dies sind gerade die Merkmale von Big Data Anwendungen (Volume, Velocity, Variety und Veracity – Qualität). Aber trotzdem können durch solche Verfahren sehr detaillierte Informationen über Personen gewonnen werden. So zeigte etwa Eric Horvitz [7], dass postnatale Depressionen aus den Facebook-Posts von Müttern diagnostiziert werden können. Dies ist nur eines der zahlreichen Beispiele dafür, wie anhand des Verhaltens von Menschen im Social web durch algorithmische Auswertungen sehr detaillierte Informationen gewonnen werden können.

Wie kann man diese Szenarien auf die industrielle Produktion übertragen? Natürlich können auch hier Daten erfasst und ausgewertet werden, um effizienter zu produzieren. Das Besondere ist hier, dass der Großteil dieser Daten nicht manuell von Mitarbeitern oder Kunden erfasst, sondern durch Sensoren aufgezeichnet wird. Auch das ist nichts Neues, in der klassischen Automatisierungstechnik werden diese Sensordaten dazu verwendet, die Produktion zu steuern, genauer gesagt, zu regeln. Solche Regler lassen sich mechanisch, wie in Abb. 2.1, elektrisch oder algorithmisch im Computer realisieren.

Sensoren erfassen den Istzustand, beispielsweise die Temperatur eines Ofens, und geben diese an einen Regler weiter. Der vergleicht mit dem Sollwert und verändert, entsprechend der Abweichung, gegebenenfalls die Heizleistung.

All diese Werte, hier also Temperatur und Heizleistung, werden zwar unter Umständen gespeichert, aber bisher üblicherweise nicht weiter ausgewertet oder mit anderen Werten in Zusammenhang gebracht. Die Daten befinden sich in einzelnen „Silos“, auf die von außen nicht zugegriffen werden kann. Genau das wäre aber für die Big Data Verfahren nötig. Und hier liegt der entscheidende Unterschied zur „Industrie 3.0“: Messdaten von Sensoren werden nicht nur zur Regelung verwendet und dann verworfen (oder vielleicht sogar gespeichert, aber später meist nie wieder verwendet), sondern aufgehoben und für andere Anwendungen zur Verfügung gestellt, die Systeme in der Produktion und im restlichen Unternehmen werden integriert.



**Abb. 2.1** Dieser mechanische Regler regelt die Drehzahl einer Dampfmaschine [8]

---

## 2.2 Das Internet der Dinge

Der Begriff „Internet of Things“ wurde 1999 von Kevin Ashton geprägt [12], die Idee ist aber viel älter: Mark Weiser entwickelte bereits 1991 in einem Artikel die Ideen des Ubiquitous computing, einer Umgebung, die zahlreiche Computer in Form von Tablets und Sensoren enthält, die miteinander interagieren können [13].

Jedes Smartphone enthält eine Vielzahl hochwertiger Sensoren, etwa für Temperatur, Beschleunigung oder Position. Eine Vielzahl von Beispielen zeigt den Nutzen, der sich ergibt, wenn diese Daten ausgewertet werden. Nicht einzeln, sondern von vielen Smartphones gemeinsam. So können etwa Erdbeben viel präziser untersucht (und möglicherweise auch vorhergesagt) werden, wenn die Daten der Beschleunigungssensoren vieler Smartphones ausgewertet werden, als es ein paar wenige Seismometer in Instituten ermöglichen [9]. Dieselben Algorithmen, die zur automatischen Erkennung von Verkehrsstörungen verwendet werden [10] können auch die Dynamik von Menschengruppen bei

Massenveranstaltungen analysieren, sodass Veranstalter und Rettungsdienste diese Daten verwertern können, um Katastrophen zu verhindern. Regierungen können diese Daten nutzen, um unerwünschte Proteste vorherzusagen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Dieses Vorgehen ist nicht nur auf totalitäre Regime beschränkt, Polizeieinheiten in US-amerikanischen Städten nutzten solche Verfahren, um die Proteste der Black-Lives-Matter-Bewegung zu beobachten [11].

Der Schlüssel zu diesen Anwendungen ist, dass die Daten der Sensoren nicht lokal auf dem Smartphone gespeichert bleiben, sondern im Internet bereitgestellt (nicht zwingend veröffentlicht, sondern ggf. nur einer Person oder einzelnen Parteien zur Verfügung gestellt) werden. Die Sensoren werden Teil des Internets, des Internets der Dinge. Natürlich können nicht nur Smartphones als Sensoren und Publikationsinstrument genutzt werden, die Popularität dieses Internets der Dinge hat zur Entwicklung einer Vielzahl von Plattformen geführt, mit denen Sensoren einfach eingebunden und deren Daten ausgewertet werden können. Angefangen hat diese Entwicklung in großer Breite mit der Arduino-Plattform, einem sehr einfachen Prozessorboard für wenige Euro (das sich findige Bastler auch selber zusammen löten können), das in der Maker-Szene weit verbreitet ist. Ursprünglich nicht für eine Verbindung mit dem Internet konzipiert, gibt es inzwischen eine Anzahl von Netzwerkschnittstellen, etwa Seeeduino. Verbreitete Alternativen sind leistungsfähigere Plattformen, die mit einem „richtigen“ Betriebssystem wie Windows (Galileo) oder Linux (Raspberry Pi) einen vollständigen Computer darstellen, der auch Serveraufgaben wahrnehmen kann. Zu einem Preis von etwa 10 bis 50 EUR und in der Größe einer (kleinen) Tafel Schokolade, wohlgemerkt.

Diese ursprünglich eher in der Bastler-Szene angesiedelten Plattformen und Technologien verbreiten sich gerade rasant im industriellen Umfeld. Herkömmliche Automatisierungsplattformen kosten leicht tausende von Euro und sind viel weniger flexibel. Insbesondere sind die Protokolle zum Datenaustausch, die aus dem Internet-Umfeld kommen, viel einfacher zu verwenden und viel besser unterstützt als die aus der Automatisierungstechnik. Vergleicht man etwa OPC (eine verbreitete Schnittstelle aus der Automatisierungstechnik) mit REST (einem vergleichbaren Gegenstück aus dem Internet), erkennt man sofort die Design-Ziele: Schutz proprietärer Schnittstellen versus einfache Verwendung, Bürokratie versus Flexibilität.

Kombiniert mit den Angeboten großer Cloud-Dienstleister wie Amazon oder Microsoft lassen sich auf der Basis dieser Plattformen mit extrem geringem Aufwand Lösungen entwickeln, die die Daten von Sensoren praktisch beliebig skalierbar ins Internet bringen und miteinander verknüpfen. Es handelt sich hier nicht um einen graduellen Unterschied im Aufwand von sagen wir 30 %, sondern um mehrere Größenordnungen. Was mit proprietärer Technologie in der Automatisierungstechnik eine ganze Abteilung über Monate oder gar Jahre beschäftigen würde, lässt sich auf diesen offenen Plattformen in Tagen oder Wochen realisieren. Nehmen wir als Beispiel etwa die Erfassung von Messdaten in einem Gebäude (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) in jedem Raum, deren langfristige Speicherung und Aggregation sowie die Analyse von Trends mit Machine Learning über mehrere Gebäude/Kunden hinweg. Inklusive Datensicherheit, Back-up,

weltweiter Verfügbarkeit, grafischen Dashboards usw. Nehmen wir als Plattform Seeeduino, Amazon AWS IoT auf der einen Seite, eine auf klassischer Automatisierungstechnik basierende Datenerfassung mit proprietärer Datenübertragung und eigenem Backend. Auf der einen Seite vielleicht ein Mannmonat Entwicklungsaufwand plus ggf. Frontend-Entwicklung je nach Anforderung, auf der anderen Seite ein Großprojekt.

Möglich wird diese gigantische Produktivität durch die Verwendung offener Standards bei der Hardware, über die Web-Technologien wie HTTP oder SSL, Kommunikationsprotokolle wie MQTT bis hin zu Cloud Services, wie etwa AWS IoT oder Lambda von Amazon.

---

## 2.3 Industrie 4.0

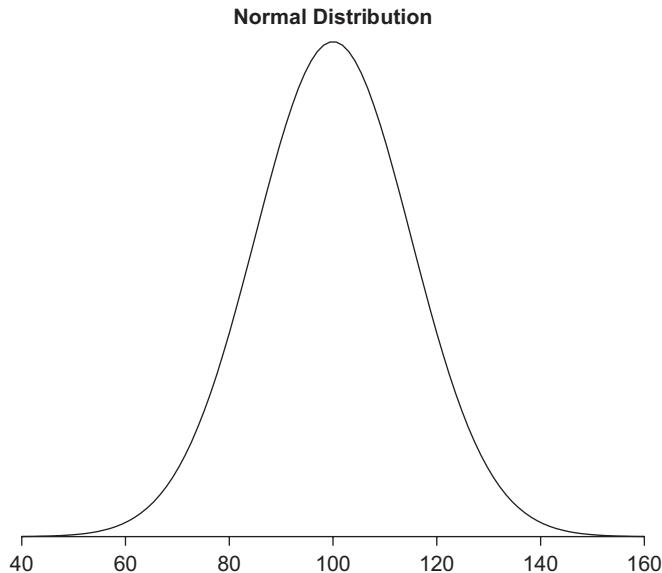
Das Internet der Dinge liefert die technologische Plattform und vor allem die offenen Standards. Die erlauben es, die Daten, die in der Produktion anfallen, ohne großen Aufwand zu erfassen und zu integrieren. Mit den so gewonnenen Daten kann man dann beispielsweise Big Data „machen“, also die Daten systematisch mit statistischen Verfahren auswerten und so neue Erkenntnisse gewinnen.

---

### Beispiel

Ein Beispiel: Ein Unternehmen produziert Messingbleche. Die Bleche werden aus dem Rohmaterial gewalzt. Die dabei entstehende Oberfläche muss noch überfräst werden. Gelegentlich kommt es vor, dass Frässpäne am Fräser hängen bleiben und beim nächsten Umlauf in die Oberfläche gedrückt werden. Ausschuss. Durch Analysen konnte zwar gesichert werden, dass dieses Problem nur bei bestimmten Legierungen auftritt, aber wann genau, konnte nicht geklärt werden. Dazu wurde ein Big Data Projekt aufgesetzt, alle Prozessschritte wurden mit Messtechnik ausgestattet und dann mit Machine-Learning-Verfahren analysiert. Dabei stellte sich folgendes heraus: Die Fräser werden nach einer gewissen Betriebszeit stumpf und werden deshalb regelmäßig nachgeschliffen. Dabei verringert sich der Durchmesser. Und in einem bestimmten Durchmesserbereich tritt das oben beschriebene Phänomen auf. Stellt man nun beim Nachschleifen fest, dass der Durchmesser im kritischen Bereich liegt, wird einfach noch etwas mehr abgeschliffen. Problem gelöst. Vorher ist niemand auf diese Idee gekommen, sonst hätte man ja den Aufwand nicht treiben müssen. Und das genau ist der Punkt: Big Data kann helfen, Hypothesen zu finden, auf die man sonst nicht kommt.

Verfahren wie das eben beschriebene bezeichnet man als „Predictive Analytics“. Eine Variante davon ist die Predictive Maintenance, bei der die Auswertung der Daten darauf abzielt, rechtzeitig zu erkennen, wann ein Bauteil ausfallen wird und es genau dann, also rechtzeitig vorher, auszuwechseln oder zu reparieren. Das ist aus mehreren Gründen interessant:



**Abb. 2.2** Normalverteilung mit Mittelwert 100 und Standardabweichung 15

Bei der konventionellen Wartung (der präventiven Maintenance), werden Komponenten in einem regelmäßigen Zyklus gewartet und/oder ausgewechselt, beim Auto wechselt man beispielsweise etwa alle 120.000 km den Zahnriemen. Warum ausgerechnet nach 120.000 km? So ein Zahnriemen hält nicht ewig und verursacht, wenn er kaputt geht, einen ganz erheblichen Schaden. Er muss also rechtzeitig gewechselt werden. Aber wann genau ist rechtzeitig?

Anhand von Stichproben untersucht man, nach welcher Laufleistung Zahnriemen kaputt gehen. Das ist natürlich nicht immer die gleiche Dauer, sondern unterliegt zufälligen Schwankungen. Die Abb. 2.2 zeigt (idealisiert) die Wahrscheinlichkeit, dass ein Zahnriemen nach einer bestimmten Laufleistung kaputt geht, hier im Mittel nach 100.000 km. Möchte man die Zahnriemen beispielsweise so früh auswechseln, dass höchstens etwa 10 % vorher kaputt gehen, müsste man nach etwa 80.000 km wechseln. In der Realität möchte man natürlich erreichen, dass praktisch keiner im Betrieb kaputt geht, nehmen wir mal an, nur einer von einer Million. Ohne auf die mathematischen Details einzugehen (eine leicht verständliche Darstellung findet man unter <http://trendingsideways.com/index.php/6-sigma-calculator-to-convert-between-ppm-dpmo-sigma/>), bedeutet das, dass man etwa sechs Standardabweichungen („Six Sigma“) vom Mittelwert weggehen muss, um diese Sicherheit zu bekommen. Bei Abb. 2.2 würde das bedeuten, dass man die Zahnriemen nach Mittelwert  $- 6 * \text{Standardabweichung} = 100 - 6 * 15 = 10$ , also 10.000 km wechseln müsste. Man müsste also die Riemer (alle Riemen!) nach 10.000 km wechseln. Das wiederum bedeutet, dass fast alle

Zahnriemen viel zu früh gewechselt werden. Bei Kosten von etwa 500 EUR bedeutet das ganz erheblich (zu) hohe Kosten!<sup>1</sup>

Bei der Predictive Maintenance wartet man Bauteile erst dann, wenn sie tatsächlich kurz davor sind, kaputt zu gehen. Das funktioniert natürlich nur dann, wenn man den Ausfall rechtzeitig vorher durch (einfache) Messungen feststellen kann. Etwa bei Werkzeugen, Kugellagern usw. funktioniert das sehr gut.

Neben der Kostenersparnis hat dieses Vorgehen noch einen weiteren Vorteil: Man kann sich bei der konventionellen Wartung nie sicher sein, ob nicht doch ein Bauteil kaputt geht, obwohl das Wartungsintervall noch nicht erreicht ist, es handelt sich ja immer nur um Wahrscheinlichkeiten. Die Intervalle kann man zwar so kurz wählen, dass die Wahrscheinlichkeit sehr klein wird, null wird sie aber nie.

Dazu ein Beispiel: Als einer der Autoren dieses Buches (Häniisch) das erste Mal bei einem Firmenbesuch eine Papiermaschine zu Gesicht bekam, fragte er angemessen beeindruckt<sup>2</sup>, was denn passieren würde, wenn eines der Lager der großen Walzen kaputt ginge. Die Antwort war ein entrüstetes „Die gehen nicht kaputt, die werden regelmäßig gewartet.“ und so weiter und so weiter. Noch am selben Tag ging bei genau dieser Maschine eines der Lager kaputt, der Schaden war sechsstellig, Menschen wurden glücklicherweise nicht verletzt. Mit Predictive Maintenance wäre das nicht passiert.<sup>3</sup>

Industrie 4.0 ist natürlich mehr als IoT + Big Data, aber ab hier hört der Konsens auf. Die weiteren Elemente sind eher branchen-, produkt- oder fachgebietsspezifisch. Hierzu gehören unter anderem etwa die Umstellung auf Losgröße 1, der Einsatz von Industrierobotern zur Unterstützung von Mitarbeitern, Virtual- und Augmented Reality, Auto-ID-Techniken wie RFID, additive Fertigungsverfahren wie der 3-D-Druck und der Einsatz von Drohnen.

---

## 2.4 3-D-Druck und Losgröße 1

Ein 3-D-Drucker funktioniert ähnlich wie ein Tintenstrahldrucker: Der erzeugt ein Bild aus einzelnen kleinen Tröpfchen, die auf das Papier geschossen werden und dort einen kleinen, farbigen Punkt hinterlassen. Der 3-D-Drucker bringt kleine jetzt dreidimensionale

---

<sup>1</sup>Man könnte in diesem Fall natürlich leicht auf die Idee kommen, dass, wenn man von einer erwarteten Lebensdauer von im Mittel etwa 300.000 km ausgeht, man das Wechselintervall gar nicht (allein) auf der Basis der Ausfallwahrscheinlichkeiten bestimmt, sondern den Wechsel nach 120.000 km vorschreibt, damit er zumindest ein Mal gewechselt wird.

<sup>2</sup>Eine moderne Papiermaschine ist leicht 200 m lang, 20 m breit und 5 Stockwerke hoch, besteht aus zahlreichen Walzen mit Durchmessern bis zu mehreren Metern und über 10 m Länge, die sich mit gut 100 km/h drehen.

<sup>3</sup>Wenn die Sensoren, die in diesem Fall etwa die Vibration des Lagers messen, alle funktionieren. Ein bisschen Mühe muss man sich also schon geben.



**Abb. 2.3** Im 3-D-Druck erstelltes funktionsfähiges Getriebe

Pünktchen, also kleine Klötzchen, Schicht für Schicht genauso auf einen Träger, wie der Tintenstrahldrucker das Bild aufs Papier.

Dadurch, dass der zu druckende Gegenstand in einzelnen Schichten (typischerweise etwa einige hundertstel bis etwa ein Zehntel Millimeter dick) aufgebaut wird, können hier ganz andere, raffinierte Konstruktionen umgesetzt werden, als bei der konventionellen subtraktiven Fertigung durch Fräsen oder Drehen (siehe Beispiel in Abb. 2.3).

Einen Nachteil hat dieses Verfahren natürlich auch: Da der Druck in einzelnen Schichten erfolgt, dauert es unter Umständen lange, bis ein größeres Objekt fertig gestellt ist. Dabei kann es sich durchaus, je nach Verfahren, auch um Stunden handeln. Ein weiterer Nachteil ist, dass das zu druckende Material in kleinen Partikeln aufgebracht werden muss. Hierzu existieren verschiedene Verfahren, dass am weitesten verbreitete FDM (Fused Deposition Modelling) verwendet thermoplastische Kunststoffe, die also durch Hitze weich werden. Diese Eigenschaft hat dann natürlich auch das fertige Objekt, was die Verwendbarkeit unter Umständen erheblich einschränkt. Bei der Stereolithografie, die mit Harzen arbeiten, die unter Lichteinfluss aushärten, fallen diese Einschränkungen weg. Diese sind sehr präzise und mechanisch stabil, allerdings sind die Harze recht teuer (etwa 200 EUR je Kilo).

Es gibt auch Verfahren, mit denen Metalle oder Keramik durch Lasersintern gedruckt werden können. Hier wird eine Schicht pulverförmiges Material aufgebracht und diese an den Stellen, an denen nachher Material sein soll, mit einem Laser punktförmig erhitzt



**Abb. 2.4** 3-D-Drucker für die industrielle Produktion

und verschmolzen. Diese sehr leistungsfähigen Verfahren können auch mechanisch hoch beanspruchte Teile erzeugen. Ein Beispiel hierfür sind Turbinenschaufeln, mit denen Hersteller wie Siemens, Rolls-Royce oder GE experimentieren.

Weniger spektakulär, aber dafür weit relevanter in der Praxis sind medizinische Anwendungen. So können etwa in der Dentaltechnik Implantate im 3-D-Druck hergestellt werden, was die aufwendige, manuelle Bearbeitung durch den Zahntechniker zumindest erheblich reduziert.

3-D-Druck ist kein neues Verfahren, sondern wird insbesondere zur Herstellung von Prototypen schon seit 30 Jahren verwendet. Früher nur in großen Unternehmen eingesetzt, sind 3-D-Drucker heute selbst für Hobbyanwender erschwinglich: Einfache, kleine 3-D-Drucker kosten unter 1000 EUR.

Was bei Modellbauern und Hobbyanwendern schon Standard ist, dass nämlich nicht nur der Prototyp sondern auch das fertige Produkt im 3-D-Druck hergestellt wird, hat sich im industriellen Einsatz bisher noch nicht durchgesetzt. Dies hat verschiedene Gründe. Einer davon ist der hohe Zeitbedarf, der für den Druck benötigt wird. Sollen große Stückzahlen hergestellt werden, wären sehr viele Drucker, die gleichzeitig arbeiten, nötig. Aber dies wird sich je nach Verfahren sicher beschleunigen. Befürworter dieser Verfahren sehen die Zukunft in Fabriken, in denen hunderte oder tausende von 3-D Druckern stehen und Produkte in Serie herstellen (wie ein solcher 3-D-Drucker aussieht vgl. Abb. 2.4).

Sollte diese Vision Wirklichkeit werden, hätte dies Auswirkungen auf die produzierende Industrie, die kaum zu überschätzen sind. Werden Produkte komplett im 3-D-Druck oder anderen automatischen Bearbeitungsverfahren hergestellt, lassen sich Fertigungsverfahren mit Losgröße eins realisieren, d. h. jedes einzelne Produkt wird genau dann hergestellt, wenn es benötigt wird, Serienfertigung mit großen Stückzahlen wird nicht mehr benötigt. Statt großer Fabriken, die an zentraler Stelle den Bedarf unter Umständen der ganzen Welt decken, würden zukünftig die Produkte dann und dort hergestellt, wo sie benötigt werden, also direkt beim Verbraucher. Gehandelt wird zwischen Hersteller und Endabnehmer nicht mehr das Produkt selber, sondern nur die Konstruktionsdaten. Diese werden dann bei einem Dienstleister vor Ort mit dem adäquaten Fertigungsverfahren ausgedruckt.

Wo heute beispielsweise bei der Reparatur eines Autos die Werkstatt die Ersatzteile über ein komplexes Logistik-Netzwerk vom Hersteller bezieht, würde in Zukunft die Werkstatt einfach die benötigten Teile selber ausdrucken.

Was bedeutet das für die Organisation der Unternehmen? Diese Frage lässt sich nur schwer beantworten, aber vermutlich führt dies dazu, dass auch kleinere Unternehmen in der Lage sind, ihre Produkte in kleinen Serien, d. h. individuell an die Bedürfnisse der Kunden angepasst, weltweit anzubieten. Ähnlich wie das WWW mit dem E-Commerce es Nischenanbietern ermöglicht hat, Kunden zu niedrigen Kosten weltweit anzusprechen, könnte der 3-D-Druck eine ähnliche Auswirkung auf die Herstellung der Güter haben, wie das Internet auf den Vertrieb.

Aber wo Licht ist, ist auch Schatten: Wo mechanische Teile präzise individuell hergestellt werden können, ist es für den Verbraucher eben auch einfach, sich nicht nur Hüllen für das Handy selber zu produzieren, sondern auch Waffen. Insbesondere in den USA wird befürchtet, dass sich jeder leistungsfähige Waffen selber herstellen kann [14].

---

## 2.5 Industrieroboter

Jeder kennt, zumindest aus Filmen, die typischen Industrieroboter: Etwa in der Automobilindustrie werden sie eingesetzt, um Produktionsvorgänge wie das Verschweißen der Karosserieteile oder das Verkleben der Windschutzscheiben oder das Lackieren automatisch, ohne menschliche Beteiligung, durchzuführen. Der Nutzen liegt hier nicht nur in der monetären Einsparung, sondern auch und vor allem in der eben roboterhaften Gleichmäßigkeit und Präzision. Ein Roboter kann jahrzehntelang einen Vorgang immer wieder genau gleich ausführen, ohne müde zu werden oder Fehler zu machen.

Dieser Einsatz von Industrierobotern ist in der Serienfertigung nicht mehr wegzudenken. Eine neue Entwicklung in diesem Bereich sind Roboter als Hilfskräfte: Roboter übernehmen nicht komplett die Aufgabe eines Menschen, sondern unterstützen einen Menschen bei der Arbeit, etwa dadurch, dass sie Bauteile oder Werkzeuge zureichen. So können menschliche Tätigkeiten in der Produktion vereinfacht, beschleunigt oder vor allem erleichtert werden.

Der Roboter nicht mehr als Konkurrenz zum Arbeiter, sondern als Hilfskraft. Dieser Wandel scheint vor allem in der Hightech-Industrie, etwa der Produktion von Handys, zukunftsweisend zu sein. Benötigt werden hierfür Roboter, die ohne Schutzkäfig mit Menschen zusammenarbeiten können, ohne sie zu gefährden. Eben diese Fähigkeit ist schwer umzusetzen und sicherzustellen. Im Labor lassen sich viele Szenarien für die Kooperation von Mensch und Roboter vorführen, um diese in die Praxis zu übertragen, muss sichergestellt sein, dass der Roboter dem Menschen nicht schaden kann. Dazu ist es nötig, dass der Roboter sich seiner Umgebung bewusst wird, das heißt, einen Menschen in seiner Umgebung als solchen erkennt, und nicht verletzt. Eine wichtige Entwicklung in diesem Bereich sind flexible Roboter, die nicht starr vorgegebene Bewegungen ausführen, sondern etwa auf Berührungen reagieren und ausweichen können.

Ein weiteres Problem ist die Programmierung, das Einlernen der Roboter: Klassische Industrieroboter werden mühsam durch Fachkräfte Schritt für Schritt trainiert, jedes Detail einer Bewegung muss mühsam eingeübt werden. Dieser Vorgang ist sehr zeitaufwendig. Flexible Roboter können vom Menschen einfach geführt werden, der Benutzer nimmt den Roboter an die Hand und zeigt ihm die Bewegungen, die er ausführen soll.

Denkt man diese Idee weiter, landet man schließlich bei der intelligenten Fabrik: Roboter, die selbstständig miteinander kommunizieren können, organisieren ihre Arbeitsabläufe selbstständig und stimmen diese mit den vorhandenen Maschinen und den zu bearbeitenden Produkten ab. Reicht die Kapazität nicht mehr aus, so wird einfach ein weiterer Roboter in die Fertigung integriert. Dazu ist kein Eingriff, etwa zur Konfiguration, nötig, sondern der Roboter teilt seine Fähigkeiten der Fertigungssteuerung mit, die ihn automatisch optimal in den Produktionsablauf integriert.

Dazu wird keine zentrale Steuerung benötigt, sondern dezentrale Intelligenz in der Cloud. Diese Cloud Robotic löst insbesondere das Problem, woher der einzelne Roboter und die Fertigungssteuerung weiß, wie er optimal eingesetzt wird. Werden Daten aus vielen Produktionsanlagen gemeinsam mit statistischen Verfahren ausgewertet, können diese Big Data Techniken dazu führen, dass jede Produktion optimal ausgelegt wird. Diese Verfahren sind im Moment allerdings eher als Zukunftsmusik anzusehen; zu viele Fragen in diesem Kontext sind noch absolut ungelöst.

Beispielsweise ist völlig unklar, wie ein Roboter seine Fähigkeiten beschreiben kann, sodass die Produktions-IT ihn überhaupt versteht. Weiterhin ist völlig unklar, wie diese Intelligenz verteilt werden soll, und wie die Kommunikation zwischen den einzelnen Maschinen stattfinden soll. Abgesehen davon entsteht ein großes Problem, zu entscheiden, wer von welchen Daten profitieren darf. Wem gehören denn eigentlich die Daten in dieser Cloud? Fließt das Know-how aus meiner Produktion dann in die Optimierung der Produktion meines Konkurrenten ein?

Bevor diese Fragen nicht geklärt sind, wird in der Praxis eine solche verteilte intelligente Fabrik nicht realisierbar sein, Cloud-Szenarien sind schön darstellbar, sehen aber in Präsentationen sehr viel besser aus als in der Realität.

Vergleichsweise weit fortgeschritten ist der unterstützende Einsatz von Robotern in der Medizin: Operationsroboter werden bereits weit verbreitet eingesetzt: Vom Marktführer

Da Vinci (Intuitive Surgical) sind nach Unternehmensangaben weltweit mehr als 3600 Stück installiert – bei einem Stückpreis von etwa 2 Mio. Ein Operationsroboter ist derzeit nichts anderes als ein Hightech-Manipulator. Er bewegt sich nicht von selber, sondern führt nur die Bewegungen aus, die der menschliche Operateur an den Greifarmen vor macht.

Aber mit absoluter Präzision und ohne zu zittern oder auszurutschen. So können in diesem Fall kritische Fehler vermieden werden. Außerdem kann der Roboter die Bewegungen verkleinern, das heißt, eine große Bewegung des Arztes wird in eine sehr kleine Bewegung des Werkzeugs umgesetzt. So können auch feinste Operationen durchgeführt werden. Ob das letztlich dem Patienten hilft, ob also weniger Komplikationen auftreten, ist noch nicht endgültig bestätigt. Aber die Nachfrage nach diesen Robotern spricht für sich selbst: Viele Patienten wollen lieber vom Roboter operiert werden.

---

## 2.6 Virtual Reality

Virtuelle Welten auf dem Computer darzustellen, ist weit verbreitet. Computerspiele oder Flugsimulatoren hat wahrscheinlich jeder schon einmal gesehen. Gerade bei letzteren wird auch schnell klar, dass zur sogenannten Immersion, also dem Eintauchen in die virtuelle Welt, möglichst viele Sinne benutzt werden sollten. Wird nur ein bewegtes Bild auf dem Monitor dargestellt, so können zwar Details der virtuellen Welt wahrgenommen werden, werden aber andere Sinne mit verwendet, wirkt die Simulation sehr viel realitätsnaher. Deshalb sind hochwertige Flugsimulatoren, wie sie etwa bei der Ausbildung von Piloten verwendet werden, sehr aufwendige und teure Systeme: Die Kabine, in der die Piloten sitzen, befindet sich auf Stelzen, die hydraulisch bewegt werden um die Beschleunigungskräfte beim Flug zu imitieren. Eine solche Simulation muss eine hohe Qualität haben, insbesondere wenn die Eindrücke der verschiedenen Sinne nicht zusammenpassen, wird das zumindest als störend wahrgenommen und kann gegebenenfalls sogar Unwohlsein oder Übelkeit auslösen. Die sogenannte Motion Sickness, die auftritt, wenn technische Mängel, etwa Bildfehler oder eine fehlende Synchronisation von Bewegung und Bild auftreten, ist sehr unangenehm<sup>4</sup> und macht solche Simulationen für einen Teil der Nutzer eher abschreckend als verlockend.

Trotzdem erfreut sich die Virtual Reality insbesondere bei Computerspielen großer Beliebtheit. Aktuelle technische Entwicklungen wie die Oculus Rift oder HTC Vive erlauben erstmals Privatanwendern, überzeugende Simulationen in der virtuellen Welt zu nutzen. Allerdings ist hierfür erhebliche Rechenleistung erforderlich, kaum ein handels-

---

<sup>4</sup>Einer der Autoren (Hänisch) musste unter dem breiten Grinsen seiner Studenten einmal einen Fahrsimulator eines Automobilherstellers verlassen: Die Bewegungen des Simulators erfolgten im Vergleich zu den optischen Eindrücke leicht verzögert, was umgehend aufklärte, warum die freundliche Assistentin beim Einsteigen ganz genau erklärt hatte, wo der Not-Aus-Knopf ist.

üblicher PC ist den Anforderungen einer solchen VR-Brille gewachsen. Aller Erfahrung nach wird sich dieses Problem aber im Lauf der Zeit lösen. Viele Unternehmen sehen deshalb auch enormes Potenzial, etwa in der Ausbildung oder beim Design. Hersteller wie Boeing oder BMW nutzen solche Systeme zum Teil schon seit langer Zeit um die Entwicklung neuer Modelle zu vereinfachen und zu beschleunigen. BMW nutzt hier tatsächlich die günstige Consumer Hardware, die eigentlich für Computerspiele gedacht ist [15]. Boeing hat schon in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts mit solchen Systemen experimentiert [16].

Für die praktische Anwendung vielleicht noch interessanter ist die Augmented Reality, bei der die Realität nicht komplett ausgeblendet wird, sondern die virtuelle Welt in die Realität integriert wird. Derzeit erlebt ein einfaches Spiel, Pokémon Go, eine explosive Popularität. Damit kommen solche Techniken zum ersten Mal in die Wahrnehmung der breiten Öffentlichkeit, der solche Techniken bisher hauptsächlich aus der Übertragung von Sportveranstaltungen bekannt sind: Inzwischen ist es ja üblich, dass ergänzende Informationen wie Entfernungen bei Freistößen eingeblendet werden. Den letzten Versuch, Augmented Reality in die Breite zu bringen, hatte Google 2012 mit Glass unternommen, der „Datenbrille“, die es erlauben sollte, die reale Welt mit Zusatzinformationen zu versehen.

Mit Augmented Reality lassen sich viele Abläufe im Unternehmen unterstützen. Ein Beispiel hierfür ist die Wartung eines komplizierten technischen Systems, etwa eines Kraftwerks oder eine Papiermaschine: Der Techniker, der mit der Wartung befasst ist, kann sich durch eine Brille Zusatzinformationen, wie etwa Schaltbilder oder Konstruktionszeichnungen, über die tatsächliche vorgefundene Realität legen, so weiß er jederzeit, woran hat er gerade tatsächlich arbeitet. Oder das Bild, das die Brille aufnimmt, wird an einen Experten übertragen, beispielsweise beim Hersteller der Anlage. Der kann dann den Techniker vor Ort anweisen oder ihm zusätzlich Daten auf die Brille projizieren.

Solche Systeme haben großes Potenzial: Die Techniker, die solche Systeme einsetzen, brauchen viel weniger Detailwissen, als heute üblich. Die gerade notwendigen Informationen werden in die Brille eingespiegelt. Im Extremfall ist der Techniker vor Ort nur noch Ausführender, er kriegt alle notwendigen Informationen und Anweisungen (dreh diese Schraube auf, dann diese Schraube zu, dann mach dies, dann mach das usw.) in Echtzeit eingespielt. Zweifellos kann so die Wartung solcher Anlagen vereinfacht und verbilligt werden.

Zu bedenken ist allerdings, dass der Mensch in diesem Fall auf die reine Ausführung der Anweisungen der Maschine reduziert wird. Von einem abstrakten Standpunkt aus tauschen hier Mensch und Maschine die Rollen: Wo heute ein Industrieroboter nur Abläufe ausführt, die von Menschen vorgegeben wurden, wird in einem solchen Szenario der Mensch zum Ausführenden, der die Anweisungen von der Maschine erhält. Ob das wünschenswert ist, sei dahingestellt.

Auch in der Medizin gibt es zahlreiche Anwendungen für Virtual Reality: Ein Chirurg kann etwa in einer virtuellen Umgebung, die auf CT-Scans basiert, seine Operation im Voraus üben und so Operationen ausführen, die heute noch unmöglich sind. Auch die

Überlagerung der echten und der virtuellen Welt, also Augmented Reality, ist hier hilfreich und wird genutzt. So kann die manchmal unübersichtliche Realität einer Operation durch radiologische Daten ergänzt werden und so Fehler vermieden werden. Viele der beschriebenen Anwendungen, etwa die Operationsroboter, stammen aus der Telemedizin, die insbesondere im militärischen Umfeld zahlreiche Anwendungen findet: Da wo Soldaten bei militärischen Einsätzen verletzt werden, ist oft qualifizierte medizinische Hilfe nicht oder nur schwer verfügbar. Ein Experte, der einen Roboter fernsteuert oder einem Assistenten vor Ort per Virtual Reality zur Seite steht, kann hier schnelle Unterstützung leisten.

---

## 2.7 Drohnen

Oder Unmanned Aerial Vehicles – UAV – im internationalen Sprachgebrauch stammen aus dem militärischen Bereich. Ursprünglich hauptsächlich als Ziele für Schießübungen eingesetzt, erfreuen sie sich inzwischen großer Beliebtheit. Abgesehen von den flugzeuggroßen Predators, die, durch die Medien bekannt, nicht nur zur Beobachtung, sondern auch für Bombenangriffe, insbesondere gegen Terroristen eingesetzt werden, setzt allein die US-amerikanische Armee über zehntausend kleine Aufklärungsdrohnen ein [19]. Infanterieoperationen ohne Drohnen sind praktisch nicht mehr vorstellbar. Drohnen sind billig; wird eine Drohne abgeschossen (was gar nicht so einfach ist), wird einfach eine neue aus dem Magazin geholt.

Aber auch im zivilen Leben sind Drohnen interessant. Derzeit werden hauptsächlich die Quadcopter, kleine Hubschrauber mit 4 Rotoren, eingesetzt (vgl. Abb. 2.5). Diese sind leicht zu fliegen und viel billiger als Hubschrauber mit einem Rotor. Das liegt daran, dass beim normalen Hubschrauber über die Verstellung der Rotorblätter gesteuert wird, was komplexe und präzise Mechanik erfordert. Ein Quadcopter besteht, abgesehen von Batterie und Elektronik, nur aus einem starren Rahmen und vier festen Motoren. Gesteuert wird durch die unterschiedliche Ansteuerung der Motoren, was zwar raffinierte Leistungselektronik erfordert, diese kostet heute aber nur wenige Euro.

Drohnen können dank leistungsfähiger Autopiloten auch durch Laien präzise gesteuert werden und haben inzwischen Qualitäten erreicht, die zahlreiche Anwendungen ermöglichen. Vor wenigen Jahren nur für Modellflieger und Bastler von Interesse, werden Drohnen heute vor allem für Beobachtungen aus der Luft eingesetzt. Moderne Exemplare wie die DJI Phantom 4 haben eine 4k Videokamera, eine Flugdauer von etwa 30 min und fliegen etwa 70 km/h schnell mit einem Autopiloten, den auch Laien bedienen können.

Etwa in der Landwirtschaft liefern Drohnen Informationen in einer bisher nicht erreichbaren Qualität. Insbesondere Infrarotaufnahmen zeigen deutlich, wenn Pflanzen in einem Teil eines Feldes Wasser oder Dünger brauchen oder von Schädlingen befallen werden (Abb. 2.6).



**Abb. 2.5** Aktuelle Drohne für Privatanwender. (Bild: DJI)



**Abb. 2.6** Drohne – hier mal kein Quadcopter sondern ein Flugzeug, für den Einsatz in der Landwirtschaft [17]

Die Berichterstattung über Sportereignisse kommt heute kaum noch ohne Drohnen aus, die das Geschehen aus der Luft weit übersichtlicher und dynamischer, weil näher am Mann, darstellen können. Aber ganz ungefährlich ist das nicht: Im Juni 2016 fiel beispielsweise eine Drohne, die vom Chefredakteur eines lokalen Fernsehsenders gesteuert wurde, einer Zuschauerin auf den Kopf [18]. Offenbar sind hier strengere Regulierungen und bessere Schulungen nötig.

Industrielle Anwendungen gibt es ebenfalls: Energieversorger können ohne großen Aufwand ihre großen Überlandleitungen oder Solarfelder inspizieren. Weitere Beispiele für den industriellen Einsatz sind die Inspektion von Windkraftanlagen, Bauwerken, Pipelines, eben alles, was direkt nur schwer erreichbar ist. Genauso können natürlich auch Menschen beobachtet werden. Die Überwachung von Schülern einer belgischen Schule bei Prüfungen dürfte hier das harmloseste Beispiel sein. Weniger amüsant ist schon die Überwachung von Staatsgrenzen oder gar von Innenstädten durch die Polizei.

Neben diesen Beobachtungsaufgaben können Drohnen aber auch Dinge transportieren. Logistikunternehmen wie Amazon oder DHL schaffen es immer wieder mit ihren Transportdrohnen in die Nachrichten.

Innerhalb von (Groß-)Städten ist das eher uninteressant, hier ist es viel einfacher und billiger, mit einem Kleinbus durch die Gegend zu fahren und Päckchen manuell zu verteilen. Aber in dünner besiedelten Gebieten sind die Pläne der großen Händler, Kunden innerhalb kurzer Zeit, etwa einer Stunde, zu beliefern, anders nicht wirtschaftlich realisierbar.

Auch für das Militär ist diese Fähigkeit natürlich interessant. Fortschritte in der Sprengstofftechnik versetzen selbst kleine Drohnen in die Lage, erheblichen Schaden anzurichten [19]. Das können größere Flugzeuge, bemannt oder unbemannt, natürlich auch und in viel größerem Ausmaß, aber erstens können kleine Drohnen ein Ziel sehr präzise ansteuern und sind viel billiger. Aber vor allem sind kleine Drohnen sehr viel schwerer zu erkennen und auszuschalten. Insbesondere, wenn sie in großer Zahl verwendet werden [20]. Und das ist aufgrund der geringen Kosten leicht möglich: Ein paar hundert Quadcopter kosten selbst in professioneller Ausführung weniger als eine einzige „normale“ Rakete. Genau diese Eigenschaften machen Drohnen aber auch für Terroristen interessant, kein Wunder, dass praktisch alle großen Wehrtechnik-Anbieter an Drohnen-Abwehrsystemen arbeiten, ob mit Laserkanonen, Netzen, Abwehrdrohnen oder Störsendern.

---

## 2.8 Autoid-Techniken

Ein Credo der Industrie 4.0 ist, dass jedes Objekt eine Identität besitzen soll. Gerne wird in diesem Zusammenhang die eigene IP Adresse, die erst mit IPV6 möglich wird, dargestellt. Wozu das genau gut sein soll, weiß man nicht immer. Die Wurzeln der Idee, dass sich ein Objekt selber identifizieren können soll, gehen jedoch weit zurück.

Sieht man ein Flugzeug auf einem Radarschirm, ist es ohne weitere Informationen nur schwer zu entscheiden, ob es Freund oder Feind ist. Wie kann man dieses Problem lösen?

Die Bodenstation sendet ein Funksignal aus, das von einem freundlichen Flugzeug entsprechend beantwortet wird. Macht man das Verfahren mit technischen oder kryptografischen Techniken hinreichend kompliziert, kann es von Außenstehenden nicht nachgeahmt werden. Genau das gleiche Prinzip wird bei allen RFID (Radio Frequency Identification) Verfahren benutzt, die man etwa von der Wegfahrsperrre beim Auto kennt: Der Autoschlüssel enthält einen sogenannten Transponder, das Auto sendet ein Signal aus, dessen Anfrage vom Transponder entsprechend beantwortet wird. Nur wenn die korrekte Antwort empfangen wird, kann das Auto gestartet werden.

Mit diesem Prinzip können ohne großen Aufwand beliebige Gegenstände identifiziert werden. Diese Verfahren werden seit langer Zeit insbesondere in der internen Logistik eingesetzt. So können Produkte, Artikel oder beliebige Gegenstände beim Weg durch das Unternehmen verfolgt werden, ohne dass ein manueller Eingriff nötig ist. Hier werden nicht nur Funkverfahren, sondern auch optische Verfahren, der altbekannte Barcode, gegebenenfalls in der zweidimensionalen Form verwendet. Warum ist das nun wichtig?

Ein wesentliches Element der Industrie 4.0 ist, dass nicht mehr große Mengen identischer Artikel auf einmal gefertigt werden, sondern kundenspezifische Produkte in der Losgröße eins produziert werden können. Dies ist natürlich nur dann sinnvoll, wenn eine hohe Effizienz erreicht werden kann, sonst wird der Preis zu hoch. Was ist nun der Nutzen davon, einzelne Produkte identifizieren zu können? In der Produktion kann dies zu kürzeren Durchlaufzeiten führen, in der Wartung die automatische Identifikation des Produkts ermöglichen. Beispielsweise kommt ein Kunde mit einem defekten Haushaltsgerät in die Werkstatt. Dort kann sofort festgestellt werden, um welches Gerät es sich handelt, beispielsweise, wo das Gerät gekauft wurde. Wurde es nicht bei diesem Händler gekauft, schickt er den Kunden weiter. Ist beispielsweise eine Komponente einer Anlage defekt, etwa ein Motor, scannt der Kunde mit seinem Smartphone den eingebauten Transponder und übermittelt diese Information an den Hersteller, der automatisch das richtige Ersatzteil liefert.

Auch im Umgang mit Kunden kann dies ein wichtiges Hilfsmittel sein: Ein Kunde betritt ein Geschäft, das Geschäft weiß sofort, wann der Kunde seine Kleidungsstücke wo gekauft hat, ihm können sofort passende Angebote unterbreitet werden. Ob man diesen gläsernen Kunden haben möchte oder nicht, ist eine andere Frage. Der Datenschutz spielt eine entscheidende Rolle. Das ist einer der Gründe warum diese Verfahren im Moment noch nicht so weit verbreitet sind, wie sie sein könnten. Ein anderer Punkt ist, dass die Transponder immer noch einen Preis von etwa einem Euro haben, wenn sie klein und leistungsfähig sein sollen.

Bei Anwendungen, wo dies nicht relevant ist, werden Transponder bereits eingesetzt: So können etwa Operationswerkzeuge und Tupfer mit Transpondern ausgestattet werden, um automatisch festzustellen, ob am Ende der Operation alle Werkzeuge wieder da sind, wo sie hingehören und nicht etwa im Patienten.

Eine weitere wichtige Anwendung ist die Sicherung von Produkten gegen Fälschung. Bringt man in ein Produkt einen RFID-Transponder ein, kann kontrolliert werden, ob es sich um das Originalprodukt des Herstellers, oder um eine Fälschung handelt. Bei hochwertigen Produkten spielen die damit verbundenen Kosten keine Rolle. Andere Anwendungen sind etwa die Kennzeichnung von Tieren.

Warum ist es nun in der Industrie 4.0 so wichtig, dass sich Gegenstände identifizieren können? Bei der klassischen Produktion mit großen Losen, also der gleichzeitigen Herstellung einer großen Menge gleichartiger Produkte, ist auch nötig, die Artikel in der Produktion zu identifizieren. Aber hier wird nicht der einzelne Artikel gekennzeichnet, sondern in der Regel der Behälter. Dazu werden normalerweise Barcodes verwendet. In der Industrie 4.0 soll aber jeder Artikel individuell bearbeitet werden, das gefertigte Produkt ist kundenspezifisch. Idealerweise sagt das einzelne Produkt in jedem Fertigungsschritt der entsprechenden Maschine, wie es bearbeitet werden soll. Es ist offensichtlich, dass dies nur dann funktioniert, wenn jedes Produkt einzeln identifizierbar ist.

Aber auch in Bereichen, wo man es nicht direkt erwartet, ist es wichtig, Produkte identifizieren und lokalisieren zu können. Oft wenden Unternehmen in der Realität viel Zeit für die Suche nach Assets auf. Beispiele wären etwa eine Klinik, in der nach Rollstühlen gesucht wird, die zum Transport von Patienten von einer Station auf die andere verwendet werden. Ein anderes Beispiel wäre ein Unternehmen, das Busse herstellt. Die gehen leicht mal auf dem Werksgelände verloren. Was auf den ersten Blick merkwürdig klingt, ist auf den zweiten Blick eher einleuchtend: Ein Bus wird für einen bestimmten Produktionsschritt in eine bestimmte Halle überführt. Aber aufgrund eines Problems in der Fertigung ist dieser Platz noch besetzt. Auch der Platz vor dem Gebäude ist schon besetzt, also stellt der Fahrer den Bus hinter das Gebäude. Leider dauert das Beheben der Störung länger als geplant, sodass die Schicht des Fahrers zu Ende ist und schon weiß niemand mehr, wo der Bus steht. Dieses Problem kann leicht dadurch gelöst werden, dass jeder Bus einen Sender erhält, der die aktuelle Position des Busses per Funk, übermittelt. So hat man jederzeit ein aktuelles Bild vom Zustand der Fertigung.

---

## 2.9 Reale und virtuelle Welt

Je näher man virtuelle und reale Welt zusammenbringt, umso interessanter wird das Ergebnis. Das stimmte bereits für die erste Webcam, die an der University of Cambridge den Füllstand der Kaffeemaschine ins Internet brachte [21]. Die Entwickler brauchten nicht mehr aufzustehen um nachzusehen, ob noch Kaffee da war, sondern konnten das von Ihrem Arbeitsplatz aus erledigen. Was zunächst wie Spielerei aussieht, hat in der Realität zahlreiche Anwendungen.

Einer der Autoren (Hänisch) betrieb mit Kollegen zusammen in grauer Vorzeit vor etwa 20 Jahren eine der ersten Webcams, die eine Baustelle dokumentierten. Damals war die Idee, aus den Einzelaufnahmen einen Zeitraffer Film für die Eröffnung zu erstellen. Das war damals etwas ganz Neues. Aber das Entscheidende ist, was passierte, als

die Kamera ausfiel. Für den Film wäre das nicht kritisch gewesen, deswegen hatten wir keine Eile beim Reparieren. Aber es dauerte nicht lange, bis die ersten Handwerker anriefen: Die benutzten nämlich die Bilder der Kamera, die wir auf der Homepage darstellten, um zu prüfen, ob die Baustelle in dem Zustand war, den sie erwarteten. Also, ob etwa Material geliefert war, ob andere Arbeiten bereits ausgeführt wurden und so weiter. Sie empfanden diese Bilder, also die Verknüpfung der realen Baustelle mit der virtuellen Welt, als eine erhebliche Arbeitserleichterung. Das ist einer der Gründe, warum heute jede Großbaustelle eine solche Kamera betreibt. Und nicht nur die, sondern auch jedes Skigebiet. Eine Wettervorhersage in Form von Zahlen, oder Icons zu sehen ist eine Sache, ein Bild, wie das Wetter wirklich aussieht, eine ganz andere.

Sehr deutlich wird die Attraktivität dieser Zusammenführung von realer und virtueller Welt, wenn man Bewegungsdaten betrachtet. Aus dem Bewegungsmuster, das jeder, der ein Smartphone bei sich trägt, zumindest seinem Mobilfunk Provider übermittelt, lassen sich aufschlussreiche Informationen über die Lebensgewohnheiten ermitteln. Diese datenschutzrechtlich nicht ganz unproblematische Verwendung hat sehr spannende Implikationen. Etwa ein Gerichtsverfahren, wo ein Verdächtiger dokumentieren könnte, dass er zu einem bestimmten Zeitpunkt eben nicht am Tatort war. Diese Anwendungen werfen schnell juristische Fragestellungen auf, etwa ob das Smartphone, das Eigentum des Beschuldigten ist, gegen dessen Willen verwendet werden darf. Aber ohne Zweifel ist hier die Verbindung der virtuellen mit der realen Welt von großer Relevanz.

Bei den beschriebenen Anwendungen handelt es sich um eher passive Anwendungen, bei denen die Daten, die ohnehin schon erhoben werden, als Abbild der Realität in die virtuelle Welt gebracht werden. Welche darüber hinausgehenden Anwendungen könnten in Zukunft interessant sein?

Eine interessante Technologie ist das Physical Web, ein Standard, der vor etwa zwei Jahren von Google veröffentlicht wurde (<https://google.github.io/physical-web/>). Die Idee dabei ist, dass sogenannte Beacons, kleine Computer mit einem Funk Modem, hier Bluetooth LE, ein Signal aussenden, über das sie identifiziert werden können. Das ist nicht neu, Apple hatte das mit den iBeacons schon 2013 veröffentlicht. Das Interessante bei den Eddystone Beacons von Google ist, dass diese nicht eine nichtssagende ID senden, sondern eine URL, über die man mit einem Gegenstand in Interaktion treten kann. Da der Beacon zu einem physikalischen Objekt gehört, ist die interessante Interaktion die mit dem Objekt, nicht mit dem Beacon (Abb. 2.7).

---

### Beispiel

Ein Beispiel hierfür wäre etwa eine Parkuhr: Befindet man sich mit seinem Smartphone in der Nähe der Parkuhr, empfängt eine App auf dem Smartphone die Signale des Beacons, das heißt, die URL der Parkuhr. Durch einen Klick kann man dann, ohne die technischen Abläufe dahinter kennen zu müssen, direkt mit der Parkuhr kommunizieren, also beispielsweise bezahlen und damit eine Parkerlaubnis erhalten. Da jeder Beacon eine URL übermittelt, über die der Zugriff auf das reale Objekt erfolgt, wird nicht für jeden Spezialfall eine eigene App benötigt.



**Abb. 2.7** Smartphone und Beacon

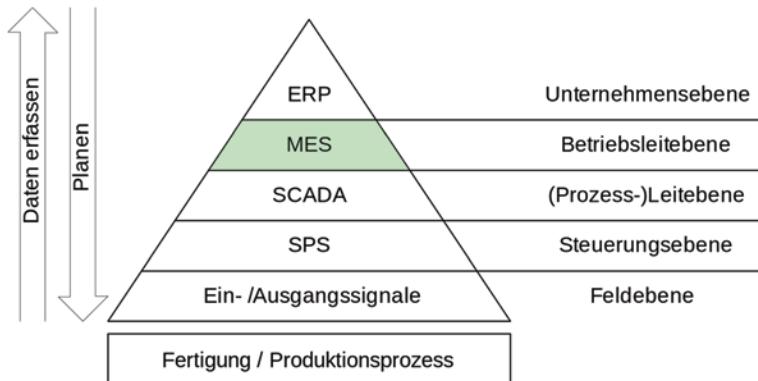
Der heute übliche Stand der Technik zur Interaktion mit elektronischen Geräten, ist die Nutzung einer Fernbedienung. Für jedes Gerät hat man eine eigene Fernbedienung. Mit dem Physical Web würde jedes Gerät, beispielsweise der Fernseher, eine URL ausstrahlen, die man mit jedem beliebigen Smartphone nutzen könnte, um auf die Webseite des Fernsehers zuzugreifen. Eine spezielle Fernbedienung oder eine spezielle App wäre nicht mehr nötig. Das klingt fast zu schön um wahr zu sein. Und doch ist genau diese Technologie möglicherweise der Schlüssel zur engen Integration von Gegenständen miteinander, der eigentlichen Idee beim Internet der Dinge.

---

## 2.10 Digitalisierung der Produktion

Was bedeutet „Digitalisierung der Produktion“? Diese Frage lässt sich aus (mindestens) zwei Perspektiven beantworten. Zunächst kann man die Entwicklungen, die in den letzten Jahren im Consumer Bereich erfolgreich waren, in die industrielle Produktion übertragen. Diese, als Consumerization bekannte Entwicklung hat zweifellos starke Auswirkungen auf die Unternehmens-IT. Die Nutzung von Smartphones und Tablets sowie von Cloud-Diensten wie Dropbox, WhatsApp oder der Einkauf bei Amazon prägen immer stärker auch die Unternehmens-IT. Wie, wird in einem der Artikel in diesem Buch ausführlich beschrieben.

Die Auswirkung auf die Produktion ist jedoch nicht unbedingt naheliegend: Zwar kann man auch Produktionsanlagen mit einem Tablet steuern, aber der Nutzen darf angezweifelt werden. Andere Entwicklungen, wie das Internet of Things oder Virtual Reality, wurden bereits beschrieben.



**Abb. 2.8** Automatisierungspyramide. (Abbildung Wikipedia)

Diese Entwicklungen sind aber nicht spezifisch für die industrielle Produktion.

Auch dort werden seit langer Zeit Computer verwendet. Die Produktions-Planung erfolgt in ERP Systemen, die Optimierung der Produktion wird mit MRP, PPS & Co durchgeführt. Zusammen mit Logistikstrategien wie Just-in-Time oder Just-in-Sequence können Losgrößen immer weiter reduziert und Lagerkapazitäten verkleinert werden. Um diese Optimierungen durchführen zu können, wird die anlagenspezifische Feinplanung vom MES (Manufacturing Execution System) übernommen.

Aber was passiert, wenn in der Produktion ein Problem auftritt? Wenn etwas nicht so funktioniert wie es soll? Wenn eine Maschine ausfällt? Im ERP-System wird eine Planung nur auf der Basis von Durchschnittswerten, etwa einer durchschnittlichen Produktionsdauer für eine Komponente geplant. MES-Systeme bekommen zwar die direkte Rückmeldung von Produktionsmaschinen, dies erfolgt aber oft durch manuelle Eingabe. Das heißt, insbesondere das Umgehen, und das bedeutet Umplanen, im Störungsfall, ist eine Aufgabe, die von Menschen ausgeführt wird. Deren Flexibilität kann hier bisher nicht ersetzt werden. Das bedeutet aber automatisch, dass die IT-Systeme, die zur Planung und Optimierung der Produktion verwendet werden, nicht den tatsächlichen Zustand abbilden, sondern eben nur die Planung.

Um das zu ändern, ist es notwendig, dass alle Informationen aus der Produktion wieder zurück an die IT-Systeme geliefert werden. Und zwar an alle IT-Systeme! Genau dieser Weg zurück existiert heute aber in aller Regel noch nicht. Bei der Digitalisierung der Produktion geht es darum, diese Lücke zwischen den Systemen zu schließen, um so den Weg zu weiteren Optimierungen zu öffnen. Die lineare Abfolge von Planung zur Fertigung wird durch einen ständigen iterativen Ablauf ersetzt. Die Planung wird jederzeit den sich ändernden Gegebenheiten der Realität angepasst (vgl. Abb. 2.8).

## Literatur

1. Plattform Industrie 4.0, Fortschrittsbericht April 2016, <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitalisierung-der-industrie,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>.
2. Beginn einer vernetzten Produktion dank Industrie 4.0, Smart Tech, o. Verf., <https://www.smarttech-online.ch/artikel/beginn-einer-vernetzten-produktion-dank-industrie-40/>.
3. Industrie 4.0 –Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland,, Bitkom und Fraunhofer IAO, <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf>.
4. Brynjolfsson, Erik and Hitt, Lorin M. and Kim, Heekyung Hellen, Strength in Numbers: How Does Data-Driven Decisionmaking Affect Firm Performance? (April 22, 2011). Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1819486> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1819486>.
5. General Electric, o.Verf. Industrial Internet Insights, Bringing Together Brilliant Machines, Advanced Analytics and People at Work, <https://www.ge.com/digital/industrial-internet>.
6. V. Mayer-Schönberger, K. Cukier, Big Data, John Murray, 2013.
7. Eric Horvitz et al, Characterizing and Predicting Postpartum Depression from Shared Facebook Data, Proceedings of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing, Pages 626–638, ACM New York, 2014.
8. Mirko Junge, Bild aus dem Wikipedia-Artikel “Fliehkraftregler”, <https://de.wikipedia.org/wiki/Fliehkraftregler>.
9. Carolyn Gramling, Smartphones may soon provide earthquake warnings, Science online, Feb. 2016, <http://www.sciencemag.org/news/2016/02/smartphones-may-soon-provide-earthquake-warnings>.
10. Zheng et al, Crowd Sensing of Traffic Anomalies based on Human Mobility and Social Media, SIGSPATIAL GIS '13, ACM, 2013.
11. Ellie Kaufman, Social Media Surveillance Could Have a Devastating Impact on Free Speech. Here's Why. Tech Mic, <https://mic.com/articles/132756/social-media-surveillance-could-have-a-devastating-impact-on-free-speech-here-s-why#.Kpk8bQ1Kp>.
12. Kevin Ashton, That ‘Internet of Things’ Thing, RFID-Journal, <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>.
13. Mark Weiser, The computer for the 21st century, Scientific American, 09/1991.
14. 3D printed firearms, [https://en.wikipedia.org/wiki/3D\\_printed\\_firearms](https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printed_firearms).
15. Pressemeldung BMW, “BMW setzt auf HTC Vive VR-Brillen und Mixed Reality bei der Entwicklung neuer Fahrzeugmodelle.” <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0258902DE/bmw-setzt-auf-htc-vive-vr-brillen-und-mixed-reality-bei-der-entwicklung-neuer-fahrzeugmodelle-bilder-aus-dem-computer-statt-aufwendig-gebauter-entwuerfe:-mehr-flexibilitaet-schnellere-ergebnisse-und-geringere-kosten?language=de>.
16. Robert J. Thierauf, Virtual Reality Systems for Business, Praeger Frederick, 1995.
17. Chris Anderson, Ten lessons for farm drones, <http://robohub.org/ten-lessons-for-farm-drones/>.
18. Daniel Sokolov, Drohne fällt Kanadierin auf den Kopf, heise News-Ticker, Juni 2016, <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Drohne-faellt-Kanadierin-auf-den-Kopf-3249133.html>.
19. Hambling, Swarm Troopers, 2015, Archangel Ink, ISBN 1-942761-74-0.
20. Pham, L. UAV swarm attack: Protection syetm alternatives for destroyers nach Hambling S. 206.
21. Stafford-Fraser, Q., The Life and Times of the First Web Cam: When Convenience Was the Mother of Invention, Communications of the ACM, Vol 44, No. 7, July 2001.

---

# Industrie 4.0 – eine industrielle Revolution?

3

Nina Barthelmä, Daniel Flad, Tobias Haußmann, Till Kupke, Sven Schneider und Katja Selbach

---

## Zusammenfassung

In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob Industrie 4.0 eine industrielle Revolution im Ausmaß der letzten drei industriellen Revolutionen darstellt. Mithilfe der Gegenüberstellung der allgemeinen Definition einer Revolution mit den bisherigen industriellen Revolutionen werden zuallererst wichtige Kriterien für die Analyse von Industrie 4.0 ermittelt. Parallel zu diesen Kriterien wird eine einheitliche, anhand verschiedener Literatur zusammengefasste Beschreibung des Themenkomplexes Industrie

---

N. Barthelmä (✉)  
Lauterbach, Deutschland  
E-Mail: nina-95@web.de

D. Flad  
Unterschneidheim, Deutschland  
E-Mail: daniel.flad@googlemail.com

T. Haußmann  
Wendlingen, Deutschland  
E-Mail: tobiasaussmann29@gmail.com

T. Kupke  
Wermelskirchen, Deutschland  
E-Mail: till.kupke@t-online.de

S. Schneider  
Leverkusen, Deutschland  
E-Mail: svnschneidr@googlemail.com

K. Selbach  
Kürten, Deutschland  
E-Mail: katja.selbach@obi.de

4.0 erarbeitet. Hierbei werden – neben Flexibilität und Automatisierung – auch die Cluster Vernetzung und Wertschöpfungskette ermittelt.

### Schlüsselwörter

Industrie 4.0 · Industrielle Revolution · Evolution · Vernetzung · Automatisierung · Flexibilität · Wertschöpfungskette

## 3.1 Einleitung

Der Begriff Industrie 4.0 ist aktuell in aller Munde. In der Wirtschaft, in Lehrveranstaltungen und Studien werden aktuell verschiedene Ansätze diskutiert, was Industrie 4.0 ist und welche Auswirkungen vor allem in den Bereichen IT-Sicherheit, Arbeitsplätze und neue Berufsausbildungen/-tätigkeiten dies in Zukunft mit sich bringen wird. Vor dem Hintergrund des prophezeiten und bevorstehenden Strukturwandels entstehen Studien, die das Potenzial von Industrie 4.0 erfassen. Dadurch sollen sich große Chancen für die Wirtschaft kennzeichnen, gleichzeitig werden auch große Herausforderungen des massiven Umbruchs an Unternehmen gestellt. Hier werden Herausforderungen wie Standardisierung, Prozess-/Arbeitsorganisation, verfügbare Produkte und neue Geschäftsmodelle genannt [1, 2].

Unternehmen befassen sich allerdings derzeit nicht mit dem Thema Industrie 4.0. Sie haben keine klaren Vorstellungen, was Industrie 4.0 ist und was es für ihr Unternehmen bedeutet sowie welche Auswirkungen in der Zukunft zu erwarten sind. In einer Studie des Technisch-wissenschaftlichen Verbands der Elektrotechnik und Elektronik (VDE) im Jahr 2015 haben 66 % der befragten Unternehmen angegeben, dass sie sich noch nicht mit Industrie 4.0 beschäftigen [3]. Zudem haben in einer Studie von der IfD Allensbach, Centrum für Strategie und Höhere Führung, im Jahr 2015 82 % der Befragten eingräumt, dass Sie Industrie 4.0 zum ersten Mal hörten. Die Befragten waren hier mindestens 16-Jährige aus ganz Deutschland [4].

Da der Begriff sehr viel Spielraum für Erklärungsansätze lässt, finden sich in der Literatur allgemein gültige Aussagen bis hin zu gegensätzlichen Definitionen wieder. Begriffe wie Digitalisierung, Veränderung von Produktabläufen, Vernetzung und Internet der Dinge werden hier unter anderem genannt [5].

**Es fehlt eine klare Begriffsdefinition sowie eine Abgrenzung, was Industrie 4.0 für die Wirtschaft und Gesellschaft bedeutet.**

Die Frage ist, was ist Industrie 4.0 eigentlich? Sprechen wir hier von einer vierten industriellen Revolution im Ausmaß der letzten industriellen Revolutionen, oder handelt es sich hier vielmehr um einen evolutionären Prozess?

Um Klarheit über diese Fragen zu schaffen, sollen in dieser Arbeit zunächst die Begriffe Revolution und industrielle Revolution im Einzelnen betrachtet und anschließend entsprechende Merkmale oder Kriterien, die für industrielle Revolutionen sprechen, dargestellt werden.

Anschließend wird der Begriff Industrie 4.0 analysiert und beschrieben. Dabei werden anhand ausgewählter Primär- und Sekundärliteratur Schlagwort-Cluster gebildet und gewichtet. Es soll ersichtlich werden, was Industrie 4.0 ist, bzw. welche Schlagwörter stark ausgeprägt sind.

Im Weiteren sollen die aufgestellten Kriterien aus Abschn. 3.2 mit der Definition aus Abschn. 3.3 dieses Kapitels diskutiert werden. Dadurch soll untersucht werden, ob Industrie 4.0 revolutionäre Eigenschaften für eine industrielle Revolution besitzt.

Ziel ist es, zu ermitteln, ob Industrie 4.0 als vierte industrielle Revolution bezeichnet werden kann.

---

## 3.2 Revolution und industrielle Revolutionen

In diesem Abschnitt wird der Frage nachgegangen, was eine Revolution ist. Zunächst wird der Begriff Revolution im weiteren Sinne anhand allgemein gültiger Aussagen verschiedener Lexika definiert und danach Beispiele verschiedener Revolutionstheorien von den bedeutendsten Wirtschaftstheoretikern beschrieben. Zum Schluss sollen Kriterien definiert werden, was eine Revolution ausmacht.

### 3.2.1 Revolution im Allgemeinen

In der Literatur sind unterschiedliche theoretische Abgrenzungen und Meinungen zur Definition einer Revolution und deren Einflussgrößen zu finden. Daher sollen zu Beginn



**Abb. 3.1** Übersicht Evolutionsarten

der Begriff Revolution beschrieben und verschiedene Erklärungsansätze aus der Literatur diskutiert werden.

Der Begriff Revolution findet sich in verschiedenen Kategorien wie Führerschaf-ten (z. B. Zusammenbruch des Ostblocks zwischen den Jahren 1980 und 1990), Wirtschaft (z. B. industrielle Revolutionen), Sozialordnungen eines Staates (z. B. franzö-sische Revolution im Jahr 1789), Technik (z. B. die Erfindung des Mikrochips) und der Wissenschaft (z. B. durch Newton und Einstein) wieder [6]. Dadurch wird Revolution im Speziellen unterschiedlich beschrieben und definiert. Die Aufgabe ist es übergreifende Aussagen zu finden, um dann eine allgemeingültige Definition und somit Kriterien ablei-ten zu können.

### **Exkurs: Abgrenzung zur Evolution**

Bei der Recherche nach verschiedenen Definitionen wird auch eine Abgrenzung zur Evolution vorgenommen. Da dies zur späteren Analyse und Einschätzung dient, ob Industrie 4.0 eine Revolution wie im Folgenden dargestellt ist, ist hier eine Abgrenzung von Bedeutung (biologische Bedeutungen werden hier außenvorgelassen). In Abb. 3.1 sind die verschiedenen Arten von Evolutionen dargestellt [7–9].

Der Evolutionsbegriff stammt ursprünglich aus dem Bereich der Biologie und wurde nach und nach in weiteren Bereichen adaptiert. Evolution stammt aus dem Lateinischen (= evolvere) und bedeutet frei übersetzt Entfaltung, Entwicklung [7].

Im Allgemeinen versteht man darunter alle möglichen Weiterentwicklungen aus ein-fachen Anfängen. Dabei bedeutet dies nicht die Ausprägung von etwas bereits Vorhande-nem, sondern auf lange Sicht die Entstehung von etwas völlig Neuem [9]. Die Kriterien für eine Evolution sind nachfolgend zusammengefasst:

- Langsamere (fortschreitende) Entwicklung oder Änderung
- Ohne radikalen Wandel
- Großräumige Zusammenhänge
- Allmähliche Fortentwicklung im Geschichtsablauf

### **Lexikalische Definitionen einer Revolution**

► **Revolution** Der Duden legt eine Revolution allgemein fest als:

„auf radikale Veränderung der bestehenden politischen und gesellschaftlichen Verhält-nisse ausgerichteter, gewaltsamer Umsturz“

„*umwälzende, bisher Gültiges, Bestehendes o.Ä. verdrängende, grundlegende Neue-rung, tiefgreifende Wandlung [...]*“ [10]

Schubert und Klein definieren in ihrem Politiklexikon Revolution als „*schnelle und radikale (i. d. R. gewaltsame) Veränderung der gegebenen (politischen, sozialen, ökonomischen) Bedingungen. [...]*“ [11]

Ulrich Weiß, Autor im Bereich Revolutionen, formuliert die Revolution als „*Revolution (von lat. Revolutio = Zurückwälzen, Umdrehung, Umwälzung), die grundlegende und dauerhafte strukturelle Veränderung eines oder mehrerer Systeme. Entsprechend gibt es ökonomische, technische, soziale, politische und wissenschaftliche Revolutionen*“ [12].

## Wirtschaftstheoretische Definitionen einer Revolution

### ► **Revolution** Definition nach Marx:

- „*eine heilige Empörung, eine Umwälzung der Zustände, eine politische oder soziale Tat, ein Umsturz des Bestehendes*“ [13]
- „*Revolutionen werden nicht absichtlich gemacht und willkürlich gemacht, sondern sie (waren) überall und zu jeder Zeit die notwendige Folge der Umstände, welche von dem Willen und der Leitung ganzer Klassen durchaus unabhängig sind*“ [14].

Marx beschreibt weiter drei Hauptkomponenten oder Phasen einer Revolution, welche wechselseitig voneinander abhängig sind, die einen Prozess ergeben. Dieser Prozess leitet einen neuen Zyklus in der Gesellschaftsentwicklung ein. Die Phasen sind:

1. Vorbedingungen: vorrevolutionäre Zustände
2. Revolutionäre Situation: der Vorgang des Umsturzes des Bestehendes
3. Die eigentliche Umwälzung: die Akkumulation der Revolution, die Quantifizierung des revolutionären Aufbaus, d. h. der Umbau der Herrschaftsverhältnisse auch in der Mikrostruktur der Gesellschaft.

### Definition nach Kuhn:

► **Revolution** Kuhn geht davon aus, dass wenn in einer Normalwissenschaft Unregelmäßigkeiten oder neue Entdeckungen auftreten, die nicht mit dem im Augenblick vorherrschenden Paradigma in Einklang gebracht werden können, eine Krise eintritt. Kuhn geht ähnlich vor wie Marx und teilt verschiedene Kriterien in Phasen ein [15]:

1. Vorparadigmatische Phase: Viele unabhängige Phänomene und Deutungen, also neuartige Leistungen, wo hinreichende Offenheit nötig ist.
2. Normale Wissenschaft: Eine neue Ideologie die sich durchsetzt.

3. Krise: Anomalien weichen das Paradigma auf. Man spricht von einer Grundlagenkrise.
4. Neues Paradigma: Objekt für weitere Artikulierung und Spezifizierung unter neuen oder strengen Voraussetzungen

### **Moderne Revolutions-Theorie nach Jürgen Osterhammel**

Osterhammel beschreibt eine Revolution als einen erfolgreichen Umsturz der bisher herrschenden Eliten durch neue Eliten. Dies kann zum Beispiel durch Gewalt oder Mobilisierung von Massen angetrieben werden. Dadurch sind die Akteure Menschen, die nicht zum Kreis der bisherigen Machthaber gehören. Das Ziel und die Folgen von Revolutionen sind hier die Ablösungen der alten durch neue Eliten, sowie die Veränderung der Sozial- und Herrschaftsstrukturen. Osterhammel spricht von einem „kollektiven Prozess mit besonderer Tragweite“ [16, 17].

### **Zusammenfassung und Kriterien einer Revolution**

Zu Beginn einer Revolution muss eine Ursache vorhanden sein, wie zum Beispiel Probleme innerhalb eines Staates hinsichtlich Unzufriedenheit in wirtschaftlicher und/oder politischer Lage. Eine Revolution erfolgt immer unerwartet und geschieht abrupt. Dabei ist die Trägerschicht, also Menschengruppen, die bei ausschlaggebenden Veränderungen profitieren beziehungsweise nicht profitieren, klar benennbar. Gleichzeitig spricht man von einer Art Krise, was negative Effekte des aktuellen Systems im Allgemeinen darstellt.

Als Folge entstehen Reaktionen des alten Systems. Diese Reaktionen werden oft als Gewalt beschrieben (Da dies stark im politischen Zusammenhang steht, wird Gewalt nicht als Kriterium für eine Revolution aufgeführt.) Als Ergebnis erfolgt dann ein politischer, sozialer, technischer, wirtschaftlicher oder wissenschaftlicher Umbruch (Strukturwandel). Dadurch muss eine übergeordnete Ideologie mit einem subjektiven Fortschrittsgedanken vorhanden sein.

- Ursache benennbar: Negative Effekte des aktuellen Systems (Krisensituation)
- Trägerschicht benennbar (positiv/ negativ)
- Durchsetzen einer neuen Technologie oder Lösung
- politischer, sozialer, technischer, wirtschaftlicher oder wissenschaftlicher Umbruch
- Strukturwandel → schnelle Entwicklung
- Neue (übergeordnete) Ideologie (Veränderung in der Gesellschaft)

### **3.2.2 Industrielle Revolutionen der Vergangenheit**

Grundsätzlich bezeichnet der Begriff der industriellen Revolution den Übergang von der Agrargesellschaft zur Industriegesellschaft und der daraus resultierenden Umgestaltung der Sozial- und Arbeitsordnung. Ausgangspunkt waren verschiedene technische Erfindungen, wie z. B. die Dampfmaschine oder neuartige Verfahren zur Eisen- und Stahlgewinnung

[11]. Der Beginn der industriellen Revolution geht auf die zweite Hälfte des 18. Jh. in Großbritannien zurück, wobei der Begriff „Industrielle Revolution“ von Friedrich Engels [18] und Adolphe Jérôme Blanqui [19] geprägt wurde.

Da sich der Prozess der industriellen Revolution ausgehend vom 18. Jh. mittlerweile bis in die Gegenwart erstreckt, wird in der Literatur häufig zwischen erster bis dritter industrieller Revolution differenziert. Dabei wird die erste industrielle Revolution als Synonym für den klassischen Begriff der industriellen Revolution nach Engels und Blanqui verwendet [20].

### **Erste industrielle Revolution**

Diese erste industrielle Revolution begann im 18. Jh. mit der Erfindung der Dampfmaschine durch Thomas Newcomon und der Weiterentwicklung durch James Watt. Weitere bedeutende Erfindungen waren der mechanische Webstuhl sowie neuartige Verfahren zur Eisengewinnung. Die Notwendigkeit dieser neuen Technologien ergab sich zum einen aus dem schnell zunehmenden Export von industriell gefertigten Gütern und zum anderen aus einem schlagartigen Bevölkerungswachstum. Bis diese Entwicklungen jedoch zu einem Anheben des allgemeinen Lebensstandards führten konnten, wuchs zunächst die Kluft zwischen Arbeiterschaft und den Kapitalisten, welche über die entsprechenden Produktionsmittel und das Kapital verfügten. Die Ausbeutung der Arbeitskraft und die soziale Vereelendung führten schließlich zu einem politischen Wandel, aus dem heraus Gewerkschaften und Arbeiterparteien entstanden, die bis heute großen Einfluss auf das politische Leben haben [11].

### **Zweite industrielle Revolution**

Der Beginn der zweiten industriellen Revolution wird in der Literatur häufig auf die Zusammenführung von Mechanik und Betriebswirtschaftslehre Anfang des 20. Jh. zurückgeführt. Der Grundgedanke hierbei war das Prinzip der Arbeitsteilung, bei dem Arbeitsschritte in die kleinstmögliche Einheit zerlegt und bearbeitet werden. Das wohl bekannteste Beispiel hierfür ist die Fließbandfertigung von Henry Ford, welche die Massenfertigung bei sehr geringen Kosten ermöglichte.

Als entscheidende Technologien und Rohstoffe – und somit Voraussetzungen für die zweite industrielle Revolution – können die Erfindung der Verbrennungskraftmaschine sowie des Elektromotors und die Herstellung von Kunststoffen genannt werden.

Damit einher gingen der fortan uneingeschränkte Verbrauch von Ressourcen und der daraus resultierenden Bedrohung von ökologischen Gleichgewichten. Als Energieträger kamen neben der Kohle nun auch Öl und die Kernkraft hinzu.

Bei gesellschaftlicher Betrachtung führte die zweite industrielle Revolution zur Erhöhung des Einkommens in der Breite der Gesellschaft bei gleichzeitig sinkenden Kosten. Hierdurch wuchs jedoch auch das weltweite Wohlstandsgefälle, was wiederum Spannungen und ökologische Probleme mit sich führte. Beispiele hierfür sind strukturelle Arbeitslosigkeit und der Wegfall ganzer Berufsbilder (immer weniger Erwerbstätige können die

Güterversorgung sicherstellen) [21]. Aus gesellschaftspolitischer Sicht entstanden während dieser Periode die ersten parlamentarischen Demokratien und Sozialstaaten [22].

### Dritte industrielle Revolution

Die Vereinigung von Mechanik mit elektronischen und steuerungstechnischen Komponenten zu Beginn der 70er Jahre im 20. Jh. läutete wiederum die dritte industrielle Revolution ein, welche bis in die Gegenwart reicht [23]. Hierdurch wurde die Entwicklung der speicherprogrammierbaren Steuerung sowie die Einführung von auf Leistungshalbleitern basierende Antriebsregler ermöglicht. Durch Sensorik und Aktorik, Steuerungstechnik und Kommunikation führte die dritte industrielle Revolution somit zur Automatisierung in der Produktion. Als weiterer wichtiger technologischer Bereich kann außerdem die Raumfahrttechnik genannt werden, bspw. mit Errungenschaften in der Satellitentechnik.

Der auf der Mikroelektronik basierende, neu entstandene IT-Sektor erlebte einen regelrechten Boom. Die technologischen Errungenschaften reichen u. a. vom Personal Computer, der Mobiltelefonie bis hin zum Internet. Dies führte letztlich zu einem starken Wandel in der weltweiten Kommunikation, nicht nur in der Industrie, sondern in der gesamten Gesellschaft. Demzufolge lässt sich die immer weiter zunehmende Globalisierung als eine der größten gesellschaftlichen Veränderungen im Rahmen der dritten industriellen Revolution nennen. Die Literatur nennt außerdem die Rationalisierung als Folge der Einführung von automatisierten Montagesystemen und Industrierobotern oder den computergestützten Fertigungs- und Verwaltungsprozessen.

Im Bereich der Energieträger sind neben den bestehenden nun auch erneuerbare Energien hinzugekommen. Der Bedarf hierfür lässt sich vor allem auf das Bewusstsein über die Begrenztheit fossiler Energieträger und deren ökologischen Auswirkungen, aber auch auf die Nuklearkatastrophen in Tschernobyl 1986 oder Fukushima 2011 zurückführen [23, 24].

### Zusammenfassung und Kriterien der ersten bis dritten industriellen Revolution

Zusammenfassend lassen sich einige Merkmale festhalten, die alle bisherigen industriellen Revolutionen gemein haben und aus denen sich in Tab. 3.1 einige Kriterien ableiten lassen. Auslöser und somit Voraussetzung für die jeweiligen Industriellen Revolutionen ist zunächst immer ein technologischer Wandel in Form von neuen Errungenschaften, bzw. Erkenntnissen. Diese hatten jeweils Auswirkungen auf verschiedene Bereiche, wie Arbeits- bzw. Sozialordnung, Energieversorgung, Verkehr/Kommunikation oder Politik. Diese Auswirkungen führten wiederum zu einem Wandel auf einer zweiten Ebene: einem Gesellschaftswandel. Diese Merkmale bzw. Kriterien werden in Tab. 3.1 veranschaulicht.

**Tab. 3.1** Merkmale und Kriterien der ersten bis dritten industriellen Revolution

	Erste industrielle Revolution (Ende 18. Jh.)	Zweite industrielle Revolution (Anfang 20. Jh.)	Dritte industrielle Revolution (Anfang 1970er)
Technologischer Wandel als Auslöser/Voraussetzung (technologische Errungenschaft)	Dampfmaschine, mechanischer Webstuhl, Eisenverarbeitung Fließband	Verbrennungskraftmotor, Elektrizität und Elektronik, Kunststoffe, Fließband	Mikroelektronik, Informations- und Kommunikationstechnologie, Automatisierung der Produktion durch Elektronik und IT
Auswirkungen/Veränderungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schlagartiges Bevölkerungswachstum</li> <li>• Eisenbahn/Telegrafie</li> <li>• Anwachsen der Kluft zwischen Arbeiterschaft und Kapitalisten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinkende Produktionskosten</li> <li>• Anstieg des Einkommens</li> <li>• Öl und Kernkraft</li> <li>• Auto, Flugzeug, Radio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rationalisierung</li> <li>• Weltweite Vernetzung der Gesellschaft</li> <li>• Erneuerbare Energien und Energieeffizienz</li> <li>• Personal Computer, Mobilfunk, Internet</li> </ul>
Gesellschaftswandel	Gewerkschaften, Gewerbefreiheit, Rechtstaat, Übergang zur bürgerlichen Gesellschaft	Massenproduktion und -gesellschaft, Parlamentarische Demokratie und Sozialstaaten	Globalisierung, Zivilgesellschaft, Wandel noch nicht abgeschlossen

### 3.3 Industrie 4.0

Im nun folgenden Abschnitt wird auf Industrie 4.0 eingegangen. Dabei wird der Begriff „Industrie 4.0“ als solcher mithilfe einer Schlagwortanalyse, Bildung von Clustern und einer Gegenüberstellung wissenschaftlicher und nicht-wissenschaftlicher Quellen näher erläutert.

Ziel dieses Abschnitts ist keine grundlegend neue Definition oder eine von vielen Definitionen der Literatur als gültig auszuwählen. Vielmehr soll der Begriff „Industrie 4.0“ auf Grundlage vorherrschender Meinungen in der Literatur eingegrenzt werden. Die verschiedenen zu Industrie 4.0 gehörenden Aspekte und Bereiche sollen zusammenfassend herausgearbeitet werden. Dazu fand zunächst eine Recherche der wichtigsten Primärliteratur statt. Die darin am häufigsten vorkommenden Begrifflichkeiten und Schlagwörter stellen eine erste Ein- und Abgrenzung von Industrie 4.0 dar [25]. Ausgehend davon werden unter Betrachtung vieler weiteren Literaturmedien wie Paper und Bücher mögliche Cluster gebildet. Diese Gruppierungen sollen aufzeigen, ob die zusätzlichen Quellen mit den bisherigen Begrifflichkeiten bezüglich Industrie 4.0 übereinstimmen oder inwieweit einige Schlagwörter dabei nicht, oder nur teilweise, in veränderter Form oder zusätzlich auftreten. Des Weiteren wird die Verwendung des Wortes „Industrie 4.0“ in wissenschaftlicher und nicht-wissenschaftlicher Literatur verglichen.

#### 3.3.1 Schlagwortanalyse

Aus der Vielzahl an verschiedener Literatur zum Thema Industrie 4.0 wurde eine Auswahl von vier Exemplaren als Primärliteratur durchgeführt. Dabei handelt es sich um „The Second Machine Age“ [26], „Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0“ [27], „Wandel von Produktionsarbeit – Industrie 4.0“ [28] und „Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik“ [29]. Die Selektion dieser Quellen fand unter Kriterien wie thematische Relevanz, Gewichtung bzw. Wesentlichkeit und methodische Qualität statt. Um die Wesentlichkeit zu klären, muss man sich die Frage stellen, ob nur ein Teilespekt angesprochen wird bzw. aus welcher Position die Aussage getroffen wird. Des Weiteren wird bei der Auswahl beachtet, wie häufig die jeweilige Quelle von anderen zitiert wird.

Um eine Eingrenzung des Begriffs „Industrie 4.0“ vorzunehmen, wurden aus dieser Hauptliteratur jeweils die wichtigsten Begrifflichkeiten herausgearbeitet. Dabei ist die Wichtigkeit dieses Begriffs im Bezug zu Industrie 4.0 je nach Auftreten in einem, zwei, drei oder allen dieser Primärquellen anzusehen. In folgender Stichwortliste sind diese Schlagwörter zu Industrie 4.0 aus der Primärliteratur zu sehen:

- **Sensoren** [26–29]
- **Informations- und Kommunikationstechnik** [26–29]
- **Vernetzung** [27–29]

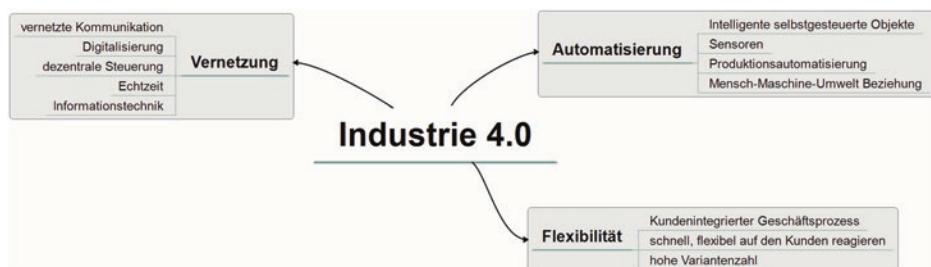
- **Echtzeitfähigkeit** [27–29]
- **Dezentrale Steuerung** [27–29]
- **Intelligente, selbstgesteuerte Objekte** [27–29]
- **Schnelle, flexible Reaktion auf den Kunden** [27, 29]
- **Kundenintegrierter Geschäftsprozess** [27, 29]
- **Hohe Variantenzahl** [27, 29]
- **Produktionsautomatisierung** bzw. „Wenden“ in der Produktion [27, 29]
- **Mensch-Maschine-Umweltbeziehung** [28, 29]
- **Internet der Dinge** [27, 28]

Dieses erste Verständnis von Industrie 4.0 wird anhand einer Befragung durch Statista weiter verstärkt. 75 % der Befragten, die darüber etwas wissen bzw. eine Angabe gemacht haben, haben am häufigsten Antworten wie Veränderung von Produktionsabläufen, Individualisierung, Automatisierung sowie Digitalisierung, Einsatz neuer digitaler Techniken auf die Frage „Was verbinden Sie mit dem Begriff ‚Industrie 4.0‘?“ angegeben [30]. Des Weiteren fielen Aussagen, welche zu den Aspekten Vernetzung, Internet im Zusammenhang erwähnt, neue Stufe der industriellen Entwicklung bzw. vierte Industrierevolution sowie Maschinen kommunizieren miteinander, Selbststeuerung von Maschinen und Internet der Dinge zu zählen sind.

### 3.3.2 Cluster

Die zuvor identifizierten Schlagwörter wurden anhand von thematischen Überschneidungen zu Clustern zugeordnet (Abb. 3.2). Aus den Überschneidungen haben sich folgende Cluster gebildet, welche nachfolgend beschrieben werden:

- Flexibilität
- Automatisierung
- Vernetzung



**Abb. 3.2** Clusterübersicht

## Flexibilität

Unter das Stichwort Flexibilität fallen drei der oben genannten Schlagwörter. Zunächst einmal das eindeutig dazu passende „schnell, flexibel auf den Kunden reagieren“. In Zukunft wird der Erfolg eines Unternehmens davon abhängen, wie nahe und wie schnell dem Wunsch eines Kunden entsprochen werden kann [31]. Weiterhin impliziert dieses Schlagwort eine höhere/„hohe Variantenzahl“. Je mehr Möglichkeiten ein Kunde hat, desto eher entsteht am Ende exakt das Produkt, dass der Kunde mit allen spezifischen Wünschen möchte. Auch ein „kundenintegrierter Geschäftsprozess“ bedeutet die Miteinbeziehung des Kunden während der Entstehung des Produkts. Dies bedeutet zum Beispiel, dass ein Kunde, der ein Auto bestellt, auch während der Produktion noch gewisse Änderungen seiner Bestellung vornehmen kann.

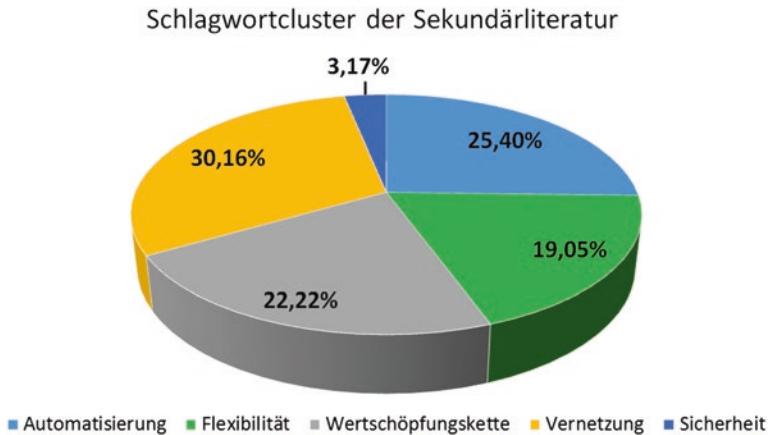
## Automatisierung

Mit der zunehmenden Automatisierung folgt ein Cluster, der vermutlich die größten Veränderungen mit sich bringen wird. Mit Schlagworten, wie intelligente, sich „selbst steuernde Objekte“, Internet der Dinge oder auch der Produktionsautomatisierung sind Überschneidungen mit den meisten der untersuchten Lektüren vorhanden. Um intelligent handeln zu können muss eine Maschine oder ein Objekt auch sensorische Fähigkeiten besitzen, wie Sehen, Fühlen oder Hören. Dies wird vermutlich eine der größten Herausforderungen sein, die im Zuge der Industrie 4.0 auf die Unternehmen zukommen werden. Eine weitere Herausforderung der Automatisierung wird eine funktionierende „Mensch-Maschine-Umweltbeziehung“ sein. Ohne die Akzeptanz der Menschen wird sich die zunehmende Automatisierung vermutlich nicht verantworten können.

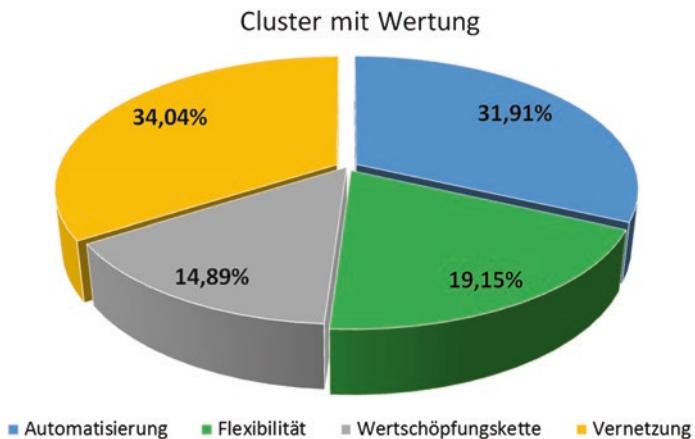
## Vernetzung

Ein weiteres Cluster, das der Vernetzung von sämtlichen Objekten, die mit dem Unternehmen in irgendeiner Weise agieren, ergibt sich aus der Schlagwortanalyse und dem vorherigen Cluster, der Automatisierung. Hierzu gehören beispielsweise Maschinen, Standorte, Lager und Menschen. Unter dem Wort Vernetzung fallen in unserer Schlagwortsuche die Verbesserung der „Informations- und Kommunikationstechnik“, aber auch die „dezentrale Steuerung“ und die „Digitalisierung“. Nach dem mooreschen Gesetz verdoppeln sich Speicherplatz, Arbeitsspeicher oder generell die Leistung von Rechnern und Chips im Schnitt alle 18 Monate. Laut Brynjolfsson und McAfee erreichen wir bei den Verdopplungszyklen die „zweite Hälfte des Schachbretts“ [26]. Somit werden unsere Roboter und Maschinen, aber auch die Rechner immer stärker, schneller, besser und klüger, wodurch die Effizienz ebenfalls verbessert wird. Dies ermöglicht es immer mehr Prozessschritte von Maschinen durchführen zu lassen, diese auch teilweise selbst entscheiden zu lassen und mithilfe der Vernetzung miteinander zu kommunizieren.

Abschließend lässt sich erkennen, dass gewisse Teile der Cluster aufeinander aufbauen. Die Industrie muss flexibler werden und braucht hierzu intelligente Objekte, um automatisiert produzieren zu können. Die intelligenten Objekte müssen miteinander und mit ihrer Umwelt vernetzt werden, um Entscheidungen in Sekundenschnelle treffen zu können.



**Abb. 3.3** Schlagwortcluster der Sekundärliteratur



**Abb. 3.4** Ergebnis der Clusterbewertung durch Primär- und Sekundärliteratur

Anhand weiterer Sekundärliteratur werden die ermittelten Cluster überprüft, verfeinert und gewichtet [32–51]. Diese Sekundärliteratur wurde zum einen Teil anhand der Relevanz und zum anderen anhand der Aktualität ausgewählt, um verschiedene Aspekte, wie beispielsweise einen möglichen Trendwandel, abzudecken. Aufgrund der Vielzahl an Nennungen entstehen bei dieser Untersuchung zwei weitere Cluster, Wertschöpfungskette und der Aspekt der Sicherheit. Betrachtet man jedoch die relative Häufigkeitsverteilung der Sekundärliteraturrecherche (siehe Abb. 3.3) kann das Cluster Sicherheit nicht in die Sammlung der bisherigen Cluster mit aufgenommen werden. Das zweite hinzugekommene Cluster Wertschöpfungskette erzielte allerdings eine nicht unwesentliche Anzahl an Nennungen. Daher muss im Folgenden erörtert werden, inwiefern es sinnvoll ist, die Cluster um den eben genannten Begriff zu erweitern.

Mit 22,22 % hat das Cluster Wertschöpfungskette einen höheren Anteil bei der Sekundärliteratur als das Cluster Flexibilität mit 19,05 %, welches bereits der Primärliteratur entstammt. Daher sollte der Begriff Wertschöpfungskette auf jeden Fall mit aufgenommen werden. Trotzdem sollte weiterhin darauf geachtet werden, dass die Primärliteratur als Fokus für die Definition dient. Daher müssen für weitere Überlegungen die Cluster der Sekundär- und der Primärliteratur zusammengeführt werden, indem die Häufigkeit der clusterbildenden Schlagworte der Primärliteratur der Häufigkeitsverteilung in der Sekundärliteratur hinzugefügt wird. Hieraus ergeben sich die Industrie-4.0-definierenden Cluster in Abb. 3.4.

### 3.3.3 Gegenüberstellung wissenschaftlicher und nicht-wissenschaftlicher Quellen

Das Thema Industrie 4.0 ist nicht nur in wissenschaftlichen Veröffentlichungen Thema, sondern auch in Tages- und Wochenzeitungen sowie Magazinen. Die Zahl der Artikel zu diesem Thema spiegelt auch seine Aktualität wider, aber im Gegensatz zu wissenschaftlichen Herausgebern ist die Qualität der Berichterstattung äußerst unterschiedlich. Zum Teil wird das Thema Industrie 4.0 nur als Randthema angeschnitten, wie zum Beispiel, wenn Sigmar Gabriel, Bundesminister für Wirtschaft und Energie, die Cebit besucht. Das Thema Industrie 4.0 wird hierbei erwähnt und kurz vorgestellt, aber nicht ausreichend beleuchtet, sodass der Leser kein zutreffendes Gesamtbild des Themas bekommt [52]. Die Stuttgarter-Zeitung versucht das Thema Industrie 4.0 in das Aufsehen, das es erzeugt, einzuordnen. Sie beschwichtigt und erklärt man braucht „Keine Angst vor den Robotern“ zu haben [53]. Ganz im Gegensatz dazu steht ein Artikel im Spiegel. Demnach soll die Digitalisierung eine Bedrohung für 60.000 Arbeitsplätze in der Industrie sein. Dabei beleuchtet er Industrie 4.0 nicht nur nicht zutreffend, sondern ist zudem auch äußerst subjektiv [54]. Ein Paradebeispiel für Berichterstattung auf nahezu wissenschaftlichem Niveau bietet die Frankfurter Allgemeine Zeitung, die das Thema Industrie 4.0 nicht nur höchst ausführlich, sondern auch sehr detailliert und objektiv betrachtet und dem Leser einen genauen Eindruck von dem Thema Industrie 4.0 gibt. Zusammenfassend ist zu erwähnen, dass viele Herausgeber sich bemühen das Thema Industrie 4.0 dem nicht fachkundigen Leser verständlich aufzubereiten, was allerdings nicht immer gelingt. Die Komplexität des Themas macht es unmöglich, in ein paar Sätzen ein klares Bild aufzuzeigen.

### 3.3.4 Überblick über Industrie 4.0

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die zu Industrie 4.0 erarbeitenden Cluster als eine für diese Arbeit geltende allgemeine Definition anzusehen sind. Anhand dieser wird die Frage analysiert, ob Industrie 4.0 die vierte industrielle Revolution ist. Unter Berücksichtigung der Quellen und der Gewichtung der einzelnen Begrifflichkeiten grenzen die

---

vier Gruppierungen Vernetzung, Automatisierung, Wertschöpfungskette und Flexibilität den Begriff „Industrie 4.0“ ab.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass meist nur Teile oder einzelne Bereiche von Industrie 4.0 beschrieben werden. Dadurch lässt sich keine allgemeingültige Definition aufstellen, welche auch außerhalb dieser Arbeit generell gültig ist. In nicht-wissenschaftlichen Quellen wird Industrie 4.0 im Vergleich zwiespältig dargestellt. Diese Literatur macht sowohl Panik wie sie andererseits beschwichtigt in dieser Thematik. Generell ist zu sagen, dass das Thema Industrie 4.0 zu komplex ist, um sie in nicht-wissenschaftlichen Artikeln genau darzustellen.

---

### **3.4 Untersuchung von Industrie 4.0 anhand der vordefinierten Kriterien**

In diesem Unter-Kapitel soll der Frage nachgegangen werden, ob es sich bei Industrie 4.0 um die vierte industrielle Revolution handelt. Dafür wird zunächst die verwendete Methodik dargestellt. Anschließend werden die Kriterien für eine industrielle Revolution anhand der bisherigen Ergebnisse aus Abschn. 3.2.1 und 3.2.2 gewichtet und aufgrund dessen Industrie 4.0 untersucht. Dadurch wird der Zusammenhang zwischen Industrie 4.0 und einer industriellen Revolution verstärkt konkretisiert.

#### **3.4.1 Methodik**

Mittels einer qualitativen Untersuchung ist festzustellen, ob der Begriff Industrie 4.0 als die vierte industrielle Revolution gerechtfertigt ist.

Um eine Bewertung der Fragestellung durchzuführen, werden die Kriterien, welche für eine industrielle Revolution sprechen, gewichtet. Hierzu wird zwischen KANN- und MUSS-Kriterien unterschieden. Trifft ein MUSS-Kriterium auf die Umwelt von Industrie 4.0 nicht zu, so kann Industrie 4.0 nicht als industrielle Revolution bezeichnet werden. Wird keines der KANN-Kriterien erfüllt, so ist ebenfalls nicht von der vierten industriellen Revolution zu sprechen.

#### **3.4.2 Gewichtung der Kriterien einer industriellen Revolution**

Ein MUSS-Kriterium ist dann gegeben, wenn dieses sowohl in der allgemeinen Revolutionsdefinition, als auch in der Definition der vergangenen drei industriellen Revolutionen enthalten ist. Ein KANN-Kriterium beschreibt wiederum einen wichtigen Aspekt einer Revolution im Allgemeinen. Die Kriterien werden in Tab. 3.2 dargestellt.

**Tab. 3.2** Gegenüberstellung und Gewichtung der Kriterien

	Kriterium/Merkmal industrielle Revolution	Kriterium/Merkmal Revolution	KANN/ MUSS
Kriterium 1	Technologischer Wandel als Auslöser/Voraussetzung (technologische Errungenschaft)	Durchsetzen einer neuen Technologie oder Lösung	MUSS
Kriterium 2	Auswirkungen/Veränderungen (Arbeits-/Sozialordnung, Energieversorgung, Verkehr, Kommunikation und/oder Politik)	Trägerschicht benennbar (positiv/negativ) und politischer, sozialer, technischer, wirtschaftlicher oder wissenschaftlicher Umbruch	MUSS
Kriterium 3	Gesellschaftswandel	Strukturwandel → schnelle Entwicklung	MUSS
Kriterium 4		Ursache benennbar: Negative Effekte des aktuellen Systems (Krisensituation)	KANN
Kriterium 5		Neue (übergeordnete) Ideologie (Veränderung in der Gesellschaft)	KANN

### 3.4.3 Analyse hinsichtlich der Forschungsfrage

Die nun gewichteten Kriterien werden im weiteren Verlauf auf das vorher definierte Verständnis von Industrie 4.0 angewandt.

#### **Kriterium 1: Technologischer Wandel als Auslöser/Voraussetzung (technologische Errungenschaft) und Durchsetzen einer neue Technologie oder Lösung (MUSS)**

Wichtiger Bestandteil einer industriellen Revolution ist eine neue technologische Errungenschaft. Auch in den letzten drei industriellen Revolutionen hat sich jeweils eine neue Technologie oder Lösung durchgesetzt.

Wie bereits herausgearbeitet sind die Vernetzung und Automatisierung wichtige Bestandteile im Zusammenhang von Industrie 4.0. Die Vernetzung wird durch entsprechende Sensortechnik und die Kommunikation der Maschinen untereinander gewährleistet. Diese beiden Bestandteile sind jedoch keine neue Errungenschaft, sondern existieren schon seit längerer Zeit. Wie zu Beginn herausgearbeitet, sind das Internet sowie die Sensortechnik charakteristisch für die dritte industrielle Revolution (Abschn. 3.2.2). Lediglich die Verwendung ist heute ausgereifter, sowie der Anschaffungspreis für Sensoren gesunken. Die Automatisierung wurde ebenfalls in der dritten industriellen Revolution thematisiert (Abschn. 3.2.2).

Somit ist dieses MUSS-Kriterium **nicht erfüllt**, da für eine vierte industrielle Revolution die neue technologische Errungenschaft fehlt, um einen Wandel auszulösen.

**Kriterium 2: Auswirkungen/Veränderungen, Trägerschicht benennbar und politischer, sozialer, technischer, wirtschaftlicher oder wissenschaftlicher Umbruch (MUSS)**

Ein weiterer wichtiger Aspekt einer industriellen Revolution sind die Auswirkungen bzw. Veränderungen in den Bereichen Arbeits-/Sozialordnung, Energieversorgung, Verkehr/Kommunikation und/oder Politik. Dies war in der ersten bis dritten industriellen Revolution jeweils gegeben (Abschn. 3.2.2).

Aufgrund der Tatsache, dass Industrie 4.0 noch nicht in der Vergangenheit liegt (Abschn. 3.3.2), sind die Auswirkungen und daraus ergebenden Veränderungen nicht klar benennbar. Jedoch lassen sich auf Grundlage der Erkenntnisse bezüglich der begrifflichen Abgrenzung von Industrie 4.0 (Abschn. 3.3.1) Aspekte herleiten. Betrachtet man die einzelnen Cluster, so wird deutlich, dass sich die bisherige Vernetzung, Automatisierung und Flexibilität weiter verbessert und verstärkt wird. Die derzeitige Wertschöpfungskette ist einem Wandel unterworfen, wobei individuelle Kundenwünsche zunehmend einzelne Produkte und deren Erstellung steuern und beeinflussen. Dabei sind besonders die auf Kunden bezogene Aspekte von Industrie 4.0 von Bedeutung. Mittels eines kundenintegrierten Geschäftsprozesses, einer schnellen und flexiblen Reaktion auf Kunden sowie einer grundlegend hohen Variantenzahl ist es Unternehmen deutlich einfacher möglich auf diese speziellen Kundenanforderungen einzugehen und sie zu erfüllen. Basis dieser schnellen Anpassungsfähigkeit auf einzelne Kunden ist die Verbesserung der Technologien, weshalb Eigenschaften wie Vernetzung und Echtzeitfähigkeit verstärkt werden. All dies zeigt eine Veränderung der Wertschöpfung und Lebenszyklen von Produkten auf, was als ein wirtschaftlicher Umbruch betrachtet werden kann. Weiterführend lässt sich daraus ebenfalls eine soziale Veränderung erkennen. Wünsche und Anforderungen einzelner Menschen und Unternehmen können schneller umgesetzt werden und somit wird Kundenintegrität und der Kauf individualisierter Produkte und Dienstleistungen zunehmend in der Gesellschaft als selbstverständlich erachtet werden.

Als Ergebnis ist festzuhalten, dass dieses MUSS-Kriterium von Industrie 4.0 **erfüllt** ist.

**Kriterium 3: Gesellschafts- und Strukturwandel → schnelle Entwicklung (MUSS)**

Der nächste wichtige Bestandteil einer industriellen Revolution ist in dem Wandel der Gesellschaft zu sehen. Es findet ein unerwarteter und abrunder Strukturwandel statt, welcher zu einer schnellen Entwicklung führt. In den bisherigen industriellen Revolutionen ist jeweils ein Umbruch in der Gesellschaft festzustellen (Abschn. 3.2.2).

Im Zuge von Industrie 4.0 und deren Automatisierung werden immer mehr Arbeitsplätze durch Maschinen ersetzt, während Menschen nur noch für die Überwachung dieser automatisierten Prozesse zuständig sind [55]. Allerdings soll der Mensch trotz aller vernetzter und autonomer Systeme im Zentrum bleiben [56]. Dementsprechend werden neue Arbeitsplätze entstehen, welche jedoch von höher qualifizierten Personen ausgeführt werden müssen. Diese Veränderung stellt einen strukturellen Wandel in der Gesellschaft dar. Dies ist aber ein fortschreitender Prozess, welcher vorherzusehen und

prophezeit ist. Er geschieht nicht plötzlich und ohne jegliche Vorwarnung oder Anzeichen. Allerdings stellt die Veränderung bezüglich Spezialisierung von Produkten und individuelleren Kundenwünschen einen Wandel in der Gesellschaft dar. Dabei wollen Menschen immer eigenständiger bestimmen, welches Produkt sie mit welchen Eigenschaften und Funktionalitäten kaufen möchten. Dieses Kundenverhalten ist bereits in vielen Bereichen deutlich zu sehen und verbreitet sich zunehmend in Teilen der Gesellschaft sowie in deren Denkweise diesbezüglich.

Bei dem Arbeitsplatzwandel handelt es sich jedoch lediglich um Prognosen, da ein gesellschaftlicher oder struktureller Wandel hierbei noch nicht stattgefunden hat. Andererseits muss man beachten, dass der Umbruch in der Gesellschaft bezüglich Kaufverhalten, individualisierter Kundenwünsche und speziell angepasster Produkte bereits begonnen hat. Dies geschah in letzter Zeit mit zusehender Schnelligkeit und wird sich in Zukunft weiter verstärken.

Somit ist das MUSS-Kriterium zu einem Gesellschafts- und Strukturwandel ebenfalls **erfüllt**.

#### **Kriterium 4: Ursache benennbar (KANN)**

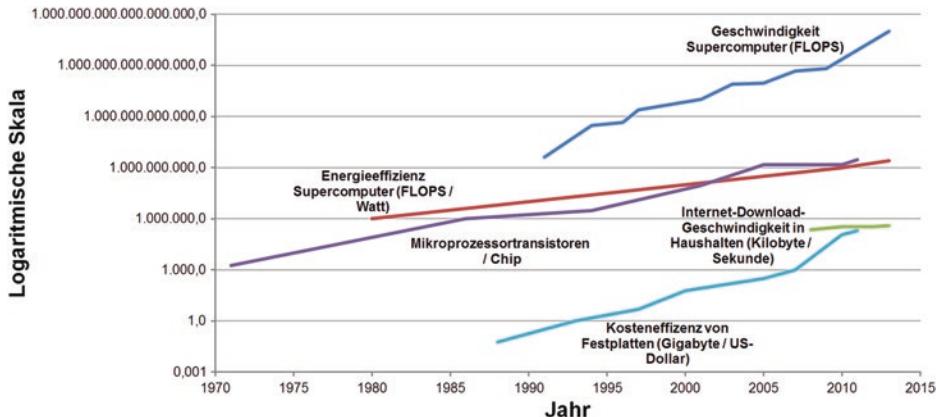
Eine Ursache ist Bestandteil einer Revolution. Hierfür werden Krisensituationen oder negative Effekte des aktuellen Systems verantwortlich gemacht, wie zum Beispiel Probleme innerhalb eines Staates hinsichtlich Unzufriedenheit in wirtschaftlicher und/oder politischer Lage (Abschn. 3.2.1). Dadurch, dass ein Blick in die Zukunft nicht möglich ist, ist eine Messung dieses Kriteriums problematisch, da die Ursache zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht eingetreten ist und somit als nicht existent charakterisiert werden müsste. Zur aktuellen Zeit muss gesagt werden, dass bis jetzt keine Krisensituation oder ein negativer Effekt des aktuellen Systems vorliegt.

Wird die Definition des Kriteriums nicht wörtlich genommen und wird Spielraum für Interpretationen gelassen, muss allerdings eines beachtet werden und das ist der technologische Fortschritt. Brynjolfsson und McAfee greifen das Moorsche Gesetz auf und entwickeln die These, dass der technologische Fortschritt exponentiell wächst. Es ist besonders wichtig, dass laut dieser These sich der momentane technologische Fortschritt kurz vor Zeitpunkt der 32. Verdoppelung oder auch dem Erreichen der zweiten Hälfte des Schachbrettes (Schachbrett Theorie) befindet (siehe Abb. 3.5) [26]. Ab diesem Zeitpunkt soll der technologische Fortschritt Dimensionen annehmen, die über der Vorstellungskraft liegen und weiterer Fortschritt soll noch schneller vonstattengehen. Wenn diese These zutreffend ist, kann von einer Ursache für eine Revolution gesprochen werden.

Da diese These allerdings derzeit nicht belegt werden kann, muss das Kriterium als **nicht erfüllt** gewertet werden.

#### **Kriterium 5: Neue Ideologie (KANN)**

Eine neue Ideologie bedeutet, dass ein Wandel in der Gesellschaft vonstattengegangen ist, der eine gesellschaftliche Schicht oder Gruppe in ihrer Grundeinstellung, ihren Werten und ihrer Weltanschauung verändert hat. Die Veränderung der Ideologie ist Bestandteil



**Abb. 3.5** Die vielen Dimensionen des Moorschen Gesetzes

einer Revolution (Abschn. 3.2.1). Zunächst muss hierfür festgestellt werden, ob es eine gesellschaftliche Struktur gibt, in der sich die Grundeinstellung und die Werte verändert haben. Außerdem muss dieser Wertewandel mit den Veränderungen, die Industrie 4.0 hervorbringt, verglichen werden. Da der gesellschaftliche Wandel nur über einen längeren Zeitraum festzustellen ist, kann dieser nur mit Trendverhalten beschrieben werden. Ausgelöst durch zumeist ununterbrochenen Kontakt mit dem Internet durch das Smartphone und die damit einhergehende schnelle Verfügbarkeit von Informationen, haben sich im Laufe der letzten Jahre insbesondere beim Online-Verhalten drastische Veränderungen ergeben. Wodurch sich eine Erwartungshaltung von Kunden an ein Produkt entwickelt hat, welche sich darin äußert, dass ein Kunde in kürzester Zeit das Produkt zur Verfügung haben möchte. Zusätzlich dazu entwickeln sich Individuen weiter und der Prozess der Individualisierung, wonach Menschen in der Gesellschaft sich von der Fremdbestimmung zur Selbstbestimmung entwickeln, wirkt sich ebenfalls auf die Anforderungen an Produkte aus [57]. Konsumenten streben nach individuellen Produkten und der Anpassung eines Produkts an besondere individuelle Bedürfnisse [58].

Diese Trends unterstützen das Thema Industrie 4.0 dahin gehend, dass durch die Steigerung der Flexibilität und die Automatisierung der Industrie die Produktion der „Losgröße eins“ ermöglicht wird und somit besser auf die Bedürfnisse der Gesellschaft bzw. der einzelnen Konsumenten eingegangen werden kann [59]. Die Wertschöpfungskette verändert sich ebenfalls, wodurch der Kunde einen informativen Vorteil erhält und Einfluss auf die wirtschaftlichen Abläufe hat [60]. Somit kann zusammenfassend gesagt werden, dass das Kriterium der neuen Ideologie **erfüllt** ist.

## Ergebnisse

Im Hinblick auf die Diskussion der definierten Kriterien mit Industrie 4.0 konnte gezeigt werden, dass nicht alle definierten Kriterien erfüllt werden konnten.

Das MUSS-Kriterium des technologischen Wandels als Auslöser oder Voraussetzung für eine industrielle Revolution ist aktuell nicht gegeben und konnte nicht erfüllt werden. Weitere MUSS-Kriterien wie Auswirkungen/Veränderungen und politischer, sozialer, technischer, wirtschaftlicher oder wissenschaftlicher Umbruch sowie ein Gesellschafts- und Strukturwandel konnten jedoch durch die aktuellen Gegebenheiten als erfüllt beschrieben werden.

Die KANN-Kriterien zeigen auf, dass aktuell keine Ursache für eine Revolution genannt werden kann, aber Ansätze einer neuen Ideologie entstehen.

Abschließend zeigt die Analyse, dass Industrie 4.0 nicht als industrielle Revolution bezeichnet werden kann, da entscheidende Faktoren hierfür nicht erfüllt werden.

---

### 3.5 Fazit

Mithilfe der Gegenüberstellung der allgemeinen Definition einer Revolution mit den bisherigen industriellen Revolutionen wurden zuallererst wichtige Kriterien für die Einordnung von Industrie 4.0 ermittelt.

Demnach beginnt eine industrielle Revolution zunächst mit einem technologischen Wandel in Form von neuen Errungenschaften, welcher als Auslöser und Voraussetzung dient. Der technologische Wandel zieht wiederum Auswirkungen auf verschiedene Bereiche, wie Arbeits- bzw. Sozialordnung, Energieversorgung, Verkehr/Kommunikation oder Politik mit sich. Diese Auswirkungen führen schließlich zu einem Wandel auf der zweiten Ebene, einem Gesellschaftswandel. Weitere Kriterien ergeben sich zusätzlich aus der allgemeinen Definition einer Revolution. Demnach muss die Ursache, in Form von negativen Effekten des aktuellen Systems (Stichwort Krisensituation), benennbar sein. Weiterhin setzt sich im Rahmen einer Revolution häufig eine neue (übergeordnete) Ideologie durch, was also ebenfalls eine Veränderung in der Gesellschaft beinhaltet.

Parallel zu diesen Kriterien wurde eine einheitliche, anhand verschiedener Literatur zusammengefasste Beschreibung des Themenkomplexes Industrie 4.0 erarbeitet. Hierbei sind – neben Flexibilität und Automatisierung – auch die Cluster Vernetzung und Wertschöpfungskette in Zusammenhang zum Begriff Industrie 4.0 vorzufinden.

Mit der im Rahmen dieser Arbeit ermittelten Abgrenzung von Industrie 4.0 und den Kriterien von industriellen Revolutionen wurde eine Analyse durchgeführt, womit der Begriff Industrie 4.0 auf seine Daseinsberechtigung als vierte industrielle Revolution hin überprüft wurde. Ergebnis dieser Analyse ist, dass es sich bei Industrie 4.0 – nach Argumentation dieser Arbeit – zum derzeitigen Stand nicht um eine industrielle Revolution handeln kann. Sowohl von den drei MUSS-Kriterien, als auch von den zwei KANN-Kriterien wurde lediglich nur je eines der Kriterien erfüllt.

Dies begründet sich zunächst darin, dass kein technologischer Wandel und somit kein Auslöser für eine derartige Revolution eindeutig identifiziert werden konnte. Bei den Technologien, die mit Industrie 4.0 in Verbindung gebracht werden, handelt es sich vielmehr

---

um die Weiterentwicklung von Technologien, die bereits im Rahmen der dritten industriellen Revolution Einzug in den industriellen Alltag hielten.

Weiterhin ist zum jetzigen Zeitpunkt kein Gesellschaftswandel durch Industrie 4.0 erkennbar. Bisher liegen lediglich Vorhersagen und Prophezeiungen vor, welchen Wandel die Auswirkungen und Veränderungen, die von den technologischen Bereichen der Industrie 4.0 ausgehen, haben könnten.

Fraglich ist nun, wie Industrie 4.0 eingeordnet werden kann, ausgehend vom Ergebnis der Analyse. Zu Beginn dieser Arbeit wurde der Begriff Revolution zunächst von einer Evolution abgegrenzt. Demnach umfasst eine Evolution eine langsamere – aber fortschreitende – Entwicklung bzw. Änderung, ohne dabei jedoch einen radikalen Wandel auszulösen. Vergleicht man diese Definition mit den Ergebnissen dieser Arbeit, so kann man zu dem Schluss kommen, dass es sich bei Industrie 4.0 vielmehr um eine industrielle Evolution als um eine Revolution handelt. Auf der einen Seite stehen die fortschreitenden Weiterentwicklungen der bestehenden Technologien, bspw. im Bereich der Vernetzung und Sensorik, und der damit verbundenen Automatisierung. Auf der anderen Seite führt dies natürlich zu Veränderungen in verschiedenen industriellen, gesellschaftlichen und möglicherweise auch politischen Bereichen. Aber ein radikaler Wandel lässt sich gegenwärtig allerhöchstens nur vermuten. Vielleicht wäre es daher angebracht, im Sinne einer Evolution vielmehr von Industrie 3.1 als von Industrie 4.0 zu sprechen.

---

## Literatur

1. T. Pötter, B. Vogel-Heuser, “Enabling Industrie 4.0 – Chancen und Nutzen für die Prozessindustrie” in SpringerLink, Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration, T. Bauernhansl, M. ten Hompel, and B. Vogel-Heuser, Eds, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014, pp. 159–180.
2. D. Wegener, “Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen für einen Global Player,” in SpringerLink, Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration, T. Bauernhansl, M. ten Hompel, and B. Vogel-Heuser, Eds, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014, pp. 343–400.
3. Technisch-wissenschaftlicher Verband der Elektrotechnik und Elektronik (VDE), Bewusstsein für das Thema Industrie 4.0 in Deutschland. Available: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/298028/umfrage/bewusstsein-fuer-das-thema-industrie-40-in-deutschland/> [Accessed: Mar. 22, 2016].
4. IfD Allensbach, Centrum für Strategie und Höhere Führung, Verbreitung des Begriffs Industrie 4.0 in Deutschland. Available: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/449530/umfrage/verbreitung-des-begriffs-industrie-40-in-deutschland/> [Accessed: Mar. 22, 2016].
5. IfD Allensbach, Centrum für Strategie und Höhere Führung, Verbreitung des Begriffs Industrie 4.0 in Deutschland. Available: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/449326/umfrage/verbreitung-des-begriffs-industrie-40-in-deutschland/> [Accessed: Mar. 22, 2016].
6. U. Weiß, “Revolution/Revolutionstheorien,” in Lexikon der Politik: Theorien, Methoden, Begriffe, D. 8. Nohlen, Ed, München: Beck, 2004, p. 563.
7. F. J. Ayala, Die großen Fragen: Evolution, 1st ed. s.l.: Springer Spektrum, 2015, pp. 2–10.

8. V. Krauss, Gene, zufall, selektion: Populäre Vorstellungen zur Evolution und der Stand des Wissens. Berlin, Germany, Heidelberg: Springer-Verlag, 2014, pp. 177–240.
9. F. M. Wuketits, Evolution: Die Entwicklung des Lebens, 3rd ed. München: Beck, 2009, pp. 31–85.
10. “Stichwort: Revolution,” in DudenOnline: Dudenverlag. Available: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Revolution> [Accessed: Mar. 22, 2016].
11. K. Schubert and M. Klein, Das Politiklexikon: Begriffe, Fakten, Zusammenhänge. Bonn: BpB, 2011.
12. U. Weiß, “Revolution/Revolutionstheorien,” in Lexikon der Politik: Theorien, Methoden, Begriffe, D. 8. Nohlen, Ed, München: Beck, 2004, p. 835.
13. K. Marx-Engels, Die Deutsche Ideologie. Berlin: Dietz Verlag, 1960, p. 392.
14. Friedrich Engels, Grundsätze des Kommunismus. in Marx-Engels III. Berlin: Dietz Verlag, 1966, p. 50.
15. T. S. Kuhn, Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, 2nd ed. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 1983, pp. 35, 37, chapter 4.
16. J. Osterhammel, Die Verwandlung der Welt, 5th ed. München: C.H.Beck, 2010, chapter 10.
17. J. Osterhammel, “Auf der Suche nach einem 19. Jahrhundert” in Globalgeschichte, vol. 1, Globalgeschichte: Theorien, Ansätze, Themen, S. Conrad, A. Eckert, Frankfurt, New York: Campus, 2007, pp. 109–136.
18. F. Engels, Die Lage der arbeitenden Klasse in England. Berlin, 1952.
19. W. König, H. Schneider, Die technikhistorische Forschung in Deutschland von 1800 bis zur Gegenwart. Kassel: Kassel University Press, 2007.
20. “Industrielle Revolution – Klimawandel”, Wiki.bildungsserver.de, 2016. Available: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Industrielle\\_Revolution#cite\\_note-Geschichtswissenschaft-8](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Industrielle_Revolution#cite_note-Geschichtswissenschaft-8). [Accessed: Mar. 22, 2016].
21. H. Warnecke, Die Fraktale Fabrik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1992.
22. M. Jänicke, K. Jacob, “Eine Dritte Industrielle Revolution? Wege aus der Krise ressourcenintensiven Wachstums 10. Eine Begriffsbestimmung.” Die Dritte Industrielle Revolution-Aufbruch in ein ökologisches Jahrhundert, 2008, pp. 10–31.
23. J. Rifkin, Die dritte industrielle Revolution. Frankfurt am Main: Campus, 2011.
24. G. Mikl-Horke, Industrie- und Arbeitsoziologie. München [u.a.]: Oldenbourg, 2007.
25. T. Hug and G. Poscheschnik, Empirisch Forschen: die Planung und Umsetzung von Projekten im Studium. Konstanz: UVK-Verl.-Ges., 2010, pp. 150–162.
26. E. Brynjolfsson, A. McAfee, The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. New York, NY: W. W. Norton & Company, Inc., 2014, pp. 23–88.
27. D. Spath, O. Ganschar, S. Gerlach, M. Hämerle, T. Krause and S. Schlund, Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer Verl., 2013, pp. 3–8.
28. H. Hirsch-Kreinsen, J. Weyer, Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38/2014, Dortmund: Technische Universität Dortmund, 2014, pp. 5–13.
29. T. Bauernhansl, M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien und Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014, pp. 5–33.
30. Statista, “Verständnis des Begriffs Industrie 4.0 in Deutschland 2015 | Umfrage”. Available: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/449530/umfrage/verbreitung-des-begriffs-industrie-4.0-in-deutschland> [Accessed: Feb. 25, 2016].
31. D. Spath, O. Ganschar, Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer Verl., 2013.

32. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, “BMWi - Industrie 4.0”. Available: <http://bmwi.de/DE/Themen/Industrie/industrie-4-0.html> [Accessed: Mar. 02, 2016].
33. IDG Business Media GmbH, “Industrie 4.0: Alles über M2M, Smart Factory und das Internet der Dinge”. Available: <http://www.computerwoche.de/k/industrie-4-0,3500> [Accessed: Mar. 02, 2016].
34. D. Wolfgang, “Was Industrie 4.0 (für uns) ist”. Available: <https://www.bitkom.org/Themen/Branchen/Industrie-40/Was-ist-Industrie-40.html> [Accessed: Mar. 02, 2016].
35. Deutscher Industrie- und Handelskammertag DIHK, “Industrie 4.0”. Available: [https://www.karlsruhe.ihk.de/servicemarken/branchen/Industrie/Industrie\\_4\\_0/Industrie\\_4\\_0/3183152](https://www.karlsruhe.ihk.de/servicemarken/branchen/Industrie/Industrie_4_0/Industrie_4_0/3183152) [Accessed: Mar. 02, 2016].
36. Freudenberg IT, “Industrie 4.0 - Auf dem Weg in die totale Prozessintegration”. Available: <http://www.freudenberg-it.com/de/megatrends/industrie-4-0.html> [Accessed: Mar. 02, 2016].
37. Prof. Dr. O. Bendel, “Definition » Industrie 4.0 « | Gabler Wirtschaftslexikon”. Available: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/-2080945382/industrie-4-0-v1.html> [Accessed: Mar. 02, 2016].
38. J. Pfommer, M. Schleipen, T. Usländer, U. Epple, R. Heidel, L. Urbas, O. Sauer and J. Beyerer, Begrifflichkeiten um Industrie 4.0 – Ordnung im Sprachwirrwarr. Karlsruhe: Fraunhofer.
39. Fraunhofer-Institut für Optonik, Systemtechnik und Bildauswertung, “Begriffsdefinitionen rund um Industrie 4.0”. Available: <http://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/48960/> [Accessed: Mar. 02, 2016].
40. Artschwager & Kohl Software GmbH, “Industrie 4.0 in 60 Sekunden erklärt”. Available: <https://www.artschwager-kohl.de/de/fachthemen/industrie-40.html> [Accessed: Mar. 02, 2016].
41. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, “Was ist Industrie 4.0”. Available: <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html> [Accessed: Mar. 02, 16].
42. U. Sendler, G. Baum, H. Borcherding, M. Broy, M. Eigner, A. S. Huber, H. Kohler, S. Rußwurm and M. Stümpfle, Industrie 4.0: Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM. Berlin: Springer-Vieweg, 2013.
43. A. Roth, Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2016.
44. H. Lasi, P. Fettke, H.-G. Kemper, T. Feld, M. Hoffmann, Industrie 4.0. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014.
45. T. Kaufmann, Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge: Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit. Wiesbaden: Springer-Vieweg, 2015.
46. A. Bothof, E. A. Hartmann, Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin: Springer Vieweg, 2015.
47. R. Heinze, C. Manzei, L. Schleupner, Industrie 4.0 im internationalen Kontext: Kernkonzepte, Ergebnisse, Trends. Beuth Verlag, 2015.
48. A. Roth. Industrie 4.0 – Hype oder Revolution?. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2016.
49. S. Erol, A. Schumacher, W. Sihn, Auf dem Weg zur Industrie 4.0 – ein dreistufiges Vorgehensmodell. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2016.
50. W. Otten, Industrie 4.0 und Digitalisierung. DIV Deutscher Industrieverlag GmbH.
51. S. Wang, J. Wan, D. Li and C. Zhang, Implementing Smart Factory of Industry 4.0: An Outlook. International Journal of Distributed Sensor Networks, Vol. 2016, Article ID 3159805, 2016.
52. M. EISENLAUER, “Zum besseren 4stehen – Was ist eigentlich diese „Industrie 4.0“?”, BILD.de, 2016. [Online]. Available: <http://www.bild.de/digital/multimedia/cebit/was-ist-eigentlich-industrie-40-40192614.bild.html>. [Accessed: Feb. 24, 2016].

- 
53. M. Schiermeyer, “Industrie 4.0: Keine Angst vor dem Roboter - Stuttgarter Zeitung”, stuttgarter-zeitung.de, 2016. [Online]. Available: <http://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.industrie-40-keine-angst-vor-dem-roboter.c9c2f692-ed8-4223-83e2-add738e42faf.html>. [Accessed: Feb. 24, 2016].
  54. SPIEGEL ONLINE, “IAB-Studie: Digitalisierung bedroht 60.000 Jobs in der Industrie - SPIEGEL ONLINE”, SPIEGEL ONLINE, 2015. [Online]. Available: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/industrie-4-0-digitalisierung-bedroht-60-000-arbeitsplaetze-a-1059153.html>. [Accessed: Feb. 24, 2016].
  55. A. Botthof, E. A. Hartmann, Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin: Springer Vieweg, 2015, pp. 9–18.
  56. W. Schroeter, “These 4 Der Mensch im Zentrum., Available: <http://www.blog-zukunft-der-arbeit.de/these-4-der-mensch-im-zentrum>, Jun. 26, 2015 [Accessed: Mar. 16, 2016].
  57. P. Berger, “Individualisierung und sozialstrukturelle Dynamik”, in Individualisierung und Integration, U. Beck and P. Sopp, Ed. Opladen: Leske + Budrich, 1997, pp. 81–95.
  58. W. Herlyn, PPS im Automobilbau. München: Hanser, 2012, pp. 64 ff., 208.
  59. M. Kleinemeier, “Von der Automatisierungspyramide zu Unternehmenssteuerungsnetzwerken”, in Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, T. Bauernhansl, Ed. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014, p. 576.
  60. S. Wischmann, L. Wangler, A. Botthof, Industrie 4.0 Volks - und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), 2016, p. 15.

# Mögliche Veränderungen von System-Architekturen im Bereich der Produktion

Ansgar Burger, Andreas Lang und Yannis Müller

## Zusammenfassung

Die vierte industrielle Revolution, oder auch „Industrie 4.0“, wird in der Zukunft viele Unternehmensbereiche verändern. Besonders in der Produktion sind hierzu bereits viele Ansätze entwickelt worden. Um jedoch eine selbststeuernde Fabrik oder andere Konzepte von Industrie 4.0 umzusetzen, ist eine Überarbeitung bisheriger Systemarchitekturen notwendig. In vielen Unternehmen sind die IT-Systeme heute nach der klassischen Auto-matisierungspyramide aufgebaut. Dieser stark hierarchische Ansatz unterteilt die Systemarchitektur in fünf verschiedene Ebenen. Auf diesen Ebenen agieren die Systeme ERP, MES, SCADA bzw. BDE und MDE sowie SPS, die vertikal miteinander kommunizieren. Im Zuge von Industrie 4.0 tritt die dezentrale Produktionsplanung immer mehr in den Vordergrund und löst den traditionellen Ansatz ab. Die Systemarchitekturen entwickeln sich unter anderem zu Serviceorientierten Architekturen mit modular aufgebauten Softwareeinheiten. Hierbei liegen die unterschiedlichen Services in Clouds, wo sie zum einen untereinander, zum anderen über spezielle Integrationstechnologien mit anderen Netzwerken kommunizieren. Ein Architekturkonzept mit drei Ebenen wird entworfen. Eine Unterteilung erfolgt in Unternehmens-, Cloud- und Produktionsebene mit mehreren

---

A. Burger (✉)

Aalen, Deutschland

E-Mail: ansbur@web.de

A. Lang

Böhmenkirch, Deutschland

E-Mail: andreas\_lang@live.de

Y. Müller

Niederelbert, Deutschland

E-Mail: yannis.mueller.ym@googlemail.com

Produktionsstandorten. Die Entwicklung von der Automatisierungspyramide zu Serviceorientierten Architekturen in der Cloud ist zu erkennen.

### Schlüsselwörter

Industrie 4.0 · System-Architektur · Produktion · Produktionsplanung · Smart Factory · Cyber-Physische-Systeme · Automatisierungspyramide · Cloud

## 4.1 Einleitung

Das Schlagwort „Industrie 4.0“ wird heute mit unterschiedlichen Ansätzen und Konzepten verbunden. Vielfältige und komplexe Definitionen sind im Umlauf. Der Begriff Industrie 4.0 wurde ursprünglich von der deutschen Bundesregierung zur Standortsicherung Deutschlands geprägt. Er beschreibt dabei im eigentlichen Sinne eine Sammlung verschiedener IT- und Kommunikations-Technologien zur Anwendung im gesamten Geschäfts-Umfeld (Abb. 4.1). Viele dieser Technologien sind nicht neu und wurden bereits in den 80er-Jahren im Zuge des CIM-Hypes konzeptioniert. Damals scheiterte die Vision allerdings an der noch nicht ausreichend entwickelten Technologie und den damit verbundenen Kosten, wohingegen Experten heute von der Durchsetzung und Machbarkeit der „Digitalen Transformation“ überzeugt sind [1, 2].

Häufig wird Industrie 4.0 nur mit der Produktion in Verbindung gebracht. Dabei geht sie wesentlich weiter und zieht sich durch die gesamten Prozesse aus allen Bereichen eines Unternehmens [1, 3, 4].

Dennoch ist die Produktion ein wichtiger Teil der digitalen Transformation und wird daher nachfolgend fokussiert. Konzepte wie „Smart-Factory“ (eine sich selbst steuernde Fabrik) oder sogenannte „Predictive Analytics“ (durch die beispielsweise Verschleißteile im richtigen Moment ausgetauscht werden können) sind Elemente von Industrie 4.0. Außerdem wird durch eine erhöhte Flexibilität die „Losgröße 1“ ermöglicht, die besagt, dass individuell gestaltete Produkte zu Preisen der Massenproduktion hergestellt werden können [1].

Als Beispiel lässt sich hier der Sportartikelhersteller *adidas* nennen. Im bayrischen Ansbach eröffnete das Unternehmen Ende 2015 die erste sogenannte Speed factory. Ein zunächst gewöhnlich aussehendes Ladengeschäft ist mit einer intelligenten Fertigungsanlage ausgestattet, um dem Kunden direkt bei seinem Einkauf vor Ort einen individuell gestalteten Laufschuh verkaufen zu können. So muss der Kunde nicht erst mehrere

**Abb. 4.1** Begriffe im Umfeld von Industrie 4.0



Wochen oder Monate auf seinen Schuh warten, weil dieser noch in Asien gefertigt werden muss, sondern kann ihn direkt mit nach Hause nehmen. Bereits in der ersten Jahreshälfte 2016 sind bis zu 500 Paar Schuhe geplant. Durch dieses Projekt wird deutlich, dass Industrie 4.0 nicht nur eine abstrakte Vision ist, sondern heute schon gelebt wird [5].

In den letzten 40 Jahren ließ sich ein Trend hin zur Dezentralisierung der Produktionssteuerung feststellen, da eine zentral geplante Produktion durch Störfaktoren in der Fabrik schnell wieder vom Plan abweicht. Nun wird durch die digitale Transformation diese dezentrale Produktionssteuerung hin zur durchgehend selbststeuernden Fabrik weiterentwickelt. Da bestehende Systemarchitekturen nicht für eine derart extreme Dezentralisierung ausgelegt sind, müssen diese überdacht und überarbeitet werden [1, 6].

### System-Architektur nach heutigem Standard

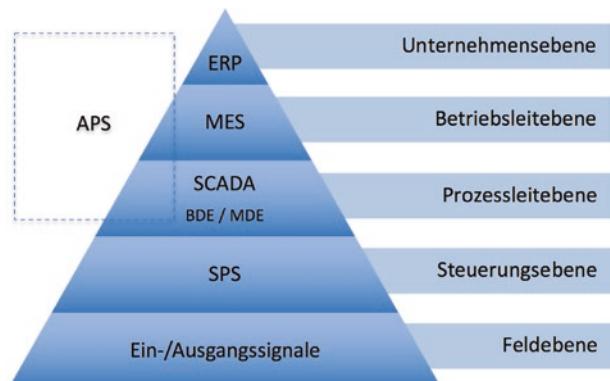
Heute werden Systemarchitekturen im Bereich der Produktion in Form einer Automatisierungspyramide (s. Abb. 4.2) dargestellt. Dieses in der Literatur häufig dargestellte Modell der automatisierten Produktion umfasst fünf Ebenen [7–9].

Auf der obersten Ebene der Automatisierungspyramide, der **Unternehmensebene**, findet unter anderem die Grobplanung der Produktion statt. Diese Planung wird in **ERP** (Enterprise Resource Planning)-Systemen durchgeführt. Diese unterstützen weitere Unternehmensbereiche, wie beispielsweise den Vertrieb bei der Erfassung von Kundenaufträgen und den Einkauf bei der Bestellung von Materialien [8, 9].

Auf der **Betriebsleitebene** findet eine feinere Planung der Produktion statt. Dies geschieht durch Manufacturing Execution Systeme (**MES**) an den jeweiligen Produktionsstandorten. Sie steuern und kontrollieren die Produktionsprozesse und passen deren Planung an. Die MES bekommen Daten aus der Produktion und reagieren im Störungsfall zeitnah. Sie sind die Schnittstelle zwischen der betriebswirtschaftlich orientierten Unternehmensebene und den operativen Produktionssystemen [8, 9].

Die Überwachung findet auf der **Prozessleitebene** statt und erfolgt durch **SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition)-Systeme. Diese dienen zur Überwachung und Kontrolle der Prozesse. Zeigt die Auswertung der Betriebsdatenerfassung (BDE)

**Abb. 4.2** Klassische Automatisierungspyramide. (In Anlehnung an [7])



bzw. Maschinendatenerfassung (MDE), dass Werte einen bestimmten Schwellwert überschreiten, schlagen sie Alarm und dem Ereignis ist durch Inspektion, Wartung bzw. Reparaturen oder Umplanung nachzugehen [8, 9].

Auf der **Steuerungsebene** erfolgt durch **SPS** (Speicherprogrammierbare Steuerungs-)Systeme die Steuerung der Maschinen. Diese verfügen zum einen über Hardwarekomponenten, welche mit der Prozessebene verbunden sind und Programme sowie Daten speichern bzw. verarbeiten. Zum anderen benötigen sie eine Software die auf einem Betriebssystem programmierte Anwendungen zur Signalverarbeitung ausführt [8, 10].

Die **Feldebene** stellt eine Schnittstelle zum Produktionsprozess mit **Ein- und Ausgangssignalen** dar. So befinden sich hier Aktoren und Sensoren, zur Datenerfassung von Maschinen und deren Verarbeitung, sowie Anzeigegeräte. Auf gesammelte Informationen wird auf dieser Ebene mit möglichst geringer Reaktionszeit reagiert. Hier findet somit letztendlich die Steuerung des **Fertigungs- und Produktionsprozesses** auf unterster Ebene statt [10].

Im Zusammenhang mit der klassischen Automatisierungspyramide häufig nicht erwähnt werden **APS** (Advanced Planning and Scheduling)-Systeme, die ungefähr seit dem Jahr 2000 eingesetzt werden. Diese Systeme nehmen im Gegensatz zu ERP-Systemen eine verbesserte Planung und Steuerung sowohl auf strategischer als auch operativer Ebene vor. APS-Systeme gehen hierbei von begrenzten Ressourcen aus und streben optimierte Lösungen an. Ergebnisse dieser verbesserten Planung werden an das ERP-System zurückgegeben. APS-Systeme lassen sich allerdings nicht nur auf der Unternehmensebene der Automatisierungspyramide anordnen. Durch zusätzliche APS-Module kann eine Verbindung bis hin zu niedrigeren Ebenen vorgenommen werden. So können APS-Systeme auch die Funktionalität des MES auf der Betriebsleitebene ersetzen [9, 11].

---

## 4.2 Veränderungsansätze

### 4.2.1 Aufzeigen verschiedener Ansätze

Die wesentlichen Veränderungen der Produktion und damit der Produktions-System-Architektur durch Industrie 4.0 sind laut einer Studie in Abb. 4.3 dargestellt [12].

Eine der elementaren Veränderungen sind die über das Internet kommunizierenden digitalisierten physischen Komponenten. Diese Systeme werden als Cyber-Physical-Systems (**CPS**) bezeichnet. Die in Zukunft optimierten und vernetzten Produktionssysteme und -konzepte sind ebenfalls mit dem Internet verbunden und kommunizieren sowohl mit intelligenten Materialien als auch untereinander. „Intelligent“ werden die Materialien durch Radio-Frequency-Identification (RFID)-Chips. Diese Chips sind Datenträger, die z. B. Fertigungsabläufe oder Arbeitspläne und Eigenschaften des jeweiligen Bearbeitungsobjekts, wie beispielsweise Größe und Materialbeschaffenheit, enthalten [1].



**Abb. 4.3** Wesentliche Veränderungen im Bereich Produktion im Rahmen von Industrie 4.0. (In Anlehnung an [4, 12])

Dadurch werden die bisherigen **monolithischen** Produktionsanlagen (schwer veränderbare Großsysteme mit ungenutzten Funktionen) zu **agilen, modularen und vernetzten** Anlagen umstrukturiert. Der alternative Ansatz mit austauschbaren Modulen ermöglicht eine höhere Flexibilität der Produktion, beispielsweise durch Einbindung mobiler Endgeräte. Die Mitarbeiter erhalten mit diesen Endgeräten die Möglichkeit, durch Apps auf Auswertungen sowie auf Kontroll- und Steuerungskomponenten zugreifen zu können [1, 13, 14].

Ein Beispielkonzept ist ein dezentrales Umfeld des Produktionssystems. Es bietet den Vorteil, aufgrund von Auftragsverfolgung und produzierten Stückzahlen, flexibel auf Produktionsprobleme und neue Aufträge reagieren zu können. Die Prozesse, Analysen und Auswertungen sowie die Festlegung der Arbeitspläne werden flexibler. Darüber hinaus entsteht die Möglichkeit durch die System-Vernetzung große Datenmengen (Big Data) in Echtzeit (sekundenschnell nach Entstehung) zu analysieren. Die Daten sind unstrukturiert oder strukturiert und stammen von unterschiedlichen Informationsquellen und Quellsystemen [15].

Eine weitere Veränderung findet bei MES statt. MES wird als zeitliche Übergangslösung angesehen, da es einen hierarchischen Ansatz unterstützt. Dieser Ansatz ist nicht für den Einsatz von CPS geeignet, da er der Selbststeuerung der Produktion widerspricht. Die neuen Anforderungen an Produktionssysteme sind beispielsweise, dass die Software zu allen verfügbaren Kanälen, wie z. B. Apps auf Endgeräten, kommunikationsfähig sein muss (**omnichannel-fähig**). Außerdem müssen die laufenden Prozesszustände transparent und für Änderungen erreichbar sein [1, 16].

Diese Transparenz wird durch Anwendungen und Daten auf Servern ermöglicht, die über das Internet verbunden und erreichbar sind (**Cloud-Technologie**) [17]. Die Cloud enthält Services, wie beispielsweise das Planungselement MES oder das Steuerungselement SPS. Es werden keine Anpassungen der Hardwareschnittstellen und Protokolle benötigt und die Services leiten die Informationen an die jeweilige CPS weiter. Die Services der Produktion werden bei diesem Konzeptansatz in die Cloud verlagert. Die verschiedenen Services kommunizieren innerhalb der Cloud und vereinfachen damit die Kommunikation untereinander [3].

Die monolithischen Architekturprinzipien von Produktions-Systemen geraten damit immer mehr in den Hintergrund und müssen kleinen Softwareeinheiten, wie modular implementierten Services (Apps), weichen. Diese ermöglichen es dem Benutzer, Änderungen individuell und flexibel durchzuführen sowie verschiedene Komponenten, wie Endgeräte und Produktionsprozesse, miteinander zu verbinden. Weitere Apps stellen beispielsweise Auswertungen von Big Data Analysen zur Verfügung [1].

Durch diesen **Ad-hoc-Ansatz** können Prozesse und Anwendungen des Benutzers spontan aus der Situation heraus angepasst werden. Die Cloud-Technologie spielt dabei ebenso eine Rolle. Die Cloud wird vom Endnutzer als zentrale Rechen- und Speichereinheit empfunden, ist aber dezentral aufgebaut. Dezentral bedeutet, dass nicht alle Anwendungen auf einem Server laufen, sondern auf mehreren Servern verteilt sind [1].

Ein Ansatz für **mobile Informationssysteme** ist z. B. eine in der Produktion genutzte Datenbrille. VW arbeitet bereits daran, diese in der Logistik einzusetzen, um Handscanner abzulösen [12].

MES muss in eine **Serviceorientierte Architektur** integriert werden. Hardware-schnittstellen werden durch Cloud-Schnittstellen mittels einer Integrationstechnologie vereinheitlicht. Eine aktive Netzwerkbrücke dient als Schnittstelle zwischen Cloud und lokalen CPS, um Echtzeitdaten und Nichtechtzeitdaten auszutauschen [3].

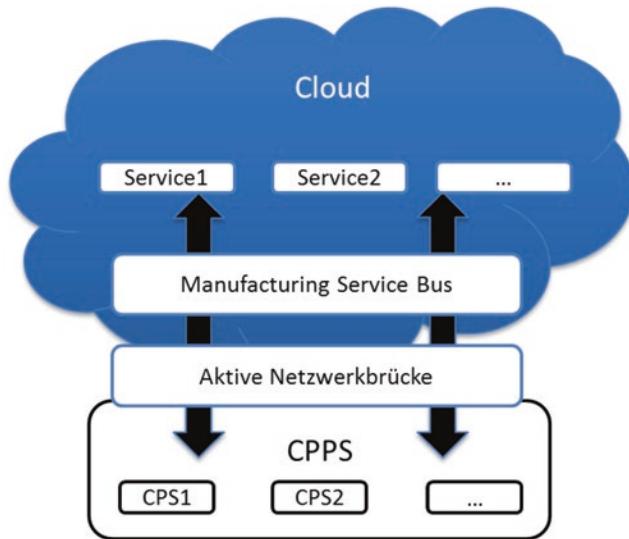
Außerdem ermöglicht diese Verbindung zur Cloud den Zugriff auf darin bereitgestellte Services. Diese Architektur macht es möglich mobile Endgeräte durch Apps ad hoc einzubinden, da die benötigten Services in der Cloud laufen [3, 18].

Die Möglichkeit zur Verarbeitung unterschiedlicher Formate wird durch eine Umwandlung in festgelegte Standardschnittstellen erreicht. Dies ist zum Beispiel der Manufacturing Service Bus (MSB), der als Middleware (Übergangsschicht) agiert und damit die Kommunikation zwischen allen relevanten Services und CPS ermöglicht. Der MSB ist in der Cloud implementiert (siehe Abb. 4.4) [13, 14, 19, 20].

Gleichzeitig werden Ansätze entwickelt, um einige Funktionen der MES-Systeme auf die **Geräteebene** zu verlagern. Die Berechnung von Kennzahlen ist eine dieser Funktionen. Es werden Serviceorientierte Systemarchitekturen sein, die im Zuge von Industrie 4.0 benötigt werden. Außerdem werden verschiedene Software-Services benötigt, die aus der Cloud die Apps auf den Endgeräten mit Informationen versorgen [21].

Bei Störungsfällen kann ein anderes CPS Aufgaben durch die **dezentralen und modular** ersetzbaren Einheiten automatisch übernehmen. Ein Produktionssystem plant und organisiert zum Beispiel selbstständig den Materialfluss. Diese miteinander vernetzten CPS innerhalb eines Produktionsstandortes werden als Cyber Physical Production Systems (CPPS) bezeichnet [22].

Die Veränderung dient der Kommunikation zwischen **Mensch und Maschine**. Diese Kommunikation findet beispielsweise über Endgeräte wie Tablets statt. Durch die Endgeräte wird direkt in die Produktionsprozesse/-steuerung eingegriffen. Zusätzlich können die Auswertungen der Big Data Echtzeit-Analysen mobil vom Mitarbeiter eingesehen werden [22].



**Abb. 4.4** Integrationstechnologie – Manufacturing Service Bus

Diese Ansätze zeigen den Wandel von herkömmlichen Produktions-Systemen. Die Produktionsplanung wird durch selbstständige Materialflüsse und Cyberphysische Systeme zur **Echtzeit-Smart-Factory** umstrukturiert.

### 4.3 Überprüfung und Evaluierung der Ansätze

Experten sind sich darüber einig, dass die digitale Transformation eine **Auflösung der Hierarchieebenen** der Automatisierungspyramide zur Folge haben wird [3, 13, 18].

Dies wird erreicht durch eine gesteigerte vertikale Vernetzung. Die **vertikale Vernetzung** ist eine Erweiterung über die Grenzen der Automatisierungspyramide hinweg. [3] Darunter ist die Nutzung von Internettechnologien zur Vernetzung von Komponenten, Anlagen und Geräten unterschiedlicher Hersteller innerhalb des Unternehmens zu verstehen [13, 22, 23]. Durch diese Vernetzung werden neue Ansätze für Datenauswertung und Datenintegration geschaffen. Sie erleichtert die Analyse der Echtzeit-Daten sowie die Planung und Feststellung von Rückschlüssen [24]. Außerdem findet eine gesteigerte **horizontale Vernetzung** statt. Die horizontale Vernetzung ist dabei eine Erweiterung über unterschiedliche CPS von mehreren Unternehmensbereichen (Wertschöpfungskette) hinweg [13, 25].

Für diesen Ansatz gibt es drei verschiedene Varianten. Die eine ist der Private-Cloud-Ansatz. Die Server werden bei diesem Konzept vom Unternehmen betrieben. Der Public-Cloud-Ansatz ist das genaue Gegenteil. Das Unternehmen lässt von Drittanbietern die Server betreiben. Die dritte Variante ist eine Mischform aus Private und Public Cloud (Hybrid Cloud) [26, 27].

Die Architektur der Produktionssysteme verändert sich. Es muss individuell entschieden werden, wie weit sich die Wandlung vollziehen soll.

---

#### 4.4 Abschließende Empfehlung einer System-Architektur

Die Beispiel-Architektur ist in drei Ebenen unterteilt (siehe Abb. 4.3). Die **erste Ebene** ist die Produktionsebene, welche die Vernetzung zwischen den einzelnen CPS deutlich macht. Ein Produktionsstandort wird als Cyber Physical Production System (CPPS) bezeichnet. Die CPS innerhalb eines CPPS sind durch WLAN bzw. LAN miteinander vernetzt und tauschen Informationen aus, wie beispielsweise die Steuerungslogik. Die Werksstücke sind mit RFID-Chips ausgestattet, um die nötigen Informationen für die Fertigung und Montage mitzuliefern. Dadurch wird der Produktionsablauf automatisiert.

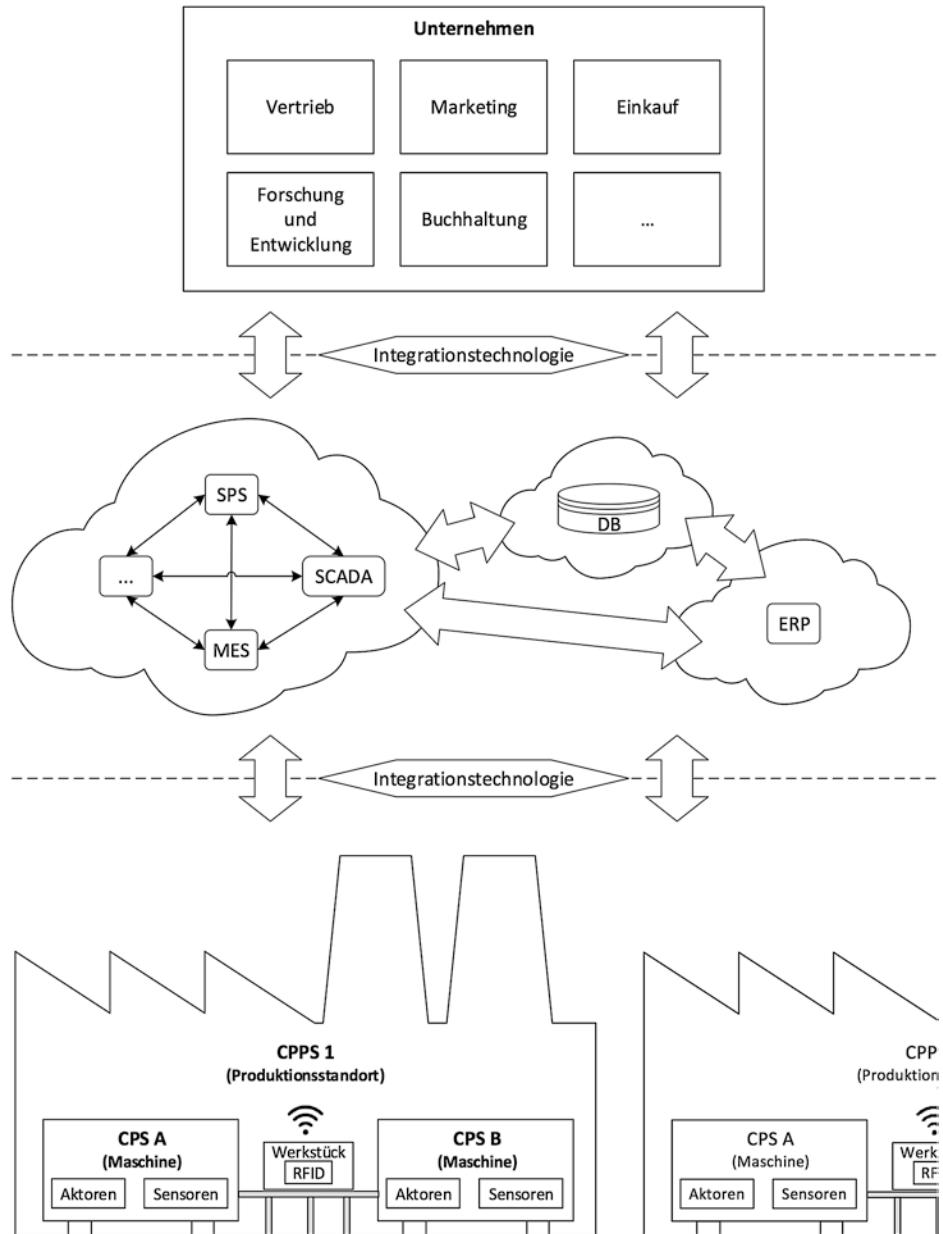
Über das lokale Netzwerk werden die von den Sensoren aufgenommenen Informationen, wie zum Beispiel Temperatur, Erschütterung oder die Daten von RFID-Chips in die Cloud übertragen. Die Verbindung zwischen lokalem Netzwerk und der Cloud wird durch eine Integrationstechnologie aufgebaut (siehe Abschn. 4.2).

Aufgrund dieser Veränderungen wird es möglich, mobil über Apps auf Endgeräten direkt in Produktionsprozesse einzugreifen und beispielsweise Ergebnisse von Big-Data-Analysen einzusehen. Nutzer können Prozesse und Darstellungen von Ergebnissen selbstständig ad hoc anpassen, da die Endgeräte mit den CPS und der Cloud vernetzt sind (siehe Abschn. 4.1).

In der **zweiten Ebene** befinden sich eine oder mehrere Clouds. In der Cloud sind die benötigten Services implementiert. Services sind beispielsweise ERP, MES, SCADA und SPS (siehe Kap. 2 und Abschn. 4.1).

Die Daten und Services werden in der Cloud gespeichert bzw. implementiert. Das heißt, dass die Daten und Services auf mehrere Server verteilt sind. Somit kann das MES und SPS schneller auf Daten zugreifen, da diese nicht zuerst von dem ERP-Server in die einzelnen MES bzw. SPS geladen werden müssen. Betriebs- und Maschinendaten sind dann bereits nach der Übertragung vom CPS in die Cloud verfügbar und können ausgewertet und für entsprechende Planungen verwendet werden. Es gibt damit keine Hierarchieebenen in Form der Automatisierungspyramide mehr (siehe Kap. 2 und 4).

Weiterhin besteht die Möglichkeit, dass die Services nicht innerhalb der Unternehmens-Cloud liegen, sondern in einer Cloud die von einem Drittanbieter für das Unternehmen betrieben wird. Jedes Unternehmen muss individuell abwägen, wie die Architektur aussehen soll. Die Frage, die sich die beteiligten Parteien stellen müssen ist, welche Daten an welche Server weitergegeben werden dürfen und welche nicht. Das hängt von der Schutzbedürftigkeit der Daten ab. Weitere Entscheidungskriterien sind das erforderliche Know-how und die Unternehmensgröße. Wie viel kann das Unternehmen selbst betreiben und wie viel kann es investieren? Die Unternehmen müssen sich entscheiden, ob sie eine Private Cloud, eine Public Cloud oder eine Kombination aus beiden Ansätzen betreiben wollen (siehe Abschn. 4.2).



**Abb. 4.5** Beispiel-Architektur

Die **dritte Ebene** stellt die Unternehmens-Ebene mit zentralen Unternehmensbereichen wie beispielsweise Forschung und Entwicklung, Vertrieb und Einkauf dar. Endgeräte dieser Ebene werden mit der Cloud und den CPS ebenso durch eine Integrationstechnologie vernetzt. Die Endgeräte ermöglichen es dem Nutzer, beispielsweise die Ergebnisse von Big-Data-Analysen einzusehen oder direkt in die Fertigungsprozesse einzutreten. Damit werden die Mobilität und die Agilität der Mitarbeiter gesteigert. Nutzer können ad hoc Prozesse anpassen oder auch durch die IT-Abteilung individuell die Anzeigen und Tools anpassen lassen, da die Steuerung in der Cloud liegt.

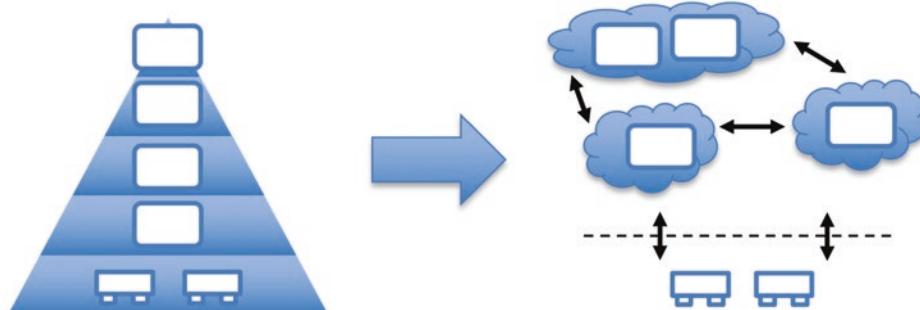
Durch diese modularartig aufgebaute Architektur werden die Dauer und die Kosten von Neueinbindungen und Veränderungen reduziert. Es ist kein monolithisches Großsystem, sondern ein agiles, dezentral in Modulen angelegtes System.

Es besteht die Möglichkeit nicht nur Produktionsstandorte, sondern auch Partnernunternehmen entlang der Supply Chain einzubinden. Außerdem können durch die Cloud-Technologie Hardware- und Software-Systeme unterschiedlicher Hersteller miteinander kommunizieren, da es einheitliche Schnittstellen und Integrationstechnologien gibt (Abb. 4.5).

## 4.5 Fazit

Die verschiedenen Hierarchieebenen der klassischen Systemarchitektur in der Produktion werden sich im Rahmen von Industrie 4.0 auflösen. In Zukunft werden die Systeme als modular aufgebaute Services betrachtet, die in der Cloud liegen. Die unterschiedlichen Komponenten sind hierbei über das Internet miteinander vernetzt. (s. Abb. 4.6).

Auch mit Hinblick auf die Vernetzung mit anderen Bereichen außerhalb der Produktion, wie der unternehmensübergreifenden vertikalen Integration verschiedener Systeme, bietet die konzipierte Architektur Potenziale.



**Abb. 4.6** Entwicklung der Systemarchitektur

## Literatur

1. A.-W. Scheer. (2015, Mai). „Industrie 4.0: Von der Vision zur Implementierung.“ S. 2–25. Online verfügbar: <http://scheer-management.com/whitepaper-industrie-4-0-von-der-vision-zur-implementierung/> [20.02.2016].
2. H. Kagermann, W. Wahlster, J. Helbig. (2013, Apr.). „Deutschlands Zukunft als Produktionssstandort sichern – Umsetzungsempfehlung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0.“ S. 5–7. Online verfügbar: [https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen\\_Industrie4\\_0.pdf](https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf) [20.02.2016].
3. T. Bauernhansl, M. ten Hompel, B. Vogel-Heuser. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Verlag, 2014, S. 145–158 und S. 581–582.
4. S. L. Merz, D. Siepmann. „Industrie 4.0-Anwendungsbeispiel: Entwicklung einer Industrie 4.0-Strategie am Beispiel eines Unternehmens der Lackmittelindustrie“ in Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis. A. Roth, Hrsg. Leinfelden-Echterdingen: Springer Verlag, 2016, S. 127–133.
5. Adidas Gruppe. „SPEEDFACTORY: ZUSAMMEN SCHNELLER.“ Internet: <http://www.adidas-group.com/de/magazin/stories/specialty/%20speedfactory-zusammen-schneller/>, Dez. 2015 [20.02.2016].
6. H. Lasi, P. Fettke, H. G. Kemper, T. Feld, M. Hoffmann. „Industrie 4.0“. Wirtschaftsinformatik, 56, S. 261–264, Apr. 2015. Online verfügbar: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11576-014-0424-4> [20.02.2016].
7. R. Langmann. Taschenbuch der Automatisierung. Leipzig: Hanser Verlag, 2004, S. 335.
8. N. Fallenbeck, C. Eckert. „IT-Sicherheit und Cloud Computing“ in Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. T. Bauernhansl, M. ten Hompel, B. Vogel-Heuser, Hrsg. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014, S. 405.
9. I. Hausladen. IT-gestützte Logistik. Wiesbaden: Springer Gabler, 2014, S. 117–121 und S. 204–206.
10. B. Heinrich, P. Linke und M. Glöckler. Grundlagen Automatisierung. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015, S. 4–5 und S. 304–305.
11. H. Tempelmeier. (2001, Jan.). „Supply Chain Planning With Advanced Planning Systems.“ S. 1–9. Online verfügbar: <http://www.advanced-planning.eu/tempelmeiertinos2001.pdf> [16.03.2216].
12. R. Sauter, M. Bode, D. Kittelberger. (2015, Juni). „Wie Industrie 4.0 die Steuerung der Wertschöpfung verändert.“ S. 4–9. Online verfügbar: <http://www.horvath-partners.com/de/media-center/artikel-interviews-kolumnen/detail/wie-industrie-4-0-die-steuerung-der-wertschopfung-veraendert/> [19.02.2016].
13. J. Bischoff, C. Taphorn, D. Wolter, N. Braun, M. Fellbaum, A. Goloverov, S. Ludwig, T. Hegmanns, C. Prasse, M. Henke, M. ten Hompel, F. Döbbeler, E.I Fuss, C. Kirsch, B. Mättig, S. Braun, M. Guth, M. Kaspers, D. Scheffler. (2015, Juni) „Erschließen der Potenziale der Anwendung von „Industrie 4.0“ im Mittelstand.“ S. 267–268. Online verfügbar: <http://industrie-40-mittelstand.agiplan.de/agiplan-industrie/?page=home> [13.03.2316].
14. O. Sauer. „Entwicklungstrends von MES in der Industrie 4.0.“ MES FOKUS, vol. 5, S. 10–12, Dez. 2014.
15. M. Lang. Handbuch Business Intelligence: Potenziale, Strategien, Best Practices. Düsseldorf: Symposion Publishing, 2015, S. 241.
16. G. Wagner, H. Schramm-Klein, S. Steinmann. Interaktive Wertschöpfung durch Dienstleistungen: Strategische Ausrichtung von Kundeninteraktionen, Geschäftsmodellen und sozialen Netzwerken. Wiesbaden: Springer Verlag, 2015, S. 414.
17. G. Müenzl, M. Pauly, M. Reti. Cloud Computing als neue Herausforderung für Management und IT. Wiesbaden: Springer Verlag, 2015, S. 1–4.

18. B. Vogel-Heuser, C. Diedrich, M. Broy. „Anforderungen an CPS aus Sicht der Automatisierungstechnik.“ *at – Automatisierungstechnik*, vol. 61, S. 669–676, Okt. 2013. Online verfügbar: <http://www.degruyter.com/view/j/auto.2013.91.issue-10/auto-2013-0061/auto-2013-0061.xml> [01.03.2316].
19. P. Adolphs, H. Bedenbender, M. Ehlich, U. Epple, M. Hankel, R. Heidel, M. Hoffmeister, H. Huhle, B. Kärcher, H. Koziolek, R. Pichler, S. Pollmeier, F. Schewe, T. Schulz, K. Schweichhart, A. Walter, B. Waser, M. Wollschlaeger. (2015, April) „Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0.“ S. 45–65 und 360–374. Online verfügbar: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Umsetzungsstrategie-Industrie-40.html> [16.03.2316].
20. T. Borangiu, D. Trentesaux, A. Thomas. Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing and Robotics. Wiesbaden: Springer Verlag, 2015, S. 97–100.
21. O. Sauer, J. Kletti. (2013, Feb.). „Industrie 4.0 braucht MES-Systeme.“ Online verfügbar: <http://www.mpdv.com/de/ueber-mpdv/aktuelles/neuheiten/archiv-details/News/detail/industrie-40-braucht-mes-systeme/aed2fc1f9ed8eb18a42939da69863b1> [23.02.2016].
22. D. Spath, O. Ganschar, S. Gerlach, M. Hämerle, T. Krause, S. Schlund. (2013, Juni). „Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0.“ S. 90–104. Online verfügbar: <https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/ueber-uns/presse-und-medien/1143-leitstudie-zur-produktionsarbeit-der-zukunft.html> [22.02.2016].
23. M. Broy. Cyber-Physical Systems – Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme. Heidelberg: Springer-Verlag 2010, S. 20–31.
24. C. Reuter, F. Brambring, C. Müller. „Einsatzmöglichkeiten der Simulation in einem cyber-physischen Produktionssystem.“ *Simulation in Production and Logistics*, 2015, S. 461–468. Online verfügbar: <http://www.asim-fachtagung-spl.de/asim2015/de/publikationen.html> [24.02.2016].
25. V. Emmrich, M. Döbele, T. Bauernhansl, D. Paulus-Rohmer, A. Schatz, M. Weskamp. (2015, März). „Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0 Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau.“ S. 21–51. Online verfügbar: [https://www.wieselhuber.de/migrate/attachments/Geschaeftsmodell\\_Industrie40-Studie\\_Wieselhuber.pdf](https://www.wieselhuber.de/migrate/attachments/Geschaeftsmodell_Industrie40-Studie_Wieselhuber.pdf) [17.03.2316].
26. M. Missbach, J. Stelzel, C. Gardiner, G. Anderson, M. Tempes. SAP on the Cloud. Wiesbaden: Springer Verlag, 2013, S. 7.
27. F. Grimm, A. Pols, M. Weber. (2015, Apr.). „Cloud-Monitor 2015: Cloud-Computing in Deutschland – Status quo und Perspektiven.“ S. 3–30. Online verfügbar: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Cloud-Monitor-2015.html> [17.03.2316].

---

# Integration 4.0 – Anwendungsintegration im Zeitalter der Cloud

5

Kevin Fauser, Andreas Ott, Lukas Böhm und Simon Wiedemann

---

## Zusammenfassung

Cloud-Applikationen finden unter anderem durch Industrie 4.0 vermehrt Anwendung im Enterprise-Umfeld. Dies stellt die IT-Infrastruktur und Unternehmensorganisation vor neue Herausforderungen, da die Integration dieser Cloud-Applikationen nicht ohne Weiteres möglich ist. Allerdings ergeben sich durch diese Applikationen Vor- und Nachteile, die aufgezeigt werden. Diese Vorteile ermöglichen Nutzungs-potenziale, die ohne eine integrierte Cloud nur schwer realisierbar wären. Des Wei-teren werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie Unternehmen sich konzeptionell auf diese neuen Gegebenheiten anpassen können, und welche Schwierigkeiten in diesem Zusammenhang zu lösen sind.

---

## Schlüsselwörter

Industrie 4.0 · Cloud · Integration

---

K. Fauser (✉)

Obergröningen, Deutschland

E-Mail: fauser.kevin@gmail.com

A. Ott

Ellwangen, Deutschland

E-Mail: ott-andy@gmx.de

L. Böhm

Aalen, Deutschland

E-Mail: Lukas.Boehm@cellent.de

S. Wiedemann

Mönchsdeggingen, Deutschland

E-Mail: wiedemann-simon@web.de

---

## 5.1 Einleitung

Im Vergleich zu anderen Nationen der EU hat Deutschland einen relativ hohen Anteil am produzierenden Gewerbe [1]. Unter dem Begriff Industrie 4.0 wird in Deutschland eine neue industrielle Revolution eingeleitet. Durch diese industrielle Revolution soll das produzierende Gewerbe zukunftsfähig aufgestellt werden und helfen den Status als „Exportweltmeister“ zu verteidigen [2]. Die Möglichkeiten und Grundgedanken von Industrie 4.0 treffen aber alle Branchen, auch nicht produzierende. Dabei dienen Cloud-Dienste als Grundlage für diese vierte industrielle Revolution, weshalb Industrie 4.0, das Internet der Dinge und Cloud-Technologien Hand in Hand gehen [3]. Doch auch wenn der deutsche Mittelstand sich mehr mit dem Thema Cloud auseinandersetzt, bleibt die Ablehnung einer Nutzung der Cloud hoch. So lehnen 41 % der Maschinen- und Anlagenbauer die Nutzung von SaaS als strategische Plattform ab [4]. Doch welche Folgen für die Integrationsfähigkeit und das Integrationsniveau hat die Nutzung von SaaS-Applikationen?

---

## 5.2 Definitionen

► **Integration** Der Begriff Integration leitet sich aus den lateinischen Vokabeln „integ-  
rare“ (unversehrt machen), „integratio“ (Wiederherstellung eines Ganzen), und „integer“  
(ganz, unbescholt) ab und bedeutet im Allgemeinen die Eingliederung zusammenge-  
hörender Elemente in ein größeres Ganzes [5] [6]. Ganz nach dem Zitat: „Das Ganze ist  
mehr als die Summe seiner Teile“ (Aristoteles), liegt demzufolge die Grundintention im  
größeren Nutzen, der sich durch das Zusammenspiel/der Gesamtheit der einzelnen Ele-  
mente ergibt [5]. Bezogen auf die Wirtschaftsinformatik ist der Begriff der Integration  
mit der Verbindung von Menschen, Aufgaben und Technik zu einem einheitlichen Gan-  
zen zu verstehen, um so Prozess- und Abteilungsgrenzen entgegenzuwirken, die aus der  
Folge von Arbeitsteilung und Spezialisierung entstanden [7].

► **Integrationsgegenstand** Gegenstand der Integration können Daten, Funktionen,  
Objekte, Prozesse, Methoden und Programme sein. Besonders hervorzuheben sind hier-  
bei die Daten-, Funktions- und Prozessintegration:

- Bei der Datenintegration wird das Ziel der redundanzarmen Speicherung von  
Daten, sowie der damit verbunden Datenkonsistenz verfolgt. Grundlage hierfür bil-  
den Datenbanksysteme, auf die mehrere Anwendungen zugreifen [8].
- Im Mittelpunkt der Funktionsintegration steht die Bündelung und Ausführung  
gleichartiger Aufgaben unterschiedlicher Applikationen in einer Anwendung.  
Neben der Vermeidung derselben Funktionen in verschiedenen Applikationen wer-  
den dadurch auch Schnittstellen zur Datenübergabe reduziert [8].
- Im Fokus der Prozessintegration liegt die Ablauflogik des zu integrierenden  
Geschäftsprozesses. Um Funktionen entlang des Prozesses miteinander zu integ-  
rieren wird auf Integrationsplattformen gesetzt [8].

► **Integrationsrichtung** Je nach Integrationsrichtung unterscheidet man zwischen horizontaler und vertikaler Integration.

- Bei der horizontalen Integrationsrichtung werden Teilsysteme aus unterschiedlichen Funktionsbereichen miteinander verbunden. Dies umfasst Administrations- und Dispositionssysteme [9].
- Im Rahmen der vertikalen Integrationsrichtung werden Systeme der operativen Ebene mit Systemen der Planungs- und Kontrollebene verbunden [9].

► **Integrationsgrad** Um die Wirtschaftlichkeit eines Integrationsvorhabens zu beurteilen, müssen Kosten und Nutzen gegenübergestellt werden. Wie Abb. 5.1 zeigt, steigt der Nutzen mit zunehmender Integration, ab einem bestimmten Integrationsgrad, nur noch degressiv an. Integrationskosten, verursacht durch Zunahme der Systemkomplexität, Wahrung der Systemsicherheit und aufgrund erhöhter Weiterbildungskosten, steigen ab einem bestimmten Grad überproportional an. Der Maximale Abstand beider Kurven, also der Punkt an dem die Differenzen aus Nutzen und Kosten maximal sind, bestimmt den optimalen Integrationsgrad [10] [11]. Der obere Schnittpunkt hingegen präsentiert ein Unternehmen, das den maximalen Integrationsgrad verfolgt, was dem Grundsatz des effizienten Wirtschaftens widerspricht und somit nicht Ziel sein sollte.

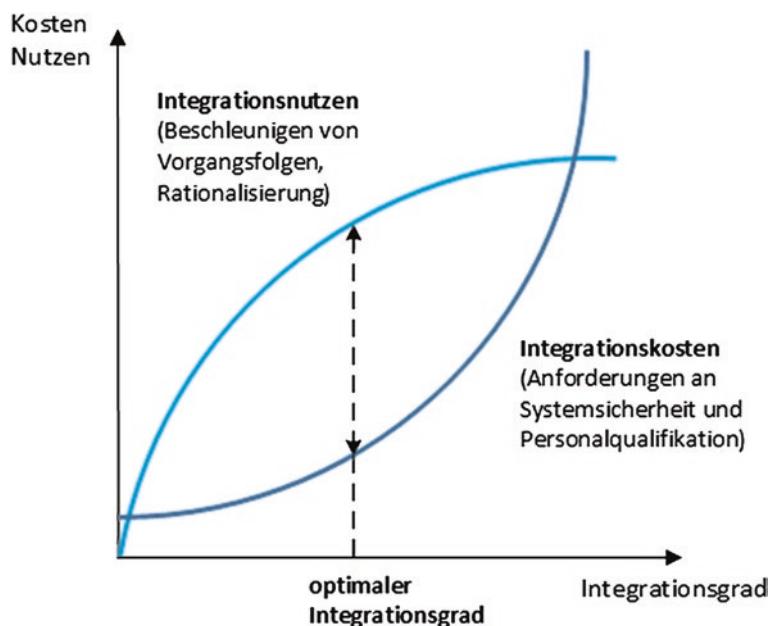


Abb. 5.1 Optimaler Integrationsgrad [11]

► **Cloud Computing** Da bis heute noch keine allgemeingültige Definition des Cloud Computing vorliegt, soll in dieser Ausarbeitung die am weitesten und am detailliertesten vorangeschrittene Definition des National Institute of Standards and Technology (NIST) verwendet werden [12]:

Cloud Computing ist ein Ansatz, um den allgegenwärtigen und bequemen On-Demand-Netzwerkzugriff auf einen gemeinsamen Pool konfigurierbarer Rechnerressourcen zu ermöglichen, die mit geringstem Managementaufwand oder Eingriff eines Serviceanbieters schnell bereitgestellt und freigegeben werden können.

► **Cloud-Architektur** Cloud Services lassen sich in drei Schichten einteilen:

- **Infrastructure as a Service (IaaS):** IaaS ist die unterste der drei Ebenen. Hier stellt der Service Provider nur die Infrastruktur bereit. Der Entwickler ist für die Erstellung und Aufrechterhaltung von Plattform und Software selbst zuständig [13].
- **Platform as a Service (PaaS):** Eine PaaS-Plattform ermöglicht eine schnelle und kostengünstige Entwicklung und Bereitstellung von Anwendungen. Hier stellt der Service Provider Hardware und Infrastruktur (wie Middleware, Datenbanken und Monitoring-Funktionen) zum Ausführen der Anwendung bereit [13].
- **Software as a Service (SaaS):** Als oberste Schicht im Cloud-Modell können mit diesem Dienst Software-Applikationen als standardisierter Service über das Internet bezogen werden. Bekannte Beispiele hierfür sind z. B. Google Docs und die Salesforce CRM-Applikation [13] (Abb. 5.2).



**Abb. 5.2** Ebenen von Cloud Services [14]

► **Cloud-Nutzungsmodelle** Auch bei der Bereitstellung der Cloud Services unterscheidet man zwischen verschiedenen Nutzungsmodellen. Die gängigsten sind:

- Public Cloud: Hier werden Dienste offen über das Internet jedem Nutzer zugänglich gemacht. Als Beispiele sind hier die Google-Doc Dienste oder auch kostenpflichtige Services eines Microsoft Office 365 zu nennen [13].
  - Private Cloud: Private Clouds sind nicht öffentlich zugänglich, sondern nur auf einen autorisierten Nutzerkreis (z. B. Unternehmensmitarbeiter, Kunden und Lieferanten) beschränkt. Der Betrieb und das Management dieser erfolgt innerhalb eines Unternehmens. Aus Gründen von IT-Sicherheit und Datenschutz wird diese Art von Unternehmen oft vorgezogen [13].
- 

### 5.3 Abgrenzung

Dieses Paper untersucht die Auswirkungen der Nutzung von Software-as-a-Service-Lösungen, die als wesentliche Industrie 4.0 Cloud-Anwendungen betrieben werden. Insofern werden andere Arten der Cloud-Nutzung wie Platform as a Service (PaaS) oder Infrastructure as a Service (IaaS) nicht betrachtet. Eine Unterscheidung zwischen Consumer Cloud und Unternehmens-Cloud erfolgt nicht.

---

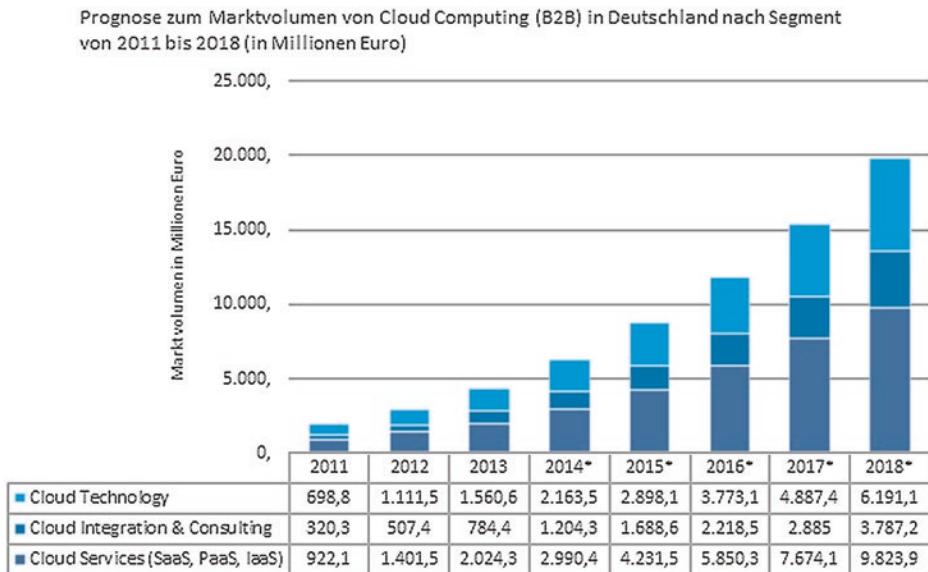
### 5.4 Chancen von Integration der Cloud

Der Trend zur Nutzung von Cloud-Systemen im Enterprise-Umfeld ist ungebrochen und er wird voraussichtlich auch nicht abnehmen, sondern in absehbarer Zeit noch weiter ansteigen. Die Prognose in Abb. 5.3 zeigt diesen Zuwachs auf:

Demnach nimmt das Marktvolumen von Cloud Computing (B2B) in Deutschland zwischen 2015 und 2018 um mehr als das Doppelte zu.

#### Prozessredefinition

Durch die Nutzung von SaaS-Applikationen verliert ein Unternehmen die Kontrolle über die Funktionen und Prozesse, die mit dieser Applikation abgedeckt werden können. Im Gegensatz dazu besteht bei einem On-premise-System (z. B. die traditionelle ERP-Lösung der SAP) die Möglichkeit, dieses auch mit eigener Logik an die eigenen Prozesse anzupassen. Gerade in Kernprozessen ist eine vollständige Funktionsabdeckung wünschenswert, weil die Unternehmen darüber einen Wettbewerbsvorteil gegenüber den Mitbewerbern erreichen möchten. In anderen Bereichen (wie bspw. HCM-Software) ist eine Funktionsabdeckung von 80–90 % ausreichend [16]. Doch die Nutzung von SaaS-Applikationen ist nicht zwingend ein Nachteil. Durch einen Wechsel auf eine SaaS-Plattform ist ein Unternehmen gezwungen, die involvierten Prozesse neu zu definieren und auch



**Abb. 5.3** Prognose Entwicklung Cloud-Volumen [15]

zu vereinfachen bzw. zu verallgemeinern. Dadurch können über die Jahre gewachsene, hochkomplexe und hochintegrierte Prozesse verworfen oder vereinfacht werden. Die Unternehmen werden also zu einem geringeren Integrationsgrad gezwungen. Dieser niedrigere Integrationsgrad bringt Vorteile mit sich, wie z. B. eine kürzere Einarbeitungszeit der Mitarbeiter oder ein potenziell einfacher Austausch der SaaS-Applikation.

### Aufbrechen von Marktmacht

„Disruptive Technologien verändern Märkte grundlegend, da sie deutlich größeren Mehrwert bringen, als vor ihrer Markteinführung möglich war. Produkte, die auf disruptiven Technologien basieren, sind meist billiger, einfacher, kleiner und einfacher zu nutzen [17].“ Dies kann einen Markt von Grund auf verändern und etablierte Marktteilnehmer unter Druck setzen. Für Unternehmen, die als Kunden am Markt agieren, besteht so die Chance, dass Monopole aufgebrochen werden. Ein Beispiel dafür ist Google for Work, das eine direkte Konkurrenz für Microsoft Office darstellt. Google for Work wird allerdings nicht lokal installiert, sondern über den Browser genutzt. So ist beispielsweise die Roche Gruppe, das drittgrößte Pharmaunternehmen der Welt mit 91.000 Mitarbeitern [18], auf Google for Work umgestiegen [19].

Dabei bildet die Cloud die Grundlage für sehr viele disruptive Geschäftsmodelle. Durch Cloud-Technologien hat jeder mit einem Internetanschluss die Möglichkeit auf moderne IT-Infrastrukturen zuzugreifen. Ohne Cloud-Technologie wäre dies nur großen, finanziestarken Unternehmen vorbehalten [20].

Durch disruptive Technologien entsteht auf einem Markt ein neuer Wettbewerb. Bei diesem Wettbewerb müssen die Anbieter entweder durch Preissenkungen oder Leistungsverbesserungen versuchen, sich von ihren Mitbewerbern abzuheben. Davon profitieren die Nachfrager. Für Unternehmen kann das konkret bedeuten, dass die Ausgaben für Lizenzen geringer ausfallen.

### Vereinfachte vertikale Integration

Durch die Nutzung von Cloud Software besteht die Chance einer einfacheren vertikalen Integration.

Softwarehersteller bieten vorimplementierte Schnittstellen für die weitere Integration mit verschiedenen Systemen an.

Genutzt werden diese Schnittstellen vom Endkunden der Software. Dabei lassen sich weitere Anwendungen ohne große Mühen, durch die vorhandenen Möglichkeiten integrieren. Wird beispielsweise eine Software zur Verwaltung der Lagerhaltung in der Cloud betrieben, so kann der Anbieter des Lagersystems diese mit unterschiedlichen Beschaffungsportalen verbinden. Die Systeme kommunizieren selbstständig und ohne menschlichen Aufwand. So wird bei der Erreichung einer bestimmten Lagermenge, dann automatisch eine Bestellung generiert. Hier erfolgt vereinfachte vertikale Integration.

### Flexible Skalierbarkeit

Flexible Skalierbarkeit bezeichnet die Möglichkeit für Cloud-Nutzer, die gemieteten Ressourcen (Rechenleistung, Speicherplatz, usw.) an den Bedarf anzupassen. Steigt der Bedarf, z. B. durch vermehrte Zugriffe auf die Cloud-Applikation, so können dementsprechend Rechenleistung bzw. Speicherplatz erweitert werden. Dabei stehen die neuen Ressourcen schon nach sehr kurzer Zeit bereit. Dementsprechend kann bei einem Rückgang des Bedarfs wieder ein Teil der gemieteten Ressourcen freigegeben werden [21]. Ohne die Cloud wären die Unternehmen gezwungen, die nötige Infrastruktur selbst zu beschaffen. Dies würde aber große Nachteile mit sich bringen, wie z. B. die hohe Kapitalbindung und den Administrationsaufwand.

### Consumerization

Der Begriff „Consumerization“ der IT bezeichnet ganz allgemein „den Einfluss den Consumer-Technologien auf Unternehmen haben“[22]. Der Nutzen von IT-Consumerization ist umstritten [23]. Zum Beispiel wird darunter der vermehrte Einsatz von Smartphones und Tablets verstanden [24]. Zum anderen aber auch der Einsatz von Software im Enterprise-Umfeld, die ursprünglich für den Consumer-Bereich geschrieben wurde, wie z. B. Social Media Software [25]. Dabei zeichnet sich Software, welche die Consumerization im Enterprise-Umfeld vorantreibt, durch einfachere Bedienbarkeit und bessere UX aus.

Consumer-Technologie bzw. Software muss zwangsläufig über eine gute Usability verfügen, da die Hersteller von Consumer-Technologie unmöglich all ihre potenzielle Kunden schulen können. In der Vergangenheit war es aber im Unternehmensbereich durchaus üblich, dass die Unternehmen ihre Mitarbeiter im Umgang mit Technologie

---

schulen müssen. In diesem Sinne trägt Consumerization auch dazu bei, dass die Software im Unternehmensumfeld intuitiver wird, und die Mitarbeiter sich schneller daran gewöhnen und keinen oder nur geringen Schulungsaufwand benötigen.

---

## 5.5 Risiken von Integration der Cloud

### Abhängigkeit zu Cloud-Anbietern

Bei der Wahl eines Cloud-Anbieters sind die wichtigsten Entscheidungskriterien Kosten-einsparungen, Hochverfügbarkeit, Performance und eine verbrauchsisierte Rechnungsstellung. Das Problem des Lock-In-Effekts ist beim Auswahlprozess bekannt [26], spielt aber bei der Auswahl nur eine marginale Rolle.

Um das Problem des Lock-In-Effekts zu lösen, existieren Open-Cloud-Ansätze, wobei das Open-Cloud-Prinzip nur bei IaaS oder PaaS funktioniert. Bei der Benutzung von SaaS laufen Open-Cloud-Konzepte ins Leere [27] [28]. Gelöst werden kann der Lock-In-Effekt durch standardisierte Interfaces oder eine Daten-Migration [29]. Da die Daten bei der Überführung in ein neues System auch immer in ein anderes Datenmodell konvertiert werden müssen, ist dies allerdings sehr aufwendig. Diese aufwendige Konvertierung wäre obsolet, wenn standardisierte APIs von allen Cloud-Anbietern genutzt werden würden [30] [31]. Eine solche Standardisierung ist aber sehr aufwendig und müsste von allen Cloud-Anbietern gemeinsam mitgetragen werden.

Außerdem gibt ein Unternehmen bei der Nutzung von SaaS-Applikationen die Daten- und Funktionsherrschaft ab. Die Möglichkeit, die Software durch Customizing an den eigenen Bedarf anzupassen, geht verloren. Bei der Einführung einer SaaS-Applikation muss sich maßgeblich das Unternehmen an die Software anpassen und nicht umgekehrt.

### Consumerization

Tragen Unternehmen dem Trend zur Consumerization keine Rechnung, so laufen sie Gefahr, dass die Mitarbeiter auf private Lösungen ausweichen. Ein Beispiel dafür könnte die Kommunikation mit Kollegen über Facebook, oder der Austausch von Geschäftsdaten über private Accounts bei Cloud Services wie Dropbox oder OneDrive sein. Dadurch entstehen eigene Prozessinseln die sich der Kontrolle und Steuerung durch das Unternehmen entziehen.

---

## 5.6 Nutzungspotenziale einer integrierten Cloud

Durch die Verknüpfung verschiedener Industrie 4.0 Cloud-Anwendungen, bieten sich neue Möglichkeiten der Datennutzung. Daten die früher nicht genutzt wurden, können nun für neue Geschäftsmodelle und Optimierungen eingesetzt werden. So kann theoretisch von einem ERP System direkt auf Fertigungsdaten, die zentral gehalten werden, zugegriffen werden. Wie bei den Vorteilen der vertikalen Integration eines

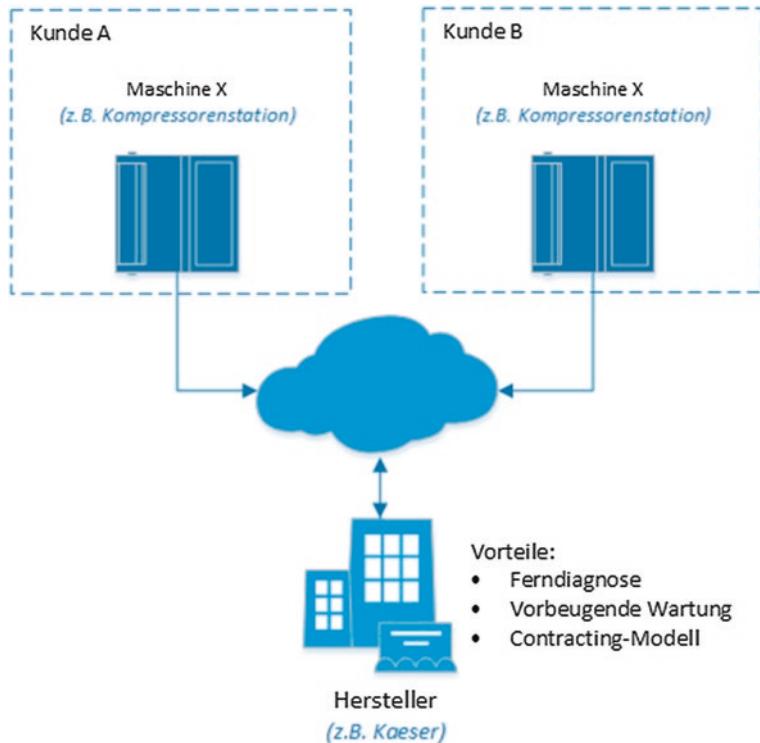
Cloud-Systems beschrieben, besteht die Möglichkeit der Interaktion zwischen ERP, MES und damit direkt den Maschinen auf unterster Ebene.

### Added Value durch Verknüpfung gleichartiger Systeme

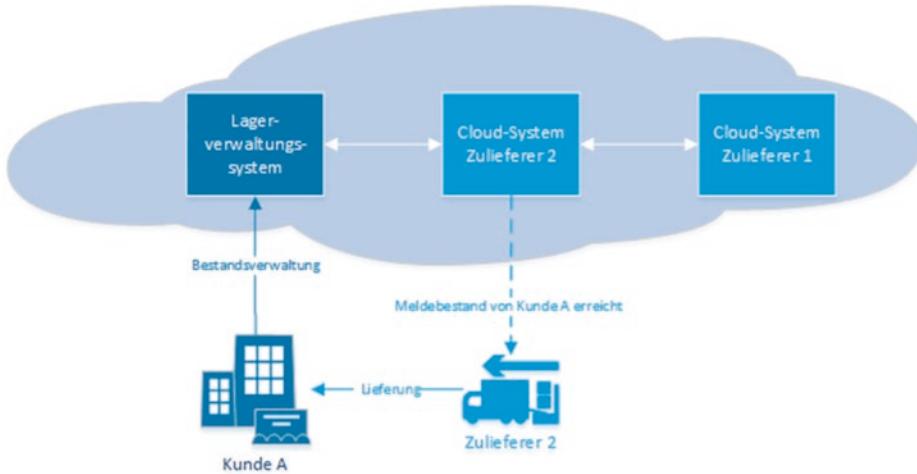
Werden Maschinendaten über die Cloud erfasst, können Optimierungspotenziale sowohl auf Kunden- als auch auf Anbieterseite realisiert werden.

So lassen sich bspw. auf Basis der erhobenen Daten Effizienzprobleme und technische Mängel einzelner Maschinen durch Ferndiagnose erkennen und durch vorbeugende Wartungen beheben, bevor diese zum Stillstand und teuren Ausfällen führen. Auf Seiten des Anbieters/Herstellers der Maschinen können durch die Wartungsvorhersage (Predictive Maintenance), u. a. Wartungszyklen optimiert und Wettbewerbsvorteile durch erweiterte Service-Leistungen erzielt werden. Voraussetzung hierfür ist eine Remote-Service-Plattform mit standardisierten Schnittstellen (wie z. B. Symmedia).

Auch ermöglicht eine derartige Architektur ein Leistungsbezug im Contracting-Modell. So bietet bspw. die Firma Kaeser (Hersteller für Kompressoren) statt einer Kompressorenstation auch nur die benötigte Druckluft in der benötigten Menge und Qualität zum Kauf an. Die Investitionskosten der Kompressorenstation entfallen [38] (Abb. 5.4).



**Abb. 5.4** Verknüpfung gleichartiger Systeme für Added Value



**Abb. 5.5** Integration von System über Unternehmensgrenzen

### Prozessuale Integration über Unternehmensgrenzen hinweg

Sind Prozesse im Unternehmen desintegriert, besteht trotzdem die Chance, diese prozessübergreifend zu Integrieren. Dabei werden die differenzierten Industrie 4.0-Cloud-Anwendungen miteinander verknüpft, sodass eine Interaktion über Unternehmensgrenzen hinweg möglich wird. Somit werden Informationen automatisch über Schnittstellen unternehmensübergreifend an das Partnerunternehmen zwischen den einzelnen Cloud-Anwendungen übermittelt.

Beispielsweise kann ein cloudbasisches Lagerverwaltungssystem eines Produktionsunternehmens direkt mit dem Cloud-Systems des Zulieferers gekoppelt sein und sofort bei Erreichen des Meldebestandes eine Bestellung auslösen, woraufhin das Lager gefüllt wird. Eine direkte Grenze zwischen den Unternehmen verschwindet somit immer mehr (Abb. 5.5).

---

## 5.7 Handlungsalternativen

Aufgrund der aufgezeigten Nutzungspotenziale wird deutlich, dass die Cloud-Integration für Unternehmen unumgänglich wird. Um den Herausforderungen, die durch die Cloud-Nutzung eintreten können, zu begegnen, bestehen grundsätzlich mehrere Lösungsszenarien, wobei im Folgenden zwei Varianten skizziert werden.

### Integration

Die erste Variante ist die Integration einer SaaS-Applikation in die Unternehmensinfrastruktur. Dies kann grundsätzlich genauso durchgeführt werden, wie bei einer On-Premise-Lösung. Allerdings müssen für eine Integration folgende grundlegende Funktionen

**Tab. 5.1** Mindestvoraussetzungen Prozessintegration

Single-Sign-On-Service	Ein Benutzer kann nach einer einmaligen Authentifizierung auf alle Dienste zugreifen, für die er berechtigt ist. Dadurch wird ein reibungsloser Arbeitsablauf ermöglicht
Berechtigungs- und Rollenkonzepte	Die Nutzung einer Ressource wird durch die Vergabe von Zugangsberechtigungen und Rollen eingeschränkt. Dies ist erforderlich für eine Anwendungsübergreifende Authentifizierung und Autorisierung
Master-Data-Management	Eine zentrale Verwaltung von Stammdaten oder Referenzdaten ermöglicht eine anwendungs- und systemübergreifende Konsistenz und vermeidet Redundanzen

für alle On-Premise- und Cloud-Anwendungen des Unternehmens bereitstehen (siehe Tab. 5.1).

Diese drei Aspekte sind die Mindestvoraussetzungen für eine Prozessintegration. Weitere Anpassungen gehen mit einem erhöhten manuellen Aufwand einher.

Um die oben genannten Punkte zu lösen, gibt es verschiedene Lösungsansätze. SSO und ein Berechtigungs- und Rollenkonzept können über IDaaS (Identity as a Service) gelöst werden. Mögliche konkrete Lösungen sind hier Azure Active Directory (Microsoft) beziehungsweise Active Directory Federation Services (AD FS) oder Centrify Identity Service. Für MDM kann entweder auf ein On-Premise- oder cloud-basiertes System gesetzt werden. Einen cloud-basierten Lösungsansatz bietet beispielsweise Dell Services an, die dies ermöglichen. Ein anderer Lösungsansatz ist Data as a Service (DaaS), wobei ein Service die Daten zur Verfügung stellt und es für den Konsumenten prinzipiell keine Rolle spielt, ob die Daten auf demselben Rechner, On-Premise, oder in der Cloud liegen [32].

Um Prozesse innerhalb von Cloud-Anwendungen zu automatisieren, besteht die Möglichkeit der Nutzung einer Web-Automation-Plattform, wie beispielsweise Zapier [33].

## Desintegration

Die zweite Variante ist die Desintegration des Unternehmens, wobei die einzelnen Unternehmensbereiche wie beispielsweise Logistik oder Produktion als eigenständige Unternehmen angesehen werden können. Dies erleichtert ein mögliches Outsourcing, da schon vor dem Outsourcing Schnittstellen klar definiert sind, die bei der Entscheidung für eine Fremdvergabe leicht anpassbar sind. Außerdem werden eine einfachere Kostenkontrolle und eine einfache und konsequente Implementierung des Center-Konzepts ermöglicht bzw. mit der Einführung von desintegrierten Unternehmensteilen ins Extreme betrieben und ein ehemaliges Unternehmenskonstrukt in Fraktale zerlegt. Jedes Fraktal agiert weitgehend selbstständig und organisiert sich selbst. Ansätze dieser autarken Unternehmensteile zeigen sich bereits im Cost-Center- bzw. Profitcenter-Konzept [34]. Die Fraktale, wie sie hier beschrieben werden, sind aber weitestgehend in einer weiteren Evolutionsstufe innerhalb des Desintegrations-Prozesses anzusiedeln.

Was vor einigen Jahren nur im Lager- und Logistikbereich denkbar war, weitet sich mittlerweile auf andere Unternehmensteile aus. Unternehmen wie Apple und RedBull, die ihre Produkte ausschließlich extern fertigen lassen [35], besitzen im traditionellen Sinne kein „Herzstück“ eines Unternehmens mehr, sondern betreiben nur Marketing- sowie Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

Die Unternehmenskultur muss sich ebenfalls an die geänderten Gegebenheiten anpassen. Diese potenziell neue Unternehmensgliederung erfordert für eine positive Geschäftsentwicklung Änderungen. Dies betrifft vor allem die interne Kommunikation, neue Jobprofile und die Förderung einer positiven Fehlerkultur [36].

---

## 5.8 Fazit

Wie im vorherigen Kapitel aufgeführt, gibt es zwei Möglichkeiten um die Herausforderungen, die sich im Kontext von Industrie 4.0 ergeben, zu lösen: Der erste Ansatz umschließt die hochgradige Integration von Anwendungen in der Cloud, was jedoch diverse Probleme mit sich bringt. Hier sind vor allem Master Data Management und ein Berechtigungs- und Rollenkonzept hervorzuheben. Auf der anderen Seite kann durch eine Desintegration eine Infrastruktur geschaffen werden, die sich an zukünftige Unternehmensgegebenheiten flexibel und modular anpassen lässt. So lässt sich beispielsweise ein Berechtigungs- und Rollenkonzept nicht nur auf technischer, sondern auch auf kultureller Ebene realisieren. Damit bietet sich etablierten Unternehmen die Chance auf eine schnelle Integration von disruptiven Technologien und gewährleistet damit den Erhalt des Wettbewerbsvorteiles. Die Desintegration ermöglicht somit eine modulare Unternehmensstruktur als nächste Evolutionsstufe des Center-Konzepts. Beispielsweise ist eine losgelöste Produktion von den restlichen Unternehmensteilen denkbar. Prominente Beispiele sind Apple und Redbull. Als Konsequenz dringt die IT immer stärker in das Kerngeschäft von Unternehmen vor. Unternehmen, die sich nicht rechtzeitig auf Trends einstellen, laufen Gefahr, dass strategische Themen nicht wie bisher von der Unternehmensleitung, sondern von der IT getrieben werden. Um dieser Gefahr entgegenzuwirken, sollten unter anderem folgende Punkte beachtet werden: Maßgeblich angepasst werden sollte die Unternehmensphilosophie. Davon abgeleitet müssen Aspekte wie Organisationsstrukturen, Unternehmenskultur oder auch IT-spezifische Gesichtspunkte, wie die IT-Sicherheitsstrategie, koordiniert werden.

Die strategischen Risiken, die durch Industrie 4.0 auftreten können, sind inzwischen absehbar, deren theoretische Lösungsansätze sind vorhanden, müssen sich jedoch in der Praxis noch beweisen. Unternehmen sollten, um leistungsfähig zu sein und auch zu bleiben, stets die Entwicklungen beobachten und dabei sowohl die Trends im Kerngeschäftsbereich als auch in der Informationstechnologie beobachten. Dadurch halten sich die Unternehmen die Möglichkeit zu agieren, anstatt zu reagieren offen.

## Literatur

1. Eurostat. „VGR nach 10 Wirtschaftsbereichen - zu jeweiligen Preisen.“ Internet: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do>, 10.02.2016 [03.03.2016].
2. Forschungunion Wirtschaft und Wissenschaft. „Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ [02.10.2012]
3. Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI). „Cloud Computing Wertschöpfung in der digitalen Transformation,,. Internet: [http://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Cloud\\_Computing.pdf](http://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Cloud_Computing.pdf), 10.2013 [03.03.2016]
4. FIT IT Solutions. „Cloud Computing: Mittelständische Fertiger noch nicht vollständig in der Wolke angekommen,,. Internet: [http://www.freudenberg-it.com/uploads/media/FIT\\_2015\\_IRI\\_Teil-5.pdf](http://www.freudenberg-it.com/uploads/media/FIT_2015_IRI_Teil-5.pdf), [03.03.2016]
5. D. Fischer. Unternehmensübergreifende Integration von Informationssystemen. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2008, 15
6. duden. „Integration.“ Internet: <http://www.duden.de/rechtschreibung/Integration>, [28.01.2016]
7. K. C. Laudon, J. P. Laudon, & D. Schoder. Wirtschaftsinformatik - Eine Einführung. München: Pearson Studium, 2010, 465
8. K. C. Laudon, J. P. Laudon, & D. Schoder. Wirtschaftsinformatik - Eine Einführung. München: Pearson Studium, 2010, 466–467
9. M. Bächle & A. Kolb. Einführung in die Wirtschaftsinformatik. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2012, 10–11
10. K. C. Laudon, J. P. Laudon, & D. Schoder. Wirtschaftsinformatik - Eine Einführung. München: Pearson Studium, 2010, 471–472
11. A.-W. Scheer. EDV-orientierte Betriebswirtschaftslehre - Grundlage für ein effizientes Informationsmanagement. Berlin: Springer-Verlag, 1990, 64
12. W. Böhmer. „Warum Cloud Computing und IT-Grundschutz nur schwer vereinbar sind.“ Internet: <http://www.security-insider.de/warum-cloud-computing-und-it-grundschutz-nur-schwer-vereinbar-sind-a-248654/>, 04.02.2010 [28.01.2016]
13. K. Manhart. „Cloud Computing - SaaS, PaaS, IaaS, Public und Private.“ Internet: [http://www.tecchannel.de/server/cloud\\_computing/2030180/cloud\\_computing\\_das\\_muessen\\_sie\\_wissen\\_saas\\_paas\\_iaas/](http://www.tecchannel.de/server/cloud_computing/2030180/cloud_computing_das_muessen_sie_wissen_saas_paas_iaas/), 02.02.2011 [28.1.2016]
14. CIO Research Center. „SAAS, PAAS and IAAS – Making Cloud Computing Less Cloudy.“ Internet: <http://cioresearchcenter.com/2010/12/107/>, 01.12.2010 [02.02.2016]
15. Computacenter. „Prognose zum Marktvolumen von Cloud Computing (B2B) in Deutschland nach Segment von 2011 bis 2018 (in Millionen Euro).“ Internet: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/168463/umfrage/prognose-zur-marktentwicklung-fuer-cloud-computing-in-deutschland/>, [07.03.2016]
16. T. Eggert. „HR in der Cloud – Vier Blickwinkel über eine Revolution im HR Management (Teil 2).“ Internet: <http://noch-ein-hr-blog.de/hr-in-der-cloud-vier-blickwinkel-ueber-eine-revolution-im-hr-management-teil-2/>, 22.12.2015 [10.02.2016]
17. C. M. Christensen. The Innovator’s Dilemma - When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston: Harvard Business School Press, 1997, 11
18. Pharmaceutical Executive. „Pharm Exec’s Pharma Top 50 in Brief.“ Internet: <http://www.pharmexec.com/pharm-exec-s-pharma-top-50-brief>, 02.07.2014 [01.03.2016]
19. Dr. A. Hippe. „The Roche Group goes Google.“ Internet: <http://googleforwork.blogspot.de/2012/02/the-roche-group-goes-google.html>, 16.02.2012 [04.03.2016]
20. G. Satell. „Why The Cloud Just Might Be The Most Disruptive Technology Ever.“ Internet: <http://www.forbes.com/sites/gregsatell/2014/01/05/why-the-cloud-just-might-be-the-most-disruptive-technology-ever/#2c7da099787c>, 05.01.2014 [06.03.2016]

21. M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, M. Zaharia. A View of Cloud Computing, Communication of the ACM, 2010
22. Gartner. „Consumerization.“ Internet: <http://www.gartner.com/it-glossary/consumerization>, [06.03.2016]
23. S. Köffer, K. C. Ortbach, B. Niehaves. „Exploring the Relationship between IT Consumerization and Job Performance: A Theoretical Framework for Future Research.“ Communications of the Association for Information Systems, vol. 35, Dec. 2014
24. IDG Enterprise. „Consumerization of IT in the Enterprise.“ Internet: <http://mkting.cio.com/IDGECITE2014ExecutiveSummary.pdf>, [06.03.2016]
25. E. Knorr. „Yammer CEO: We're consumerizing the enterprise.“ Internet: <http://www.infoworld.com/article/2617032/consumerization-of-it/yammer-ceo--we-re-consumerizing-the-enterprise.html>, 23.04.2012 [07.03.2016]
26. P. Koehler, A. Anandasivam, M. Dan. Cloud Services from a Consumer Perspective. Americas Conference on Informations Systems 2010 Proceedings, 2010, 329
27. Boston University. „The Massachusetts Open Cloud (MOC).“ Internet: <http://www.bu.edu/cci/files/2012/11/MOC.pdf>, 11.10.2012 [07.03.2016]
28. Red Hat CloudForms. „Open Clouds Under your Control.“ Internet: [http://www.cloud-finder.ch/fileadmin/Dateien/PDF/Expertenberichte/RedHat\\_Cloudforms\\_Open\\_Clouds\\_Under\\_Your\\_Control.pdf](http://www.cloud-finder.ch/fileadmin/Dateien/PDF/Expertenberichte/RedHat_Cloudforms_Open_Clouds_Under_Your_Control.pdf), [07.03.2016]
29. A. Sunyaev, S. Schneider. Viewpoint - Cloud Services Certification. Communication of the ACM, 2013, 33–36
30. M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, A. D. Joseph, R. Katz, A. Konwinski, G. Lee, D. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, and M. Zahari. Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, 2009
31. K. Kavitha. Study on Cloud Computing Model and its Benefits, Challenges. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering, 2014
32. H. Demirkan, D. Delen. Leveraging the capabilities of service oriented decision support systems: Putting. Decision Support Systems, 2013
33. Zapier. „Zapier,“ Internet: <https://zapier.com/>, [07.03.2016]
34. H. Wittlage. Organisationsgestaltung mittelständischer Unternehmen. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 1996
35. C. Geinitz. „Elektronik-Hersteller Foxconn - 300.000 Menschen nur für die iPhone-Produktion.“ Internet: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/elektronik-hersteller-foxconn-300-000-menschen-nur-fuer-die-iphone-produktion-12685805.html>, 28.11.2013 [07.03.2016]
36. J. Böge. „Digitaler Wandel wirkt auf die Unternehmenskultur“ Internet: [http://fazjob.net/ratgeber-und-service/sonderthemen/sonderthemen-artikel/126231\\_Digitaler-Wandel-wirkt-auf-die-Unternehmenskultur.html](http://fazjob.net/ratgeber-und-service/sonderthemen/sonderthemen-artikel/126231_Digitaler-Wandel-wirkt-auf-die-Unternehmenskultur.html), 08.03.2015 [08.03.2016]
37. Kaeser. „Sigma Air Utility“ Internet: <http://www.kaeser.de/aktuelles/presse/press-L-Sigma-Air-Utility.asp>, 11.03.2015 [11.03.2016]

# Predictive Maintenance – Integration und Kommunikation im Automobilsektor

Jan Matzkovits, Sascha Saumer, Fabian Steinbach, Marvin Zielke und  
Jürgen Seitz

## Zusammenfassung

Angesichts der steigenden globalen Konnektivität und der Forderung nach intelligenten Kommunikationsmöglichkeiten stehen Automobilhersteller vor der Herausforderung, immer schneller auf die Anforderungen des Marktes zu reagieren und neue Innovationen zu präsentieren, die den Mensch im Alltag unterstützen und entlasten können. Der vorliegende Artikel zeigt im Ansatz, inwieweit eine Integration von „Predictive Maintenance“ zur Optimierung der Wartungsplanung möglich ist. Gleichzeitig wird ersichtlich, welche Chancen und Risiken die Anwendung von „Predictive Maintenance“ hat und vor welchen Herausforderungen der Automobilsektor steht.

---

J. Matzkovits (✉)

Gerstetten, Deutschland

E-Mail: janmatzkovits@outlook.de

S. Saumer

Geislingen, Deutschland

E-Mail: s.saumer@hotmail.de

F. Steinbach

Waiblingen, Deutschland

E-Mail: fabian.steinbach@online.de

M. Zielke

Schwäbisch Gmünd, Deutschland

E-Mail: ma.zielke@icloud.com

J. Seitz

Wiesbaden, Deutschland

**Schlüsselwörter**

Predictive Maintenance · Wartungsstrategie · Intelligentes Auto

## 6.1 Vorwort

Der Artikel thematisiert die Integration und Kommunikation von Predictive Maintenance im Automobilsektor. Als Ausgangsbasis werden innerhalb des einleitenden Fallbeispiels theoretische Grundlagen vermittelt, die einen Überblick über das Thema und die Materie des Artikels erlauben. Darauf aufbauend wird ein eigens entwickelter Ansatz zur Nutzung von Predictive Maintenance im Privatsektor aufgezeigt, der abschließend kritisch diskutiert wird.

Wir danken an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Jürgen Seitz für die Betreuung dieses Artikels. Er stand uns über den gesamten Bearbeitungszeitraum mit Rat und Tat zur Seite.

Weiterer Dank geht an einen nicht näher genannten Mitarbeiter der Firma Opel, der uns in das Internationale Technische Entwicklungszentrum in Rüsselsheim eingeladen sowie hilfreiche Informationen rund um das Thema „Predictive Maintenance“ zur Verfügung gestellt hat. Ohne diesen Interviewpartner wäre diese Arbeit so nicht möglich gewesen, da uns der Besuch bei Opel neue Blickwinkel auf die Materie ermöglichte, welche den Artikel geprägt haben.

## 6.2 Fallbeispiel

Stellen Sie sich vor, Sie fahren mit Ihrem Auto an einem späten Herbstabend von einem Kundentermin nach Hause. Sie befinden sich auf einem freien Autobahnabschnitt inmitten der Kasseler Berge. Als es gerade wieder bergauf geht, merken Sie plötzlich einen starken Leistungsabfall – Ihr Turbolader hat einen Schaden – Ihr Fahrerinformationssystem zeigt Ihnen an, dass sich Ihr Auto im Notlaufprogramm befindet. Wenn Sie Glück haben müssen Sie nur den Turbolader austauschen; im schlechtesten Fall sind Teile des Turboladers in Ihren Motor gelangt und sorgen für einen kapitalen Motorschaden – das wird teuer, und Sie müssen auf Ihr Auto die nächsten Tage verzichten.

In dieser Situation werden Sie, während Sie Ihre Heimfahrt bestenfalls mit 80 km/h fortsetzen, bereits negativ über das Auto und den Hersteller nachdenken und sich fragen, ob diese Situation nicht hätte vermieden werden können.

Dieses Szenario ist nur eines von vielen, das durch defekte Teile in Ihrem Auto oder Fehlfunktionen ausgelöst werden kann. Im Rahmen dieses Artikels wird deshalb unter dem Stichwort „Predictive Maintenance“ ein Ansatz erarbeitet, aus dem hervorgeht, inwieweit solche Szenarien im Voraus erkannt werden können.

### 6.3 Begriffsabgrenzung

Die offensichtliche Lösung der im Fallbeispiel beschriebenen Problematik ist das eigenständige Aufsuchen der nächsten Werkstatt oder das Kontaktieren eines Pannendienstes. In beiden Fällen wird die Komponente reaktiv nach dem Defekt getauscht („Reactive Maintenance“). Ein Vorteil der Reactive Maintenance sind die geringen Wartungskosten, da eine Komponente erst bei Defekt gewechselt wird. Der Nachteil wiederum ist, dass eine Komponente zwischen Defekt und Austausch nicht verwendet werden und es zu kostspieligen Folgeschäden kommen kann. Wie im Fallbeispiel beschrieben kann dies auch zu Sicherheitsrisiken und unvorhergesehenen Stillständen führen [1].

Eine Alternative dazu bietet das vorsorgliche (präventive) Austauschen von Komponenten („Preventive Maintenance“). Ziel hierbei ist es, unplanmäßige Ausfälle zu verhindern. Dieses Vorgehen ist sehr teuer und ressourcenintensiv, das Kosten-Nutzen-Verhältnis muss deshalb je nach Anwendungsfall individuell bestimmt werden. Im Privatsektor (vgl. einleitendes Fallbeispiel) wird „Preventive Maintenance“ [2] nicht sehr oft eingesetzt, da es meist zu teuer ist und unplanmäßige Ausfälle meist akzeptiert werden können.

Können unplanmäßige Ausfälle überhaupt kosten- und ressourcenschonend verhindert werden? Einen möglichen Lösungsansatz bietet die vorausschauende Wartung („Predictive Maintenance“) [3].

Die entsprechende Komponenten werden mit Sensoren ausgerüstet, die kontinuierlich in Echtzeit ausgewertet werden. Aus den resultierenden Informationen kann anschließend (verlässlich) abgeleitet werden, wann es voraussichtlich zu einem Ausfall kommen wird. Diese Methode gewinnt im Rahmen der Entwicklung von Industrie 4.0 immer mehr Aufmerksamkeit, da durch die rasante Entwicklung in der Konsumentenindustrie die Preise für Sensortechnik immer weiter fallen [4].

---

### 6.4 Unser Ansatz

Bisher wird „Predictive Maintenance“ bereits im kleinen Rahmen im Auto eingesetzt. Dabei werden kritische Bauteile wie beispielsweise die Bremsen mit Sensoren ausgerüstet [5]. Anhand der Sensordaten kann anschließend der Abnutzungsgrad der Bremsbeläge abgeleitet werden, wodurch im Folgenden der Fahrer über das Erreichen eines kritischen Wertes informiert werden kann. Begünstigt durch den rasanten Preisverfall könnte sich der Anteil von Sensoren in naher Zukunft um ein vielfaches erhöhen [6]. Schäden am Turbolader könnten beispielsweise über eine veränderte Klangkulisse oder ein Abfallen des Ladedrucks erkannt werden. Beide Szenarien könnten mit Sensoren und Diagnosesoftware erkannt werden. Fraglich ist, ob sich das Potenzial entfalten wird [5].

Um sich von den bereits bestehenden Einsatzmöglichkeiten von „Predictive Maintenance“ abzugrenzen, ist es unser Ziel, die Potenziale von „Predictive Maintenance“ zu nutzen um das Fahrerlebnis des Fahrzeughalters zu verbessern und somit die Kundenzufriedenheit zu

erhöhen. Der Ansatz besteht darin, die Vernetzung zwischen dem Auto und den Werkstätten so weit zu intensivieren, bis sich der Fahrer keine Gedanken mehr über einem Werkstatttermin machen muss. Darüber hinaus soll die neue Infrastruktur auch für zusätzliche Dienstleistungen eingesetzt werden können. So kann der Fahrer beispielsweise auf eine Änderung rechtlicher Rahmenbedingungen in anderen Staaten und Ländern bei anstehendem Grenzübergang hingewiesen werden.

Um diesen Sachverhalt zu verdeutlichen, wird das einleitende Fallbeispiel ergänzt: Der Turbolader wurde mittlerweile repariert und das Auto befindet sich wieder in einem fahrtüchtigen Zustand. Durch eine Zuordnung zwischen Fahrer und Fahrzeug kann der Kalender des Fahrers interpretiert werden. Dies wird im Regelfall durch eine Verknüpfung zwischen Auto und Fahrer bei erstmaligem Verwenden des Fahrzeugs realisiert. Für Fahrzeugpools steht eine gesonderte Vorgehensweise zur Verfügung: Der Fahrer beantragt über ein Portal einen Firmenwagen und gibt im Rahmen dieses Prozesses seine Kontaktinformationen an. Gleichzeitig erfolgt ein Abgleich der Kontaktinformationen mit der zentralen Kalendersoftware im Unternehmen (beispielsweise Microsoft Exchange) wodurch dem Auto die relevanten Informationen im Hintergrund mitgeteilt werden können. Nachdem im Kalender des Fahrers eine Geschäftsreise nach Österreich erkannt wurde, wird auf Basis von Sensoren die Mindestprofiltiefe der Reifen ermittelt [7]. Der Fahrer, bzw. die für die Firmenflotte verantwortlichen Mitarbeiter bekommen daraufhin einen Hinweis, dass aufgrund unterschiedlicher verkehrsrechtlicher Rahmenbedingungen in Deutschland und Österreich ein Reifenwechsel erforderlich ist, da die Mindestprofiltiefe unzureichend ist. Im Falle eines Firmenwagens, der nicht im Flottenpool vertreten ist und einem Mitarbeiter fest zugeordnet ist, enthält der Hinweis zusätzlich einen Terminvorschlag für den Reifenwechsel, der auf Grundlage des persönlichen und des Werkstattkalenders vorgeschlagen wird. Der Fahrer kann diesen Termin bestätigen oder einen Alternativtermin anfordern. Somit kann er die Geschäftsreise zu jeder Zeit unbesorgt antreten.

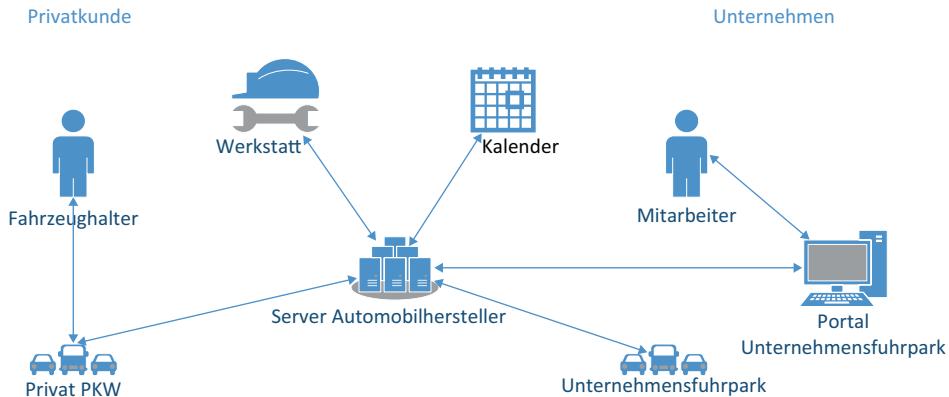
---

## 6.5 Konzeptionelle Architektur

Das oben genannte Szenario kann mit nachfolgender Infrastruktur (vgl. Abb. 6.1) realisiert werden. Als zentrale Einheit dient ein Server, der die gesamte Geschäftslogik (ähnlich dem Opel OnStar<sup>1</sup> System) enthält. Dies bietet den Vorteil, dass etwa Updates nicht für jedes einzelne Auto getrennt eingespielt werden müssen und anderweitige Änderungen zentralisiert abgewickelt werden können. Kennzeichnend für diese Architektur ist die Vernetzung des Servers, der über das Internet zugleich mit allen teilnehmenden Autos und Werkstätten verbunden ist. Mittels dieser Konnektivität können Szenarien wie etwa Notrufe oder Werkstatttermine realisiert werden. Kritisch zu betrachten bleiben der

---

<sup>1</sup>OnStar ist ein Assistenzsystem, welches dem Fahrer unter anderem Unfallhilfe und Fahrzeuginformationen bietet [9].



**Abb. 6.1** Konzeptionelle Architektur

Sicherheitsaspekt und insbesondere der Datenschutz. Experimente wie am MIT, bei denen Autos gehackt und ferngesteuert wurden, zeigen, wie wichtig eine gute Firewall ist [8]. Es bleibt jedoch unklar, ob diese auch im Ernstfall allen Angriffen standhalten kann.

## 6.6 Herausforderungen und Chancen

Auf Basis eines Interviews mit einem Mitarbeiter des Automobilherstellers Opel konnten neben Herausforderungen wie dem eben bereits erwähnten Sicherheitsrisiko auch Chancen diskutiert werden, die sich durch den Einsatz von „Predictive Maintenance“ ergeben können. Nachfolgend werden die Herausforderungen und Chancen diskutiert.

Eine erste Herausforderung ist der hohe Innovationsdruck bei der Entwicklung eines neuen Autos. Die Gewichtsreduzierung spielt hierbei eine zentrale Rolle. Zusätzliche Sensoren fordern ab einem gewissen Umfang neue Hardware, was zusammenfassend zu einer Gewichtszunahme führt, welche durch einen großen Nutzen ausgeglichen werden muss [10]. Fraglich ist, ob der Kunde bereit ist, das Mehrgewicht in Kauf zu nehmen, denn das Mehrgewicht wirkt sich nicht auf alle Zielgruppen vorteilhaft aus. Wenn der deutsche Fahrzeugmarkt als Diskussionsgrundlage genommen wird, so zeigt eine Verbrauchs- und Medienanalyse, dass von 2010 bis 2015 nahezu konstant nur ein Zehntel der Fahrzeughalter mehr als 20.000 km pro Jahr fahren [10]. Rückgreifend auf die Fragestellung, welchen Preis die Kunden bereit seien, für das Mehrgewicht in Kauf zu nehmen, wird deutlich, dass nur 10 % der Kunden einen signifikanten Nutzen aus der Predictive Maintenance Strategie ziehen können. Ursächlich hierfür ist die qualitativ hochwertige Entwicklung der Komponenten, die sehr häufig erst bei hohen Kilometerzahlen ausfallen. Da 90 % der Fahrzeughalter in Deutschland weniger als 20.000 km pro Jahr fahren, dürfte diese Kilometerzahl erst nach Jahren erreicht sein, was schlussfolgernd zu einer signifikanten Attraktivitätsminderung dieser Wartungsstrategie führt [10].

Im Hinblick auf den Autohersteller Opel ist ersichtlich geworden, dass vor einigen Jahren bereits ein Projekt initiiert wurde, das den Wechselzeitpunkt des Motoröls mit einer „Predictive Maintenance“ Strategie bestimmt hat. Dieses Projekt wurde jedoch wieder beendet, sodass heutzutage wieder eine feste Intervallstrategie verwendet wird [11, 12].

Als weitere Herausforderung kann das Kosten/Nutzenverhältnis gesehen werden. Durch den Einsatz von „Predictive Maintenance“ entstehen nicht zu vernachlässigende Kosten, da die Wartungsstrategie grundlegend neu entwickelt werden muss. In Bezug auf den Endverbraucher lautet die Einschätzung des Insiders, dass dieser nicht bereit sei, die daraus resultierenden Mehrkosten zu tragen, da heutige Systeme bereits nach hohen Sicherheitsnormen, den sog. Automotive Safety Integrity Levels (ASIL) entwickelt werden. Diese Sicherheitsstandards sind in der ISO 26262 Norm definiert und sehen für besonders kritische Systeme, wie etwa Bremsen, maximal einen Ausfall in  $10^8$  Betriebsstunden [13] vor. Des Weiteren sieht er auch langfristig keine großen Einsparmöglichkeiten. Weiterhin steht die Frage im Raum, was passiere, wenn die „Predictive Maintenance“-Maßnahme fehlschlägt. Der Kunde zahlt bereits einen Aufpreis für die neue Wartungsstrategie und wechselt womöglich aufgrund von Falschinformation irrtümlich ein Teil aus. Der damit verbundene Imageschaden wäre gravierend.

Gegen die genannten Herausforderungen stehen Potenziale, wie etwa der Komfortgewinn. Eine ordnungsgemäße Funktionsweise vorausgesetzt, kann „Predictive Maintenance“ einer Panne entgegenwirken, indem bereits im Voraus signalisiert wird, dass es zu einem Ausfall eines fahrkritischen Systems kommt. Daraus resultiert ein nicht zu vernachlässigbarer Sicherheitsgewinn. Dies wirkt sich wiederum positiv auf das Image des Automobilherstellers aus und kann somit zu einem wichtigen Verkaufsargument in einem kompetitiven Automarkt werden.

Darüber hinaus können mittels korrekt funktionierender Voraussagen Folgeschäden vermieden und damit hohe Servicekosten eingespart und Servicezeiten gering gehalten werden.

---

## 6.7 Schlussbetrachtung

Der Ansatz einer „Predictive Maintenance“-Wartungsstrategie erweist sich als wenig praktikabel für die Automobilindustrie. Hohe Preise und mangelnde Einsatzmöglichkeiten erschweren die Einführung einer solchen Wartungsstrategie. Mögliche Vertriebswege zeichnen sich vorrangig nur im absoluten Premiumsegment ab, wo die Aufpreise nicht mehr so gravierend ins Gewicht fallen.

Zukünftig ist eine Erweiterung der Wartungsstrategie durchaus denkbar. Insbesondere bei Motorrädern hat sich ein ähnlicher Trend bei der Einführung der ABS-Sensoren abzeichnet. Zu Beginn hatten nur wenige Modelle derartige Sicherheitsfeatures. Vorreiter war damals BMW. Seit 2015 jedoch muss jedes Motorrad über ein ABS-System verfügen. Rückgreifend auf die „Predictive Maintenance“-Wartungsstrategie kann es durchaus möglich sein, dass eine schrittweise Aufrüstung der Autos durchgeführt wird [14].

## Literatur

1. S. Diamond and A. Marfatia. Predictive Maintenance FOR DUMMIES. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2013, p. 8.
2. Y. Wang and Z. Liu and Y.Liu. “Optimal preventive maintenance strategy for repairable items under two-dimensional warranty“. Reliability Engineering & System Safety, vol. 142, pp. 326–333, Oct. 2015.
3. J. Levitt. Complete Guide to Predictive and Preventive Maintenance. New York, NY: Industrial Press, 2011, p. 145. [https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=IM18BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=predictiv+maintenance+definition&ots=KNoxBtY5TK&sig=iyQYdz\\_RWZwhbY4IwwT5MFP-zSE - v=onepage&q=predictiv%20maintenance%20definition&f=false](https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=IM18BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=predictiv+maintenance+definition&ots=KNoxBtY5TK&sig=iyQYdz_RWZwhbY4IwwT5MFP-zSE - v=onepage&q=predictiv%20maintenance%20definition&f=false)
4. S. Jankowski and J. Covell and H. Bellini and J. Ritchie and D. Costa. “The Internet of Things: Making sense of the next mega-trend” Internet: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/outlook/internet-of-things/iot-report.pdf>, Sep. 03, 2014 [24.05.2016]
5. S. Hilton “IoT and Predictive Maintenance.” Internet: <http://blog.bosch-si.com/categories/manufacturing/2013/02/iot-and-predictive-maintenance/>, Feb. 15, 2013 [25.06.2016]
6. E. Pigge. “Continental-Sensoren im Reifen erkennen Profiltiefe”. Internet: [http://www.continental-corporation.com/www/presseportal\\_com\\_de/themen/pressemitteilungen/3\\_automotive\\_group/interior/press\\_releases/pr\\_2014\\_05\\_07\\_tpms\\_profil\\_de.html](http://www.continental-corporation.com/www/presseportal_com_de/themen/pressemitteilungen/3_automotive_group/interior/press_releases/pr_2014_05_07_tpms_profil_de.html), May. 07, 2014 [20.03.2016]
7. R. Buschauer. (2014, Sep.) “Autos und Information.“ POP. Kultur und Kritik. [Online]. 5, p. 22. Available: <https://www.uni-muenster.de/Ejournals/index.php/pop/article/viewFile/1413/1324> [25.06.2016]
8. Ohne Verfasser. “Homel OnStar” Internet: <https://www.onstar.com/us/en/home.html>, o. D. [20.03.2016]
9. A. Förderreuther and R. Koebel and A. Gaida. “Leichtbaukonzepte für Elektrofahrzeuge und Plug-in-Hybride“. Konstruktion und Entwicklung, vol. 5, p. o. S.
10. VuMA (Arbeitsgemeinschaft Verbrauchs- und Medienanalyse). “Autofahrer in Deutschland nach selbst gefahrenen Kilometern pro Jahr von 2010 bis 2015 (Personen in Millionen)”. Internet: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/183003/umfrage/pkw—gefahren-kilometer-pro-jahr/>, Nov. 01, 2015 [13.03.2016]
11. P. Reed. “Oil Life Monitoring Systems.” Internet: <http://www.edmunds.com/car-care/oil-life-monitoring-systems.html>, Aug. 24, 2010 [26.06.2016]
12. C. Golden. “GM OnStar Adds Predictive Maintenance, Driver Feedback Program.” Internet: <http://www.automobilemag.com/news/gm-onstar-adds-predictive-maintenance-driver-feedback-program/>, Jan. 5, 2015 [26.06.2016]
13. P. Kafka. “The Automotive Standard ISO 26262, the Innovative Driver for Enhanced Safety Assessment & Technology for Motor Cars”. Procedia Engineering, vol. 45, pp. 2–10, Oct. 2012.
14. Ohne Verfasser. “Pressemitteilung Europäisches Parlament: Mehr Sicherheit für Motorräder dank neuer Bestimmungen für Typgenehmigungen” Internet: <http://www.europarl.europa.eu/news/de/news-room/20121116IPR55754/Mehr-Sicherheit-f%C3%BCr-Motorr%C3%A4der-dank-neuer-Bestimmungen-f%C3%BCr-Typgenehmigungen>, Nov. 20, 2012 [19.03.2016]

---

## Über den Autor

**Prof. Dr. Jürgen Seitz** ist Studiengangsleiter Wirtschaftsinformatik an der DHBW Heidenheim. Er ist Mitherausgeber verschiedener internationaler Zeitschriften und Co-Chair der Wuhan International Conference on E-Business. Über 70 Artikel sind in Fachzeitschriften, Büchern und Konferenzbänden erschienen.

# IT-Sicherheit in der Industrie 4.0

7

Till Hänisch und Stephan Rogge

## Zusammenfassung

Ein Aspekt von Industrie 4.0 ist die Tendenz der vollständigen Verschmelzung der Produktions- und der Bürokommunikation eines Unternehmens auf der IT-Ebene. Durch diese stärkere Vernetzung ergeben sich neue Risiken, die mittels Sicherheitsmaßnahmen verringert werden sollten und die hier dargestellt werden. Diese technischen und organisatorischen IT-Sicherheitsmaßnahmen wurden durch Experteninterviews von Unternehmen, die konzeptionell IT-Sicherheit bereits umsetzen, abgeleitet und dienen als Best Practices für produzierende klein- und mittelständische Unternehmen.

## Schlüsselwörter

Industrial Security · IT-Sicherheitsmaßname · Technische und organisatorische IT-Sicherheit · Verwundbarkeiten · Konvergente Netzwerke · Intrusion Detection Systems · Firewall · Segmentierung · Richtlinien · Security Information Event Management · IT-Sicherheitsstudie

---

T. Hänisch (✉) · S. Rogge

Wirtschaftsinformatik, DHBW Heidenheim, Heidenheim, Deutschland

E-Mail: haenisch@dhbw-heidenheim.de

S. Rogge

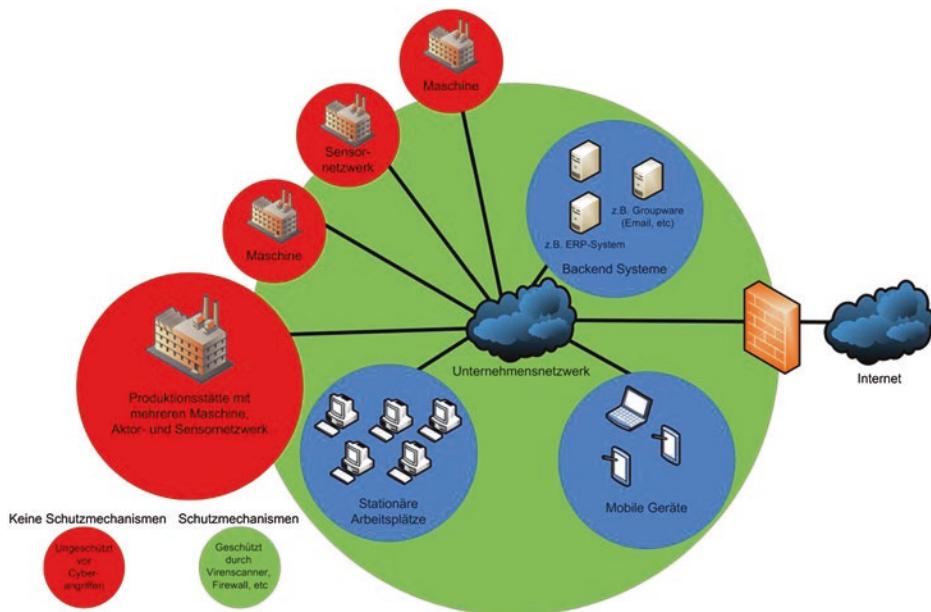
E-Mail: rogge@dhbw-heidenheim.de

## 7.1 Einleitung

Industrie 4.0 hat zahlreiche Facetten, es herrscht nicht immer Einigkeit darüber, was genau unter Industrie 4.0 zu verstehen ist [1, S. 33]. Weitgehend einig sind sich allerdings alle Beteiligten darüber, dass IT-Sicherheit eine zentrale Komponente von Industrie 4.0 sein muss. Bloß wo? Und wie?

Um Antworten auf diese Fragen näher zu kommen, die insbesondere auch kleinen und mittleren Unternehmen helfen, ihre Systeme so weit abzusichern, dass der Einsatz im Unternehmen vertretbar ist, stellt dieser Artikel Ergebnisse einer Studie vor, bei der größere Unternehmen dazu befragt wurden, wie sie IT-Sicherheit im Kontext Industrie 4.0 verstehen und umsetzen.

Bei diesen Gesprächen zeigte sich schnell, dass die zu lösenden Probleme hauptsächlich dann auftreten, wenn die IT in der Produktion (Produktions-IT) mit der „normalen“ IT (Office-IT) verbunden wird. Das ist nötig, um die gewünschte engere Verbindung zwischen realer und virtueller Welt zu realisieren, die den großen Nutzen dieses Industrial Internet [2] verspricht. Die bisher oft praktizierte physikalische Trennung dieser beiden Welten („air gap“) ist heute nicht mehr adäquat [3] (Abb. 7.1).



**Abb. 7.1** Produktions- und Office-IT

## 7.2 Konvergenz von Produktions- und Office-IT

Genau genommen ist sie das schon lange nicht mehr. Nicht erst im Kontext Industrie 4.0 ist diese Trennung an vielen Stellen aufgehoben. Maschinen haben schon lange Fernwartungszugänge, über die der Hersteller oder ein Dienstleister Probleme diagnostizieren und/oder beheben kann, ohne tatsächlich vor der Maschine zu stehen. Anders lassen sich kurze Reaktionszeiten bei Problemen nicht ökonomisch sinnvoll realisieren. Natürlich kann jede Maschine ihren eigenen Internet-Zugang oder einen eigenen Telefonanschluss bekommen. Das ist für ein kleines Unternehmen mit einer oder einigen wenigen großen Maschinen vermutlich auch heute noch sinnvoll. Aber für ein großes Unternehmen mit einem großen Maschinenpark ist dies nicht nur ökonomisch sinnlos, sondern auch unter dem Gesichtspunkt der IT-Sicherheit falsch [4]. Daher werden dort solche Zugänge schon lange über die sowieso vorhandenen VPN-Zugänge und Prozesse abgewickelt. „The future is already here, it is just not evenly distributed“ [5].

In Konsequenz bedeutet dies, dass es nicht mehrere getrennte IT-Welten geben wird, sondern nur noch eine. Bleibt die Frage nach der IT-Sicherheit: Reichen die „üblichen“ Mechanismen [6, S. 17–35], die in der „normalen IT“ verwendet werden aus, um in dieser Welt der Konvergenz von Produktions- und Office-IT den erforderlichen Sicherheitsstandard zu realisieren? Reicht das bisher übliche Maß an IT-Sicherheit überhaupt aus, wenn Produktionsanlagen vernetzt sind? Wenn nein, welches Maß ist dann erforderlich? Diese Fragen werden im folgenden Artikel untersucht und zumindest teilweise beantwortet.

---

## 7.3 IT-Sicherheit in Produktions- und Office-IT

Die „normale“ IT ist eine Landschaft bestehend aus Arbeitsplatzrechnern mit den klassischen Office-Anwendungen, mobilen Geräten und Server-Systemen wie z. B. CRM und ERP. Diese Systeme können unter den Begriff Office-IT zusammengefasst werden. Ähnlich verhält es sich in der Produktion, in der z. B. Bedienterminals auf klassischen Desktopbetriebssystemen aufbauen. Analog zur Office-IT nennen sich diese Systeme Produktions-IT.

Ein grundlegender Ansatz der IT-Sicherheit ist die Standardisierung [7, S. 243]. Diese Standardisierung wird in der Office-IT unter anderem durch regelmäßiges und flächen-deckendes Einspielen von Sicherheitsupdates zur Schließung von Sicherheitslücken erreicht. Genau an diesem Punkt unterscheidet sich die Produktions-IT von der Office-IT. Nach der erfolgreichen Erstinbetriebnahme einer Anlage wird die Software, also z. B. Betriebssystem und Steuerungsprogramme, eingefroren, „Never touch a running system“. Der Lebenszyklus dieser Anlagen kann deutlich mehr als 5 Jahren betragen und ist damit länger als Systeme in der Office-IT. Das bedeutet, jede veröffentlichte Sicherheitslücke, zu der es im normalen Fall einen Herstellerpatch gibt, bleibt in Produktions-IT ungeschlossen. Ist die Produktions-IT nicht vernetzt, ist das Risiko überschaubar und kann mit physikalischen Maßnahmen oder Überwachung abgesichert werden. Werden

diese Inselsysteme vernetzt, um z. B. Messdaten in ein Dokumentenmanagement-System zur Qualitätssicherung revisionssicher festzuhalten, dann wird aus einen überschaubaren Risiko ein nicht mehr abschätzbares Risiko.

Natürlich wäre es denkbar die Produktions-IT losgelöst von der eigentlichen Maschine zu wechseln um einen sicherer Stand zu erreichen. Dabei müsste die Software und Hardware ebenfalls ausgetauscht werden, sofern der Hersteller der Anlage diesen Service überhaupt anbietet.

Ein anderes Werkzeug aus der Office-IT ist Software zur Erkennung von Schadsoftware. Je weiter die Inbetriebnahme der Produktionsanlage in der Vergangenheit liegt, desto schwieriger wird es, eine Antivirussoftware auf aktuellem Stand und lauffähig auf einem alten Betriebssystem zu bekommen. Zudem bildet Sicherheitssoftware keine Ausnahme in Bezug auf vorhandene Sicherheitslücken. Sie muss ebenfalls permanent gepflegt werden.

Das zweite Problem sind die Seiteneffekte, die die Antivirensoftware auslösen kann. Das Risiko, dass eine Antivirensoftware ein Steuerungsprogramm stört oder verzögert ist nicht akzeptabel. Die Sicherheitsziele in der Produktion sind Verfügbarkeit, Verfügbarkeit und Verfügbarkeit.

Ähnlich gelagert ist das Szenario bei Host-basierten Intrusion-Detection-Systemen, die die Angriffe auf Software und Betriebssysteme erkennen können. Auch hier muss eine aktuelle und gepflegte Sicherheitssoftware auf einem möglicherweise veralteten System lauffähig sein. Protokollieren kostet Rechen- und I/O-Zeit. Die Protokollierungsfunktion kann in falschen Moment einen störenden Seiteneffekt auslösen.

Zu einer bewährten Maßnahme der Office-IT gehört die Passwortrichtlinie, die eine eindeutige Benutzerkennung, hinreichend starke Passwörter und Sperre des Systems regelt.

Allerdings sind auch hier die Rahmenbedingungen in der Produktions-IT anders gelagert als in der Office-IT. In einer Produktion müssen eventuell viele Benutzer leicht und schnell an die Information des IT-Systems gelangen. Beispielsweise kann die Zugangssperrung des Systems für 5 min nach drei falschen Eingaben eine unakzeptable Vorgabe sein, denn es könnten die entscheidenden 5 min sein, die eine Havarie verhindern. Auch hier ist das Übliche aus der Office IT nicht in die Produktions-IT in der nötige Tiefe und Stärke übertragbar.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Erweiterungen in der Produktions-IT an bestehenden Komponenten sehr schwer bis gar nicht vorgenommen werden können. IT-Sicherheitsaspekte waren ursprünglich keine Designkriterien. In zukünftigen Produktionssystemen kann und muss das berücksichtigt werden. Dies wird als „Security by design“ auch von der EU gefordert [8]. Im Gegensatz zur Office-IT muss in der Produktions-IT auf Basis „alter Welt“, gern auch als Legacy bezeichnet, konzeptionell auf die vorhandenen Risiken anders regiert werden. Daraus resultiert, dass die Erkennung von Schadsoftware, die Störung von Systemen oder Manipulation vor oder außerhalb der Produktions-IT geschehen muss.

## 7.4 Lösungsansätze

Der Schwerpunkt der IT-Sicherheit im Kontext Industrie 4.0 und Legacy verlagert sich dementsprechend von der Hostebene auf die Kommunikationsebene. In der Office-IT sind Werkzeuge wie Intrusion Detection Systeme (IDS) oder Honeybots die höchste Ausbaustufe der IT-Sicherheit. Diese Maßnahmen lassen sich nur schwer mit Kosten-Nutzen-Argumenten rechtfertigen, da es für mangelndes Wissen, hohe Komplexität und die eigene Befangenheit keine belastbaren Kennzahlen gibt. Trotz der hohen Komplexität wird auch hier versucht, eine hohe Automatisierung zu erreichen. Ergänzend dazu werden Visualisierungsmethoden gewählt, die zum Einem die enormen Datenmengen verdichten und zum anderen das vermeintlich Wesentliche schnell erkennbar hervorheben. Das Ergebnis ist ein Anfangsverdacht, der durch menschliche Leistung und Interpretation erhärtet und verifiziert werden muss. Und das genau ist das Problem: Automatisierung kann hier nur die Anzahl der falsch-positiven Ereignisse reduzieren, eine manuelle Überprüfung und Abwägung ist immer erforderlich. Die Diversität der Produktions-IT vervielfacht die Datenmengen und Datenstrukturen, mit denen solche Sicherheitssysteme umgehen müssen. Daraus folgt der punktuelle Einsatz dieser Technologien und zwangsläufig die Segmentierung von Bereichen mit unterschiedlichen Schutzbedarfen.

Kommunikation überwachen entspricht einem IDS, Kommunikation steuern und manipulieren entspricht einem Firewall-System.

Angesichts der Komplexität und der Bildung von unterschiedlichen Bereichen muss konzeptionell festgelegt werden, wo welches Werkzeug oder Kombination von Werkzeugen in welcher Umsetzungstiefe eingesetzt werden können. Beispielsweise eine Kommunikation die ausschließlich Daten aus der Produktion beinhaltet, hat einen anderen Schutz- und Überwachungsbedarf als eine Kommunikation, die zusätzlich Steuerungsbefehle beinhaltet.

Dies ist ein anderes Lösungsmuster als in der Office-IT, in der standardisiert und zentralisiert Firewall-System und IDS eingesetzt werden.

Einhergehend mit der Nutzung dieser Werkzeuge ist das bestmögliche Wissen über vorhandene Verwundbarkeiten der gesamten Produktionslandschaft. In der Office-IT wird durch automatisierte, permanente Sicherheitsupdates die Anzahl der Verwundbarkeit deutlich reduziert. In der Office-IT wird Wissen um Verwundbarkeit nicht in dieser Tiefe benötigt, da alles im Idealfall auf aktuellen Stand ist. Keinen Unterschied gibt es allerdings beim Thema „Zeroday Exploit“ [9, S. 575], also Sicherheitslücken, die nicht öffentlich und wahrscheinlich nur einem sehr kleinen Kreis von Personen bekannt sind. „Zeroday Exploits“ sind der anspruchsvollste Bereich der IT-Sicherheit, egal ob im Office- oder Produktionsumfeld.

## 7.5 Und die Realität

Wie können mittelständische Unternehmen diese noch höheren Anforderungen an IT-Sicherheit umsetzen? Ein Blick in größere Unternehmen, die dieses Thema seit längerem angehen, bringt eine Momentaufnahme des Status der vorhandenen und umgesetzten Maßnahmen, methodischen Vorgehen und technischen Werkzeugen.

Dieser Status quo wurde durch Experteninterviews bei Unternehmen aus unterschiedlichen Marktbereichen ermittelt, die eine Vielzahl von Produktions-IT (Legacy) mit ihrer Office-IT vernetzt haben. Die interviewten Unternehmen sind zumeist global aufgestellt und verfügen im Office-Bereich über eine ausgeprägte IT-Sicherheitskultur. Dabei haben die Unternehmen unterschiedliche Herangehensweisen, wie sie IT betreiben. Das Spektrum reicht von Eigenentwicklungen über Standardisierung bis hin zur Auslagerung ganzer Bereiche.

Trotz dieser erheblichen Unterschiede können generische IT-Sicherheitsmaßnahmen ermittelt werden, die durch eine geeignete Transformation auf den Mittelstand übertragen werden können. Die folgenden Lösungsmuster sind bei allen befragten Unternehmen erkennbar:

Grundsätzlich sollte der generische Ansatz gelten: Nur was miteinander kommunizieren soll, hat auch die Möglichkeit dazu. In der IT-Sicherheit ist so ein Vorgehen als „Default Deny Strategy“ [9, S. 542–543] bekannt, das zu einem geschlossenen System führt, in dem der IT-Sicherheitszustand leichter bestimmbar ist.

Dieses Ziel wird zunächst durch eine Segmentierung der einzelnen Netzbereiche erreicht. Innerhalb dieser Netzbereiche, sofern es der technologische Stand der vorhandenen Systeme erlaubt, können aufbauend IT-Sicherheitsmaßnahmen, wie die Port-authentisierung (IEEE 802.1X [10]), zum Einsatz kommen. Dies stellt die einfachste Möglichkeit dar – wenn auch nicht die sicherste Methode – Systeme als echt zu identifizieren. Eine sichere Möglichkeit stellt das Trusted Platform Modul (TPM) [11, S. 465–469] dar.

Die einzelnen Netzbereiche werden über Firewall-Systeme miteinander verbunden. Je nach Umfang eines Firewall-System [9, S. 541–563] können Informationen aus den OSI-Layern 3 und 4 bis hin zu Layer 7 in die Regulierung der Kommunikationen einbezogen werden. Der Aufwand der Regelwerke steigt sowohl mit der Anzahl der ausgewerteten Layer und den darin enthaltenen Informationen, als auch mit der Anzahl der Netzbereiche. An dieser Stelle bricht der Grundsatz der Standardisierung auf und wechselt in die Einteilung von verschiedenen Schutzzonen [9, S. 250–251] mit unterschiedlichen Schutzbedarfen.

Dieses Ungleichgewicht kann durch Überwachungsfunktionen, wie IDS und Honeypot [9, S. 565–588], ausgeglichen werden. Es ist denkbar, mehrere Netzbereiche logisch in eine Überwachungsgruppe zusammenzufassen. Denn auch IDS- und Honeypot-Systeme skalieren mit ihrer Anzahl und Informationsmenge, die sie liefern.

Beide Technologien können sowohl koexistieren als auch einzeln Anwendung finden. Die Sinnhaftigkeit ergibt sich aus Betrachtung der Wirtschaftlichkeit, der Umsetzbarkeit und des Risikos.

Ebenso wichtig wie die Überwachung des Transports der Informationen über das Netzwerk ist der Transport über mobile Medien, wie USB-Sticks [12, S. 19]. Um auch in diesem Fall den Ansatz eines geschlossenen Systems herzustellen, ist es nötig, innerhalb der Netzbereiche nur bekannte, verifizierte mobile Medien zu erlauben. Müssen Außenstehende Dateien in diesen Netzbereich einbringen, so ist eine vorgeschaltete Prüfung der Dateien auf Schadsoftware notwendig. Anschließend können die Dateien auf bekannte, verifizierte Medien kopiert werden.

---

## 7.6 Änderungen an Prozessen

Zusätzlich zu den beschriebenen technischen Maßnahmen sind Änderungen an bestehenden Prozessen notwendig. So ist es beispielsweise notwendig, den aktuellen IT-Sicherheitszustand zu überprüfen [13]. Dies kann durch die regelmäßige automatisierte Prüfung, den sogenannten Vulnerability Scannern, auf vorhandene Verwundbarkeiten erreicht werden. Die Kenntnis der Verwundbarkeit der Produktionslandschaft ist elementar für die Risikobetrachtung und den daraus folgenden Maßnahmen.

Der IT-Sicherheitsprozess benötigt stets Kennzahlen zur Ermittlung der Schutzbedarfe. Im Einklang mit einer methodischen Risikoanalyse [14], die im Idealfall eine Untermenge der allgemein stattfindenden Risikoanalyse innerhalb des Unternehmens ist. An dieser Stelle ist erkennbar, dass nicht nur die Netzwerke konvergent werden, sondern auch die IT-Sicherheit integraler Bestandteil sowohl der Office- als auch der Produktions-IT sein muss.

Die Grundvoraussetzung für die technische Planung und Umsetzung dieser generischen Ansätze ist ein grundsätzliches IT-Sicherheitsverständnis [15, S. 77] der Produktionsverantwortlichen. Das Einbinden dieses Personenkreises ist ein wichtiger Baustein zur umfassenden IT-Sicherheitsstrategie. Die Verantwortlichen sollten im Sinne der IT-Sicherheit abgeholt und begleitet werden. Am Ende dieses Prozess kann die eigenständige Verantwortung für die Umsetzung der IT-Sicherheit stehen, bei der die IT-Sicherheitsexperten aus der Office-IT beratend zur Seite stehen können. Auch eine Verifikation des Umgesetzten als Diskussionsgrundlage für die Weiterentwicklung ist denkbar.

---

## 7.7 Fazit

Obwohl Industrie 4.0 unterschiedlich interpretiert wird, ist ein hoher Schutzbedarf unumstritten immer notwendig. Anders als in der Office-IT muss in der Produktions-IT ein individueller konzeptioneller Ansatz gefunden werden: Mangelndes Wissen muss

aufgeholt werden, die Komplexität muss runtergebrochen werden und die eigene Befangenheit muss objektiviert werden. Die Befangenheit unter dem Paradigma Verfügbarkeit, Verfügbarkeit und Verfügbarkeit muss durch Aufbau von Wissen über Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit gelöst werden. Das Ergebnis muss sein, dass die Anfälligkeit der Produktions-IT für Verwundbarkeit jetzt und in Zukunft deutlich reduziert und eine nachhaltige „Immunisierung“ erreicht wird. Auch im Mittelstand.

---

## Literatur

1. IfD Allensbach Institut für Demoskopie Allensbach, Cyber Security Report 2015, 2015, [http://www.ifd-allensbach.de/uploads/ttx\\_studies/Cyber\\_Security\\_Report\\_2015.pdf](http://www.ifd-allensbach.de/uploads/ttx_studies/Cyber_Security_Report_2015.pdf)
2. World Economic Forum, Industrial Internet of Things: Unleashing the Potenzial of Connected Products and Services, 2015, [http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA\\_IndustrialInternet\\_Report2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_IndustrialInternet_Report2015.pdf)
3. Hal Berghel, A Farewell to Air Gaps, IEEE Computer, vol. 48, no. 6, S. 64–68, June 2015
4. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Fernwartung im industriellen Umfeld v1.0, 2015, [https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de/ACS/DE/\\_downloads/BSI-CS\\_108.pdf](https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de/ACS/DE/_downloads/BSI-CS_108.pdf)
5. William Gibson, zitiert nach The Economist, Dezember 4, 2003
6. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Leitfaden IT-Sicherheit, 2007, [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Leitfaden/GS-Leitfaden\\_pdf.pdf](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Leitfaden/GS-Leitfaden_pdf.pdf)
7. Klaus-Rainer Müller, IT-Sicherheit mit System: Integratives IT-Sicherheits- Kontinuitäts- und Risikomanagement – Sichere Anwendungen – Standards und Practices, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014
8. European Union Agency for Network and Information Security, Privacy and Data Protection by Design – from policy to engineering, Dezember 2014, [www.enisa.europa.eu](http://www.enisa.europa.eu)
9. Günter Schäfer, Michael Roßberg, Netzwerksicherheit, Heidelberg: dpunkt verlag, 2014
10. Institute of Electrical an Electronics Engineers, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Port-Based Network Access Control, IEEE Std 802.1X-2010, 2010
11. Klaus Schmeh, Kryptografie, Heidelberg: dpunkt verlag, 2013
12. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Ein Praxis-Leitfaden für IS-Penetrationstests, November 2014, [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ZertifizierungundAnerkennung/Stellen/IS\\_REV\\_Dienstleister/stellen\\_zertifizierung\\_pentester-is-revisoren.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ZertifizierungundAnerkennung/Stellen/IS_REV_Dienstleister/stellen_zertifizierung_pentester-is-revisoren.html)
13. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Informationstechnik – IT-Sicherheitsverfahren – Informationssicherheits-Managementsysteme – Anforderungen, ISO/IEC 27001:2013 + Cor. 1:2014, 2014
14. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Information technology – Security techniques – Information security risk management, ISO/IEC 27005:2011–06, 2011
15. Studie Digital Society Institute Berlin, Cyberreadiness in kleinen und mittleren Unternehmen, November 2015, [https://www.esmt.org/system/files\\_force/dsi-dihk-studie-cyberreadiness.pdf](https://www.esmt.org/system/files_force/dsi-dihk-studie-cyberreadiness.pdf)

---

# Visualisierung der IT-Sicherheitslage

8

Thomas Klaiber, Matthias Kühner, Marcel Maier und Sascha Ziegler

---

## Zusammenfassung

Industrie 4.0 birgt neben Vorteilen auch eine Reihe von Gefahren. Industrie 4.0 ist angreifbar, Cyber-Attacken bedrohen nicht nur vernetzte Anlagen. Besonders kleinere und mittelständische Firmen sind überfordert und daher oft schlecht geschützt. Benötigt werden kostengünstige Lösungen, die einfach zu implementieren sind. Beispielsweise hilft es den Unternehmen zunächst, über ein Dashboard die Sicherheitslage im Blick zu behalten. Somit werden Attacken rechtzeitig erkannt und das Unternehmen ist in der Lage, schnell zu reagieren.

---

T. Klaiber (✉)

Niederstotzingen, Deutschland

E-Mail: tklaiber@gmx.net

M. Kühner

Blaustein, Deutschland

E-Mail: kuehner.matthias@gmail.com

M. Maier

Illertissen, Deutschland

E-Mail: DHBW@MarcelMaier.eu

S. Ziegler

Lauingen, Deutschland

E-Mail: ziegler\_sascha@gmx.de

---

## 8.1 Einleitung

Mit der weiteren Verbreitung von Industrie 4.0 und den Erfolgen, die sich Unternehmen davon versprechen, steigen auch die Gefahren, die damit einhergehen. Durch die Vernetzung von Industriemaschinen und Anlagen werden diese auch zu potenziellen Angriffszielen. Besonders für mittelständische Unternehmen sind die Kosten zur Absicherung nur schwer zu tragen. Deshalb beschäftigt sich dieses Kapitel mit der Analyse der Risiken und einer kostengünstigen Darstellungsweise der Sicherheitslage speziell für Mittelständler.

---

## 8.2 Problemstellung

Während größere Firmen eigene Sicherheitsabteilungen besitzen, die sich ausschließlich mit der Absicherung der Systeme vor Angriffen beschäftigen, wird dieser Aspekt bei Mittelständlern vernachlässigt [1]. Entweder es fehlen die nötigen Experten im Unternehmen, um die neuen Gefahren zu erkennen oder aber die vorhandenen Mitarbeiter in der IT sind bereits ausgelastet. Besonders die Sicherheitslage wird aufgrund der Kosten nicht ausreichend überwacht. Die Hardwarekapazitäten sind oft nicht ausreichend um Firewalls durchgehend zu betreiben und Kryptoanalysen durchzuführen [17]. Mittelständische Unternehmen gehen demnach häufig ein Sicherheits- und Spionagerisiko ein oder verzichten deshalb gänzlich auf die neuen Möglichkeiten der Industrie 4.0, wodurch sie den Anschluss an die Konkurrenz verlieren [1].

Viele herkömmliche Meldesysteme melden Probleme rückwirkend. Also Angriffe aus der Vergangenheit.

---

## 8.3 Zielsetzung

Im Folgenden soll eine Möglichkeit entwickelt werden, wie die IT-Sicherheitslage kostengünstig überwacht werden kann. Ziel ist es, ein Dashboard zu konzipieren, das eine Übersicht über alle neuen Angriffsszenarien gibt. Damit soll den Unternehmen eine kostengünstige Alternative geboten werden, damit besonders Mittelständler auf ein geeignetes Mittel zurückgreifen können, statt ein eigenes Sicherheitsteam zu beschäftigen. Die hier angestrebte Lösung ist ein Dashboard zur Visualisierung der IT-Sicherheitslage. Das Dashboard soll außerdem einfach und intuitiv verständlich sein und auch für einen nicht IT-affinen Nutzer einen aussagekräftigen Überblick bieten.

Durch effiziente Analysemethoden und moderne Visualisierungstechniken werden Angestellte bei der Aufgabe unterstützt, akute Attacken zu erkennen [2].

## 8.4 Allgemeine Visualisierung bei Dashboards

Mit einem Dashboard erhalten Firmen eine Möglichkeit der Visualisierung von Angriffen auf die benutzte IT. Dabei wird eine Überwachung, Identifizierung und Reaktion auf bekannte und unbekannte Sicherheitsbedrohungen ermöglicht [3].

Bestandteil eines Dashboards können Übersichten mit vordefinierten Auswertungen sein. Dabei werden sämtliche Logmeldungen automatisiert gefiltert und ausgewertet, sodass das Dashboard auf einen Blick den Zustand der IT-Sicherheit visualisiert. Ein Klick auf den Wert des Dashboards zeigt Details zum angezeigten Item [4].

Dabei muss auf ein effektives visuelles Design geachtet werden. Durch so ein Design werden Unterschiede sichtbar und es führt zu einer korrekten Interpretation von Daten [5].

Ein Negativbeispiel ist in Abb. 8.1 zu sehen. Es wird auf ein Rundinstrument gesetzt, welches kaum verständlich ist, dafür aber viel Platz einnimmt. Es verfügt über keine Notation; durch seine unzweckmäßige Skalierung sind Vergleiche nicht möglich. Die übermäßige Verwendung von Farben, ohne einen gezielten Mehrwert, verhindert eine übersichtliche Darstellung. Durch den fehlenden Informationsgehalt ist der Einsatz wenig sinnvoll, um IT-Probleme grafisch darzustellen [6].

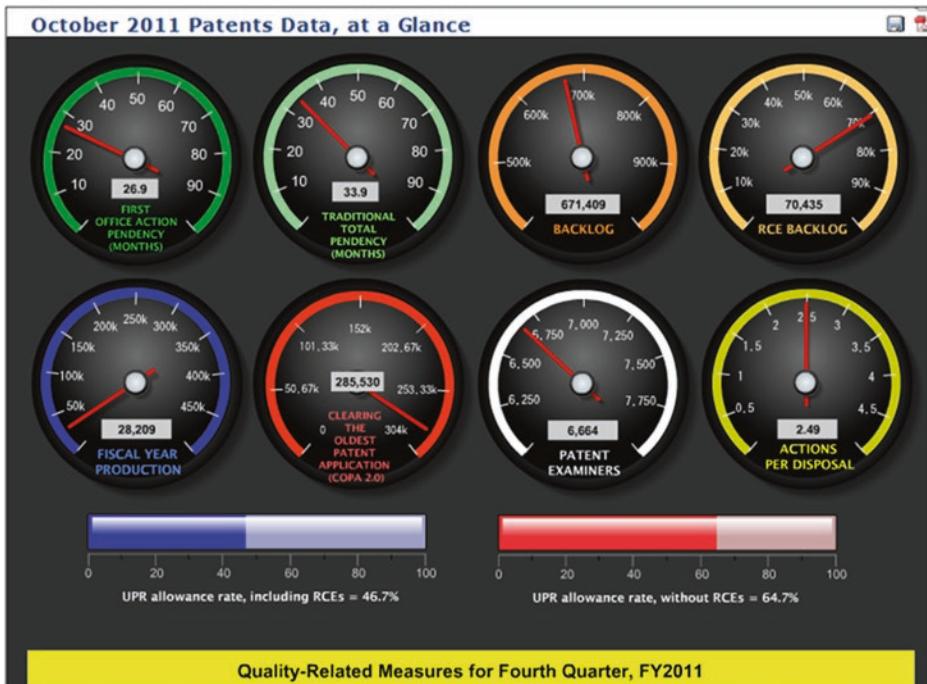


Abb. 8.1 Beispiel eines schlechten Dashboards [6]

---

Bei guter grafischer Abbildung von Informationen ist die Visualisierung der tabellarischen Darstellung vorzuziehen. Muster, Trends oder Ausreißer sind durch Diagramme am besten zu erkennen. Für die Aussagekraft sind dabei die Wahl des Diagrammtyps und die Gestaltung sehr wichtig. Farben sind dabei dezent einzusetzen, etwa als Warnsignal [7].

---

## 8.5 Rahmensituation

Der hier gewählte Rahmen für die Konzeption eines Dashboards bezieht sich auf ein Beispiel eines Unternehmens, das Bestandteile der Industrie 4.0- Techniken implementiert hat [8].

Hierauf beziehen sich die sicherheitsrelevanten Aspekte, die beleuchtet werden.

Eine moderne Montagelinie für Reinigungsgeräte ist vorhanden. Dabei können unterschiedliche Komponenten und Funktionen vom Kunden ausgewählt werden. Die bestellten Geräte werden dann komplett am Band durchlaufen und zusammengesetzt. Dafür müssen die benötigten Einzelteile immer am Band verfügbar sein. Die einzelnen Teile stehen auf einer Liste, welche über einen QR-Code eingescannt werden können. Auf einem Bildschirm oberhalb der Montagelinie erscheint nicht nur der Status aller bearbeiteten Listen, sondern auch Informationen zu Produktvarianten und wie lange der Mitarbeiter Zeit hat ein Bauteil einzubauen. Alle notwendigen Informationen werden danach auf einen RFID-Chip gespeichert. Danach wird das bisherige Bauteil zur nächsten Station gezogen, wo ein nächster Arbeitsschritt ausgeführt wird. Alle Sensoren und Maschinen sind mit einem Computernetzwerk verknüpft, das Informationen von anderen Servern über das Internet erhält.

---

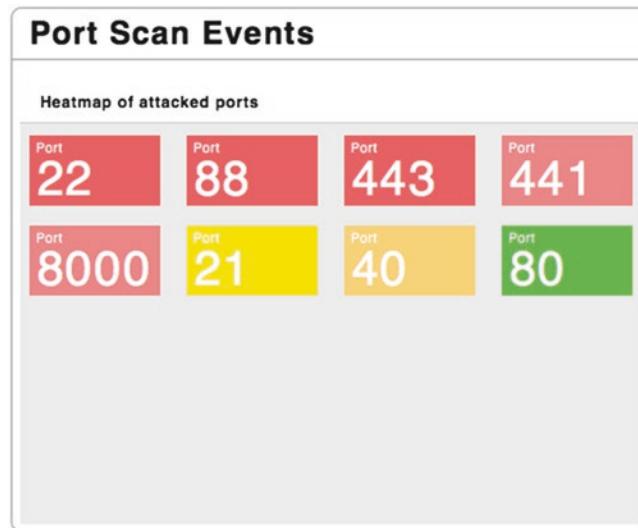
## 8.6 Angriffsziele

### 8.6.1 PortScan

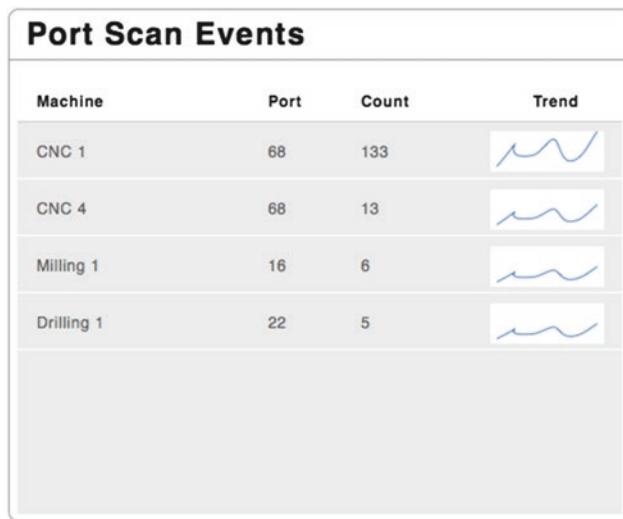
Bei einem PortScan wird eine große Anzahl an Ports eines Netzwerks geprüft, um offene Ports zu finden, die eine Schwachstelle darstellen. Dabei kann entweder systematisch oder chaotisch vorgegangen werden. Bei einem systematischen Vorgehen werden die IP-Adressen nach einer festen Reihenfolge aufwärts gezählt, während beim chaotischen Vorgehen die Reihenfolge der IP-Adressen zufällig ist [9].

Im Bereich Industrie 4.0 besteht diese Gefahr nun auch für Steuerungscomputer, da durch die Vernetzung auch diese von außen erreichbar sein können. Wird beispielsweise der Port und die IP-Adresse des QR-Dienstes gefunden, der verwendet wird, um wichtige Informationen anzuzeigen, könnten geheime Daten des Unternehmens abgegriffen werden.

Um solche Angriffe zu überwachen kann in einem Sicherheitsdashboard eine Heatmap (Abb. 8.2) angelegt werden, welche alle Ports anzeigt und nach der Häufigkeit von gesendeten Anfragen sortiert, sowie farblich hervorhebt. Dabei geht die Abstufung von Rot bis Grün und weitere Informationen könnten bei einem Klick auf den Port einge-



**Abb. 8.2** Anzeige der betroffenen Ports als Heatmap mit farblicher Darstellung der Anzahl der Anfragen



**Abb. 8.3** Liste mit Port-Scan-Events und Visualisierung der Zugriffe als Trendkurve

blendet werden. Oder es werden die betroffenen Maschinen zusammen mit Port und Anzahl der Zugriffe aufgelistet und eine Kurve mit der Entwicklung der Zugriffe dahinter (Abb. 8.3).

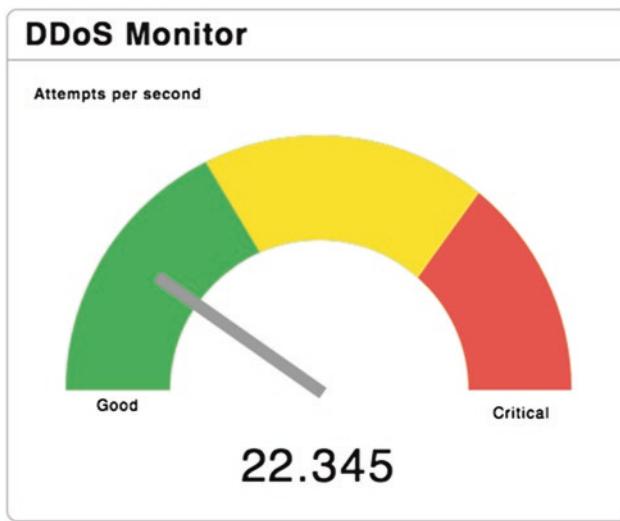
### 8.6.2 DDoS (Distributed Denial of Service)

Bei einem DDoS Angriff werden Dienste eines Anbieters mutwillig belastet, um diese arbeitsunfähig zu machen. Ein DDoS Angriff wird von verteilten Rechnern ausgeführt, die meist durch ein Botnetz gesteuert sind [9, 10].

DDoS Angriffe wurden bisher meist dazu eingesetzt, um Websites lahmzulegen. Es lassen sich im Kontext Industrie 4.0 jedoch auch Maschinen in der industriellen Produktion attackieren und zum Stillstand bringen, da diese immer häufiger an ein Netzwerk angeschlossen sind [11].

In dem zuvor genannten Beispiel könnte möglicherweise der Dienst, der die notwendigen Bauteile anhand eines QR-Codes darstellt, mit einer DDoS-Attacke angegriffen werden. Dies hätte zur Auswirkung, dass die Mitarbeiter nicht mehr wissen welche Bauteile eingebaut werden müssen. Folglich kommt die Produktion ins Stocken oder sogar zum Stillstand.

Eine mögliche Darstellungsart einer DDoS-Attacke in einem Security-Dashboard ist, wie in Abb. 8.4 gezeigt, ein Tacho-Diagramm. Anders wie bei dem in Abb. 8.1 gezeigten Negativbeispiel eines Tacho-Diagramms, wird hier genau dargestellt, wie viele Zugriffe pro Sekunde für das System normal sind (Durchschnitt). Außerdem wird dargestellt, ab welchem Bereich es kritisch wird und eingegriffen werden muss (roter Bereich).



**Abb. 8.4** Tachodarstellung von DDoS-Attacken zur einfachen Erkennung

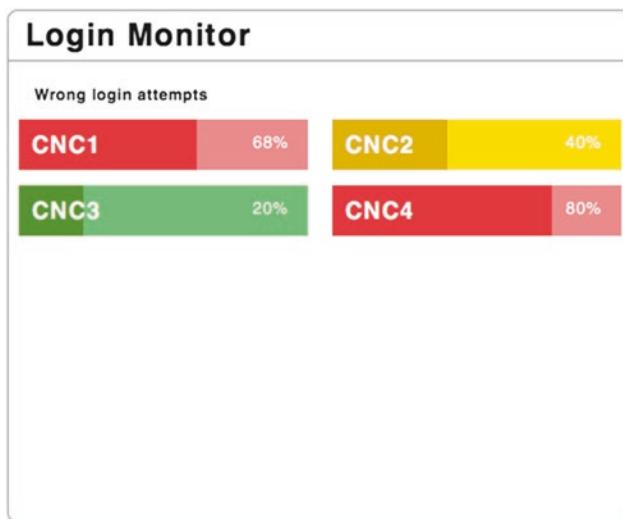
### 8.6.3 Log-in-Brute-Force

Bei einem Log-in-Brute-Force wird versucht, Log-in-Daten herauszufinden, indem alle oder einige Möglichkeiten ausprobiert werden. Dabei kann z. B. mit einer linear gleichbleibenden Benutzerliste und mit einer gleichbleibenden Passwortliste oder mit einer zufälligen Reihenfolge aller Passwortkombinationen vorgegangen werden.

Würde es einem Angreifer gelingen, mittels Log-in-Brute-Force an wichtige Log-in-Daten zu gelangen, könnte er beispielsweise die Materialliste eines Bauteils manipulieren. Somit würden die Mitarbeiter Ausschuss produzieren, ohne dies zu bemerken. Dabei könnte es passieren, dass unbemerkt Mängelware an die Kunden geliefert wird.

Ein Brute-Force-Angriff kann mit sehr einfachen Mitteln erschwert werden. Muss der Anwender beispielsweise nach jedem fehlgeschlagenen Log-in-Versuch mehrere Sekunden warten, bis er erneut versuchen kann, sich einzuloggen, dauert ein Brute-Force-Angriff wesentlich länger. Dennoch sollten die Gefahren eines Brute-Force-Angriffs nicht unberücksichtigt bleiben, da die Angreifer möglicherweise mehrere Monate Zeit haben und es irgendwann doch schaffen, an wichtige Log-in-Daten zu gelangen.

Eine mögliche Darstellung ist die Gegenüberstellung zwischen erfolgreichen und fehlgeschlagenen Log-in-Vorgängen, wie in Abb. 8.5. Somit ist schnell erkennbar, in welcher Relation die Versuche zu den tatsächlichen Log-ins stehen. Durch eine farbliche Hervorhebung können diese Werte noch betont werden.

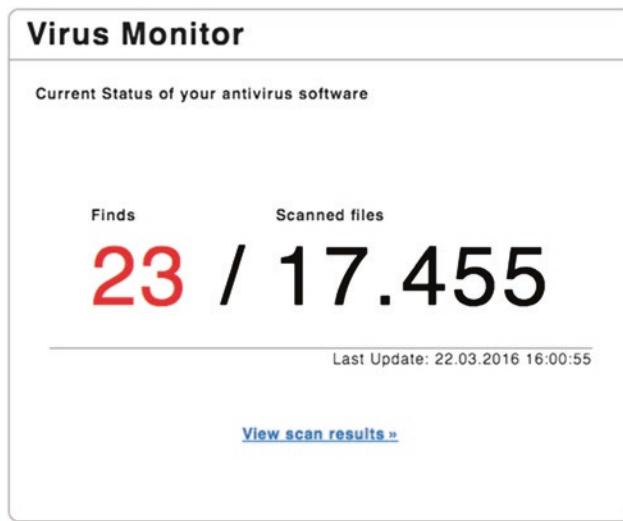


**Abb. 8.5** Darstellung von fehlgeschlagenen Log-ins in Vergleich zu erfolgreichen Log-ins pro Maschine

### 8.6.4 Viren und Trojaner

Durch die weitgehende Vernetzung zwischen Büro-IT und Produktions-IT haben auch Trojaner ganz neue Möglichkeiten, sich im Firmennetzwerk zu verbreiten [6]. So kann ein Trojaner, welcher zum Beispiel per E-Mail oder durch einen infizierten USB-Stick ins Netz gelangt, sich so lange über Standard-Netzwerkprotokolle (TCP/IP) verbreiten, bis er an einem Rechner ankommt, welcher über erweiterte Protokolle mit Produktionsmaschinen kommuniziert. Das bekannteste Beispiel hierfür ist der Stuxnet-Wurm aus dem Jahr 2011 [12]. Hierfür genutzt Protokolle sind zum Beispiel Modbus/TCP oder S7Comm. Auf diese Weise können Angreifer eine Produktionsanlage kontrollieren und manipulieren und ein solcher Angriff kann nur schwer entdeckt werden. Dabei kann man auch zwischen gezielten und zufälligen Angriffen unterscheiden, oft löschen sich diese Trojaner sogar selbst, wenn nicht alle Angriffsbedingungen zutreffen, um unentdeckt zu bleiben [13] (Abb. 8.6).

In diesem Bereich fällt der Schutz besonders schwer, da meist extra entwickelte Trojaner zum Einsatz kommen, welche von keinem Virensensor erkannt werden. Außerdem sind die eingesetzten Industrieprotokolle teilweise wenig dokumentiert oder abgesichert. Erst jetzt beginnen die Hersteller von Sicherheitssoftware, diesen Bereich abzudecken [14, 15].



**Abb. 8.6** Echtzeit-Darstellung von Ergebnissen des Virensensors

## 8.7 Notfalldashboard für Nicht-Techniker

Für die Konzeption wird besonders auf eine einfache Verwendung geachtet. Da im Mittelstand keine Ressourcen für zusätzliche Mitarbeiter im IT-Sicherheitsbereich vorhanden sind, ist dies einer der Hauptgründe für die Erstellung eines Dashboards. Zudem kann jedoch nicht davon ausgegangen werden, dass das Dashboard von einem IT-Experten überwacht wird, deshalb ist es dafür ausgelegt, auch von einer nicht IT-affinen Person verwendet werden zu können.

---

## 8.8 Konzeptvorschlag

Der hier entworfene Konzeptvorschlag deckt die beschriebenen Angriffsszenarien ab, indem diese durch Widgets innerhalb eines Dashboards visualisiert werden. Hierbei gilt zu beachten, dass nie alle Sicherheitsrisiken und Angriffsszenarien abgedeckt werden können. Besonders im Bereich der Wirtschaftsspionage bleiben erfolgreich ausgeführte Angriffe aufgrund ihrer professionellen Durchführung unbemerkt. Die Sicherheitslage soll daher in erster Linie dadurch verbessert werden, die große Masse an Angriffen abzuwehren.

Ein absoluter Schutz kann niemals garantiert werden, weder für die Büro-IT noch für die Produktions-IT. Mit der Entwicklung eines Dashboards für die IT-Sicherheitslage in der Industrie 4.0 soll jedoch die Hürde für Angreifer höher gelegt werden. Die Abb. 8.7 zeigt die zuvor genannten Beispiele nochmals kombiniert in einem Dashboard.

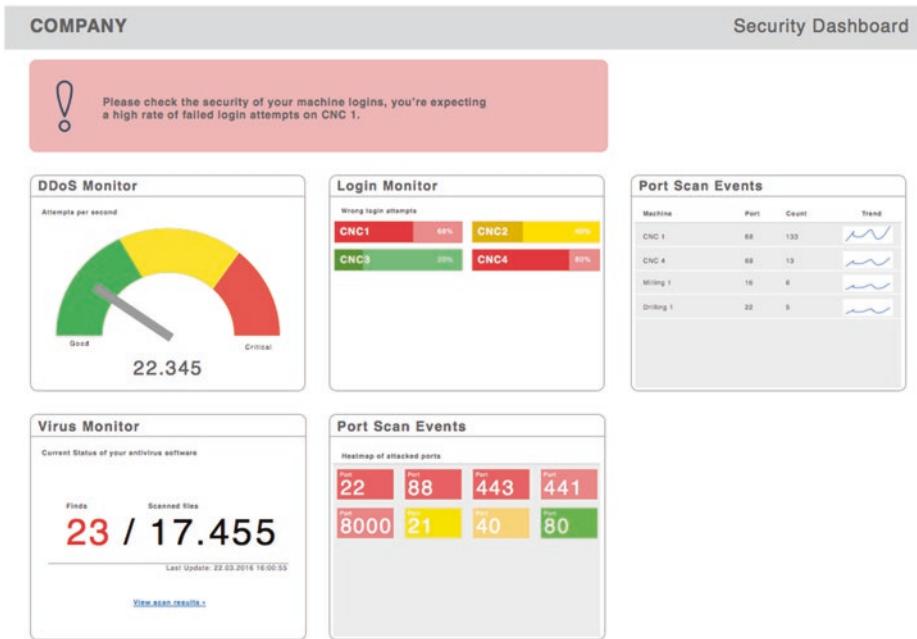
---

## 8.9 Reaktion bei Vorfällen

Grundsätzlich sind Dashboards so konzipiert, dass sie immer auslösen bzw. immer anzeigen, was im Betrieb passiert. Ein Dashboard unterstützt den Mitarbeiter, Abweichungen von der Norm erkennen und erste Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Dass ein Sicherheitsvorfall ausgelöst wird, erkennt der Mitarbeiter an einer farblichen Kenntlichmachung, an Trends und Werten oder einer Kombination aus mehreren Attributen. Beispiele für die Darstellungen sind in den Abb. 8.2, 8.3, 8.4 und 8.5 zu sehen. Um die Sicherheit im laufenden Betrieb zu gewährleisten, ist es notwendig, die Behandlung von Vorfällen im Vorfeld zu konzipieren. Eine Vorgehensweise bei Sicherheitsvorfällen in kleinen und mittelständischen Unternehmen kann der folgenden Aufzählung entnommen werden [16]:

1. Definition eines Sicherheitsvorfalls
2. Vorgehensweise zur Behandlung eines Sicherheitsvorfalls
3. Maßnahmen zur Detektion von Sicherheitsvorfällen etablieren



**Abb. 8.7** Darstellung eines Dashboards mit den zuvor genannten Informationen

4. Zentrale Kontaktstelle zur Meldung von Sicherheitsvorfällen etablieren
5. Prozess zur Eskalation von Sicherheitsvorfällen etablieren

## 8.10 Fazit

Viele der IT-Sicherheitsprobleme, die sich bereits auf die Büro-IT auswirken, werden mit der Fortschreitung von Industrie 4.0 nun auch zum Problem für Fertigungsanlagen und Steuerungsmaschinen. Die Auswirkungen unterscheiden sich jedoch, da hierbei der primäre Wertschöpfungsbereich der Unternehmen angegriffen wird. Besonders für Mittelständler ist es schwierig, sich hiervor ausreichend zu schützen.

Das konzipierte Dashboard ermöglicht es, die Sicherheitslage ohne ein Expertenteam zu überwachen und diese entsprechend verständlich darzustellen. Für den Fall eines Sicherheitsvorfalles gibt es Anweisungen für die nötigen Gegenmaßnahmen.

Damit wird es auch Mittelständlern ermöglicht, die Potenziale der Industrie 4.0 zu nutzen, ohne ein zu hohes Sicherheitsrisiko einzugehen. Jedoch wird damit nur die Hürde für Angreifer höher gesetzt, da ein vollkommener Angriffsschutz nie garantiert werden kann.

## Literatur

1. Nationale Initiative für Informations- und Internet-Sicherheit, M2M: Experten warnen vor erheblichen Sicherheitsproblemen im Mittelstand, <http://www.nifis.de/veroeffentlichungen/news/datum/2015/07/14/m2m-experten-warnen-vor-erheblichen-sicherheitsproblemen-im-mittelstand/>, 14.07.15, [26.02.2016].
2. manage IT, Cyberangriffe blitzschnell erkennen und analysieren, <http://ap-verlag.de/cyberangriffe-blitzschnell-erkennen-und-analysieren/8272/>, 11.04.2015, [26.02.2016].
3. Matthias Röhr, Splunk® lanciert seine Lösung für Enterprise Security Intelligence, <https://www.it-cube.net/cubespottersplunk-lanciert-seine-loesung-fuer-enterprise-security-intelligence/>, 09.02.2012, [26.02.2016].
4. Martin Witkowski, Cisco Port-Security, <https://itsecblog.de/tag/it-sicherheit/>, 25.05.2015, [26.02.2016]. <https://itsecblog.de/cisco-port-security/>
5. Brian M, Effective Visual Design – How Important is it for dashboards?, <http://www.antivia.com/blog/?p=1277>, 27.04.2012, [26.02.2016].
6. hitcher, Dashboards, <http://www.hichert.com/de/consulting/dashboards/52>, [26.02.2016]
7. graphomate, Visualisierung: Effizientes Dashboard-Design, <http://www.graphomate.com/visualisierung-effizientes-dashboard-design-part-ii/>, 29.06.2012, [26.02.2016]
8. Nils Graefe, Wie Kärcher die Montage vernetzt, <http://www.zvw.de/inhalt.industrie-40-wie-kaercher-die-montage-vernetzt.0fd0a750-7a3c-4ac0-b079-7dfd15144e98.html>, 15.08.2015, [26.02.2016]
9. Brian Caswell, Jay Beale, Andrew Baker, Snort Intrusion Detection and Prevention Toolkit, Syngress, 11.04.2007
10. M. R. K. Soltanian I. S. Amiri, Theoretical and Experimental Methods for Defending Against DDoS Attacks, Syngress, 10.11.2015
11. Ulrich Hottelet, Industrie ist gegen Hacker schlecht gerüstet, <http://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article120916015/Industrie-ist-gegen-Hacker-schlecht-geruestet.html>, 15.10.2013, [26.02.2016]
12. SIMATIC WinCC/SIMATIC PCS. 7: Information about Malware, <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/43876783>, (2011), [08.03.16]
13. Andreas Benzin, Stuxnet – The first Cyberweapon?, [http://www.mi.fu-berlin.de/inf/groups/ag-tech/teaching/2011\\_SS/S\\_19510b\\_Proseminar\\_Technische\\_Informatik/andreas-benzin-report.pdf](http://www.mi.fu-berlin.de/inf/groups/ag-tech/teaching/2011_SS/S_19510b_Proseminar_Technische_Informatik/andreas-benzin-report.pdf), (2011), [09.03.16]
14. Trendmicro, Safe Lock, <http://www.trendmicro.de/produkte/safe-lock/>, [26.02.2016]
15. TÜV-Süd, Potenzielle Angreifer sind überall, <http://www.tuev-sued.de/tuev-sued-konzern/presse/pressearchiv/potenzielle-angreifer-sind-ueberall>, 28.07.2015, [26.02.2016]
16. Studie zur IT-Sicherheit in kleinen und mittleren Unternehmen [https://www.internet-sicherheit.de/fileadmin/docs/downloads/andere\\_studien\\_dokumente/BSI/Studie-IT-Sicherheit-KMU.pdf](https://www.internet-sicherheit.de/fileadmin/docs/downloads/andere_studien_dokumente/BSI/Studie-IT-Sicherheit-KMU.pdf), (2011), [01.03.16]
17. Dr. Sandro Gaycken, Präsentation Topic: “Unsichere Industrie 4.0”, Digital Science Match Berlin, Oktober 2015

# Die zweite Verteidigungsline – Cyber-Versicherung – Versicherungsschutz für Risiken aus der Sphäre von Industrie 4.0

Heinz Lomen

## Zusammenfassung

Cyber-Versicherung ist in der Assekuranz derzeit in aller Munde. Einerseits, weil es für die Versicherer noch immer Neuland ist, gleichzeitig wird der Schutz immer wichtiger, wenn die Unternehmen – und auch Privathaushalte – in der zunehmend vernetzten Welt immer angreifbarer werden. Das Bewusstsein für diese Bedrohung ist bei den Versicherungskunden noch wenig ausgeprägt. Das Marktvolumen ist für Versicherer und Rückversicherer hoch und längst nicht ausgeschöpft, sondern steckt eher noch in den Kinderschuhen. Cyber-Versicherung ist die zweite Verteidigungsline und steht für Schäden ein, die zuvor technisch und organisatorisch nicht vermieden werden konnten. Dieses Kapitel vertieft die Thematik und zeigt die Möglichkeiten auf.

## 9.1 Grundsätzliches

Versicherungsschutz für Industrie 4.0 Risiken oder Cyber-Risiken sind die neuen magischen Begriffe für einen Versicherungsschutz, von dem sich viele Versicherer deutliche Umsatz- und Gewinnzuwächse erwarten, ohne aber wirklich zu wissen, was auf sie zukommt. Die Situation ist mit der vergleichbar, die Ende der 80er-Jahre des vorigen Jahrtausends in Deutschland bei der Einführung der D&O Versicherung bestand oder aber auch Ende der 90er-Jahre bei der Einführung weitreichender IT Haftpflichtpolicen.

---

H. Lomen (✉)  
München, Deutschland  
E-Mail: lomen@asmit.de

Zum einen wollte man im großen Spiel mitspielen, andererseits traute man sich mangels Erfahrung und Kenntnis nicht, Kunden konsequent und durchgehend Versicherungsschutz zur Verfügung zu stellen. Es entstand ein Flickenteppich von Deckungsbestandteilen mit dem sehr vorsichtig versucht wurde, einzelne greifbare Sachverhalte zu erfassen und in Grenzen abzusichern.

Einhergehend hiermit waren zu Anfang hohe Preise und Selbstbeteiligungen, die dann doch recht schnell erodierten, ebenso wie der Flickenteppich zu vernünftigen und für den Kunden interessanten Polices zusammenwuchs.

Heute sind wir wieder in einer solchen Situation, in der die meisten deutschen Versicherer bereits Konzepte für Cyber-Polices haben, bzw. in naher Zukunft haben werden. Preise und Selbstbeteiligungen – insbesondere bei Betriebsunterbrechungsschäden – sind hoch. Der Versicherungsschutz jedoch ist bei den meisten Polices auf sogenannte Named Perils (konkret bezeichnete und damit eingeschränkte Gefahrenszenarien) beschränkt – man ist halt unsicher. Das hat den ungemeinen Nachteil, dass neue technische Entwicklungen vom Versicherungsschutz nicht erfasst werden. Beispielahaft erkennt man das heute daran, dass die meisten Versicherer den Versicherungsschutz von Cloud-Lösungen oder Smartphones nicht berücksichtigen.

Interessant ist auch, dass die Verantwortung für Entwicklung von Bedingungen und Underwriting je nach Versicherer in ganz unterschiedlichen Sparten angesiedelt ist. So finden wir die Verantwortung zwar in der Regel in der Haftpflichtabteilung. Einige sieheln die Entwicklung in der Sachversicherung oder im Bereich der technischen Versicherungen an.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen dem Interessierten eine Vorstellung davon geben, wie vielfältig aber auch weitgehend unüberschaubar der Markt der Anbieter sogenannter Cyber-Versicherungen, insbesondere in Deutschland ist.

---

## **9.2 Versicherungskonzepte**

### **9.2.1 Industrie 4.0**

Die Frage, welche Versicherungskonzepte für die Risiken von Industrie 4.0 konzipiert sind, ist heute im Grunde der falsche Ansatz. Es bedarf hier keines gesonderten Konzepts; die Frage ist vielmehr die der grundsätzlichen Haftung produzierender Unternehmen, inklusive der sogenannten Lieferkette. Industrie 4.0 fördert den vielschichtigen Entwicklungs- und Produktionsprozess unter Einbeziehung verschiedener Unternehmen oder auch verschiedener Software, die wiederum in einem oder diversen Produktionsunternehmen eingesetzt wird und miteinander kommuniziert. Damit wird aber auch die Verantwortlichkeit für Mängel an den Produkten unübersichtlicher, insbesondere dann, wenn diese nicht von Anfang an offensichtlich sind.

Wer also haftet gegenüber dem Verbraucher und Endabnehmer für Mängel und Folgeschäden eines Produkts?

In der vertraglichen Haftung ist der Verkäufer gegenüber dem Käufer für die Erfüllung seines Leistungsversprechens verantwortlich. Damit haftet er für sämtliche Mängel, die entlang des Produktionsprozesses von ihm oder Dritten in das Endprodukt eingeflossen sind.

Hinsichtlich der gesetzlichen Schadensersatzansprüche setzt die Haftung aber stets ein Verschulden des Haftenden voraus, was aber bei den immer komplizierter werdenden technischen Szenarien und der Vielfalt der „Beteiligten“ an der Produktion eines Produktes immer stärker erodiert. Die Frage ist also, ob dem Verkäufer letztlich eine – wenn auch nur leichte – Fahrlässigkeit vorgeworfen werden kann, aus der sich seine Haftung und in der Folge der Versicherungsschutz ableiten lässt.

Soweit der Verkäufer wegen eines Schadens durch sein Produkt infolge einer fahrlässigen Handlung haftet, besteht Versicherungsschutz im Rahmen der normalen Betriebs- und Produkthaftpflichtversicherung. Eines neuen Versicherungskonzepts bedarf es hierfür nicht.

Ob sich der ein oder andere Versicherer in den vertraglichen Haftungsbereich wagen wird ist fraglich, da das Risiko entlang der Produktions- und Lieferkette nicht abschätzbar und ein potenzieller Regress gegenüber einem oder mehreren Teilleistungsproduzenten ebenso wenig kalkulierbar ist. Der Versicherer würde sich unter dieser Konstellation Risiken fremder Unternehmen einkaufen, deren Sicherheitsstandards er weder kennt noch beeinflussen kann.

Somit lässt sich grundsätzlich festhalten, dass die Versicherung der Produktionsrisiken aus Industrie 4.0 eine Frage der Haftung und nicht der mangelnden oder speziellen Versicherungskonzepte darstellt. Der Handlungsbedarf liegt beim Gesetzgeber, die Entwicklung von Industrie 4.0 mit klaren Haftungsregeln voranzutreiben.

## 9.2.2 Cyberrisiken

Einhergehend mit der Entwicklung moderner Produktionsmethoden im Rahmen von Industrie 4.0 ist aber auch die Einführung modernster Informations- und Kommunikationstechnik. Diese eröffnen für Mitbewerber oder auch Kriminelle interessante Möglichkeiten an Informationen zu gelangen, die sich potenziell gewinnbringend zum Nachteil der Unternehmen ausnutzen lassen. Hierunter fallen Behinderungen von Betrieben im Wettbewerb durch die Herbeiführung von Betriebsunterbrechungen oder auch kriminelle Machenschaften wie Erpressung oder „Hehlerei“ mit illegal erworbenen Informationen.

Aber auch Fehler bei der Sicherung von eigenen oder fremden Daten und Informationen können für Unternehmen erhebliche finanzielle Gefahren bergen, die sich fatal auswirken können.

Diese für Unternehmen unwägbaren Gefahren, vor denen sie sich nur bedingt schützen können, stellen die Basis für die aktuellen Cyber-Versicherungskonzepte dar.

Zwar handelt es sich bei dieser Ausgangslage um die klassische Situation, in der Versicherungen Kunden Mehrwert bieten können. Andererseits sind Folgen von Mängeln

und Umfang von Schäden aufgrund der zum Teil wenig greifbaren und abgrenzbaren Sachverhalte und potenzieller Kumulschäden für den Versicherer „Neuland“ und schwer kalkulierbar.

---

### **9.3 Cyber-Risiken**

#### **Ausgangslage der Untersuchung**

Basis der nachfolgenden Untersuchung aktueller Cyber-Policen ist die Recherche auf dem deutschen Versicherungsmarkt zu Beginn des Jahres 2016.

Es wurden alle namhaften deutschen Versicherer sowie lokal aktive amerikanische oder auch britische Versicherer bzw. Lloyds Syndikate angesprochen und um Vorlage von Versicherungsbedingungen zur Cyberversicherung gebeten. Insgesamt wurden ca. 20 Unternehmen angefragt, von denen etwas mehr als die Hälfte über aktuelle Cyber-Versicherungsprodukte verfügen.

Überraschend war, dass namhafte deutsche Versicherer noch keine Cyber-Versicherung anbieten, aber betonen, in naher Zukunft ein entsprechendes Produkt auf den Markt bringen zu wollen. Es gibt auch Versicherer, die sich nach ersten Erfahrungen national und international deutlich zurückhaltend geben und aktuell keine Cyber-Versicherungsprodukte mehr anbieten.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen werden, dass die Namen der einzelnen Versicherer bewusst nicht erwähnt und mit Klauseln in Verbindung gebracht werden. Dies erfolgt, da sich auch Versicherungspolicen im ständigen Wandel befinden und einzelnen Versicherern dann gegebenenfalls Unrecht getan würde, wenn sie nachteilige Klauseln ins Positive verkehren.

---

### **9.4 Marktsituation**

#### **9.4.1 Weltweit**

Seit ca. 10 Jahren sind auf dem weltweiten Markt Cyber-Versicherungsprodukte bekannt. Hier gibt es unterschiedliche Konzepte, wobei grundsätzlich zwischen Large Corp – Mid Corp – Small Corp unterschieden wird. In Deutschland gibt es auch sporadische Ansätze einer solchen Differenzierung.

In den USA wird der potenzielle Markt auf ein Prämievolumen von 1,5 Mrd. US\$ geschätzt, der Londoner Markt wird im Bereich von ca. 400 Mio. US\$ und der Rest der Welt mit ca. 100 Mio. US\$ gesehen; kein Wunder also, dass viele an dem Geschäft teilhaben wollen.

Dass ein konkreter Bedarf seitens des Marktes besteht, zeigt sich darin, dass Einzelli-mits von mehr als 60 Mio. bereits am Londoner Markt gezeichnet wurden; höhere Kapazitäten sind kaum verfügbar.

Es gibt keine konkreten Informationen zu Schadensquoten, diese werden jedoch aktuell inoffiziell bei ca. 70 % der Prämieneinnahmen gesehen.

Die durchschnittliche Schadenleistung weltweit liegt bei 733.000 US\$ wobei die Durchschnittskosten für Krisenmanagement daran ca. 360.000 US\$ je Schadensfall betragen. Rechtsberatungskosten (meist in den USA) liegen durchschnittlich bei 700.000 US\$. Das Gros der Schäden geht auf Hackerschäden zurück mit einem Anteil von geschätzt 30 %; Fehler von Mitarbeitern belasten das Schadensbudget mit ca. 14 % der Fälle.

### **9.4.2 Deutschland**

In Deutschland ist die Verbreitung der Cyberversicherung noch recht gering. Seit ca. 2–3 Jahren sind nahezu alle großen Versicherer bemüht, ihre Produkte auf dem Markt und an den Kunden zu bringen. Die grundsätzliche Erfahrung ist, dass die Kunden zwar grundsätzlich sehr interessiert an einem solchen Produkt sind. Wenige Kunden sind allerdings bereit, entsprechenden Versicherungsschutz zu erwerben. Häufig wird die wenig schlüssige Argumentation angeführt, das Äquivalent der Versicherungsprämie lieber in Sicherheitsprodukte stecken zu wollen. Anderseits gibt es einige wenige Versicherer, die seit 2015 deutlich steigende Umsätze feststellen können.

Der Grund für das zögerliche Verhalten der Kunden mag darin liegen, dass die meisten Bedingungswerte recht unübersichtlich sind und sich deswegen die Notwendigkeit einer solchen Versicherung dem Kunden nicht überzeugend erschließt. Zum Teil gibt es aber, insbesondere im Haftpflichtbereich, auch Überschneidungen, sodass der Kunde hier nicht nachzuvollziehen vermag, ob er tatsächlich weitergehenden Versicherungsschutz erwirbt.

Sachkundige Unterstützung der Kunden durch Versicherer oder Versicherungsmakler ist in der gegenwärtigen Situation eher selten.

Die aktuellen Versicherungsprämien erscheinen recht hoch vor dem etwas diffusen Versicherungsumfangs. Dies scheint der Markt aber schon bedingt erkannt zu haben, da bereits Anfang 2016 erste Anzeichen eines Preiskampfes unter den Policienanbietern zu erkennen sind.

### **9.4.3 Grundsätzliche Erkenntnisse**

Es gibt bei den deutschen Versicherern eine große Bandbreite an Lösungsansätzen zur Versicherung des Cyber-Risikos. Während ein Versicherer für die Beschreibung des Versicherungsschutzes 7 Seiten benötigt, gibt es andere Versicherer, die 37 Seiten benötigen, um dem potenziellen Kunden den Umfang des Versicherungsschutzes darzulegen.

Auffallend ist auch, dass die meisten Versicherer mit Definitionen versuchen, den Versicherungsschutz zu präzisieren bzw. für sie beherrschbar zu machen. Während einige

Versicherer keine Definitionen für spezielle Begrifflichkeiten nutzen, gibt es andere Versicherer, die bis zu 49 Definitionen zur Erläuterung diverser Fachbegriffe in die Bedingungswerke einfügen. Das führt dann im Vergleich der am Markt befindlichen Policen dazu, dass es ungemein schwierig ist, die jeweiligen Inhalte mit ihren Abgrenzungen konkret feststellen und vergleichen zu können. Unabhängig davon haben Definitionen grundsätzlich den Nachteil, dass sie auf Neuerungen in den Begrifflichkeiten in der Regel nicht abgestimmt sind. Die Lücken der Policen werden also in dem Maße größer, in dem die Technik voranschreitet.

Das alles zeugt von der aktuellen großen Unsicherheit der Versicherer, wie Cyber-Risiken zu versichern sind. Es wird wohl aus diesem Grund regelmäßig versucht, bestimmte und konkretisierte Schadensachverhalte zu beschreiben und abzugrenzen, um diese dann wie sogenannte named perils explizit zu versichern, in dem Glauben, diese besser kalkulieren zu können.

Dieser Ansatz ist aber im Sinne des Kunden höchst unglücklich, da damit die Versicherung von neuen Sachverhalten, Techniken und Risiken, die in der schnell wachsenden IT Landschaft heute zwar noch nicht vorhanden sind, in der Regel nicht erfasst werden.

Im Ansatz erkennt man diese Nachteile heute auch schon bei den Policen, die zwar mit konkreten Schadenszenarien agieren, aber nicht auf die Nutzung von Computersystemen in der Cloud oder von externem Dienstleistern reflektieren. Auch ist vielen Versicherern offensichtlich entgangen, dass Smartphones Gegenstand der IT-Landschaft sind und insoweit auch besonderer Berücksichtigung bei den Bedingungswerken bedürfen. Dies gilt umso mehr bei ausschließlicher Versicherung der sogenannten named perils.

Bereits hier ist zu erkennen, dass es große Unterschiede zwischen der Qualität der auf dem Markt befindlichen Policen gibt.

Diese Unterschiede werden noch dadurch verschärft, dass der Versicherungsnehmer mit Ausschlüssen und Obliegenheiten belegt wird, die in den herkömmlich bekannten Versicherungskonzepten anderer Sparten so nicht formuliert werden. Insbesondere auch die Obliegenheiten bedürfen daher bei den meisten Cyber-Versicherungen einer intensiven und besonderen Prüfung.

Generell muss festgehalten werden, dass eine Prüfung der Qualität der Konzepte durch Personen, die nicht über versicherungsrechtliche und gleichermaßen fachspezifische Erfahrung verfügen, nur schwerlich möglich ist.

Die aktuelle Situation auf dem Markt ist mit der vergleichbar, die Ende der Achtziger Jahre des vorigen Jahrtausends bestand, als die D&O Versicherungen (Vermögensschadhaftpflicht für die persönliche Haftung der Organe von Gesellschaften) eingeführt wurde, oder auch Ende der Neunziger Jahre betreffend die IT-Haftpflichtversicherungen.

Auch hier versuchten die Versicherer zunächst mit der Versicherung einzelner Konstellationen quasi Patchwork die Kunden zufrieden zu stellen, und sich an die Risiken heranzutasten, was aber dauerhaft nicht wirklich erfolgreich war.

Beide Versicherungsbereiche verfügen heute über sehr weitgehende Deckungskonzepte mit für den Kunden attraktiven Prämien. Es steht zu erwarten, dass die Cyber-Versicherung einen ähnlichen Weg nehmen wird.

Die unterschiedlichen Ansätze und Qualität der Versicherungskonzepte mögen auch daher röhren, dass die Entwicklung von Underwritern aus verschiedenen Sparten erfolgte. So finden sich die federführenden Underwriter in der Haftpflichtsparte, aber auch in den Sachsparten, wie Inhaltsversicherung, Elektronikversicherung oder auch technische Versicherung wieder. Das führt dann zum Beispiel zu interessanten und wenig nachvollziehbaren Definitionen bei der Versicherung von Betriebsunterbrechungsrisiken.

Einig hingegen sind sich die Versicherer, die auf dem deutschen Markt agieren, allerdings dahin gehend, dass 2 grundsätzliche Bereiche versichert werden sollen, nämlich Drittschäden aus dem Bereich der Haftpflichtversicherung und eigene Schäden der Versicherungsnehmer in diversen Fallkonstellationen.

---

## 9.5 Schadensansprüche Dritter – Haftpflichtversicherung

Ein wichtiger Bestandteil der Cyber-Versicherung ist die Haftpflichtversicherung. Hier muss allerdings drauf hingewiesen werden, dass weite Bereiche des Versicherungsschutzes auch über eine „normale“ Betriebs- und Vermögensschadenhaftpflicht bereits abgedeckt ist.

Das ist immer dann der Fall, wenn aufgrund fahrlässiger Handlung des Versicherungsnehmers Dritte zu Schaden gekommen sind. Als Beispiele mögen hier die Übertragung von Viren oder Trojanern, das Begehen von Vertraulichkeitsverletzungen oder auch Datenschutzverletzungen genannt werden. Dass neben den Drittschäden durch diese Handlungen bei dem Versicherungsnehmer auch Eigenschäden in nicht unerheblichem Ausmaß entstehen können, wird im Rahmen der Versicherungsdeckung zur Eigenschadenversicherung im Detail erläutert.

Auch bei der Haftpflichtversicherung bietet der Markt der Versicherer verschiedene Ansätze, z. B. bei der Definition des Versicherungsfalles.

Während einige Versicherer das Schadenereignis, welches zu einem nachfolgenden Schaden führt, als Versicherungsfall ansehen, gibt es eine Reihe von Policen, die das sogenannte Claims-Made- Prinzip zugrunde legen. Claims Made bedeutet, dass der Versicherungsfall in dem Zeitpunkt eintritt, in dem erstmals ein Schaden bzw. ein hieraus resultierende Anspruch schriftlich gegen den Versicherungsnehmer geltend gemacht wird.

Da in der Regel bei deutschen Haftpflichtversicherungspolicen als Versicherungsfall der Eintritt des Schadenereignisses bestimmt ist, kann es in diesem Zusammenspiel von Cyber- und Betriebshaftpflichtversicherungen zu abweichenden Versicherungsfällen kommen. Letztlich dürften sich aber hieraus keine gravierenden Nachteile für den Versicherungsnehmer ergeben, da bei der Natur der potenziellen Cyber-Schäden eine deutliche zeitliche Nähe ohnehin gegeben ist. Auch überlagert sich der Versicherungsschutz in weiten Bereichen.

Auffallend ist auch hier, dass die meisten Versicherer nur Schäden aus konkret definierten Sachverhalten versichern wollen. Andere hingegen schränken den Umfang der

Versicherung insoweit ein, dass lediglich Kosten für die Verteidigung gegenüber Ansprüchen Dritter erstattet werden, nicht jedoch der entstandene Schaden.

Regelmäßig definiert sich der Versicherungsschutz für die Folgen von Datenschutzverletzungen, Datenvertraulichkeitsverletzungen, Netzwerksicherheitsverletzungen, Informationssicherheitsverletzungen oder auch für Datenverlust bei Dritten.

Diese Begrifflichkeiten sind relativ weit zu verstehen, und schließen Folgeschäden ein, die daraus resultieren können dass zum Beispiel durch ein fehlerhaft betriebenes Sicherheitssystem des Versicherungsnehmers Daten Dritter an die Öffentlichkeit gelangen und diese hierdurch einen Schaden erleiden. Das kann zum Beispiel schon dann der Fall sein, wenn Hacker das nicht optimale Sicherheitssystem des Versicherungsnehmers knacken und an vertrauliche Daten von Dritten kommen. Aus der Presse war zu entnehmen, dass auch namhafte Banken und Kreditkartenunternehmen bereits hiervon betroffen wurden. Viele Kunden änderten darauf ihre Log-ins oder Bankverbindungen (z. B. auf dem Briefkopf). Die hieraus resultierenden Kosten können nicht unerheblich sein.

Einer gewissen Aufmerksamkeit bedarf es hier dennoch, da über Definitionen in den Policen möglicherweise die an sich weite Auslegung o. g. Begriffe eingeschränkt werden kann und auch wird.

In der Regel werden Schäden durch Übertragung von Malware in diesem Zusammenhang nicht explizit genannt. Allerdings kann der Einschluss solcher Schäden unter die Begrifflichkeit Datenschutz- bzw. Datensicherheitsverletzung subsumiert werden, sodass auch die Kosten Dritter versichert sind, die durch die Wiederherstellung virusinfizierter Computer entstehen können.

---

## 9.6 Eigenschadenversicherung

### 9.6.1 Allgemeines zur Marktsituation

In Deutschland wird allgemein ein nicht unerhebliches Prämienvolumen für Cyber-Versicherungen erwartet. Namhafte Quellen sprechen davon, dass 100 Mio. Versicherungsprämie durchaus realistisch sind. Aktuell ist der Verkauf sogenannter Cyber-Policen überwiegend schleppend. Andererseits ist davon auszugehen, dass Unternehmen zunehmend Cyber-Versicherungsschutz erwerben werden, nicht zuletzt deswegen, weil ansonsten die Organe der Gesellschaft gegebenenfalls in persönliche Haftung genommen werden könnten, weil sie unternehmenskritische Risiken nicht adäquat abgesichert bzw. vermieden haben.

Mit zunehmender Diskussion über die Haftungsrisiken von Industrie 4.0 sowie Berichterstattung über Cyber-Kriminalität kann davon ausgegangen werden, dass die Vorteile des Versicherungsschutzes schon bald die Bedenken in Bezug auf die nicht unerheblichen Prämien überwiegen werden.

### **9.6.1.1 Allgemeines zur Marktsystematik**

Die auf dem Markt befindlichen Versicherungskonzepte agieren überwiegend nach dem sogenannten Bausteinprinzip. D. h., dass im Bereich des Eigenschadens Szenarien unter gewissen Begrifflichkeit zusammengefasst werden und entsprechender Versicherungsschutz zur Verfügung gestellt wird.

Dieser umfasst neben der reinen Schadeneintrittspflicht auch häufig Assistenz Leistungen sowohl vor, als auch während des Schadenfalles. Einige Versicherer kooperieren bereits mit Gesellschaften, die IT Sicherheitsdienste und IT Forensikleistungen anbieten; andere kooperieren mit namhaften Unternehmensberatern.

Dies stellt einen durchaus sinnvollen Ansatz dar, da hierüber die Sicherheit in den Unternehmen optimiert werden kann und im Schadenfall dann häufig schon dezidierte Notfallpläne existieren, die zur Schadenminderung führen können.

Konkret werden also neben bereits eingetretenen Schäden auch Kosten zur Prävention, Schadenfeststellung, Schadenbeseitigung oder Schadenminderung übernommen.

Bei der Prüfung stellt es sich mitunter heraus, dass Schäden nicht Folgen des Eintritts einer versicherten Gefahr sind. Umfassende Versicherungskonzepte zahlen in solchen Konstellationen bis zu 50 % der entstandenen Kosten.

Andererseits ist auch erkennbar, dass viele Versicherer hier recht zurückhaltend agieren, da regelmäßig vor Einschaltung eines Experten die zum Teil schriftliche Zustimmung des Versicherers zur Kostenübernahme gefordert wird. In der Praxis wird das kaum haltbar sein, da Unternehmer, die sich von einem Hackerangriff betroffen fühlen, wohl kaum zunächst ihren Versicherer anschreiben, bevor sie eine Abwehrstrategie unter Zuhilfenahme von externen Spezialisten entwickeln.

Bei den meisten Polices wird der Eintritt des Versicherungsfalls in der Beeinträchtigung des Computersystems des Versicherungsnehmers gesehen.

Die Fokussierung allein auf Angriffe auf das Computersystem erfasst aber nur einen Teil des gesamten Gefahrenpotenzials. Das hat auch ein Versicherer erkannt, der explizit Schäden infolge von Telefon-Hacking versichert. Einschränkend soll sich der Versicherungsschutz dann allerdings nur auf internetbasierte Telefonsysteme wie Voice over IP beziehen. Abhängig vom konkreten Schadensszenario können sich hier durchaus Deckungserweiterungen ergeben.

Deutliche Unterschiede gibt es im Umfang des Versicherungsschutzes bei den Eigenschäden. Während einige Versicherer hier nur in wenigen Bereichen Kosten zur Verfügung stellen wollen, gibt es auch erfreuliche Polices, die, um es pauschal zu sagen – weitestgehend sämtliche im Versicherungsfall entstehende Kosten übernehmen. Andererseits gibt es kein Konzept, das nicht optimiert werden könnte.

Bei den im Folgenden aufgeführten Bausteinen kann nicht von einem klaren und bei jedem Versicherer gleichermaßen verstandenen Versicherungsumfang ausgegangen werden. Es gibt zu viele abweichende Definitionen für im Grunde den gleichen Schadenssachverhalt. Auch sind Überschneidungen innerhalb der Definitionen erkennbar, was in gewisser Weise deren Berechtigung infrage stellt.

Es darf also auch hier die Frage gestellt werden, warum mit sogenannten named perils agiert wird, wenn am Ende des Tages doch weitgehender Versicherungsschutz geboten werden soll bzw. aufgrund unklarer Definitionen juristisch erkämpft werden wird.

### **9.6.1.2 Versicherungsfall bei Eigenschäden**

Auch hier besteht bei den Versicherern von Cyberpolicen ein weites Spektrum an Definitionen.

Zum Teil wird der Eintritt des Versicherungsfalls mit dem Eintritt des Schadensereignisses gesehen. Andere Versicherer wollen den Versicherungsfall erst in dem Moment eingetreten sehen, in dem eine Beeinträchtigung erkannt worden ist. Problematisch ist hier bei vielen Versicherern, dass sie unterschiedliche Versicherungsfalldefinitionen je nach Baustein und Fallkonstellation in der gleichen Police haben.

Als gelungen kann die Definition des Versicherungsfalls betrachtet werden, in dem der Versicherer diesen mit dem „Eintritt eines nach diesen Bedingungen versicherten Eigenschadens infolge eines versicherten Ereignisses“ bestimmt.

Zum Teil wird ausschließlich darauf abgestellt, dass Angriffe auf das Computersystem des Versicherungsnehmers erfolgen müssen. Hier darf die Frage gestellt werden, ob bei dem Angriff über die Cloud oder gegebenenfalls mittels eines Angriffs über ein Smartphone die Voraussetzung für den Eintritt des Versicherungsfalls gegeben ist. Voraussetzung wäre, dass die Cloud Teil des Computersystems des Versicherungsnehmers wäre; eine einheitliche Meinung hierzu gibt es sicher nicht.

In diesem Zusammenhang wird auch die Frage erörtert, ob es stets eines gezielten Angriffs bedarf, oder ob auch Versicherungsschutz bestehen soll, wenn durch einen weltweit gestreuten Virus unzählige nicht konkret und gezielt angegangene Computersysteme gehackt bzw. infiziert werden, unter denen sich auch das Computersystem des Versicherungsnehmers befindet.

---

## **9.7 Versicherung Bausteinprinzip**

Die meisten Versicherer bilden bei der Eigenschadenversicherung sogenannte Bausteine, die verschiedene Schadenszenarien definieren. Im Rahmen dieser Szenarien werden unterschiedliche Versicherungsleistungen angeboten. Hierbei kann es sich um aktive Assistenz-Leistungen bzw. Kosten für dieselben handeln, oder auch nur um Feststellungs- oder auch Rechtsverfolgungskosten.

Aufgrund der abweichend voneinander definierten Bausteine und Szenarien ist es sehr schwierig, eine Vergleichbarkeit unter den auf dem Markt angebotenen Versicherungspolicen festzustellen. Definitiv aber gibt es im Versicherungsumfang auf dem Markt große Schwankungen.

Im Folgenden sollen die „gängigen“ Eigenschaden-Bausteine am Markt auf ihre Qualität überprüft und Differenzierungen herausgearbeitet werden

## 9.7.1 Computer Forensik

Im Rahmen dieses Bausteins werden in der Regel Kosten übernommen, die dadurch entstehen, dass der Betroffene Versicherungsnehmer externe Spezialisten beauftragen muss, um Ursache und Umfang des eingetretenen Schadens festzustellen. Hierunter fallen Kosten von Rechtsanwälten, Technikern, Betriebswirten und auch weiteren Spezialisten, die das Gefahrenpotenzials beseitigen, aktuell vorhandene Schadenszenarien untersuchen und gerichtsfest Ursachen und Folgen dokumentieren.

Regelmäßig aber nicht immer werden unter diesen Baustein auch die Kosten übernommen, die es erfordert, um den festgestellten Angriff von außen abzustellen. Manche Versicherer übernehmen diese Kosten allerdings unter dem Baustein Krisenmanagement.

Die ideale Formulierung definiert den Versicherungsschutz mit der Übernahme der notwendigen Kosten zur Feststellung und Beseitigung von Schadenursache und Schadenumfang.

Die meisten Versicherer machen die Übernahme dieser Kosten davon abhängig, dass vor Entstehen der Kosten seitens des Versicherers eine schriftliche Zustimmung zu Kostenübernahme vorliegen muss.

Zum Teil muss auch hinsichtlich der Auswahl der jeweils zu beauftragenden Experten eine Zustimmung erfolgen, wobei die Spezialisten möglicherweise nur aus einem vom Versicherer benannten Pool an Experten ausgewählt werden können. Manche Versicherer legen Experten bereits im Vorhinein gemeinsam mit den Versicherungsnehmern fest.

Auf der anderen – unteren – Seite der Skala werden seitens eines Versicherers ausschließlich solche Kosten übernommen, welche zum Zwecke der Feststellung nur der Schadenhöhe der Versicherungsleistung anfallen.

### 9.7.1.1 Krisenmanagement

Diese Position umfasst die wichtigsten Leistungen einer Cyber-Police, nämlich die Assistenzleistung im Krisenfall.

Einige Versicherer subsumieren unter diesem Baustein umfassende Leistungen für den Krisenfall. Andere ergänzen den Baustein um diverse, in gesonderten Bausteinen zu versichernde Leistungen.

Konkret handelt es sich dabei um Kosten für Rechtsberatung, IT Dienstleistungen zur Minderung und Beseitigung des Schadens, Kosten für Daten Wiederherstellung, Kreditkarten Monitoring, Benachrichtigung geschädigter Dritter, zum Teil sind hierin auch die Kosten umfasst, die entstehen, wenn der Geschädigte Versicherungsnehmer Unterlassungsklage oder Klage gegen Verursacher einreicht.

Auch die aktive Strafverfolgung bei strafrechtlich relevanten Handlungen Dritter durch Unterstützung eines Rechtsanwalts, wird zum Teil seitens des Versicherers übernommen.

Es gibt auch Versicherer, die in diesem Zusammenhang den sogenannten Goodwill versichern. Das bedeutet, dass weitere Kosten übernommen werden, die sinnvollerweise aufgewendet werden um zur Verkürzung oder Beendigung der Krise im Unternehmen beizutragen.

Auch hier weist der Markt deutlich wahrnehmbare Unterschiede im Umfang dessen auf, was dem Versicherungsschutz unterfällt.

### **9.7.2 Ertragsausfall – Cyber – Betriebsunterbrechung**

Große Unterschiede auf dem Versicherungsmarkt gibt es auch beim Umfang des Versicherungsschutz bei der Cyber-Betriebsunterbrechungsversicherung. Das wird schon bei der Definition des Versicherungsfalls deutlich.

Während einige Versicherer die Betriebsunterbrechung in dem Zeitpunkt eingetreten sehen, in dem der Betrieb durch eine Cyberattacke tatsächlich unterbrochen wird, wollen andere Versicherer den Zeitpunkt ihrer Eintrittspflicht abweichend verstanden wissen.

Zum Teil wird die früheste Erkennbarkeit oder auch die Meldung der Betriebsunterbrechung an den Versicherer als Eintritt des Versicherungsfalls und damit der Beginn des Zeitpunkts der Kostenübernahme definiert.

Ungeklärt ist die Konstellation, wenn eine teilweise Betriebsunterbrechung, die zu Folgeschäden nicht geringen Umfangs führt, in diesem Rahmen versichert ist, oder ob – entsprechend der Bedingungen – lediglich die vollkommene Betriebsunterbrechung zu Ansprüchen des Versicherungsnehmers gegenüber dem Versicherer führt. Hierzu findet sich in keinen der Bedingungswerke eine adäquate Antwort. Auch findet sich keine Antwort auf die Frage, ob Versicherung Schutz besteht, wenn mitversicherte Tochterunternehmen eine Betriebsunterbrechung zu beklagen haben.

Bei der weiteren Prüfung aktueller Polisen finden sich Formulierungen zur Betriebsunterbrechung wie folgt:

Der Versicherungsschutz sowie die Laufzeit des im Versicherungsschein genannten zeitlichen Selbstbehalts beginnen mit dem Zeitpunkt, zu welchem der Versicherungsnehmer oder die mitversicherte Person dem Versicherer den Eintritt einer Betriebsunterbrechung angezeigt hat.

oder

Wiederherstellungsperiode ist der Zeitabschnitt der beginnt(...) unter Bezug auf entgangenen Gewinn, 24 Geschäftsstunden nach Beginn der Beeinträchtigung oder Unterbrechung.

Gerade bei Unternehmen, die davon abhängig sind, dass für Produktion, Dienstleistung und Vertrieb eine ständige Erreichbarkeit und Kommunikationsbereitschaft gegeben sein muss, höhlen die vorgenannten Formulierungen den Versicherungsschutz weitestgehend aus. Eine Wartezeit von 24 Geschäftsstunden bis zur Eintrittspflicht des Versicherers im Versicherungsfall oder eine Betriebsunterbrechung die erst nach Anmeldung gegenüber dem Versicherer als solche zu laufen beginnt, können Existenzgefährdend sein.

Man stelle sich vor, dass eine Betriebsunterbrechung an einem Freitag eintritt. Es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass der Versicherungsnehmer seine Kraft darauf

fokussiert, zunächst sofortige Ursachenforschung zu betreiben, um die Wiederherstellung der Systeme zu gewährleisten. Dass er dabei die Information des Versicherers als höchste Priorität berücksichtigt, erscheint im praktischen Leben eher unwahrscheinlich. Damit wird aber sein Versicherungsschutz gefährlich und unverhältnismäßig reduziert.

Ebenso erhebt sich die Frage, wie im Versicherungsfall Geschäftsstunden definiert werden und ab welchem Zeitpunkt der Versicherer die geschuldete Leistung erbringt.

Nicht nur die Feststellung des Beginns der Betriebsunterbrechung ist bei den diversen Versicherern stark abweichend. Auch die Definition des Endes der Betriebsunterbrechung und damit der Zeitraum, in den die zu übernehmen Mehrkosten und entgangene Gewinne fallen, ist in vielen Policen höchst unbefriedigend geregelt.

So werden teilweise nur bis zum Zeitpunkt der Wiederherstellung der Systeme Betriebsunterbrechungskosten und entgangene Gewinne erstattet, wobei offensichtlich ist, dass auch nach der Wiederherstellung der Computersysteme regelmäßig weitere Folgeschäden entstehen können. Insbesondere dauern Umsatzeinbußen über den Zeitpunkt der Wiederherstellung der Computersysteme regelmäßig an.

Die guten Versicherungskonzepte sehen vor, dass Mehrkosten und entgangene Gewinne für den Zeitraum bis zur Wiederverfügbarkeit der Systeme + 15 Tage übernommen werden oder – noch besser – über keine zeitliche Definition verfügen und stattdessen auf die kausalen betriebswirtschaftlichen Fakten abstellen.

Positive Formulierungen, die das Ende der Betriebsunterbrechung und den Wiederherstellungszeitraum definieren, lauten wie folgt:

Wiederherstellungszeitraum bedeutet die Frist ab dem Zeitpunkt, an dem die Geschäftstätigkeiten erstmals unterbrochen wurden bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Geschäftstätigkeit im Wesentlichen auf dem Betriebsniveau wiederhergestellt sind, auf dem sie vor der Unterbrechung waren.

Nicht nachvollziehbar ist, warum nahezu jeder der Versicherer für die Definition von Beginn und Ende der Betriebsunterbrechung und Haftungszeit eine neue Formulierung gewählt hat. Sinnvoller wäre es sicherlich gewesen, die aus der Feuer-Betriebsunterbrechungsversicherung allgemein bekannten Definitionen zu wählen. So hätte man auf eine zuverlässige Diktion und jahrelange Erfahrungen bei der Schadenfeststellung zurückgreifen können.

Schwer verständlich ist auch, dass ein Versicherer die Mehrkosten und entgangenen Gewinn nur auf die an benannten Versicherungsorten entstandenen Schäden beschränken will.

Abgesehen davon, dass davon auszugehen ist, dass der betroffenen Versicherungsnehmer eine einheitliche Feststellung des entgangenen Gewinns und der Mehrkosten aus der Betriebsunterbrechung insgesamt und nicht nach Niederlassung bilanzieren wird, ist nicht nachvollziehbar, wie eine Schadenfeststellung erfolgen kann.

Unternehmen, die ihre IT-Systeme über eine Cloud oder ggf. auch externe Dienstleister organisiert haben, werden dann mit hoher Wahrscheinlichkeit über keinen Schutz verfügen.

Wenig sinnvoll erscheinen auch Bewertungszeiträume für entgangenen Gewinn von bis zu 36 Monaten vor dem Schadensfall, um den aktuell entstandenen Gewinnverlust zu definieren.

Einige Versicherer verweisen darauf, dass sie einen zeitlichen Selbstbehalt mit den Versicherungsnehmern vereinbaren. Dies mag durchaus sinnvoll sein, sofern – je nach Betriebsausrichtung – wenige Stunden nicht überschritten werden. 24 h zeitlicher Selbstbehalt zum Beispiel bei einem Online Dienstleister sollten nicht toleriert werden, wohingegen ein solcher Zeitraum bei einem Maschinenbauunternehmen eher tolerierbar wären, soweit die Produktion nicht betroffen ist.

Positiv zu vermerken ist, dass Versicherer ihren Kunden optional (gegen Mehrprämie) die Möglichkeit einräumen, auch Betriebsunterbrechungsschäden infolge des Ausfalls der Cloud versichern. Allerdings wird der grundsätzlich gute Gedanke sogleich wieder eingeschränkt wie folgt:

Cloud Services im Sinne dieser Bedingungen ist die bedarfsbezogene Bereitstellung einer Computerinfrastruktur, einschließlich einer Lösung auf Basis einer „Infrastructure as a Service (IaaS)“ oder „Platform as a Service (PaaS)“. Nicht umfasst ist jedoch die Bereitstellung auf Basis von „Software as a Service (SaaS)“.

Aus Gründen der Fokussierung auf Wesentliche Einschränkungen des Versicherungsschutzes bleiben weitere einschränkende Details unerwähnt.

Die Vielfalt der Formulierungen des Versicherungsumfangs auf dem Markt zeigt, dass grundsätzlich ein umfassender Versicherungsschutz möglich sein sollte. Der Markt offeriert dem Kunden hier viele Optionen ein, leider nicht in einer einheitlichen Versicherungspolice. Unter Hinweis auf marktübliche Formulierungen sollte es möglich sein, einen individuell recht umfassenden Versicherungsschutz zu generieren.

### **9.7.3 Wiederherstellungskosten**

Grundsätzlich sollte die Feststellung dessen, was unter den Begriff Wiederherstellungskosten infolge einer Krise fällt, überschaubar und klar strukturiert sein. Das trifft für die meisten Policen allerdings nicht zu. Auch hier erfolgen Einschränkungen durch viele Versicherer, die zwischen Daten und Programmen differenzieren, oder Daten und Programme, die sich nur im Arbeitsspeicher befunden haben, nicht versichern wollen,

Mitunter beziehen sich die Wiederherstellungskosten auch nur auf die Kosten, die am Computersystem des Versicherten Unternehmens entstanden sind. Auch hier erhebt sich die Frage, ob Schäden infolge der Beschädigung von Daten in der Cloud oder in der Kommunikation mit Smartphones in diesem Zusammenhang versichert sind. Das hängt letztlich davon ab, wie die Definition für den Begriff „Computersysteme des Versicherten Unternehmens“ zu verstehen und auszulegen ist.

Viele Konzepte umfassen nicht die Kosten, die anfallen, wenn auch im Rahmen zum Beispiel einer DOS Attacke Hardwareschäden entstanden sind. Hier zeigt sich der Unterschied im Versicherungsumfang deutlich. Während einige Versicherer generell die

Wiederherstellungskosten am Computersystem – und damit ggf. auch Hardwareschäden – absichern wollen, lassen sich andere nur auf bestimmte definierte und eingeschränkte Kostenpositionen ein. Im Hinblick auf die Entwicklung neuer Medien und Techniken ist letzteres für einen dauerhaften Versicherungsschutz natürlich nicht sinnvoll.

Auch unter diesem Baustein machen viele Versicherer ihre Eintrittspflicht davon abhängig, dass vor Entstehen der Kosten eine schriftliche Kostenübernahme seitens des Versicherers erfolgt ist. Wobei sich auch hier wiederum die Frage erhebt, ob bei Verstoß gegen diese Vorgaben, die Obliegenheiten darstellen dürften, der Versicherer tatsächlich seine Eintrittspflicht ablehnen kann. Folglich werden mit hoher Wahrscheinlichkeit Diskussion entstehen, welche Relevanz die mangelnde Zusage bei der Entstehung des tatsächlichen Schadens wirklich hat. Hätte der Versicherer die Übernahme der Kosten treuwidrig nicht ablehnen dürfen, so wird er auch in den Fällen mangelnder vorheriger Zustimmung die Kosten übernehmen müssen.

#### **9.7.4 Benachrichtigungskosten**

Die Schadensumfänge, die im Rahmen dieses Bausteins entstehen können werden häufig unterschätzt.

Ist zum Beispiel der Versicherungsnehmer gehackt worden und steht es zu befürchten, dass personenbezogene Daten dabei tangiert wurden, so ist er verpflichtet (gemäß § 42a Bundesdatenschutzgesetz/BDSG) dies den zuständigen Aufsichtsbehörden und den Betroffenen mitzuteilen.

Dieser Informationspflicht kann Genüge getan werden durch individuelle schriftliche Information oder durch Benachrichtigung über die Medien.

Betroffen hiervon kann die lokale Arztpraxis, das Fitnessstudio oder die regionale oder überregionale Bank oder Internetplattform sein. Jeder Kunde bzw. jede in der Firmendatei vorhandenen Person ist dann individuell zu informieren. Kostenschätzungen von 20–30 € pro Person werden hier regelmäßig genannt, was im Kumul durchaus erhebliche Beträge darstellen kann, die der Versicherungsnehmer zu tragen hat.

Zu dieser Position besteht weitestgehend Übereinstimmung unter den Versicherern, die eine Kostenübernahme der angemessenen Kosten zusagen.

Unterschiede gibt es allerdings insoweit, als dass einige Policen auch die Kosten von Kreditkartenmonitoring bis zu einem Jahr unter dieser Position mitversichern. Zum Teil findet sich auch eine Kostenübernahmzusage unter dem Baustein Krisenmanagement.

#### **9.7.5 Reputationsschäden**

Hierunter verstehen die Versicherer grundsätzlich die Kosten, die anfallen, wenn im Rahmen eines Versicherungsfalls negative Publizität für den Versicherungsnehmer entstanden ist. Insbesondere sind hier Public Relations Maßnahmen angesprochen, die zur Verbesserung des öffentlichen Images angemessen und erforderlich sind.

Die Versicherer gehen dabei in der Regel davon aus, dass eine negative Publizität in den Medien bereits erfolgt ist und überdies im Rahmen des Krisenfalls besondere Kosten für qualifizierte Kommunikationsberater anfällt.

Bei genauer Analyse erkennt man aber auch hier den Unterschied, dass Versicherer zwischen lediglich den Kosten für Kommunikationsberater und andererseits Public Relations Maßnahmen und weiteren Kosten differenzieren und Versicherungsschutz vorenthalten. Das kann man an Formulierungen wie der Folgenden erkennen:

Die eine Schädigung der Reputation des Unternehmens(...)zur Folge haben kann, besteht Versicherungsschutz zur Erstellung und Durchführung einer PR Strategie, um die Reputation des Versicherten zu wahren oder wiederherzustellen. Der Versicherungsschutz umfasst Vergütungen und Auslagen des in Versicherungsschein genannten PR-Beraters(...)

Das heißt klar, dass bei diesem Versicherer nur Kosten für die Entwicklung einer Strategie und die Auslagen für den PR-Berater versichert sind, nicht jedoch die regelmäßig umfassenden Kosten der Umsetzung der Strategie.

Glücklicherweise gibt es auch Policen, die die Kosten für PR- Maßnahmen bei Reputationsschäden übernehmen und somit den erwarteten Versicherungsschutz gewähren.

Weitest gehende Einigkeit besteht unter den Versicherern dahingehen, dass vor der Beauftragung eines PR-Beraters oder einer PR-Kampagne die Zustimmung des Versicherten vorab dezidiert eingeholt werden muss. Zum Teil verweisen Versicherer darauf, dass nur bereits im Versicherungsschein benannte Agenturen eingeschaltet werden dürfen. Auch findet man die Formulierung, dass der Versicherer für den Versicherungsnehmer den Auftrag zur Erbringung von PR Leistungen erteilt. In dieser Konstellation erscheint die vorherige Abstimmung sinnvoll und nicht behindernd für den Versicherungsnehmer.

### **9.7.6 Cyber-Kriminalität**

Versicherungsschutz für Schäden infolge von Cyber-Kriminalität findet sich in fast allen Policen. In den meisten ist dieser Baustein optional (gegen Mehrkosten) wählbar.

Im Baustein Cyber-Kriminalität finden sich einige Deckungsbestandteile der bereits seit Jahren am Markt befindlichen Vertrauensschadenversicherung wieder.

Insbesondere zu diesem Baustein gibt es große Unterschiede und mannigfaltige Varianten des Versicherungsumfangs, der von seinem Namen hier mehr verspricht, als er letztendlich hält.

Der Versicherungsschutz bei Vorfällen im Rahmen der Cyber-Kriminalität beinhaltet Hackerangriffe, interne Betrügereien, Erpressung, Website Beschädigungen, Manipulationen im Zahlungsverkehr, Manipulation an Telefonanlage oder EDV System etc.

Oft werden dann aber in der Folge nur geringe Beträge des Schadens übernommen, die durch eine der genannten Vorfälle dem Versicherungsnehmer entstanden sind.

Darum ist es umso mehr erforderlich, die Details des Versicherungsumfangs konkret zu vergleichen und auf die Diktion präzise zu achten, da es sehr große Unterschiede und damit Lücken gibt.

So umfasst der Versicherungsschutz bei einem Versicherer exemplarisch (ohne Nennung des Versicherers)

Erpressungsgelder, die unmittelbar aufgrund einer angedrohten Informationssicherheitsverletzung von einem Versicherten gezahlt werden... angemessene Gebühren und Auslagen des in Versicherungsscheinen genannten Krisenberaters

Die auf den 1. Blick umfassende Erklärung stellt aber einen nur sehr eingeschränkten Versicherungsschutz dar, was mit nachfolgenden Überlegungen demonstriert werden soll.

Zum einen bezieht sich der Versicherungsschutz ausschließlich auf die Erstattung von Erpressungsgeldern. Nicht selten allerdings wird auch ein geldunabhängiges Tun oder Unterlassen, welches zu Vermögensschäden führen kann, von den betroffenen Versicherungsnehmern verlangt.

Zum anderen könnte man auch die Frage stellen, ob die Zahlung von sogenannten Bitcoins als „Geldleistung“ im Sinne der Bedingungen verstanden wird.

Viel bedenklicher wird das Ganze aber, wenn man sich verdeutlicht, dass aktuell Computerviren auf dem Markt sind, die die Computersysteme des Angegriffenen lahmlegen. Die kriminellen Hintermänner schleusen diese Viren ein und bieten dann gegen Zahlung eines Lösegeldes an, die Blockade des Computersystems wieder aufzuheben. Versicherungsschutz wäre nach oben genannter Formulierung nicht gegeben, da bereits eine Informationssicherheitsverletzung stattgefunden hat und nicht mit der Herbeiführung einer solchen nur gedroht wird.

Man mag darüber spekulieren, ob das auch wirklich so einschränkend gemeint war. In Anbetracht eines potenziellen sechsstelligen Schadens darf spekuliert werden, wie ein Jurist aus der Schadenabteilung eine solche Klausel verstehen könnte.

Hier wird einmal mehr deutlich, welche Nachteile durch die explizite Versicherung einiger benannter Gefahren entstehen.

Ebenso wird klar dass Entwicklungen in der technischen Welt nicht automatisch vom Versicherungsschutz erfasst werden, obwohl dies von der Systematik her möglich und für den Versicherungsnehmer sinnvoll wäre.

Auch Zahlungen der Versicherungsnehmer, die infolge Datenmanipulation von außen durch Mitarbeiter des Versicherers intern veranlasst werden, (fake the president) sind bei oben genannter Definition nicht versichert.

Gegenstand einer umfassenden Diskussion kann auch die Frage auslösen, was in diesem Zusammenhang „unmittelbar“ bedeutet.

Zwar sind die Kosten für den Krisenberater versichert, nicht jedoch Rechtsverfolgungskosten um möglicherweise sogar bekannte Schädiger gerichtlich zu belangen.

Häufig entstehen Schäden dadurch, dass interne oder externe Personen widerrechtlich in den Besitz vertraulicher Informationen gelangen, die mit Zahlungsvorgängen oder Geschäftsspezifika zu tun haben. Mitursächlich ist meist, dass die Datensicherheit des Versicherungsnehmers nicht optimal konzipiert ist; man könnte insoweit von einem Mangel sprechen. Würde ein Täter mittels Zugang über das mangelhaft gesicherte

Computersystem des Versicherungsnehmers, Kundendaten ausspähen und in der Folge mit diesen Informationen den Kunden schädigen, so wäre der Schaden des Kunden im Rahmen der Betriebshaftpflichtversicherung oder auch der Cyber-Haftpflichtversicherung weitestgehend gedeckt.

Das wird von den Versicherern einhellig anerkannt.

Nicht verständlich ist dann allerdings, warum im Rahmen der Eigenschadenversicherung einige Versicherer keinen Schadensersatz zahlen wollen, wenn aufgrund eines gleichartigen Vorgangs der Schaden nur beim Versicherungsnehmer entsteht.

Die Konstellation, dass ein Dritter an Bankdaten des Versicherungsnehmers gelangt und sich dieselben zunutze macht, indem er Zahlungen auf sein Konto umlenkt, ist grundsätzlich versicherbar sowohl in der Cyber-Versicherung, als auch in den sogenannten Vertrauensschadenversicherungen.

Von einigen Versicherern wird offensichtlich versucht, auch Schäden aus dem sogenannten „fake the president“ BetrugsmodeLL abzusichern. Hierbei handelte sich um die Fälle, in denen das Umfeld einer im Unternehmen verantwortlichen Person über Monate ausgespäht und dann während einer längeren Dienstreise versucht wird, die Finanzabteilung des Unternehmens zu einer erheblichen Zahlung zu veranlassen, die aufgrund von Betriebsgeheimnissen noch nicht unmittelbar offengelegt werden darf. Zur Legitimation werden in der Regel dann E-Mail Daten gefälscht und zuvor gewonnene interne Betriebs- und/oder Privatinformationen preisgegeben, sodass beim ausführenden Mitarbeiter der Glaube entsteht, unmittelbar mit dem Entscheidungsträger zu kommunizieren. Die dann vorgenommenen Zahlungen auf ein meist ausländisches Konto sind dann in der Regel verloren. Schadensersatz wird durch einige Versicherer geleistet; insbesondere auch in der Vertrauensschadenversicherung.

Die Klausel, dass „auf Datenmanipulation basierende irrtümliche Geldüberweisungen an Dritte“ versichert sind, würde den oben genannten Sachverhalt nicht versichern. In der oben genannten Konstellation handelt sich um eine bewusste Überweisung, die aufgrund einer Täuschungshandlung erfolgte – der Tatbestand der irrtümlichen Geldüberweisung ist nicht gegeben, denn der Mitarbeiter wollte das Geld überweisen. Seine Motivation war allerdings von dem Gedanken getragen, von seinem Vorgesetzten beauftragt worden zu sein.

Es gibt auch Formulierungen, die eine Eintrittspflicht für sogenannten Internet Betrug davon abhängig machen, dass ein vorsätzlicher, rechtswidriger und zielgerichteter Hackerangriff über ein Telekommunikationsnetz erfolgt sein muss. Oft sind solche Angriffe nicht zielgerichtet auf den Versicherungsnehmer, sondern weit gestreut; auch ist denkbar, dass solche Handlungen unter Einschaltungen von Computern nicht nur über das Telekommunikationsnetz erfolgen.

Oft wird dann der Schadensersatz auf einige wenige Gefahrenkonstellationen reduziert, sodass nur ein Bruchteil des Schadenpotenzials über Versicherungsschutz verfügt.

In anderen Policien wird Kostenersatz bei Schäden infolge von Cyber-Diebstahl oder Telefon Hacking geboten. Erpressungstatbestände von intern oder extern, wie z. B. in der Vertrauensschadenversicherung, sind hiervon nicht umfasst.

Der Begriff des Cyber-Diebstahls ist überdies unglücklich gewählt. Das Strafgesetzbuch definiert einen Diebstahl unter anderem mit dem „Bruch fremden und Begründung eigenen Gewahrsams“ an einer Sache. Das würde aber konkret zur Folge haben, dass Daten dann beim Geschädigten nicht mehr vorhanden wären. Meist sind die Daten nach dem „Diebstahl“ sowohl bei dem Dieb, als auch bei den Geschädigten vorhanden.

Gerade im Bereich des Versicherungsschutzes für eigene Schäden infolge von kriminellen Handlungen Dritter zeigt sich, dass der Versicherungsschutz sehr von einzelnen Formulierungen abhängig ist. Insbesondere hier wirkt sich aus, dass die Versicherer versuchen, einzelne heute bekannte Sachverhalte zu versichern, die auf neue Tricks von Betrügern natürlich nicht reflektieren können.

### **Bedienungsfehler**

Einige wenige Policen bieten auch Schutz für sogenannte Bedienungsfehler, die Schäden absichern, die

„(...) am EDV-Systemen des Versicherungsnehmers durch eigene Mitarbeiter die zum Verlust, nachteiliger Veränderung oder Nichtverfügbarkeit von Daten und Programmen führen.“

Diese Leistung ist in der Regel optional vom Versicherungsnehmer zu erwerben und ist mit eingeschränkter Versicherungssumme belegt.

Die Versicherung solcher Bedienungsfehler ist bemerkenswert, da Elektronikversicherer aus der Vergangenheit über erhebliches Schadenspotenzial berichten können, welches infolge von Fehlbedienungen ohne vorausgehende Sachschäden an der Elektronik entstanden sind.

### **9.7.7 Sicherheit und Schadenminderung**

Zunehmend lässt sich in der Landschaft der Cyber-Versicherung erkennen, dass die Versicherer sich nicht nur auf die Zahlung von Schäden reduzieren lassen wollen; vielmehr sind sie an der Unterstützung des Risikomanagements des Kunden interessiert.

Indizien einer solchen Unterstützung der Versicherungsnehmer finden sich darin, dass viele Leistungen und auch die Wahl der Berater und Krisenexperten bereits vor dem Versicherungsfall durch den Versicherer bestimmt und definiert werden. Auch Assistenzleistungen im Schadenfall nehmen einen nicht unerheblichen Anteil ein.

Bereits vor dem Eintritt des Versicherungsfalls sind viele Versicherer bestrebt, gemeinsam mit den Kunden Sicherheitskonzepte zu entwickeln und zu testen. Dabei ist der ein oder andere Versicherer sogar bereit, externe Auditoren und Experten auf eigene Rechnung zur Prüfung des Risikos zu engagieren; die Ergebnisse werden dann an den Kunden kommuniziert.

Mitunter wird auch eine Kostenbeteiligung an einer vom Versicherungsnehmer durchgeföhrten Sicherheitsprüfung angeboten. Hieraus gewinnen beide Parteien Informationen zum tatsächlichen Sicherheitsstatus des Risikos, was sich naturgemäß in den Prämien reflektiert.

Wenig überraschend ist die Einschränkung der Leistung, dass solche Kosten natürlich nur dann übernommen werden können, wenn diese zuvor mit dem Versicherer abgestimmt wurden.

### **9.7.8 Ergebnis**

Der Bereich der Absicherung von Eigenschäden offenbart, dass eine große Diskrepanz zwischen potenziell möglichen und tatsächlich bestehenden Versicherungsschutz entstehen kann.

Wie bereits dargelegt, ist die Fokussierung der Versicherer auf definierte und eingegrenzte Gefahrensituation für den Versicherungsnehmer, der sich in den Bedingungswerten nicht auskennt, extrem gefährlich.

Die positive Erkenntnis ist, dass der Markt Versicherungsschutz für die meisten Gefahrenpotenziale, die sich aus dem Betrieb eines Unternehmens mit modernen computergestützten Kommunikations- und Vertriebswegen ergeben, bietet.

Bei geschickter Verhandlung und Auswahl eines kompetenten Versicherers lässt sich durch den Versicherungsnehmer ein ebenso umfassendes wie preiswertes Versicherungspaket zusammenstellen.

---

## **9.8 Ausschlüsse und Obliegenheiten**

Typischerweise versuchen Versicherer durch Ausschlüsse und Obliegenheiten Versicherungsschutz einzuschränken und zu kanalieren. In Anbetracht der Tatsache, dass die in der Cyber-Versicherung vorhanden Konzepte ohnehin durch die Fokussierung auf die named perils schon sehr eingeschränkt sind, bedarf es auch hier einer dezidierten Betrachtung der einzelnen Einschränkungen.

Auffallend ist, dass auch im Rahmen der Obliegenheiten, die der Versicherungsnehmer zu erfüllen hat, Hürden aufgebaut werden, die in anderen Versicherungskonzepten in diesem Umfang nicht vorhanden sind.

Andererseits ist es sowohl normal als auch legitim für den Versicherer, die von ihm zu tragenden Risiken abzugrenzen und einzuschränken.

In der Folge werden einige wenige Konstellationen beleuchtet, die eine potenzielle große Gefahr für den Umfang des mitunter nur vermeintlichen Versicherungsschutzes darstellen.

### **9.8.1 Prioritäten**

Wie bereits dargelegt, finden sich Teile des Versicherungsschutzes auch in Konzepten anderer Sparten, wie Haftpflichtversicherung, Vertrauensschadenversicherung Elektronik

Betriebsunterbrechung etc.; es ist somit im Verhältnis zur Cyber-Versicherung von einer partiellen Doppelversicherung auszugehen. In diesem Zusammenhang gibt es unterschiedliche Ansätze bei den Versicherern, sich dieses zum Zwecke der eigenen Schadensminderung zu Vorteil zu machen.

Einige Versicherer erklären in ihren Bedingungswerken klar und eindeutig, dass die Cyber-Versicherung anderen Deckungskonzepten vorausgeht.

Es gibt aber auch Formulierungen, die wie folgt lauten (exemplarisch):

Ist der geltend gemachte Schaden unter einem anderen Versicherungsvertrag versichert, steht die Versicherungssumme dieser Versicherungen nur im Anschluss an die Versicherungssumme der anderen Versicherung zur Verfügung.

oder

Bei Versicherungsfällen gemäß... ist der Versicherungsschutz ausgeschlossen, wenn für die in... genannten Risiken ein anderer Versicherungsvertrag besteht.

oder

Besteht für einen unter diesen Versicherungsvertrag geltend gemachten Vermögensschaden auch unter einem beliebigen anderen Versicherungsvertrag Versicherungsschutz, so leistet die ... im Rahmen des Deckungsumfanges und der Deckungssumme dieses Cyberversicherungsvertrages nur Zug um Zug gegen Abtretung der Rechte der versicherten Person oder der versicherten Unternehmen, welche diese gegenüber dem anderen Versicherer haben, vor.

oder

Ist der geltend gemachte Schaden unter einem anderen Versicherungsvertrag versichert, steht die Versicherungssumme dieser Versicherungen nur im Anschluss an die Versicherungssumme der anderen Versicherung zur Verfügung.

Abgesehen davon, dass es zweifelhaft sein kann, ob diese Formulierungen rechtlich Bestand haben, weckt dies natürlich für den Sicherungsnehmer wenig Vertrauen in seinen Vertragspartner.

Es besteht die Gefahr, im Schadensfall mit dem Versicherer in Diskussion zu geraten, ob dieser zur Vorleistung verpflichtet ist, oder ob gegebenenfalls erst der Schaden mit anderen Versicherern geregelt werden muss.

Andererseits steht es natürlich dem Versicherungsnehmer durchaus frei, bei der Auswahl des Versicherers solche zu wählen, die hier eine klare Linie fahren.

## 9.8.2 Ausschlüsse

Auch bei den Ausschlüssen gibt es ein breites Spektrum dessen, was von den Versicherern im konkreten Fall ausgeschlossen wird. Gerade die Ausschlüsse sind ein wichtiges Kriterium, um die Qualität einer Police zu beurteilen.

Kompliziert wird es bei verschiedenen Policien dadurch, dass für den Haftpflichtteil andere Ausschlüsse gelten, als für den Eigenschadenteil.

Selbst bei den Eigenschäden differenzieren manche Versicherer – je nach Baustein – noch bei den Ausschlüssen, sodass ein einfacher Überblick nicht möglich ist. Es gibt allerdings auch hier positive Beispiele von Versicherern, die wenige und klar formulierte Ausschlüsse in ihren Policien enthalten haben.

Im Nachfolgenden soll auf einige dieser Ausschlüsse eingegangen werden.

Keine dieser im Nachfolgenden genannten Ausschlüsse ist bei jedem Versicherer vertreten. D. h. durch geschickte Auswahl des Versicherers und durch Verhandlung ist es möglich gewisse Ausschlüsse zu vermeiden, um die Qualität der Versicherungspolice zu verbessern.

### **Ausschluss Experimentierklausel**

zu diesem Thema finden sich Klauseln wie folgt:

Kein Versicherungsschutz besteht für Versicherungsfälle, die dadurch entstehen, dass die Versicherten Hardware oder Software benutzen, die in ihrer Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, oder deren Testverfahren noch nicht beendet ist und daher noch nicht erfolgreich erprobt sind[...]

oder

[...](Ausgeschlossen sind) Versicherungsfälle und/oder Schäden aufgrund von oder im Zusammenhang mit Programmen, die nicht betriebsfertig sind, nicht erfolgreich erprobt wurden oder die der Versicherte nicht zu nutzen berechtigt ist; mit der Umstellung auf neue IT Verfahren oder IT Systeme, einschließlich deren Erprobung und Test. Ein Zusammenhang mit der Umstellung wird für Störung bis zu 24 h nach erfolgreichem Abschluss der Erprobung und Test der vorgenommenen Umstellung angenommen.

Diese Ausschlüsse sind gerade deswegen gefährlich, weil oft im Zusammenhang mit Neuimplementierungen oder Änderungen die vorhandenen Sicherheitssysteme deaktiviert werden, was dann die Angriffsgefahr durch Hacker natürlich erhöht. Auch sind Fehlbedienungen im Rahmen der Erprobung nicht unüblich und beinhalten somit einen potenziell versicherten Schaden, was durch diese Klausel nicht torpediert werden sollte.

### **Ausschluss Örtliche Geltung**

Einem Ausschluss gleich kommt die Formulierung eines Versicherers bei der Eigenschadensversicherung, die wie folgt lautet:

„Versicherungsschutz besteht nur für die im Vertrag vereinbarten Betriebsgrundstücke.“

Diese offensichtlich von der Inhaltsversicherung übernommene Formulierung kann für den Versicherungsschutz natürlich katastrophale Folgen haben. Völlig unklar ist, ob der Schadenursache auf dem Betriebsgrundstück nur gesetzt werden muss, oder ob das Schadenereignis dort stattgefunden haben muss. Sollte der Versicherungsnehmer seine

IT in einer Cloud betreiben oder auch externe Dienstleister nutzen, so wird er sich wohl von dem Gedanken an aktiven Versicherungsschutz im Rahmen eines Hackerangriffs oder auch gegebenenfalls eines Bedienerfehlers verabschieden müssen.

### Ausschluss Sicherheitsmangel

Eine ganz gefährlicher Ausschluss ist der Folgende:

„.... Mängel der IT Sicherheit des Computersystems einer versicherten Gesellschaft, die den Repräsentanten der versicherten Gesellschaften bei erstmaligen Beginn des Vertrages bekannt waren oder hätten bekannt sein müssen...“

Bekanntermaßen gibt es kein Computersystem, was 100 % sicher ist. Überdies hängt die Sicherheit auch davon ab, in welchem Umfang Kapital eingesetzt wurde, um Sicherheitsstrukturen zu generieren. Jedem Organ und Repräsentant einer Gesellschaft ist bekannt, dass bei Verdopplung der Aufwendungen für die IT Sicherheit mehr Schutz geboten wird und somit weniger Mängel vorhanden sein werden. Eine insoweit absehbare Diskussion im Rahmen eines Schadensfalls, dass bei Mehrinvestitionen gewisse Mängel im Computersystem hätten reduziert werden können, sollte deswegen unbedingt vermieden werden.

### 9.8.3 Obliegenheiten

Obliegenheiten ermöglichen es dem Versicherer einen bestehenden Versicherungsvertrag rückwirkend zu kündigen. Jeder Versicherungsnehmer ist gut beraten, seine Obliegenheiten festzustellen und umfassend zu erfüllen. Meist sind es Sicherheitsanforderungen, die auch in anderen Sparten bekannt sind, wie die Erfüllung gesetzlicher Sicherheitsvorgaben etc.

Einige Obliegenheiten sollen nachfolgend näher betrachtet werden:

#### Stand der Technik Klausel/verpflichtende Datensicherung

Grundsätzlich ist gegen die Obliegenheit des Versicherungsnehmers, Datensicherung zu betreiben, nichts einzuwenden. Regelmäßig wird daher als Anforderung der Stand der Technik gefordert, oder auch in der etwas schärferen Variante des „aktuellen“ Stands der Technik. Einige Policen fordern hier jedoch sehr umfassende Leistungen, die im Detail definiert werden und nachfolgende Handlungen als verpflichtend fordern:

Tägliche Datensicherung, Durchführung von Rücksicherungstests, Aktualisierung der Schutzmaßnahmen, Patch Management für Sicherheitsupdates, Schutz personenbezogener Daten auf mobilen Geräten durch Verschlüsselung, Berechtigungsmanagement mit abgestuften Befugnissen, bei Zahlungen mit Kreditkarten Erfüllung der Sicherheitsstandards PCI (Payment Card Industry), Regelungen zur Nutzung externer Datenträger, Vorhandensein eines aktuellen Notfallplanes.

Die Ansammlung dieser detailliert beschriebenen Obliegenheiten birgt die Gefahr, dass, je nach Größe und Art des Unternehmens, nicht alle stets erfüllt werden können. Oft ist

es auch eine Frage der Unternehmenskultur, in welchem Umfang entsprechende Maßnahmen getätigt werden.

Akzeptable Formulierungen beziehen sich hier auf „zumutbare Vorkehrungen“, die der Versicherungsnehmer zu erfüllen hat.

In anderen Policien wird die Reaktion auf die Einführung neuer Techniken „in angemessener Zeit“ gefordert.

### **Repräsentanten**

Es ist üblich, dass sich der Versicherungsnehmer das Wissen seiner Repräsentanten zurechnen lassen muss, was zur Einschränkung des Versicherungsschutzes führen kann.

Einige Versicherer erweitern den Kreis der Repräsentanten sehr weit, so auf den Leiter der IT-Abteilung, Leiter Risikomanagementabteilung, Leiter der Rechtsabteilung und den Datenschutzbeauftragten. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Umfang so gering wie möglich bleibt.

---

## **9.9 Finales Fazit**

Anhand der oben dargelegten Einzelheiten lässt sich erkennen, dass sich die Versicherung von Cyber-Risiken in Deutschland noch in den Kinderschuhen befindet. Es fehlt aktuell an einem einheitlichen Verständnis der versicherten und versicherbaren Gefahren.

Obwohl in der Summe der auf dem Markt der versicherbaren Risiken fast alle für den Kunden bestehenden Risiken abgedeckt werden könnten, gelingt es keinem der Risikoträger, ein umfassendes und gutes Konzept zu präsentieren.

Es ist verständlich, dass die Versicherer versuchen die von Ihnen gezeichneten Risiken einschätzen zu können um unkalkulierbare Schadenssummen zu vermeiden.

Andererseits zeigt der aktuelle Markt der Cyber-Versicherungen, dass der Ansatz, attraktiven Versicherungsschutz bieten zu können, nicht mit der Konzentration und Versicherung einzelner Gefahrenszenarien zu erfüllen ist.

Sinnvolle Kalkulation und Kontrolle von Risiken kann auch dadurch erfolgen, dass im Rahmen der Risikoprüfung Versicherer und Unternehmen enger zusammenarbeiten und gemeinsame Sicherheitsstandards entwickeln. So verwundert es durchaus, dass das Vorhandensein von Notfallplänen für die IT Sicherheit oft nicht gefordert werden, während diese zum Beispiel bei der Feuerversicherung durchgängig Voraussetzungen für einen Versicherungsschutz sind.

Die aktuelle Situation macht allerdings auch deutlich, dass gute Berater gefragt sind, die Markt und Produkt kennen. Durch geschicktes Verhandeln kann für den Versicherungsnehmer schon heute ein attraktiver Versicherungsschutz erworben werden.

## Über den Autor

**Heinz Lomen**, RA, beschäftigte sich nach seinem Berufsstart als Rechtsanwalt schon lange Jahre mit Themen der Haftpflichtversicherung bei diversen namhaften deutschen und internationalen Versicherungsgesellschaften. So entwickelte er 1997 als Verantwortlicher bei einem amerikanischen Versicherer die ersten IT-Haftpflichtbedingungen auf dem deutschen Markt, die nicht auf den sonst üblichen AHB oder AVB basierten und z. B. Risiken wie Verzugsschäden versicherten. Nach weiteren Engagements im Management von internationalen Versicherern gründete er 2006 die Asmit GmbH in München, eine auf IT-Unternehmen spezialisierte Maklerfirma mit dem Fokus auf Vermögensschadenhaftpflicht, D&O-Versicherungen und zwischenzeitlich auch intensiv Cyberrisiken.

# Analyse von Ansätzen zur Kundenintegration bei „Mass Customization“-Konzepten

Julia Glaß, Oliver Jagenow, Kai Kuckein, Alexander Klemm,  
Tobias Ruttman und Jürgen Seitz

## Zusammenfassung

Das Zeitalter der Industrie 4.0 hat viele neue Ideen und Entwicklungen mit sich gebracht. Damit gehen verschiedenste Veränderungen im Produktionsumfeld wie auch dem dazugehörigen Produktkatalog einher. Individualisierte und eigens angepasste Güter steigen immer mehr in der Wunschliste des Kunden. Um dieser nachzukommen ist der Ansatz zur „Mass Customization“ bei vielen Unternehmen wieder verstärkt sichtbar. Im nachfolgenden Artikel werden Ansätze betrachtet, wie der Kunde in „Mass Customization“-Konzepte integriert werden kann.

Die derzeitigen Ansätze und Konzepte werden anschließend, mit Blick auf die Zukunft, genauer untersucht. Im Vordergrund stehen hierbei die Fragen: In welche Richtung könnten sich diese weiterentwickeln, und welche Faktoren nehmen hier Einfluss? Im Zuge der Individualisierung von Produkten, welche aktuell konfigurationsgestützt

---

J. Glaß (✉)  
Wald an der Alz, Deutschland

O. Jagenow  
Kuchen, Deutschland  
E-Mail: oliver.jagenow@gmx.de

K. Kuckein · J. Seitz  
Wiesbaden, Deutschland  
E-Mail: kai.kuckein@live.de

A. Klemm  
Heidenheim, Deutschland

T. Ruttmann  
Ziertheim, Deutschland  
E-Mail: Tobias.Ruttmann@hartmann.info

sind, könnten Unternehmen in Zukunft – beispielsweise unterstützt von hochmodernen 3-D-Scannern – auf exaktere Datenbasis zurückgreifen und dadurch noch passendere Produkte erzeugen.

Gemeinsam werden aber der technologische Fortschritt, Innovationsdruck und die zunehmenden Wünsche der Kunden dazu führen, dass „Mass Customization“ weiter an Attraktivität für Unternehmen zunehmen wird.

### Schlüsselwörter

Mass customization · Industrie 4.0 · Kundenintegration

## 10.1 Einleitung

Mit der vierten industriellen Revolution treten neue Konzepte wie beispielsweise die intelligente Fabrik in Erscheinung, welche zu einer Flexibilisierung der Produktion führen [1]. Bereits bestehende Ideen, wie beispielsweise Mass Customization, erleben einen neuen Aufwind. Im folgenden Artikel werden bekannte Umsetzungsmöglichkeiten von Mass Customization betrachtet. Ziel ist es eine modellgestützte Einordnung vorzunehmen [2].

Der Begriff der Mass Customization beschreibt die individualisierte Fertigung von Waren und Produkten nach Kundenwunsch. Diese Fertigungsmethode sollte möglichst ohne Mehrkosten gegenüber der Massenfertigung durchzuführen sein [2–3]. Eine Produktion im Sinne von Mass Customization zeichnet sich zunächst dadurch aus, dass sich individuell gefertigte Waren nicht nur auf ein Exemplar beziehen – der sogenannten Losgröße 1. Die Produkte können zudem in beliebig hoher Anzahl gefertigt werden, sodass hierbei auch von der Losgröße n gesprochen werden kann [2].

Um eine Fertigung auf Mass Customization auszulegen, muss diese maßgeblich flexibilisiert werden, sodass möglichst viele Produkte von dieser, nach individuellen Vorgaben, hergestellt werden können. Hierzu müssen nicht nur die einzelnen Maschinen und Anlagen angepasst werden. Auch die eindeutige Identifizierbarkeit der Materialien und Halbfabrikate sind hierbei tragende Aspekt der Flexibilisierung [2]. Diese Weiterentwicklung der Produktionsanlagen kann dabei bis zur sogenannten Smart Factory vollzogen werden. Das Konzept der Smart Factory umfasst hierbei vollständig autonome Anlagen, die Daten aus den ERP-Systemen sowie den eingesetzten Materialien heranziehen. Dies ermöglicht eine individuelle Produktion ohne auf manuelle Eingaben angewiesen zu sein [4].

Durch diese Vorgehensweise ist es möglich, eine effektive und effiziente Produktion aufzubauen, welche eine tragfähige Produktion individueller Produkte ermöglicht [2]. Hier ist zu erkennen, dass nicht nur die Fertigungsstätten betroffen sind, sondern auch den Geschäftsprozessen in den Unternehmen eine Veränderung bevorstehen [2]. Doch zunächst wird im nachfolgenden Kapitel auf den Trend Mass Customization (MC) im Detail näher eingegangen.

## 10.2 Trend Mass Customization

Bei dem Begriff der „Mass Customization“ handelt es sich nicht um ein Phänomen der Entwicklung Industrie 4.0, sondern um ein Konzept, das bereits in den 1980er Jahren wissenschaftlich in Erscheinung trat [3]. Dieser Begriff setzt sich aus den englischen Wörtern „[...] ‘Mass Production‘ (massenhafte Herstellung) und ‘Customization‘ (kundenindividuelle Anpassung) zusammen“ und stellt damit „[...] eine Antwort auf die wachsende vom Konsumenten ausgehende, Individualisierung der Produktwünsche dar“ [2–3].

MC kann in zwei Klassifizierungen unterteilt werden. Zum einen in Hard Customization und zum anderen in Soft Customization. Bei dem ersten handelt es sich um die direkte Fertigung eines Individualprodukts, wohingegen das zweite lediglich die Individualisierung eines Standardprodukts durch zusätzliche Dienstleistungen ermöglicht [3]. Durch den Trend und die Möglichkeiten der Industrie 4.0 ist das Konzept von MC wieder verstärkt in den industriellen Fokus gerückt [5].

Grundsätzlich besteht der Vorteil von MC darin, dass die Befriedigung kundenindividueller Wünsche in einer hohen Kundenzufriedenheit resultiert. Dadurch ergibt sich auch in Hinblick auf Folgekäufe eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass diese zustande kommen. Dies spiegelt eine stärkere Integration des Kunden in die Geschäftsprozesse auf Basis dessen individuellen Kundenwunsches wider. Dadurch können nicht nur Bestandskunden an das Unternehmen besser gebunden, sondern auch Neukunden durch ein verbessertes Image gewonnen werden [3].

Durch die Produktion nach Kundenauftrag können Risiken bzgl. Fehlproduktionen minimiert und eine „on-demand“-Produktion geschaffen werden. Folge dessen können die notwendigen Ressourcen zielgerichtet eingesetzt und damit Lagerkosten eingespart werden [3]. Aber nicht nur die Unternehmen, sondern auch die Kunden erlangen durch den Einsatz von MC Vorteile. So steht auf Kundenseite eine nahezu vollständige Befriedigung seiner Bedürfnisse durch die Anfertigung eines individualisierten Produkts nach Kundenwunsch [3].

Hierbei ist klar zu erkennen, dass ein hohes Maß an Kundenintegration in den Produktionsprozess unabdingbar ist. Dies erschließt sich ebenso aus der eigentlichen Namensgebung des Konzepts. Denn „Customization“ – abgeleitet vom Kunden (Customer) – beruht zentral auf der Interaktion und Integration des Kunden. Dies verstärkt sich im MC dadurch, dass eine große Anzahl kundenindividueller Produkte gefertigt werden müssen und hierfür jeder einzelne Kunde optimal in die Produktionskette integriert werden muss, um das Konzept gewinnbringend aufrecht zu erhalten. Diese Integration kann je nach Geschäftsmodell, Branche oder Produkt verschiedene Ausmaße annehmen. Aus diesem Grund wird im nachfolgenden Kapitel auf verschiedene Unternehmen und deren MC-Konzepte eingegangen.

## 10.3 Mass Customization in verschiedenen Marktsegmenten

Um einen breiten Überblick der Entwicklung innerhalb verschiedener Branchen zu geben, werden in den nachfolgenden Kapiteln Beispiele aus der Sportartikel-, Möbel- und Lebensmittelindustrie herangezogen. Bei diesen werden verschiedene Ansätze und Ideen zur Erfassung der Kundendaten bei MC Produkten genauer betrachtet.

Als Vertreter der Sportartikelindustrie wird der Konzern Adidas im Folgenden mit seinem Unternehmensschwerpunkt in der Sportschuhherstellung, herangezogen. Für die Möbelindustrie werden der Küchenhersteller DKG De Keukenfabriek und der Möbelfabrikant Tylko exemplarisch dargestellt. Die Entwicklung der MC innerhalb der Lebensmittelindustrie wird beispielhaft am Unternehmen mymuesli betrachtet.

### 10.3.1 Adidas

Der Sportartikelkonzern Adidas AG begründete seine Unternehmensgeschichte im Jahre 1949. Seit dieser Zeit entwickelte sich das Unternehmen stetig weiter. Auch wenn der Gründer Adolf Dassler seine Idee jedem Sportler „[...] das bestmögliche Produkt [...]“ sein Leben lang verfolgt hat, so ist auch sein Unternehmen im Zuge der Entwicklung einer der großen Massenproduzenten geworden [6].

Doch Adidas hat bereits 1999 und verstärkt in den letzten Jahren das Potenzial des MC im Gegenzug zur Mass Production erkannt und begonnen sich mit verschiedenen Konzepten und Aspekten zur Umsetzung zu beschäftigen [7]. Der zentrale Gedanke war hierbei: „[...] quality aspects as well as a psychological brand commitment and a perfect fit to customers' needs are becoming key enablers of a successful strategy in the sports shoe industry“ [7].

Dies bedeutet im eigentlichen Sinne, dass im Zeitalter des Internets, in welchem die Konsumenten die Möglichkeiten haben schneller und einfacher eine große Bandbreite von Produkten zu vergleichen, der Konkurrenzdruck ein neues Ausmaß annimmt. Dadurch sind die Unternehmen gefordert, sich von der Masse abzuheben.

Vor allem in Bezug auf Adidas sind hierbei drei Aspekte von zentraler Bedeutung. Zum einen die Maße des Schuhs, zum anderen die Funktionalität sowie das Aussehen [8]. Aus diesem Grund hat Adidas nicht nur ein MC Konzept entwickelt, sondern mehrere, welche sich auf einzelne oder mehrere Anpassungseigenschaften fokussieren. Hierzu gehören „miadidas“, „miteam“, „moriginals“ und „micoach“ [7].

Im Folgenden wird das Konzept von „miadidas“ näher betrachtet. Dies gehört zum zentralen Punkt in der MC Strategie von Adidas. Es ist nebenbei auch das initiale Programm von Adidas zur kundenwunschanbasierten Produktion. 2001 zum ersten Mal gestartet, bietet es dem Kunden an, sowohl online, als auch in einzelnen „flagship stores“ seine eigenen Schuhe zu gestalten [7].

Der Prozess bei „miadidas“ ist hierbei so gestaltet, dass der Kunde die drei Dimensionen „mi fit“ (Maße), „mi performance“ (Funktionalität) und „mi design“ (Aussehen)

auf seine Bedürfnisse anpassen kann. Zur Auswahl stehen beispielsweise bei der Eingabe seiner Schuhgröße bis zu vier Weiten. Differenziert werden kann zusätzlich durch die Wahl verschiedener Materialien oder Anpassung der Farbgebung. Eine weitere Personalisierungsoption bildet das Aufsticken eines beliebigen Namens [8]. Hierbei sind die Angaben durch vordefinierte Auswahlmöglichkeiten, der sogenannten „solution space“, begrenzt. Dieser Ansatz bietet zwar nicht den perfekten maßgeschneiderten Schuh, nähert sich jedoch, durch die individuelle Anpassung der Schuhgröße und -weite, der perfekten Passform an [7].

### 10.3.2 DKG De Keukenfabriek

DKG De Keukenfabriek, ist der größte niederländische Hersteller für Küchen. Dieser hat eine Möglichkeit gefunden, seinen Kunden eine ganzheitlich individuelle Küche der Losgröße 1 anzubieten [9]. Grundlage hierfür bildet eine vernetzte, aufeinander abgestimmte Produktion sowie ein optimierter Daten- und Materialfluss. Ziel von DKG ist es nicht auf Vorrat zu produzieren, sondern die Produktion an den Kundenaufträgen auszurichten [9]. Trotz der Verwendung vorgefertigter Teile handelt es sich durch die individuelle Zusammenstellung dieser um eine Produktion im Sinne von MC [10].

Aufgegeben wird dieser Kundenauftrag in den firmeneigenen Küchenstudios [9]. Dort wird die Küche vom Kunden mithilfe eines Fachberaters individuell geplant. Die hierbei erfassten Daten werden an die Produktion von DKG weitergeleitet. Die Lieferanten von De Keukenfabriek haben sich ebenfalls diesem individuellen System angepasst und liefern individuelle Bauteile je nach Kundenauftrag.

### 10.3.3 Tylko

Der polnische Möbelhersteller Tylko ermöglicht es dem Kunden, mithilfe einer Multi-Plattform-App, innerhalb eines vorgegebenen Definitionsbereichs seine Möbel selbst anzupassen. Hierzu soll zunächst die Anwendung für Smartphones betrachtet werden [11].

Die Funktionsweise der Applikation ist hierbei relativ simpel: Mithilfe der installierten App und einer sogenannten Context Card kann der Kunde ein dreidimensionales Modell des Möbelstücks in seinem Kamerabild anzeigen lassen [11]. Die Context Card wird hierbei vom Nutzer ausgedruckt und an den zukünftigen Stellplatz gelegt. Diese dient als Bezugspunkt für die Applikation. Nachdem die Applikation das 3-D-Modell einblendet, kann der Kunde die Möbelstücke, beispielsweise hinsichtlich Höhe, Breite, Anzahl der Fächer, individuell anpassen [12].

Bestellt der Kunde nun das von ihm angepasste Möbelstück, werden die durchgeführten Spezifikationen direkt an den Hersteller gesendet. Die Abmessungen werden hierbei an die CNC-Maschinen innerhalb der Produktion weitergegeben und automatisch abgearbeitet [12].

### 10.3.4 mymuesli

mymuesli wurde 2007 von drei Studenten gegründet, deren Idee durch eine bekannte Müsli Radiowerbung inspiriert wurde. Der Gedanke der jungen Männer war es, individuell zusammenstellbares Müsli aus möglichst vielen regionalen Zutaten und in Bio Qualität [13].

Zu Beginn betrieben die drei Jungunternehmer die Manufaktur, mit der damals noch überschaubaren Menge an Mixoptionen, selbst und versuchten der Bestellungsflut Herr zu werden. Bereits nach den ersten Wochen waren sie ausverkauft. Anstelle von klassischen Werbekanälen konzentriert sich das Unternehmen vorrangig auf Web 2.0 Kanäle und Mundpropaganda. Mit der stetig steigenden Nachfrage und einem wachsenden Sortiment folgten im Laufe der Jahre konsequenterweise weitreichende Umbauten [13].

Mittlerweile verfügt das Unternehmen bei der Erstellung der individuellen 575 g Müslidosen über eine eigens angefertigte und damit „erste vollautomatische Maschine der Welt, die individuelle Bio-Müslis produzieren kann“ [14]. Diese ist in der Lage 566 Billiarden Müsli Variationen zu mixen und abzufüllen. Hierbei stellt der Kunde auf der Webseite mit einem Müsli-Konfigurator seinen persönlichen Mix, den er am Ende selbst mit einem Namen versehen kann, aus einer Getreidebasis und weiteren Zutatenkategorien über einfache Auswahlprozesse zusammen. Daher ist diese Ausprägung von MC mit Blick auf den Vorfertigungsgrad des Produktes als mix-to-order anzusehen [15].

Jede der Dosen ist mit einem Barcode versehen, welcher eine eindeutige Identifizierung und Zuordnung zu einem Kundenauftrag ermöglicht. Auch die Auslieferung läuft automatisch über ein computergesteuertes Terminal, an dem die Müslis verpackt und versendet werden [14]. Mit der Veränderung des Produktionsprozesses, Erschließung neuer Verkaufswege, die nun u. a. 30 eigene Filialen umfassen und Produktionsstätten in Passau, Berlin und in der Schweiz, hat sich das Start-up zu einem europaweit tätigen Großunternehmen entwickelt.

---

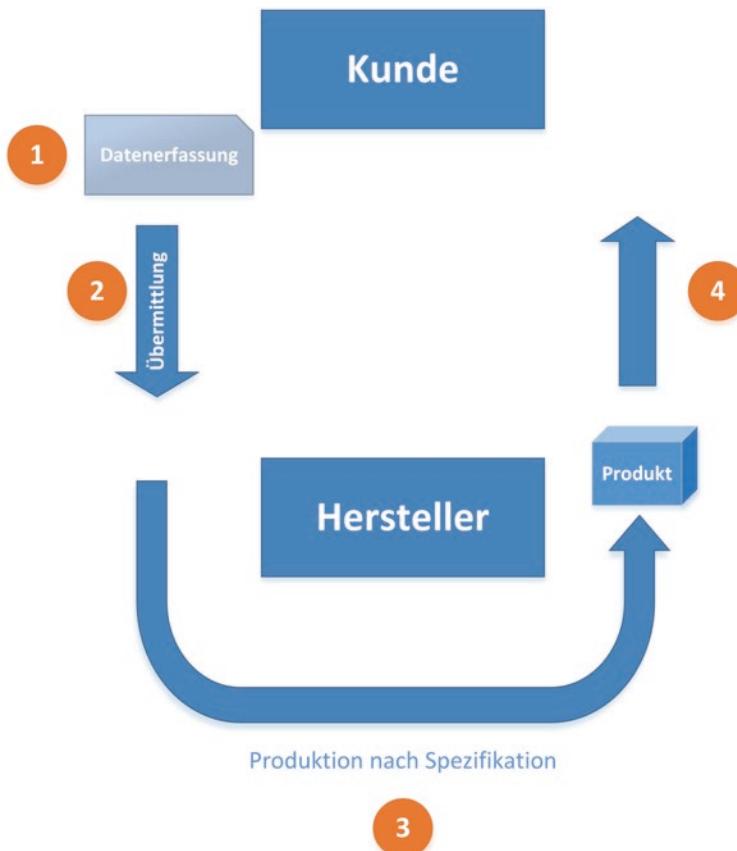
## 10.4 Abgeleitete Kommunikationsansätze bei Mass Customization

Die Produkte der zuvor betrachteten Unternehmen sind in einem großen Maße heterogen. Folglich lassen sich verschiedene Ansätze bei der Interaktion zur Individualisierung des Produktes zwischen Hersteller und Endkunde erkennen. Hierbei werden zwei Ansätze zur Einbindung des Kunden in den Erfassungsprozess vorgestellt. Diese orientieren sich an den zuvor vorgestellten Beispielen.

### 10.4.1 Ansatz Nr. 1: Kundenzentrierte Datenerfassung

Der in Abb. 10.1 dargestellte Ansatz beinhaltet, dass der Kunde selbstständig seine Daten, mithilfe einer vom Anbieter zur Verfügung gestellten Applikation, erfasst. Dies kann beispielsweise mithilfe eines Online-Konfigurators oder einer mobilen App geschehen.

Zu Beginn des Interaktionsprozesses erfasst der Kunde mithilfe eines ihm zur Verfügung stehenden Erfassungsgeräts seine Daten (1). Dieses kann beispielsweise ein Smartphone oder Notebook sein. Erfasst werden die Daten meist innerhalb einer Applikation, welche vom Hersteller des Produktes zur Verfügung gestellt wird. Diese Steuerung und Einschränkung der Eingabemöglichkeiten mittels einer Applikation beziehungsweise Konfigurationssystems dient dazu, „[...] die Verkaufs- und Abwicklungsprozesse effektiv und effizient zu unterstützen“ [16]. Somit stellt die Konfiguration, mithilfe einer



**Abb. 10.1** Datenerfassung durch den Kunden. (Eigene Darstellung)

Applikation, eine wichtige Verbindung zwischen dem Kunden und der Fertigung des gewünschten Produktes dar [17].

Nachdem der Kunde die Erfassung der Daten abgeschlossen hat, werden diese an den Hersteller übermittelt (2). Dieser speist die Daten in seine Fertigung ein und stellt das Produkt nach der Spezifikation des Kunden her (3). Abgeschlossen wird der Prozess mit der Auslieferung des Produktes an den Kunden (4).

#### 10.4.2 Ansatz Nr. 2: Datenerfassung/Spezifikation mit Dritten

Innerhalb des zweiten Ansatzes (Abb. 10.2) wird der Fachhandel als dritter Akteur eingebunden. Erkennbar wird dieser Ansatz am Beispiel DKG. Mit der Einbindung des Fachhandels verschiebt sich die Datenerfassung zum Fachhandel. Der Fachhandel kann hierbei auch lediglich in beratender Tätigkeit aktiv sein.

Zu Beginn des Interaktionsprozesses tritt der Kunde in Kontakt mit dem Fachhandel (1). Gemeinsam mit diesem wird die Datenerfassung, und somit die Spezifikation des Produktes, festgelegt (2). Entsprechend dem ersten Ansatz erfolgt die Übermittlung der Daten an den Hersteller (3), welcher das Produkt entsprechend der Spezifikation fertigt (4). Im Anschluss an den Fertigungsprozess wird das Produkt entweder direkt an den Kunden (5) oder an den Fachhandel gesendet (5). Dieser leitet das Produkt selbst an den Kunden weiter oder vereinbart die Abholung des Produktes (6).

---

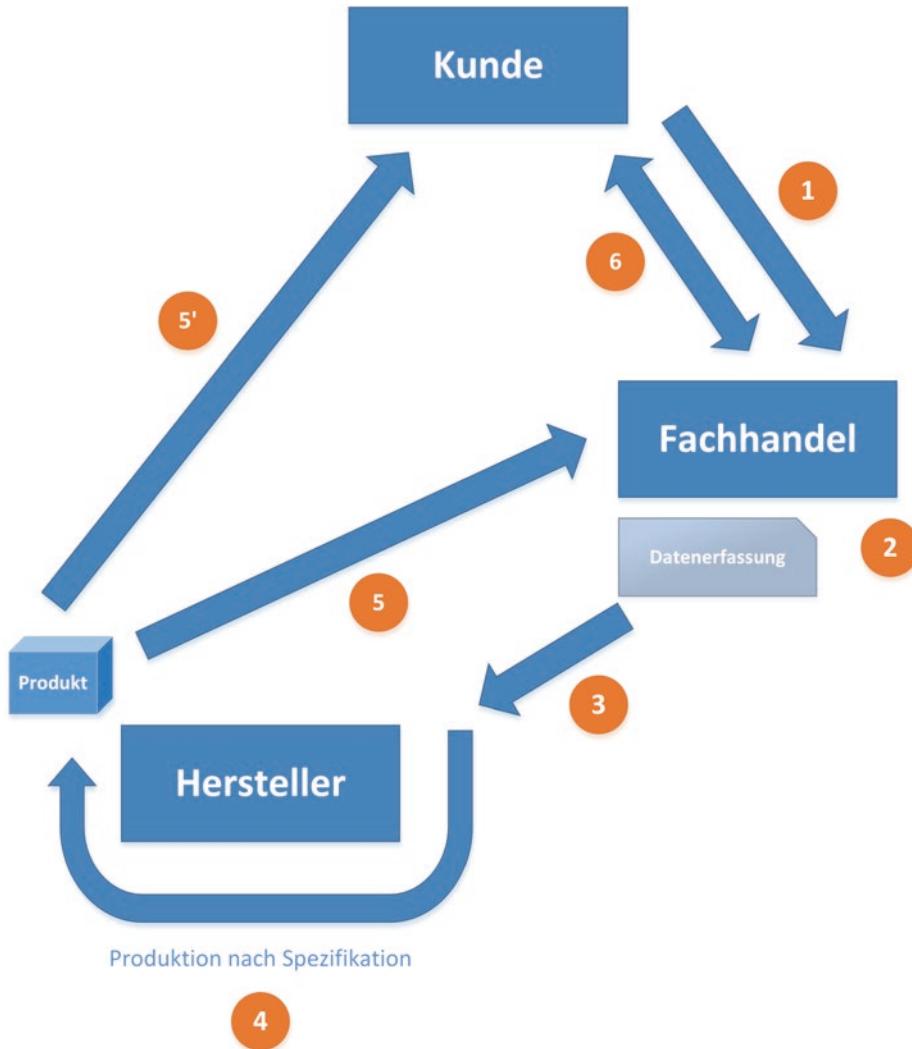
### 10.5 Einflussfaktoren für zukünftige Entwicklungen

Die vorgestellten Ansätze zeigen innerhalb einer exemplarischen Auswahl von Unternehmen bekannte Konzepte auf. Durch die zunehmende Digitalisierung [18] und Ansätze der Industrie 4.0 stellt sich die Frage, welche Entwicklungen Einfluss auf den Datenerfassungsprozess zwischen Kunde und Hersteller haben. Die Betrachtung fokussiert sich darauf, wie zukünftige Datenerfassungsszenarien bei MC aussehen könnten.

Im Wesentlichen unterscheiden sich die zuvor beschriebenen Beispiele durch den Ort der Datenerfassung. Ansatz 10.2 zeigt eine beim Händler stattfindende Erfassung der Daten, wohingegen bei Ansatz in 10.1 die Erfassung beim Kunden mithilfe eines Eingabegeräts und einer Applikation vollzogen wird.

Die Entwicklungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass immer mehr Einkäufe über das Internet stattfinden. Was früher beim Händler „um die Ecke“ erworben wurde, wird heute im Internet bestellt (Eurostat). Auch der Einfluss des Smartphones steigt stetig. Das Smartphone stellt den ständigen Begleiter und somit den Zugang zum Kunden dar [20]. Doch können entsprechende Applikationen in Verbindung mit geeigneten Eingabegeräten den beratenden Fachhandel bei der Erfassung der Daten ersetzen [21]?

Fraglich ist zunächst, welche Faktoren den Kunden dazu bewegen eine Erfassung seiner Daten selbst oder beim Fachhandel vorzunehmen. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass der Handel eine Beratungsfunktion erfüllt. Dieser informiert über das Produkt



**Abb. 10.2** Datenerfassung mit Dritten. (Eigene Darstellung)

und soll den Kunden zum Kauf bewegen. Hierbei ist es zunächst unerheblich, ob dies persönlich erfolgen muss. Von vielen Kunden wird jedoch das Fehlen einer persönlichen Beratung im Online-Handel bemängelt. So bemängelten bei einer Untersuchung zu den Nachteilen des Online-Handels der Otto Group im Jahr 2009, 43,8 % der Befragten die fehlende persönliche Beratung [22].

Die Funktion der Beratung kann auch durch auf einer Internetseite zur Verfügung gestellten Informationen geschehen. Hierbei lässt sich beispielsweise der Online-Händler Amazon heranziehen. Dieser gibt bei den angebotenen Produkten eine ausführliche Produktbeschreibung an. Unterstützt wird die Beratungsfunktion durch die Bereitstellung

verschiedener Kundenmeinungen zum jeweiligen Produkt [23, 20]. Es ergibt sich eine gewisse Problematik bei der Bewertung und Informationsangabe individueller Produkte. Bei einem großen Maße individuell angepassten Produkten können diese Spezifikationen stark voneinander abweichen. Folglich können auch Kundenmeinungen lediglich auf die Grundinformationen angewandt werden, wie beispielsweise Material und Verarbeitung eines individuell gefertigten Schuhs. Über die Passform ist dies jedoch in geringerem Maße möglich, da diese individuell für jeden Kunden angepasst wird. Entsprechend ergibt sich eine Tendenz zur Notwendigkeit eines Fachberaters, welcher mit den Eigenschaften des Produktes besser vertraut ist und voraussichtliche Ausprägungen abschätzen kann [24].

Des Weiteren stellt sich beim Datenerfassungsprozess bei MC die Frage, wer diese durchführen kann. Der Prozessschritt der Datenerfassung ist abhängig vom Produkt, sowie von der optimalen Detailtiefe der Datenerfassung. So eignen sich manche Produkte für ein Customizing durch Konfiguration, wie z. B. in der Automobilindustrie. Bei anderen Produkten hingegen können durch hochmoderne 3-D-Scanner exaktere Datenerfassung ermöglicht werden. Hierfür lassen sich beispielsweise Scanner für die Laufbewegungen eines Kunden nennen [25].

Bedarf es für die Datenerfassung einen großen Aufwand für den Kunden, so ist die Motivation hierfür logisch geringer als bei kleinem Aufwand. So könnten die angesprochenen 3-D-Scanner auf Smartphones ein einfacher Ansatz zur Datenerfassung sein, der für MC gut geeignet ist, wohingegen aufwendige Ausmessungen bei Fachhändlern wohl weniger attraktiv für Kunden sind. Aber nicht nur der Aufwand an sich ist entscheidend über die Datenerfassung durch den Kunden, sondern auch die Komplexität des Datenerfassungsprozesses. Wird dem Kunden somit eine Methode bereitgestellt, die sowohl geringen Aufwand benötigt als auch ein hohes Maß an Usability bietet, so wird er diese mit hoher Wahrscheinlichkeit auch annehmen. Dies kann am Beispiel Tylko mit der 3-D-Produktmodellierung am Smartphone durch den Kunden sehr gut veranschaulicht werden. Hierbei ist der Datenerfassungsaspekt stets an die dafür notwendigen Kenntnisse über das Erfassungsgerät als auch an die zu erfassenden Daten gebunden.

Somit ist denkbar, dass manche Ansätze in der Zukunft darauf basieren, dass der Kunde in der Lage ist alle Daten – z. B. biometrische, nicht auswählbare Daten – selbstständig und ohne großen Aufwand zu erfassen und direkt an den Hersteller zu übermitteln. Sollten die Erfassungsprozesse für den Kunden jedoch zu komplex sein, so bliebe entweder nur die Möglichkeit der vorgegebenen Konfigurationsauswahl oder der Beratung durch den Fachhandel. Allerdings ist ebenso denkbar, dass gar keine Daten erfasst werden müssten, sondern dies nach dem Kauf vor Ort beim Kunden automatisch geschehen könnte und sich das Produkt auf Basis dieser Daten an die Kundensituation anpasst. Ein Beispiel hierfür könnten intelligente Produkte mit Sensortechnik wie „Adidas 1“ sein [7].

Es ist zu erkennen, dass es viele Möglichkeiten gibt, wie sich die heutigen Ansätze in der Zukunft entwickeln werden. Doch sicher ist, dass sie sich entwickeln werden und durch neue Technologien und Ideen weitere Ansätze schaffen werden, welche die Anwendungsmöglichkeiten und Chancen von MC verändern werden.

## 10.6 Fazit

Obwohl Mass Customization kein Konzept ist, das erst mit der Entdeckung von Industrie 4.0 aufgekommen ist, erfährt es vor allem durch Industrie 4.0 in der heutigen Zeit einen hohen Attraktivitätszuwachs [26]. Dieser Zuwachs kann vor allem in den derzeitigen Entwicklungsständen der vorgestellten Unternehmen und den zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten erkannt werden.

Es ist zu erwarten, dass Mass Customization auch langfristig eine wichtige Rolle bei den verschiedenen Unternehmen haben wird, um ihren Kunden das bestmöglich passende Produkte bieten zu können. Aber auch wenn Mass Customization die Möglichkeit des „perfekt passenden“ Produkts bietet, wird es das derzeit weit verbreitete Mass-Production-Konzept in den Unternehmen nicht verdrängen, sondern sich in dieses wohl vielmehr integrieren, um den Herausforderungen des Wettbewerbs standzuhalten.

---

## Literatur

1. A. Romberg, „Unternehmen auf dem Weg zu Industrie 4.0 Deutscher Industrie 4.0-Index zum zweiten Mal erhoben“, Productivity Management, S. 61–64, 2016.
2. R. Geissbauer, V. Koch, S. Kuge und S. Schrauf, „<http://www.strategyand.pwc.com>“, 2014. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf>. [Zugriff am 07 03 2016].
3. W. Wellbrock und C. Traumann, „Zukünftige Herausforderungen im Bereich des Handels“, Discussion Papers on Logistics and Supply Chain Management, S. 37 ff, Oktober 2012.
4. C. Ramsauer, „Industrie 4.0 – Die Produktion der Zukunft“, WINGbusiness, S. 6–12, 3 2013.
5. T. Kaufmann, Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.
6. Adidas AG, „Geschichte“, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.adidas-group.com/de/unternehmen/geschichte/>. [Zugriff am 25 Februar 2016].
7. F. T. Piller, E. Lindgens und F. Steiner, „Mass Customization at Adidas: Three Strategic Capabilities to Implement Mass Customization“, SSRN Workin Paper Series, 29 Januar 2012.
8. K. Moser, M. Müller und F. T. Piller, „Transforming mass customisation from a marketing instrument to a sustainable business model at Adidas“, International Journal of Mass Customisation (IJMASC), Bd. 1, Nr. 4, 2006.
9. G. Bernhard, „Die gläserne Küchenmöbelfabrik“, dds - das magazin für möbel und ausbau, Heft 15, S. 128, 2015.
10. F. T. Piller, „Mass Customization“, in Handbuch Produktmanagement, Wiesbaden, Gabler Verlag, 2007, S. 943–968.
11. Tylko, „FAQ“, unbekannt. [Online]. Verfügbar unter: <https://tylko.com/de/faq/general/>.
12. I. Kubisty, „Factory tour“, 08 April 2015. [Online]. Verfügbar unter: <http://tylko.com/de/journal/factory/>.
13. mymuesli GmbH, „Geschichte“, 2016. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.mymuesli.com/ueber-uns/story>.
14. max, „WIR STELLEN VOR: UNSERE NEUE MANUFAKTUR UND DIE NEUE MÜSLI-MASCHINE“, 11 Januar 2012. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.mymuesli.com/blog/2012/01/11/wir-stellen-vor-unsere-neue-manufaktur-und-die-neue-musli-maschine/>.

15. M. Richter, R. Souren und J. Witschel, „Mass Customization in der Lebensmittelbranche - Konzeptionelle Grundlagen und das Fallbeispiel Müsliproduktion“, Wirtschaftswissenschaftliches Studium (WiSt), Bd. 42, Nr. 1, S. 4–9, 2013.
16. R.-D. Kempis und J. Ringbeck, Do IT smart: Chefsache Informationstechnologie – Auf der Suche nach der Effektivität, Wien/Frankfurt: Wirtschaftsverlag Carl Ueberreuter, 1998.
17. F. T. Piller, Mass Customization: Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, Wiesbaden: Gabler, 2000.
18. A. Picot und R. Neuburger, „Arbeit in der digitalen Welt“, in IT-Gipfelprozess, München, 2013.
19. Eurostat, „Anteil der Internet-Käufer an der Gesamtbevölkerung in der Europäischen Union (EU-28) in den Jahren 2009 bis 2015“, [Online]. Verfügbar unter: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/39217/umfrage/anteil-der-e-commerce-nutzer-an-der-gesamtbevoelkerung-in-der-eu/>. [Zugriff am 21 März 2016].
20. C. Linnhoff-Popien, M. Zaddach und A. Grahl, Marktplätze im Umbruch: Digitale Strategien für Services im Mobilen Internet, Vieweg: Springer, 2015.
21. DMV Szene, „In Zukunft kaufen wir nur noch mit dem Smartphone ein?“, Absatzwirtschaft, S. 93, 15 März 2016.
22. Otto Group; Innofact, „Welches sind Ihrer Meinung nach die Nachteile des Online-Shoppings?“, [Online]. Verfügbar unter: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/12859/umfrage/nachteile-des-online-shopping-2009/>. [Zugriff am 21 März 2016].
23. S. Bartsch und C. Blümelhuber, Always Ahead im Marketing: Offensiv, digital, strategisch, Wiesbaden: Gabler Verlag, 2015.
24. ChannelPartner, „Personalisierung im E-Commerce“, ChannelPartner.de, 03 Februar 2016.
25. T. Möller, D. Reinermann und M. Neumann, „Orthopädische Schuhversorgung – Neue Wege, neue Techniken“, Trauma und Berufskrankheit, Supplement 3, S. 281, 19 September 2009.
26. I. Schenk, „Individuelles von der Stange“, Creditreform, Nr. 3, S. 22, 2016.

---

## Über den Autor

**Prof. Dr. Jürgen Seitz** ist Studiengangsleiter Wirtschaftsinformatik an der DHBW Heidenheim. Er ist Mitherausgeber verschiedener internationaler Zeitschriften und Co-Chair der Wuhan International Conference on E-Business. Über 70 Artikel sind in Fachzeitschriften, Büchern und Konferenzbänden erschienen.

# Gesellschaftliche Veränderungen – wenn Menschen und Maschinen zu Konkurrenten werden

Volker P. Andelfinger

## Zusammenfassung

Industrielle Revolutionen haben auch immer die Gesellschaft verändert. Bisher war es eine stetige Verbesserung der Produktivität und gleichzeitig des Wohlstandes. Menschen, die ihren alten Arbeitsplatz verloren oder sich eigenmotiviert einen neuen Arbeitsplatz suchten, wurden rasch qualifiziert und profitierten vom Wandel. Die vierte industrielle Revolution scheint anders zu verlaufen. Längst sind die Steigerung der Wertschöpfung und der Wohlstand der arbeitenden Bevölkerung entkoppelt. Digitalisierung und Industrie 4.0 beschleunigen diese Entwicklung noch. Benötigt werden gesellschaftliche Übereinkünfte über die Zukunft: wie wollen wir in der Zukunft leben?

Jede industrielle Revolution hatte gesellschaftliche Auswirkungen. Jeweils für sich betrachtet waren sie immens. Insbesondere die Auswirkungen der ersten industriellen Revolution. Die vierte scheint jedoch noch gravierender zu sein. Technologisch hat sie das Potenzial dazu. In diesem Buchkapitel lesen Sie eine kurze historische Einordnung, es folgen einige Fakten über Bevölkerungsentwicklung, Zahlen zur aktuellen Arbeitslosigkeit in Deutschland, Fachkräftemangel, Studien über die Substituierbarkeit von Jobs durch Technologie, bevor es zu aktuell diskutierten Lösungswegen geht, mit denen man den gesellschaftlichen Auswirkungen durch Industrie 4.0 begegnen kann.

---

V.P. Andelfinger (✉)  
Palatinus Consulting, Annweiler, Deutschland  
E-Mail: vpa@palatinus-consulting.eu

## Vier industrielle Revolutionen im kurzen Überblick

Es gibt keine industrielle Revolution ohne gesellschaftliche Veränderungen. Wir reden über die vierte industrielle Revolution. Viele Anzeichen sprechen dafür, dass die Auswirkungen diesmal völlig anders und vor allem viel gravierender sein werden, als in der Vergangenheit. Es spricht alles dafür, dass auch diesmal die Wertschöpfung enorm steigen wird. Wie viele Menschen jedoch davon profitieren werden, ist fraglich. Die bisherigen industriellen Revolutionen führten immer dazu, dass die Menschen insgesamt von mehr Wertschöpfung profitieren konnten. Die Verteilung war – und ist es noch – nicht gerecht und insbesondere nicht gerecht zwischen erster, zweiter und dritter Welt. Mittlerweile haben wir bereits einen Zustand erreicht, bei dem die Schere zwischen Arm und Reich auch in der westlichen Welt so weit auseinander gelaufen ist, dass sich immer mehr Menschen abgehängt fühlen. Die gesellschaftlichen Auswirkungen spüren wir nicht zuletzt durch die politischen Verschiebungen in extreme Lager, oder in der enormen Arbeitslosigkeit in den südeuropäischen Ländern.

Die vergleichsweise geringe Geschwindigkeit, mit der die Veränderungen abliefen, machte es in der Vergangenheit möglich, dass die Menschen sich relativ schnell anpassen konnten. In der Regel war es relativ einfach, die neu geschaffenen Arbeitsplätze mit Menschen zu besetzen und sie dafür passend zu qualifizieren. Es war genug Zeit da, die Arbeiten waren relativ einfach zu erlernen, wenig komplex und insbesondere die Bevölkerung vom Land, die im Verlauf der ersten industriellen Revolution Veränderungen ausgesetzt war, war es gewohnt, auch körperlich hart zu arbeiten. Das musste man auch in den Fabriken. Die zweite industrielle Revolution hat sehr stark dazu geführt, dass Arbeit in kleine Schritte aufgeteilt wurde. Auch diese Arbeitsschritte konnten von Arbeitern sehr einfach erlernt werden. Der Übergang zur dritten industriellen Revolution war langsam genug, um rechtzeitig Menschen für das digitale Zeitalter auszubilden und gleichzeitig genügend Arbeitsplätze zu erhalten, die mit den bisherigen Fähigkeiten bewältigt werden konnten.

Doch die Zeiten werden schneller. Der Abstand von der ersten zur zweiten industriellen Revolution betrug noch über 100 Jahre. Von der zweiten zur dritten in den 1970er Jahren, der Automatisierung durch den vermehrten Einsatz von Computern, vergingen nur noch etwa 60 Jahre. Und während wir heute noch dabei sind, diese dritte industrielle Revolution vollends umzusetzen, bricht bereits die vierte über uns herein. Und die Geschwindigkeit nimmt weiter zu. Die Geschwindigkeitszunahme ist mit Moore's Law und der Geschichte vom Schachbrett sehr schön zu erklären. Beides ist letztlich die Erklärung eines exponentiellen Wachstums. Moore ging 1965 davon aus, dass sich die Komplexität integrierter Schaltkreise regelmäßig verdoppelt. Je nach Quelle kann davon ausgegangen werden, dass dies alle 12–24 Monate, einigen wir uns auf eineinhalb Jahre, geschieht. Dies bedeutet letztlich, dass sich die Rechenleistung eines Computers und die Kapazität von Speichermedien alle anderthalb Jahre verdoppeln. Oftmals wurde bezweifelt, dass diese Gesetzmäßigkeit sich auf Dauer hält. Nach wie vor gilt sie dennoch. Wie sich dies auswirkt beschreibt die Geschichte vom Schachbrett sehr schön. Der Erfinder des Schachbretts, hoherfreut über seine Erfindung, beschloss, sein Spiel seinem Herrscher zu schenken.

Die Freude des Herrschers war groß und so wollte er sich dem erfindungsreichen Untertanen erkenntlich zeigen. Dabei war er etwas unvorsichtig. Er stellte es ihm frei, welche Belohnung er haben möchte. Der Erfinder des Schachspiels wiederum war ebenfalls etwas unvorsichtig und schlug folgendes vor: Auf dem Schachbrett sollte auf dem ersten Spielfeld ein Korn abgelegt werden, auf dem zweiten zwei auf dem dritten vier auf dem vierten acht usw., bis das Schachbrett auf allen seinen 32 dunklen und 32 hellen quadratischen Feldern belegt wäre. 64 Felder. Die mathematische Berechnung ergibt eine Weizenmenge von ungefähr 922 Mrd. t. Das entspricht etwa der 1500 fachen weltweiten Weizenernte des Jahres 2004, die 624 Mio. t betrug. Die Geschichte vom Erfinder des Schachbretts wird unterschiedlich erzählt. Eine Erzählung geht davon aus, dass der Herrscher etwas ungehalten reagierte, was dem Erfinder des Schachbretts das Leben kostete. Erik Brynjolfsson und Andrew McAfee gehen in ihren Büchern „The Second Machine Age“ und „Race Against The Machine“ davon aus, dass wir, wiederum den Startpunkt von Moore's Law 1965 zugrunde legen, auf der zweiten Hälfte des Schachbretts angekommen sind. Dies bedeutet, dass das exponentielle Wachstum inzwischen sehr steil nach oben geht. Die technologischen Entwicklungen und damit die einhergehenden Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft erfahren eine extreme Beschleunigung. Technologien entwickeln sich inzwischen oft sprunghaft, nicht mehr langsam evolutionär. Robotik ist dafür ein gutes Beispiel.

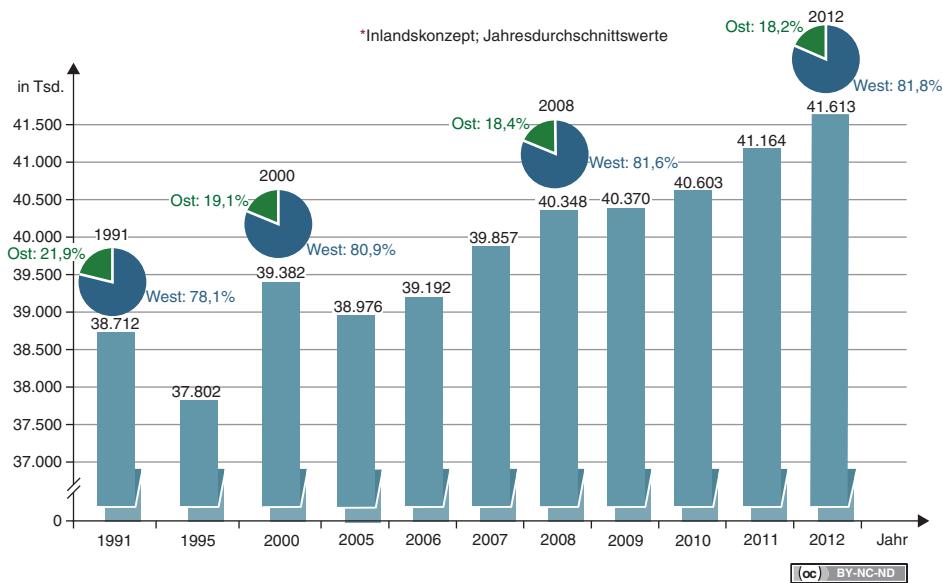
Von der steigenden Wertschöpfung konnten bisher zumindest in der westlichen Welt die meisten Menschen profitieren. Auch wenn die Zeiten und die Arbeit häufig hart waren. Letztendlich ging es immer irgendwie bergauf. Insbesondere die erste industrielle Revolution Ende des 18. Jahrhunderts führte dazu, dass deutlich mehr Waren produziert werden konnten, als zuvor. Die Menschen fanden in Fabriken neue Arbeit. Gleichzeitig waren lange Zeit die Arbeitsbedingungen dramatisch schlechter, als heute. Durch die zweite industrielle Revolution Anfang des 20. Jahrhunderts, zum Beispiel durch die Einführung von Fließbändern, wurde erneut die Wertschöpfung erhöht, Waren konnten günstiger als zuvor gefertigt werden und mehr Menschen konnten sich Dinge leisten, die zuvor wenigen vorbehalten waren. Das Paradebeispiel ist das Auto. In der Anfangszeit reserviert für wenige vermögende Familien, wurde es durch Henry Ford zur Massenware, die sich viele leisten konnten. Sein Ziel war es, dass jeder seiner Arbeiter sich ein Auto leisten können sollte.

Auch im weiteren Verlauf haben es die meisten Länder verstanden, wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklungen so weit in Einklang zu bringen, dass die Menschen zufrieden leben konnten. Aber selbst in Europa gilt dies heute nicht mehr uneingeschränkt. Die Arbeitslosenquoten insbesondere in den südlichen Ländern Europas sind dafür ein gutes Indiz. Digitalisierung und Industrie 4.0 sind Katalysatoren, die eine Entwicklung beschleunigen werden, bei der es, sofern wir es nicht schaffen, gut zu gestalten, immer mehr Verlierer geben wird.

Zunächst möchte ich ein paar Fakten darlegen, auf deren Basis sich im Anschluss Szenarien entwickeln lassen.

## ■ Erwerbstätigkeit

Erwerbstätige mit Arbeitsort in Deutschland in absoluten Zahlen und Anteile in Prozent, 1991 bis 2012\*



**Abb. 11.1** Erwerbstätigkeit in Deutschland

## Bevölkerungsentwicklung Deutschland

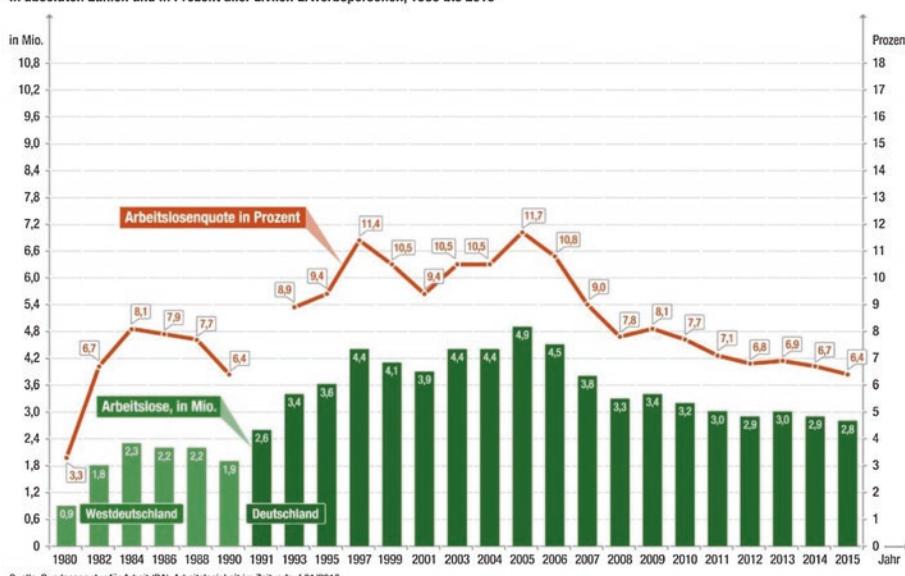
Die demografische Entwicklung in Deutschland ist auf absehbare Zeit festgeschrieben. Kinder, die in der Vergangenheit nicht geboren wurden, können nicht „nachgeholt“ werden. Die frühere Bevölkerungspyramide hat sich im Laufe der Zeit zu einem etwas bau-chigen „Dönerspieß“ entwickelt, Deutschland wird in der nahen Zukunft von Menschen dominiert sein, die älter sind als 60.

## Erwerbstätigkeit in Deutschland

Die Erwerbstätigkeit in Deutschland ist über die Jahre hinweg ständig gestiegen. In den letzten Jahren wurden erhebliche Zahlen von neuen Jobs geschaffen. Das klingt auf den ersten Blick sehr gut. Allerdings handelt es sich in erster Linie um Jobs im Billiglohn-sektor, Jobs, von denen sich kein Mensch selbst oder gar eine Familie ernähren kann. Darauf weist bereits Opaschowski in seinem Buch „Deutschland 2030“ hin. Diese Arbeitsplätze sind außerdem in der Masse genau die, die von Technologie sehr leicht ersetzbar sind. Die technologischen Möglichkeiten der nächsten wenigen Jahre sind grundsätzlich geeignet, diese neu geschaffenen Arbeitsplätze schneller zu gefährden, als sie geschaffen wurden (Abb. 11.1).

## ■ Arbeitslose und Arbeitslosenquote

In absoluten Zahlen und in Prozent aller zivilen Erwerbspersonen, 1980 bis 2015



**Abb. 11.2** Arbeitslosenzahlen in Deutschland. (Quelle: Die Linke)

### Arbeitslosenquoten

Die Arbeitslosenquote in Deutschland hat sich ebenfalls in den letzten Jahren sehr positiv entwickelt. Hier lohnt sich allerdings ein genauerer Blick. Die Berechnung der Arbeitslosenquote wurde nämlich im Zeitverlauf mehrfach angepasst. Menschen, die früher als arbeitslos gezählt wurden, wurden aus der Statistik herausgerechnet und damit letztendlich die veröffentlichte Quote „freundlicher gestaltet.“

Vergleiche die offizielle Statistik und eine Gegenüberstellung von der Bundestagsfraktion „die Linke“ in den Abb. 11.2 und 11.3.

### Arbeitslosengeld II

Insbesondere die Zahl der Empfänger von Arbeitslosengeld II ist trotz der an sich in Deutschland guten wirtschaftlichen Entwicklung extrem hoch. Viele sogenannte „Aufstocker“ kommen mit ihren Billiglohnjobs nicht aus. Auch vermehrte Zweitjobs sind zu beobachten. 2015 hatten bereits 5 % der erwerbstätigen Deutschen einen Zweitjob, die Zahl steigt über die letzten Jahre signifikant an.

### Überstunden in Deutschland

Gleichzeitig haben wir inzwischen eine Situation in Deutschland, bei der so viele Überstunden geleistet werden, wie noch nie zuvor. Die Zahl der geleisteten Überstunden würde theoretisch reichen, um rund 1 Mio. neue Jobs zu schaffen. In Deutschland haben



**Abb. 11.3** Gegenüberstellung von Arbeitslosenzahlen. (die Linke)

Arbeitnehmer nach Schätzungen der Bundesagentur für Arbeit im vergangenen Jahr insgesamt 1,813 Mrd. Überstunden geleistet. Dabei besagen die Schätzungen, dass die unbezahlten Überstunden steigen, während doch auch ein erheblicher Anteil in Arbeitszeitkonten einfießt und zu späterem Zeitpunkt wieder abgebaut werden können. Dennoch liegt hier ein erhebliches Potenzial für neue Arbeitsplätze.

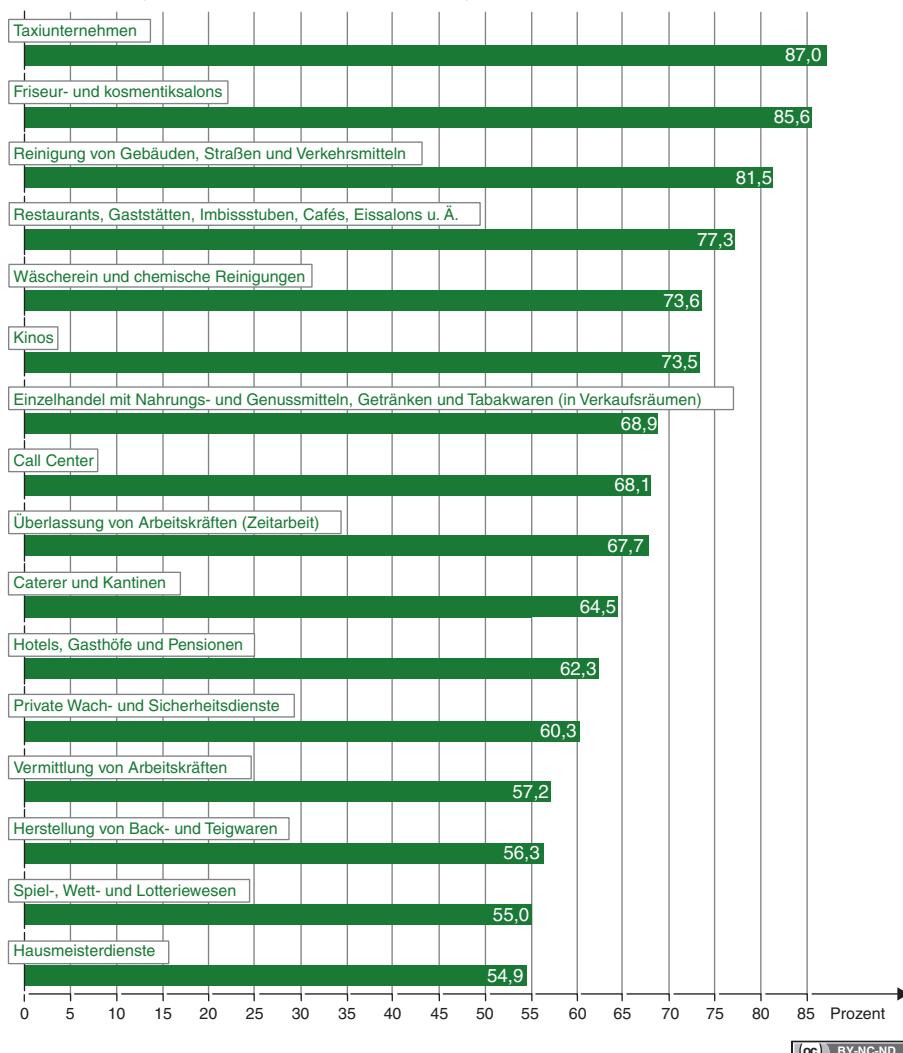
Diejenigen, die Arbeit haben, arbeiten so viel, wie noch nie zuvor. Diejenigen, die schlecht bezahlt werden, müssen sehr häufig einen Zweitjob annehmen, wie schon dargelegt, ebenso wie die Zahl der Rentner, die einen Zuverdienst benötigen, um über die Runden zu kommen. Und diejenigen, die keinen Job mehr finden, werden in Statistiken herausgerechnet, wo sie einen anderen Status bekommen, als den der Arbeitslosigkeit, was jedoch ihre Situation keineswegs bessert. Eine paradoxe Situation.

### Niedriglohnsektor

Wie bereits zuvor ausgeführt, sind insbesondere die Jobs im Niedriglohnsektor besonders durch Digitalisierung gefährdet. Ein Blick auf die Grafik (Abb. 11.4) zeigt, dass hier ein

## ■ Niedriglohnbezieher

Wirtschaftszweige mit den höchsten Anteilen an Niedriglohnbeziehern in Prozent, 2010



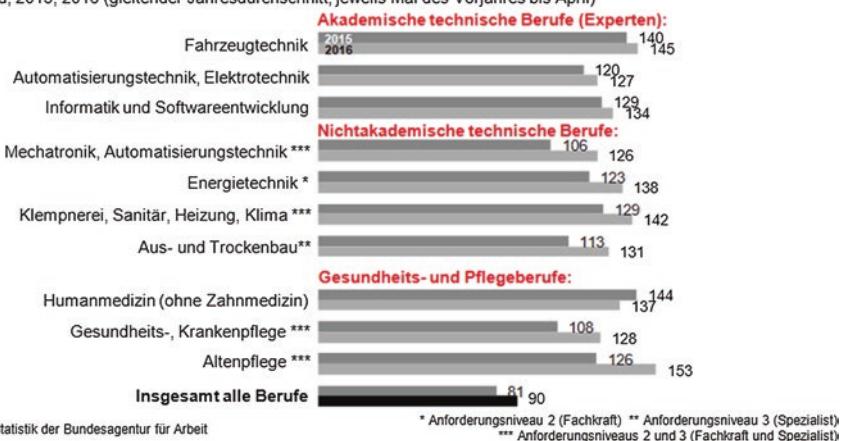
**Abb. 11.4** Niedriglohnbezieher

enormes Potenzial vorliegt, bei dem Digitalisierung und Industrie 4.0 zur Jobvernichtungsmaschine werden. Taxiunternehmen werden von Uber oder selbstfahrenden Autos in der Zukunft bedroht. Reinigungsdienstleistungen können zukünftig zu großen Teilen von Robotern übernommen werden. Im Einzelhandel benötigt man durch Digitalisierung keine Kassiererinnen mehr. Callcenter werden durch Künstliche Intelligenz ersetzt. Hotels mit Selbst-Check-In benötigen kein Empfangspersonal. Dies sind wenige Beispiele.

- Bei folgenden Berufsgruppen<sup>4</sup> zeigt sich *aktuell* ein Fachkräftemangel:**
- Ingenieure Metallbau und Schweißtechnik (Experten<sup>5</sup>)
  - Ingenieure Fahrzeugtechnik (Experten)
  - Fachkräfte und Spezialisten<sup>6</sup> Mechatronik und Automatisierungstechnik
  - Ingenieure Mechatronik und Automatisierungstechnik (Experten)
  - Fachkräfte Energietechnik
  - Spezialisten und Ingenieure (Experten) Elektrotechnik
  - Spezialisten Aus- und Trockenbau
  - Fachkräfte und Spezialisten Klempnerei, Sanitär, Heizung und Klimatechnik
  - Ingenieure Ver- und Entsorgung (Experten)
  - Experten im Bereich Informatik
  - Experten Softwareentwicklung
  - Spezialisten im technischen Eisenbahnbetrieb
  - Fachkräfte zur Überwachung und Wartung der Eisenbahninfrastruktur
  - Fahrzeugführer Eisenbahnverkehr<sup>7</sup>
  - Examinierte Fachkräfte und Spezialisten in der Gesundheits- und Krankenpflege
  - Humanmediziner (ohne Zahnmedizin)
  - Examinierte Fachkräfte und Spezialisten der Altenpflege
  - Fachkräfte Orthopädie-, Rehatechnik und Hörgerätekunde
  - Meister Orthopädie-, Rehatechnik und Hörgerätekundekunst sowie Augenoptik

**Abb. 11.5** Fachkräftemangel nach Berufsgruppen

Deutschland, 2015, 2016 (gleitender Jahresdurchschnitt, jeweils Mai des Vorjahres bis April)



**Abb. 11.6** Durchschnittliche Vakanzezeit von sozialversicherungspflichtigen Arbeitsstellen bei Abgang in Tagen (...)

### Fachkräftemangel

Die Grafiken 11.5 und 11.6 stammen aus der Arbeitsmarktberichterstattung vom Juli 2016 der Bundesagentur für Arbeit (<http://www.statistik.arbeitsagentur.de/Statischer-Content/Arbeitsmarktberichte/Fachkraeftebedarf-Stellen/Fachkraefte/BA-FK-Engpass-analyse-2016-06.pdf>).

Hier zeigt sich bereits auf den ersten Blick eines der Probleme der zunehmenden Digitalisierung und Industrie 4.0. Die Berufe, in denen Engpässe bestehen, sind für diejenigen, die im Niedriglohnsektor ihre Jobs verlieren, in der Regel nicht geeignet. Außerdem wird klar, dass nur in wenigen Bereichen ein Mangel an Fachkräften herrscht, der Fachkräftemangel also kein generelles Problem darstellt. Dieser Eindruck entsteht häufig zu Unrecht.

### Digitalisierung und Industrie 4.0 – mehr oder weniger Jobs

Hier gibt es geteilte Meinungen. Es gibt eine ganze Reihe von Studien, die davon ausgehen, dass die Digitalisierung und Industrie 4.0 viele Millionen von Arbeitsplätzen kosten werden. Extreme Studien gehen davon aus, dass 40–60 % aller Jobs weltweit bedroht sind. Wurden seit der Erfindung der Dampfmaschine überwiegend die menschliche Arbeitskraft im Sinne von körperlicher Kraft überflüssig gemacht, bedrohen nun künstliche Intelligenz, lernende Maschinen und Robotertechnik Bereiche des Arbeitslebens, wo bisher der Mensch unersetzt schien. Eine Studie des Weltwirtschaftsforums prognostiziert, dass in den Industrieländern Roboter bis zum Jahr 2020 – das sind nur noch wenige Jahre – rund 5 Mio. Jobs vernichten werden.

Eine andere Studie, in diesem Fall von der University auf Oxford, die 2013 bereits erstellt wurde, beinhaltet eine Methode, mit der errechnet werden kann, wie anfällig ein Beruf dafür ist, durch künstliche Intelligenz, Digitalisierung, Roboter ersetzt zu werden. Hinter dieser Forschung stecken Carl Benedict Frey und Michael A. Osborne. Das Ergebnis: in den kommenden ein bis zwei Dekaden sind fast 50 % der Jobs in den USA durch Digitalisierung und Industrie 4.0 gefährdet. Ähnliche Studien sagen für Kanada im gleichen Zeitraum einen Jobverlust von 40 % voraus. Warnende Hinweise gibt es von vielen Wissenschaftlern weltweit. Auch Persönlichkeiten wie Bill Gates oder Stephen Hawking warnen hier vor den Folgen, insbesondere auch vor dem destruktiven Potenzial künstlicher Intelligenz, was noch über die Thematik der bedrohten Arbeitsplätze hinausgeht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es eine ganze Reihe von Studien gibt, die zu dem Schluss kommen, dass eine erhebliche Zahl von Jobs gefährdet ist. Auf der anderen Seite gibt es nur wenige konkrete Aussagen darüber, welche Jobs neu entstehen, wie diese aussehen, welche Qualifikation man dafür benötigt und wie schnell sich diese Entwicklung vollziehen wird. Es ist also einerseits leicht, bestehende Berufe und Industrien zu betrachten und das Potenzial von Digitalisierung und Industrie 4.0 gedanklich auf diese Geschäftsmodelle und Berufe zu übertragen um dann herauszufinden, welche Berufe tatsächlich gefährdet sind. Anhand der Beschäftigtenzahlen in den Berufen ist der nächste Schritt ebenfalls relativ einfach: Wir können relativ genau sagen, wie viele Menschen ihren Job verlieren werden. Qualität und Quantität sind recht einfach berechenbar.

Auf der anderen Seite lässt sich heute noch nicht konkret vorhersagen, welche neuen Geschäftsmodelle tatsächlich entstehen, welche davon Erfolg haben, wie viele Jobs diese generieren werden und welche Fähigkeiten ein Mensch tatsächlich mitbringen muss, um die neuen Berufe erfolgreich meistern zu können. Qualität und Quantität sind nicht vorhersehbar.

Kevin Kelly schreibt in seinem 2016 erschienenen Buch „The Inevitable“ fast schon euphorisch, welche tollen Möglichkeiten durch die Digitalisierung entstehen. Er ist sich sicher, dass eine Vielzahl neuer Jobs entstehen wird. Aber auch er, der über viele Jahrzehnte Digitalisierung nicht nur miterlebt, sondern auch mitgestaltet hat, ist nicht in der Lage, konkret zu sagen, wie viele Menschen in Zukunft Beschäftigung haben werden und wie diese Beschäftigung aussehen wird. Reicht die blanke Zuversicht?

In einem Beitrag von „Versicherungswirtschaft heute“ vom Januar 2016, der sich auf einen Blogbeitrag auf LinkedIn bezieht und von **Marcel Nickler, Global Consulting Executive bei Bearing Point stammt, wird Digitalisierung ein erhebliches Wachstumspotenzial auch im Sinne neuer Jobs zugesprochen. Die europäische Kommission gehe davon aus, dass ein digitaler Binnenmarkt in Europa bis zu 415 Mrd. € zusätzliches Wachstum und 3,8 Mio. neue Jobs schaffen könnte (<http://versicherungswirtschaft-heute.de/maerkte/digitalisierung-sorgt-fur-milliarden-wachstum/>)**. Dem Beitrag ist nicht zu entnehmen, in welchem Zeitraum dies geschehen könne. Und auch hier fehlen konkrete Hinweise auf die Art von Jobs, mit denen das realisiert werden soll.

Veröffentlichungen über Industrie 4.0, zumal zu Zeiten wie beispielsweise der Hannover-Messe, sind ebenfalls sehr euphorisch was die zukünftigen Möglichkeiten angeht. Es wird berichtet über eine enorme Steigerung der Wertschöpfung. Konkrete Zahlen nennt aber auch aus der Industrie niemand, wenn wir fragen, welche Jobs in welcher Zahl tatsächlich neu entstehen werden. Wenn Zahlen genannt werden, dann sind diese deutlich niedriger, als die Zahlen aus den Studien, die von einem Rückgang der Jobzahlen ausgehen.

In der Bilanz: es deutet alles darauf hin, dass Millionen von Jobs wegfallen, während nur deutlich weniger neue Jobs entstehen werden, die von denen, die dann arbeitslos werden, nicht ausgefüllt werden können.

Die Auswirkungen auf der negativen Seite sind bereits heute zu beobachten, sind also konkret fassbar. Apple lässt in Asien bisher in Fabriken Smartphones von billigen Arbeitskräften zusammenbauen. Die ersten Zulieferfirmen haben inzwischen damit begonnen, menschliche Arbeiter durch Roboter zu ersetzen (<http://futurism.com/apple-supplier-just-cut-60000-jobs-replaces-factory-workers-with-robots/>). Alleine ein solcher Zulieferer ersetzt 60.000 Menschen durch Roboter.

Wie sehr viele Schuhfabrikanten hat auch Adidas in der Vergangenheit Produktion in Länder verlagert, in denen billige Arbeitskräfte verfügbar sind. In Deutschland haben deshalb viele Menschen ihre Arbeit verloren. 2016 hat Adidas verkündet, die Produktion von Sportschuhen nach Deutschland zurückzuholen. Das klingt auf den ersten Blick sehr positiv, jedoch werden diese Sportschuhe von Robotern hergestellt. Die Fabrik, die

neu entsteht, wird also nur wenige Menschen beschäftigen, die noch dazu ein sehr spezielles Know-how benötigen. Gleichzeitig verlieren Tausende Menschen in Asien ihren schlecht bezahlten Job (<http://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2016/06/01/das-endeder-arbeiter-roboter-produzieren-adidas-schuhe-in-deutschland/>).

Dies sind nur zwei Beispiele, die zeigen, zu was Technologie in der Produktion von Massenprodukten heute in der Lage ist.

Die Politik scheint diese Entwicklungen aktuell zu verschlafen oder zu ignorieren. Anfang 2016 habe ich den EU-Kommissar für Digitalisierung, Oettinger, angeschrieben, um zu erfahren, wie wir uns in Europa auf diese Entwicklung vorbereiten. Auf die Antwort musste ich mehrere Monate warten. Aber sie kam. Vollständig abgedruckt ist sie in der Einleitung zu diesem Buch. Nur noch einmal die wichtigsten Passagen:

Die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft birgt gewaltige Chancen zur Steigerung von Produktivität, Wirtschaftswachstum und Lebensqualität. Zur gleichen Zeit besteht eine wachsende Sorge, dass digitale Technologien zum Verlust von Arbeitsplätzen, Ungleichheit oder einer Verschlechterung der Arbeitsbedingungen beitragen könnten.

Der digitale Wandel ist daher eine der zentralen Gestaltungsaufgaben für Europa, die Mitgliedstaaten, aber auch die Sozialpartner.

Uns sind die benannten Studien bekannt, deren Ergebnisse sind jedoch nicht eindeutig. Wie Sie richtig anmerken, ist es nahezu unmöglich, die genaue Zahl der wegfallenden und neu geschaffenen Arbeitsplätze zu quantifizieren. Eines ist sicher: fast alle Berufsbilder wandeln sich und werden zukünftig „digitale Kompetenzen“ erfordern.

### Zahlen und Studien zusammengefasst

Was bedeuten nun diese Zahlen und Studien zusammengefasst? Die Bevölkerung schrumpft. Grundsätzlich werden wir also in naher Zukunft insgesamt deutlich weniger Potenzial an Erwerbstägigen haben. Denn nicht nur die Zahl der Bevölkerung insgesamt sinkt, sondern auch der Altersschnitt steigt. Auch wenn die Menschen zukünftig länger arbeiten werden – vor allem wegen der Rentensituation – werden dem Arbeitsmarkt insgesamt weniger Menschen zur Verfügung stehen.

Die Arbeitslosenzahlen sind „geschönt“, die tatsächlichen Zahlen sind deutlich höher, als offiziell angegeben. Die Anpassungen der Statistik waren nicht mehr als Augenwischerei. Und insbesondere der Stolz der Politik in Deutschland auf die vielen neu geschaffenen Jobs, überwiegend im Niedriglohnsektor, ist fehl am Platz. Opaschowski spricht hier völlig zu Recht von prekären Arbeitsverhältnissen. Die Folgen sind steigende Zahlen von Sozialhilfeempfängern oder Arbeitslosengeld II Empfängern. Diese Jobs sind als erstes von Digitalisierung und Industrie 4.0 gefährdet.

In den deutschen Überstunden stecken, theoretisch, rund eine Million neue Jobs. Fachkräftemangel gibt es allerdings in erster Linie in Jobs, die für viele Menschen, deren heutige Jobs und Niedriglohnjobs gefährdet sind, ungeeignet sind.

Ob es den Fachkräftemangel – bis auf wenige Berufe, wie etwa in der medizinischen Versorgung und Pflege – jedoch in den nächsten zwei Dekaden noch geben wird, wenn Digitalisierung und Industrie 4.0 auch qualifizierte Jobs angreifen, ist mehr als fraglich.

Die Unsicherheit ist groß, das spüren zunehmend auch die Menschen. Arbeitslosenquoten von 20–30 % sind durchaus denkbar. Auf dieses Szenario müssen wir zumindest vorbereitet sein.

### **Leben mit der Angst – das Zusammenleben wird zerrüttet**

Davon geht zumindest Prof. Heinz Bude, Gesellschaftsforscher aus Kassel, aus. In einem Interview in GEO Wissen 57 aus 2016 beschreibt er, dass die Menschen zunehmend eine Grundstimmung entwickelt haben, die von Angst geprägt ist. Nicht nur vor Terror und Krankheit, sondern eine grundsätzliche Zukunftsangst, bei der es sehr stark um vergänglichen Wohlstand, berufliche Stellung und gesellschaftliche Achtung geht. Er geht so weit zu sagen, dass eine „derart vorherrschende Gefühlslage der Bevölkerung“ den „Anstoß für politische Auseinandersetzungen“ gibt und „entscheidend sein kann für die Entwicklung eines Staates.“ „Die Menschen beginnen, an dem Versprechen zu zweifeln, dass sie im Rechts- und Wohlfahrtsstaat sicher sind.“

Bei alledem finden wir eine Gemengelage vor, die die Grundlage für eine „diffuse Angst“ bildet. Insbesondere die Generationen, denen es nach den Weltkriegen des 20. Jahrhunderts gut ging, sind verunsichert. „Dazu haben in den vergangenen Jahrzehnten vor allem drei Prozesse beigetragen: Globalisierung, Liberalisierung und Digitalisierung“, sagt Bude, wobei die Digitalisierung „gewissermaßen der technologische Treibstoff für Globalisierung und Liberalisierung“ darstellt.

Sind die Menschen also bereits heute verängstigt und verunsichert, wird sich dieses Gefühl zwangsläufig verstärken, je schneller sich die Welt dreht und Digitalisierung fortschreitet. Menschen wollen Stabilität, Veränderung nur in Maßen. Dieser Wunsch steht der digitalen Entwicklung diametral gegenüber.

Die Folgen beschreibt Bude auch: „Die Befürchtung, keinen Platz mehr für sich im Ganzen zu finden, lässt Misstrauen entstehen: gegenüber dem System, den Reichen, der Presse oder der politischen Klasse.“ Menschen, die „Lügenpresse“ schreien, die in extreme politische Lager abdriften, die Hass versprühen, die nicht mehr wählen gehen wollen oder zu „Protestwählern“ werden, wir können das bereits gut beobachten. „Die Gemeinschaft büßt an Zusammenhalt ein, verliert den Konsens“.

Trifft die oben beschriebene Bilanz zu und es entstehen derart hohe Arbeitslosenzahlen, gerät die noch als diffus beschriebene Angst schnell aus dem Ruder. Dann droht die Gesellschaft zu zerbrechen.

### **Die Zukunft des Geldverdienens – ein Angstverstärker**

Wie werden Menschen zukünftig überhaupt ihren Lebensunterhalt verdienen können, oder: Mit was verdient man zukünftig Geld? Drei Begriffspaare helfen uns in diesem Fall weiter, wie McAfee und Brynjolfsson in ihren Büchern erklären. Geld verdienen funktioniert entweder mit Kapital oder mit Arbeitskraft. Wer Kapital hat, kann dieses quasi für sich arbeiten lassen. Er besitzt eine Fabrik, Maschinen, Roboter, Computer und stellt somit die Basis dafür zur Verfügung, mit dem andere Menschen Geld verdienen können. Er beschäftigt Menschen, die mit ihrer Arbeitskraft, sei es körperlich oder

mit Kopfarbeit, die eigentliche Wertschöpfung betreiben. Das erste Begriffspaar zeigt, wer Kapital besitzt, ist im Vorteil. Wenn Arbeitskraft in vielen Fällen durch Technologie ersetzt wird, liegt das Problem eindeutig auf der Seite der Menschen, die mit ihrer Arbeitskraft ihren Lebensunterhalt verdienen wollen.

Das nächste Begriffspaar: gut ausgebildet oder schlecht ausgebildet. Wer gut ausgebildet ist, hat grundsätzlich bessere Chancen. Aber auch hier gibt es keine Garantie mehr. Während Technologie zunächst in erster Linie Arbeit übernommen hat, die von Menschen gemacht wurde, die eine normale, vielleicht auch keine Ausbildung besaßen, die nur angelernt waren, ist Technologie zunehmend in der Lage, auch Experten zu verdrängen. Künstliche Intelligenz, vor wenigen Jahren noch ein belächelter Begriff, hat inzwischen Entwicklungssprünge gemacht, die man sich so vor kurzem noch nicht vorstellen konnte. Fazit hier: eine gute Ausbildung ist keine Garantie mehr.

Das letzte Begriffspaar Superstars gegen den Rest. Beobachtet man die typischen neuen Geschäftsmodelle, die auf Basis von Digitalisierung entstanden sind, sieht man sehr schnell, dass die entsprechenden Märkte von wenigen großen Unternehmen dominiert werden, dass der Markt monopolistisch wurde. Wer irgendetwas im Internet sucht, denkt zu aller erst an Google. Amazon ist zunehmend der Begriff für Einkaufen. Wenige Anbieter teilen sich den Markt für mobile Endgeräte. Marktmacht konzentriert sich also immer mehr auf wenige, extrem einflussreiche Player. Alle anderen müssen sich mit den Brotrümen zufrieden geben. Dieser Trend gilt offensichtlich für sehr viele und auch gerade für die neuen Geschäftsmodelle, die sich entwickeln. Geschäftsmodelle, die von kleinen Firmen entwickelt werden, werden, sobald sie erfolgreich sind, von den großen aufgekauft. Die Folge: The winner takes it all.

### Ist Industrie 4.0 nun also eine Lösung für Probleme oder ist sie ein Problem?

Es wird letztlich wie immer auf die Gestaltung ankommen. Dass Industrie 4.0 und Digitalisierung Auswirkungen auf unser gesellschaftliches Zusammenleben haben werden, dürfte gewiss sein. Die Frage ist, welche Szenarien – außer dem bereits oben beschriebenen negativen Szenario – denkbar sind und welchen wir uns gestalterisch nähern wollen. Tun wir nichts und überlassen die Entwicklung sich selbst, werden noch mehr Menschen benachteiligt und abgehängt, als dies heute schon der Fall ist. Angst, Hass, gesellschaftlicher Zerfall.

Sahra Wagenknecht schreibt dazu in ihrem aktuellen Buch (CAMPUS 2016) „Reichtum ohne Gier“:

Die reichsten ein Prozent der Weltbevölkerung besitzen inzwischen mehr als alle anderen auf der Welt lebenden Menschen zusammen. Allein 62 Multimilliardäre haben mehr Vermögen als die Hälfte der Menschheit. Und die Ungleichheit von Einkommen und Vermögen wächst weiter, nicht nur im globalen Maßstab, sondern auch und ganz besonders in den alten Industrieländern. Seit gut 20 Jahren zieht der explodierende Reichtum am oberen Ende die Mittelschichten und erst recht die ärmeren nicht mehr nach. Ihr Lebensstandard folgt dem gesamtwirtschaftlichen Wachstum nicht etwa nur langsamer, erfolgt ihm überhaupt nicht mehr.

Industrie 4.0 ungezügelt ist der Turbo für diese Entwicklung.

### **Notwendige Veränderungen**

Es stellt sich also die Frage, welche Änderungen möglich sind, um unser wirtschaftliches und gesellschaftliches System an das anzupassen, was Digitalisierung und Industrie 4.0 unaufhaltsam bringen werden. Dabei könnte man natürlich als aller erstes an bereits vor langer Zeit beschriebene Utopien denken. Die Technologie arbeitet, der Mensch hat Freizeit und trotzdem alles, was er benötigt. Die Wertschöpfung, die durch Technologie ermöglicht wird, wird auf alle verteilt, niemand muss arbeiten. Zumindest nicht mehr so viel wie heute. Ist das denkbar?

Will man sich in diese Richtung entwickeln, muss gesellschaftlich und politisch zwangsläufig über eine andere Verteilung des Wohlstands und der Wertschöpfung nachgedacht werden. Und über die Zahl der Stunden, die wir arbeiten. Nicht nur nachgedacht, sondern auch entschieden werden.

Ein interessantes Versuchsfeld besteht derzeit in Schweden. 6 h arbeiten pro Tag bei vollem Lohnausgleich (<http://www.businessinsider.de/diese-stadt-in-schweden-testet-den-6-stunden-arbeitstag-mit-faszinierenden-ergebnissen-2016-5>). Einige Unternehmen in Göteborg experimentieren aktuell mit einem 6 h Arbeitstag. Die Angestellten in einem Pflegeheim, einem Krankenhaus, einer Fabrik und in einem Tech-Start-up arbeiten nur noch 30 h pro Woche anstatt 40. Dabei sind – so wird berichtet – sowohl die Produktivität, als auch die Zufriedenheit am Arbeitsplatz gestiegen. Eine Erkenntnis, die hinter diesem Versuch steckt, ist, dass Menschen sich nur 4–5 h täglich wirklich konzentrieren und dabei produktiv arbeiten können. Wer länger arbeitet, riskiert, seine Arbeitsleistung sogar eher zu reduzieren. Wenn das so stimmt und übertragbar ist, dann müsste man, um vorhandene Arbeit auf mehr Menschen zu verteilen, oder um immer weniger Bedarf an menschlicher Arbeitskraft gerechter zu verteilen, noch weiter reduzieren, als nur auf 6 h pro Tag.

Gar nichts arbeiten, das können Menschen vermutlich nicht gut. Zumindest die allerwenigsten. Das zeigt sich nicht zuletzt dann, wenn man sich mit dem bedingungslosen Grundeinkommen befasst. Die meisten Menschen würden dann anfangen, die frei gewordene Zeit sinnvoll zu nutzen, beispielsweise kreativ oder mit sozialem Engagement.

Auch das bedingungslose Grundeinkommen ist ein schon älteres Thema, das aktuell allerdings wieder von vielen Seiten diskutiert wird, auch in diesem Buch an anderer Stelle. Zum Beispiel gab es 2016 in der Schweiz eine Volksabstimmung darüber, ob jeder Schweizer ein bedingungsloses Grundeinkommen bekommen solle. Es wäre mehr als überraschend gewesen, hätte dieser Volksentscheid sofort dazu geführt, dass die Mehrheit der Schweizer sich für das bedingungslose Grundeinkommen entscheiden, der Volksentscheid ist gescheitert. Und er ist dennoch nicht gescheitert. Denn er hat gezeigt, dass bereits heute 22 % der Schweizer davon überzeugt sind, dass ein bedingungsloses Grundeinkommen möglich und sinnvoll ist. Das ist immerhin fast ein Viertel der Bevölkerung. Nicht nur in der Schweiz wird über das bedingungslose Grundeinkommen diskutiert. Neuseeland und Irland sind zwei Länder, in denen die Politik, oder zumindest

die aktuelle Opposition, über das bedingungslose Grundeinkommen diskutiert, bzw. es in das Wahlprogramm aufgenommen hat. Kanada ist ein weiteres Land, das sich damit befasst, andere skandinavische Länder befassen sich auch mit der Thematik.

Im Zusammenhang mit Umverteilung kommen zwei weitere Aspekte infrage. Eine gerechtere Besteuerung des Kapitals, die effektive Bekämpfung von Steuerflucht, bis hin zu der Frage, ob Roboter Steuern zahlen sollen. Eine negative Einkommensteuer ebenso. Schwierige Fragestellungen, in einer Situation, in der es bereits heute schwierig ist, sicherzustellen, dass große, vor allem internationale Firmen, dort wo sie Wertschöpfung betreiben, auch Steuern zahlen.

Kann es im Interesse derjenigen sein, die Waren und Dienstleistungen produzieren, wenn auf der anderen Seite immer weniger Menschen sind, die durch ihre eigene Arbeitsleistung in der Lage sind, diese Waren und Dienstleistungen zu konsumieren? Sicher nicht. Die Frage ist letztendlich, wie wir die Waage zwischen Kapital und Arbeitskraft in eine Position bringen, die gleichbedeutend ist mit einer stabilen gesellschaftlichen und politischen Situation in unserem Land und in der Welt.

Der Kapitalismus, der heute von vielen als Turbo-Kapitalismus oder Raubtier-Kapitalismus bezeichnet wird, ist sicher nicht die Basis für eine stabile gesellschaftliche Entwicklung. Eine Art von sozialer Marktwirtschaft 2.0 dürfte geeigneter sein. Mehr soziale Gerechtigkeit, gleichzeitig die Belohnung von Leistung, die Nutzung der technologischen Möglichkeiten, den Menschen zu entlasten muss das Ziel sein.

Ein Szenario, bei dem das nicht gelingt, kann uns allen nicht gefallen. Proteste und soziale Unruhen in den südeuropäischen Ländern, Demonstrationen in Frankreich, traditionell sehr auf sozialen Ausgleich bedacht, zeigen, dass die Gesellschaft instabil wird, wenn Ungleichheit und Angst zunehmen. Extreme politische Ränder sowohl rechts, als auch links, werden dann möglich, wenn Menschen sich in der – gefühlt stabilen – Mitte nicht mehr wieder finden. In unruhigen Zeiten können diejenigen, die es sich leisten können, sich wie in den USA in sogenannten Gated Communities in Sicherheit bringen. Überhaupt sind die USA ein sehr gutes Beispiel dafür, wie sich eine Gesellschaft, die nicht über soziale Komponenten, oder nur sehr wenige davon verfügt, entwickelt. Fährt man beispielsweise mit dem Mietwagen als Tourist von Miami Beach Richtung Osten zur Autobahn, gelangt man von den bunten Welten entlang des Atlantik durch zunächst wohlhabende Blocks von Kreuzung zu Kreuzung immer eine Etage tiefer in den gesellschaftlichen Schichten, bis man schließlich in Vierteln landet, in denen man besser nicht aus dem Fahrzeug aussteigt. Aber auch in mancher deutschen Großstadt finden wir derartige Verhältnisse.

## Fazit

Zur Gestaltung unserer gesellschaftlichen Zukunft bleibt nur eine gesellschaftliche und politische Diskussion über die Fakten und die möglichen Szenarien, die durch Digitalisierung und Industrie 4.0 entstehen können. Wenn wir eine positive Zukunft gestalten wollen, müssen wir auf Basis der wahrscheinlichen Szenarien offen über die tatsächliche Arbeitslosigkeit in unserem Land reden, ohne sie statistisch zu verwässern. Wir müssen

darüber reden, wie die Arbeit, die weiterhin von Menschen getan werden muss, gerecht bezahlt und verteilt wird. Weniger Arbeit bei vollem Lohnausgleich, machbar und konsequent. Wir müssen darüber diskutieren, ob es richtig ist, dass die, die Arbeit haben, enorme Überstunden leisten, während andere keine Arbeit haben. Wir müssen uns dringend Gedanken darüber machen, welche Fähigkeiten die Menschen haben müssen, um für die zukünftigen Jobs gerüstet zu sein. Wir wissen relativ gut, welche Berufe gefährdet sind. Konzentrieren wir also unsere Bemühungen rechtzeitig auf diese Menschen, um sie zu qualifizieren für das, was kommt. Investieren wir in Bildung und digitalen Kompetenzaufbau, beginnend in den Schulen. Steigen wir ein in eine offene Diskussion über ein bedingungsloses Grundeinkommen und eine gerechte Besteuerung der Wertschöpfung. Gerechte Besteuerung – dort, wo die Wertschöpfung geschieht, also auch bei Robotern und Kapital – ist die Voraussetzung für die Finanzierung von sozialem Ausgleich, umgesetzt durch ein bedingungsloses Grundeinkommen. Mehr Umverteilung darf kein Tabu sein. Soziale Marktwirtschaft 2.0 wäre ein passender Begriff und ein fairer Deal.

Um es mit Ghandi zu sagen: Es ist genug für alle da. Nur nicht für die Gier aller.

---

# Digital Leadership – die Führungskraft im Zeitalter von Industrie 4.0

12

Günther Wagner

---

## Zusammenfassung

Nicht nur die Mitarbeiter in den Unternehmen sind von der Digitalisierung betroffen, ganz besonders auch die Führungskräfte. Gewohnte Vorgehensweisen helfen nicht mehr weiter. Unternehmen im Wandel benötigen Digital-Leader-Persönlichkeiten. Dieses Kapitel versucht Antworten auf folgende Fragen zu geben: Braucht es eine neue Definition von Führung? Welche Aufgaben haben zukünftige Führungskräfte? Gibt es tatsächlich so etwas wie Digital Leadership? Welches Wissen und Know-how benötigen die Führungskräfte im digitalen Zeitalter? Wie können fluide Unternehmen geführt werden? Welche Art von Mitarbeitenden sind in fluiden Unternehmen zu führen (Angestellte, Freelancer, ...), Altersstruktur, Know-how, etc.? Wie sehen die Büros der Zukunft aus, wie bei Google? Mit welchen Unsicherheiten, Ängsten und Überforderungen müssen sich die Führungskräfte auseinandersetzen?

---

## 12.1 Führung und Management im 21. Jahrhundert

Mit Monokulturen von Managern werden wir nicht weiterkommen.

Lars Thomsen (1968), Gründer und Chief Futurist des Thinktanks future matters

Was macht erfolgreiche Führung, ein erfolgreiches Management in Unternehmen im 21. Jahrhundert aus? Wie hat sich die Führung von Unternehmen im Laufe der Zeit entwickelt? Und wie wird sich die Führung von Unternehmen weiterentwickeln? Ich habe versucht Antworten, zum Teil vielleicht sogar außergewöhnliche Antworten auf diese

---

G. Wagner (✉)  
Salzburg, Österreich

Fragen zu finden. Das mag bei Ihnen als Leser unter Umständen Stirnrunzeln verursachen oder auch Schmunzeln. Ich möchte Sie jedenfalls einladen, die Handlungsweise vom Management von heute zu hinterfragen, und Ihre eigenen Antworten zum Führen von Unternehmen im 21. Jahrhundert zu finden.

Bevor ich Ihnen die aktuellen Ansätze und Entwicklungen vom Digital Leadership näherbringe, möchte ich Ihnen die dafür relevanten Eckpunkte, die Begriffsdefinition sowie die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen erläutern. Das mag vielleicht für meinen Beitrag als Gesamtes ausführlich erscheinen, aber es ist sehr bedeutsam für das Verständnis, warum sich die Führung von Unternehmen im 21. Jahrhundert endlich ändern muss. Darüber hinaus wiederholt sich mancher Inhalt in den unterschiedlichen Kapiteln. Doch ich finde, dass das Aufzeigen der globalen technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Veränderungen aus unterschiedlichen Perspektiven nicht oft genug erwähnt werden kann, um endlich akzeptiert zu werden. Aktuell scheint es, dass viele Führungskräfte die Veränderungen kleinreden. Das sehe ich fast täglich in meinem Beruf als Unternehmensberater und Coach.

Ich werde viele Aspekte in diesem Beitrag nur kurz anreißen können, und andere Aspekte nicht ansprechen. Mir ist bewusst, dass dies dem Themenfeld Digital Leadership nicht ganz gerecht wird. Doch für einen Denk- und damit vielleicht auch für einen Handlungstoß mag die von mir in diesem Buch zusammengestellte Themenauseinandersetzung genügen. Sehen Sie meinen Beitrag als einen von vielen Bausteinen, die *Digital Leadership* täglich aufs Neue verändern, erweitern und umbauen. Ich stehe zum Mut zur Lücke, was ohnehin für das Management im digitalen Zeitalter, als eine von vielen herausfordernden Kompetenzen, angenommen werden sollte.

Bei der Auseinandersetzung mit diesem Buchbeitrag, in Verbindung mit meiner Beobachtung als Unternehmensberater, haben sich folgende Fragen herauskristallisiert.

- Braucht es eine neue Definition von Führung?
- Welche Aufgaben haben zukünftige Führungskräfte?
- Gibt es tatsächlich so etwas wie Digital Leadership?
- Welches Wissen und Know-how benötigen die Führungskräfte im digitalen Zeitalter?
- Wie können fluide Unternehmen geführt werden?
- Welche Art von Mitarbeitenden sind in fluiden Unternehmen zu führen (Angestellte, Freelancer, ...), Altersstruktur, Know-how, etc.?
- Wie sehen die Büros der Zukunft aus, wie bei Google?
- Mit welchen Unsicherheiten, Ängsten und Überforderungen müssen sich die Führungskräfte auseinandersetzen?

Mit den folgenden Ausführungen möchte ich versuchen, diese Fragen aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten und mögliche Antworten aufzuzeigen, aber auch zur Selbstreflexion einladen. Sie gehören vielleicht einmal der neuen Generation von Führungskräften an und wollen, so nehme ich an, Unternehmen erfolgreich und verantwortungsbewusst führen.

Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit habe ich mich dazu entschlossen, bei Substantiva, z. B. Manager, Unternehmer, usw., nur die männliche Version zu wählen. Selbstverständlich schließe ich die weibliche Form immer mit ein.

### 12.1.1 Annäherung an einen Begriff – Digital Leadership

Menschen mit Mut und Charakter sind den anderen Leuten immer unheimlich.

Hermann Hesse (1877–1962), Schriftsteller

Leadership umfasst viele Zuschreibungen und Wesensmerkmale (Abb. 12.1), die eine glaubwürdige Führungspersönlichkeit ausmachen. Leadership muss aber auch immer kontextbezogen gesehen werden – organisatorisch, ökonomisch, unternehmensphilosophisch, menschlich und gesellschaftlich. Diese einzelnen Bereiche kann man in der Regel nicht klar abtrennen und isoliert betrachten, da sie sich einander bedingen.

Die digitale Transformation verändert die Arbeitswelt und im selben Atemzug die Unternehmen, die Erwartungen der Mitarbeitenden an ihre Führungskräfte und damit auch das Management, die Führungskultur. In einer Zeit, welche oft als VUCA (Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous) beschrieben wird, suchen die Mitarbeitenden auf der einen Seite Orientierung, wollen den Wandel aber in der Regel auch selbst aktiv mitgestalten. Wer als Führungskraft den digitalen Wandel erfolgreich bewältigen will, sollte daher auch seine Führungskultur innovativ umgestalten. Doch was heißt das? Und wie wurde bis dato geführt?

Bei der Auseinandersetzung mit dem Thema Digital Leadership dreht sich alles um Schlagworte wie: Industrie 4.0; Arbeiten 4.0; Change-Management usw. Ich möchte es



**Abb. 12.1** Leadership in einer VUCA-Welt (Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität)

nicht bei diesen Buzzwords belassen, sondern an dieser Stelle Digital Leadership als Begriffsbestimmung und Wortherleitung näher unter die Lupe nehmen.

Im deutschen Sprachraum verwenden wir im Zusammenhang mit Leadership oft den Begriff der „Führung“ bzw. „Führungs kraft“. Dieser suggeriert Stärke und Überlegenheit, aber auch Verführung und Manipulation. Vor dem Hintergrund der deutschen Geschichte des 20. Jahrhundert hat der „Führer“ als solcher eine schlechte Konnotation und steht u. a. als Synonym für: Alleinherrscher, Anführer, Diktator, Machthaber, Regent, etc.<sup>1</sup>

„Führungs-Kräfte“ agieren oft nach physikalisch, mechanischen Gesetzen und werden an kraftvollen Taten gemessen. Die Kraftübertragung findet dabei gleichsam automatisch statt unter Zuhilfenahme von „Führungsmethoden“, Kommunikationstipps und Tricks aus der Psychologiekiste, bis hin zur unlauteren Manipulation.<sup>2</sup> Aber auch die „Führungs-Kräfte“ selbst werden manipuliert durch ihre Anreiz- und Steuerungssysteme (Bonifikationen), welche ebenso trivial ausgerichtet sind. Im Vertrieb sind diese Anreiz- und Steuerungssysteme sogar oft das wesentliche, mitunter einzige „Führungs instrument“. Die Qualität der Führung bemisst sich dann oft einzig an dem erreichten Umsatz- bzw. Ertragsergebnis, für welches sich die charismatischen „Führungs persönlichkeiten“ feiern lassen.

Die „Führungskultur“ in manch einem Unternehmen ist geprägt von Missmanagement, Seilschaften und blinder Loyalität, in welchen Fehlentwicklungen lieber verschwiegen als korrigiert werden. Denn noch immer werden Initiativen für gute Unternehmensführung belächelt oder als Feigenblatt vor dem eigentlichen Geschäftemachen angesehen.<sup>3</sup>

Im deutschen Sprachraum existiert der „Führer“ sonst nur noch im Zusammenhang mit spezifischen Tätigkeiten oder Eigenschaften: Reiseführer, Fremdenführer, Lokführer, Geschäftsführer, Rädelsführer, ...<sup>4</sup> Außerhalb unser germanophonen Welt wurde „der Führer“ zum Terminus technicus des menschenverachtenden Diktators.

In der direkten Übersetzung des Führers, abgeleitet vom französischen „guide“, versteht man einen erfahrenen Begleiter, der Menschen durch ein ihnen unbekanntes Gelände führt. Sein Vorsprung ist Erfahrungswissen und besteht aus Vorkenntnissen in einem bestimmten Gebiet oder Erfahrungen mit dem Gelände. Das heißt, ein „guide“ kennt sich aus. Er verfügt aber auch über das notwendige Transferwissen und Können, um sich und die Gruppe sicher in unbekanntem Gelände zu bewegen: Karten lesen, Himmelsrichtungen bestimmen, die Orientierung beibehalten, Gefahren erkennen, ... Er gibt den Mitgliedern der Gruppe damit Sicherheit und Orientierung.

---

<sup>1</sup>Wortschatzportal Uni-Leipzig <http://wortschatz.uni-leipzig.de/> 2013-02-12.

<sup>2</sup>Rémi Denoix: Verwurzelte Führungspersönlichkeiten; in: Leila Adjemi: Wurzeln Ein Lebensbuch; Klöpfer & Meyer Verlag, 2012, S. 212.

<sup>3</sup>Kindermann, Clemens: Wahrheit tut weh – ist aber nötig <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/kommentar/1947324/> 2013-02-12.

<sup>4</sup>Wortschatzportal Uni-Leipzig <http://wortschatz.uni-leipzig.de/> 2013-02-12.

Diese Begriffsdefinition kann die gewünschten Kompetenzen von Führungskräften positiv veranschaulichen. Auch der englische Leader ist positiv besetzt. Er ist der mutige, verantwortungsbewusste Anführer einer Gruppe und hat eine Vorbildfunktion. Das Verb „to lead“ wird im Sinne von anleiten, Initiative ergreifen, neue Wege weisen, an der Spitze stehen, mutig voranschreiten, jemanden mit guten Beispiel vorangehen und Verantwortung übernehmen gebraucht.

Schon 1977 stellte Abraham Zaiezniak in seinem Artikel „Managers and Leaders: Are They Different?“, welcher in der *Harvard Business Review* erschien, den Unterschied im Handeln hervor.<sup>5</sup> John P. Kotter erläuterte 1982 den Unterschied zwischen einem Manager und einem wahren Leader, welcher damit fortan in die wissenschaftliche Auseinandersetzung Einzug gehalten hatte. „Der Ruf nach Leadership statt Management“ schreibt Oswald Neuberger „steht für die Überwindung seelenloser technischer Rationalität zugunsten von Feuer, Leidenschaft und Ausstrahlung: Das mündet in die programmatische Forderung, die richtigen Leute wieder (oder endlich) führen zu lassen, statt sie in bürokratische Systeme und Routinen einzuzwängen.“<sup>6</sup>

Die Führung wirkt dabei auf vier unterschiedlichen Ebenen:

- der des Individuums (sowohl des Führenden als auch Geführten)
- der Gruppe
- des Unternehmens
- der Umwelt, in welcher das Unternehmen agiert bzw. in Wechselwirkung steht.

Diese Wirkungsebenen lassen sich nicht trennscharf voneinander differenzieren, sondern sie beeinflussen sich gegenseitig und gehen ineinander über. Denn eine Führungskraft ist zugleich auch Mitarbeiter im Unternehmen, gestaltet das Unternehmen mit und ist Teil der Gesellschaft.<sup>7</sup>

Digital (vom lateinischen *digitus* „Finger“) steht u. a. für Digitalisierung. Dieser Begriff bezeichnet die Überführung analoger Größen in diskrete Werte, zu dem Zweck, sie elektronisch zu speichern oder zu verarbeiten. Im erweiterten Sinne bezeichnet der Begriff auch den Wandel hin zu elektronisch gestützten Prozessen mittels Informations- und Kommunikationstechnik. Seit Ausgang des 20 Jahrhunderts sprechen wir von einer Digitalen Revolution, welche auf fast alle Lebensbereiche wirkt.<sup>8</sup>

---

<sup>5</sup>Harvard Business Review <https://hbr.org/2004/01/managers-and-leaders-are-they-different> (23.02.2016).

<sup>6</sup>Neuberger, Oswald (2002): „Führen und führen lassen“; Vorwort zur 6. Auflage.

<sup>7</sup>Hahnzog, Simon (2014): „Die vier Wirkungsebenen der Betrieblichen Gesundheitsförderung“, Springer, S. X.

<sup>8</sup>Wikipedia: Digitalisierung <https://de.wikipedia.org/wiki/Digitalisierung> (29.02.2016).

Digital Leadership kann somit als ein Führungsverhalten betrachtet werden, wie Unternehmenslenker und Top-Führungskräfte denken und handeln, um die Herausforderungen im digitalen Zeitalter zu meistern. Digitaler Wandel ist danach nicht nur Technologie, Software oder eine organisatorische Veränderung, sondern ein charismatisches und transformationales Führen, welches die Routinen des technischen und bürokratischen Managens mit Leben erfüllt, welches durch visionäre Führungspersönlichkeiten vermittelt wird. Dieses Führungsverhalten beginnt bei der persönlichen Veränderung (Selbst-Führung) der Führungskraft, und nicht bei der (Arbeits-An-)Weisung eines Managers.

Auf die Veränderungen der Umwelt, mit denen die Führungskräfte konfrontiert sind, möchte ich im folgenden Kapitel näher eingehen.

### **12.1.2 Die komplexen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen**

Das Schicksal mischt die Karten, wir spielen.

Arthur Schopenhauer (1788–1860), Philosoph

Der Einsatz von Robotern und die weitere Digitalisierung der Wirtschaft werden den Arbeitsmarkt gewaltig durcheinander rütteln. Die neuen Technologien überschwemmen den Lebens- und Arbeitsalltag in jeder Weise: Bionik, eLearning, mobiles Internet, Nanotechnologie, Robotertechnik, Self-Tracking, Telemedizin, 3-D-Druck, um nur einige zu nennen. Sie verändern alles – die Arbeitswelt, die Gesundheitsvorsorge und die Art, wie wir unsere Einkäufe bezahlen und unser Geld anlegen. Die sogenannte digitale Revolution, die unter dem Schlagwort Industrie 4.0 läuft, setzt gewaltige Kräfte frei. Sie macht das Leben für viele Menschen angenehmer, vernichtet aber zugleich viele Arbeitsplätze, die vormals als sicher galten.

So sollen in den nächsten fünf Jahren mehr als 7 Millionen Arbeitsplätze in den westlichen Industriestaaten wegfallen. Demgegenüber stehen 2 Millionen Stellen, die für IT Spezialisten bis zum Jahre 2020 neu entstehen sollen. Diese Prognose beruht auf einer Umfrage unter Top-Managern der 350 größten Konzerne der Welt, und wurde auf dem Weltwirtschaftsforum 2016 in Davos veröffentlicht.<sup>9</sup> Manch ein Insider prognostiziert, dass in den kommenden Jahren die Hälfte der Jobs, wie diese heute bekannt scheinen, es so nicht mehr geben wird.<sup>10</sup> Andere Voraussagen gehen davon aus, dass die gegenwärtige

---

<sup>9</sup>Roboter in der Wirtschaft – Millionen Jobs fallen weg. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Onlineausgabe <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/weltwirtschaftsforum/roboter-in-der-wirtschaft-millionen-jobs-fallen-weg-14018180.html> (gelesen 20.01.2016).

<sup>10</sup>Land, Karl H.(20.01.2016): Menschen werden arbeitsfrei sein. General-Anzeiger Bonn <http://www.general-anzeiger-bonn.de/news/wirtschaft/region/Karl-Heinz-Land-%E2%80%9EMenschenwerden-arbeitsfrei-sein%E2%80%9C-article3156160.html> (gelesen 22.01.2016).

industrielle Revolution überwiegend nur Arbeitsplätze in Büros und Verwaltung betreffen würde, da die Produktion bereits weitgehend automatisiert wurde.<sup>11</sup> Doch was ist, wenn einem Kunden ein Produkt gefällt und er es sich im Ladenlokal direkt am 3-D-Drucker erstellen lässt?

All diese Prophezeiungen spiegeln die Durchschlagskraft disruptiver Innovationen, und damit die Herausforderungen an die Führungskräfte nur ansatzweise wieder. Das mögliche Veränderungspotenzial soll am Beispiel Kodak veranschaulicht werden.

Kodak, gegründet 1880, hatte einst 145.300 Beschäftigte. Über seine ausgedehnte Lieferkette und die Einzelhandels-Vertriebskanäle war Kodak weltweit Arbeitgeber vieler weiterer Tausend Menschen.<sup>12</sup> Im Jahre 2012 musste Kodak Konkurs anmelden – ein paar Monate vor dem Verkauf von Instagram an Facebook. Hunderttausende Menschen, die einmal Entwicklungschemikalien und Fotopapier herstellten, wurden nicht mehr gebraucht und mussten sich eine neue Tätigkeit für ihren Lebensunterhalt suchen. Was ist bei Kodak schiefgelaufen? Was hat das Management übersehen oder auch ignoriert, weil die Veränderungen für das Management nur als unbedeutende Spinnerei am Markt fehlinterpretiert wurden? Die Fehlinterpretationen sind nicht das Übel, sondern viel mehr die Ignoranz, Entwicklungen und Veränderungen am Markt unter den Tisch zu kehren. Unternehmen wie Instagram und Facebook beschäftigen nur einen winzigen Bruchteil der Mitarbeiter, die Kodak beschäftigte, schaffen aber in der Regel einen deutlich höheren Mehrwert – sowohl für die Kunden als auch die Shareholder. So hatte Instagram im Jahre 2012, zum Zeitpunkt der Übernahme durch Facebook, nur ein Dutzend Mitarbeiter.<sup>13</sup>

Ähnliche Geschichten zeigen sich in der Musik- und Medienbranche, der Verlagsindustrie, dem Einzelhandel, dem Vertrieb, dem Dienstleistungswesen und Produktionssektor, aber auch in der Finanzdienstleistung. Keine Branche bleibt unberührt und damit ebenso kein Management.

Jeff Bezos, der visionäre Gründer von Amazon – der über die aufstrebenden Technologien sicher einiges weiß – bringt es auf den Punkt. Er vergleicht das aktuelle Weltgeschehen mit den Anfängen der Elektrifizierung: Eine machtvolle neue Kraft steht uns zur Verfügung, aber wir beginnen gerade erst zu begreifen, wie wir sie nutzen können.<sup>14</sup> Was für ein inspirierender Gedanke: Wenn das erst der Anfang ist, was kommt dann noch?

---

<sup>11</sup>Roboter in der Wirtschaft – Millionen Jobs fallen weg, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Onlineausgabe <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/weltwirtschaftsforum/roboter-in-der-wirtschaft-millionen-jobs-fallen-weg-14018180.html> (gelesen 20.01.2016).

<sup>12</sup>Brynjolfsson, McAfee (2014): The Second Machine Age – Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird (E-Book). Kulmbach: Börsenmedien AG.

<sup>13</sup>Wikipedia <https://de.wikipedia.org/wiki/Instagram> (20.01.2016).

<sup>14</sup>Bezos, Jeff (2003): The electricity metaphor for the web's future. In TED Talk [https://www.ted.com/talks/jeff\\_bezos\\_on\\_the\\_next\\_web\\_innovation?language=de](https://www.ted.com/talks/jeff_bezos_on_the_next_web_innovation?language=de).

Auch in der Zukunft dürfte es für sehr flexible Arbeiten nach wie vor den Menschen benötigen, während Routinearbeiten demnächst vom Roboter erledigt werden. Es werden aber auch durchaus Roboter wieder durch Menschen ersetzt werden, wie kürzlich bei Mercedes am Fließband geschehen, weil diese eben flexibler, und damit in ganz bestimmten Disziplinen besser sind.<sup>15</sup> Es braucht daher eine enge Zusammenarbeit mit Algorithmen, wie auch einer humanen Kontrolle von diesen. Es bedarf beispielsweise des Börsenhändlers, um die Geschäfte der Algorithmen zu überprüfen und im Ernstfall auch zu stoppen – und umgekehrt. Mensch und Maschine werden in Zukunft ein starkes Team bilden, und einander unterstützen. Algorithmen kennen keine Panik wie Menschen. So können Computer beispielsweise auch einen Panikcrash an den Märkten bremsen. Doch diese neue Art von Teamarbeit muss von den Führungskräften kompetent und verantwortungsbewusst gemanagt werden.

Die Digitalisierung von der heute jeder spricht, beinhaltet einige Gefahren, u. a. die des fehlgeleiteten Einsatzes durch Technokratisierung. Überall dort, wo Technokraten das Sagen haben und Daten regieren, bleibt die Menschlichkeit auf der Strecke. Eine naive Technikglorifizierung führt in die Irre und in einen unregelten, immer stärker werdenden Aktionismus, geführt von technokratischen Führungskräften, die die Herausforderungen wie auch Chancen der Digitalisierung inadäquat managen.

In der heute stattfindenden industriellen Revolution wird es somit unerlässlich werden, dass sich alle Führungskräfte eingehend Gedanken machen sollten über ihren Führungsstil, über die wirtschaftlichen, technischen, gesellschaftlichen, individuellen und umweltverketteten Herausforderungen, über die Chancen und Risiken dieser globalen Umwälzungen. Das Unternehmen 4.0 zeichnet sich somit nicht allein durch den Einsatz von Robotern und Software-Algorithmen für Routinetätigkeiten aus, sondern in einer kompetenten Zusammenarbeit von Algorithmen und Menschen, sowie der Organisation und ihrer Umwelt, in der sie netzwerkartig eingebettet ist.

Sind diese disruptiven Marktveränderungen bloß eine Panikmache und Übertreibung, oder werden die Herausforderungen im 21 Jahrhundert sogar schneller als erwartet den Lebens- und Arbeitsalltag aller prägen? Wenn die Veränderungen tatsächlich greifen, dann werden die Gauß'sche Verteilung und die Brown'sche Bewegung, welche das Herzstück von determiniert aufgefassten Fachdisziplinen wie der Wahrscheinlichkeitstheorie, stochastischer Prozesse, Statistik und somit auch der Wirtschaftswissenschaften sind, endgültig versagen. Dann werden die Grenzen einer determinierten Lebensauffassung (alles, jedes Objekt, ist logisch vorherbestimmt), welche spätestens seit Newton alle Bereiche unserer Gesellschaft durchzieht und sogar den Menschen auf eine trivial funktionierende Maschine reduziert, deutlich und spürbar sichtbar?<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup>Mercedes feuert Roboter: Menschen sind flexibler <http://www.mittelstand-die-macher.de/it-technik/zukunftstechnologie/mercedes-feuert-roboter-menschen-sind-flexibler-21508> (01.03.2016).

<sup>16</sup>Vondung, Klaus/Pfeiffer, K. Ludwig: Jenseits der entzauberten Welt. München: Wilhelm Fink Verlag, 2006, S. 7.

Für den einzelnen ist die Komplexität seines Lebens in der modernen Gesellschaft nur noch schwer erfassbar. Denn im Gegensatz zu der rasanten Veränderung des technischen Fortschritts braucht das menschliche Gehirn zur Verarbeitung dieser gestiegenen Informationen viele Millionen Jahre.<sup>17</sup> So kann selbst der Kauf eines Online-Bahntickets, mit all seinen Optionen, Sonderangeboten, Rabattmöglichkeiten, verschiedenste Bahncards, etc., zu einer Herausforderung werden. Ist das den Führungskräften bewusst? So ist beispielsweise der 167 Seiten umfassende Prospekt für die Umschuldung griechischer Staatsanleihen für nichtprofessionelle Investoren eine unlesbare Zumutung gewesen.<sup>18</sup> Wie konnten die Entscheider so ein inadäquates Prospekt zulassen und freigeben?

Das Gehirn kann mit der aktuell rasanten technischen, und in Folge auch sozialen Entwicklung, nicht Schritt halten. Was passiert, wenn die Komplexität der künstlich geschaffenen Umwelt die Möglichkeiten zu deren Beherrschung übersteigt? Gegenwärtig wird versucht die Folgen der Komplexität, beispielsweise den Verkehrsinfarkt in Großstädten, durch intelligente Navigationssysteme und vernetzte Autos zu lösen – sprich mit noch mehr Komplexität. Als ob es keine andere Möglichkeit gibt, Komplexität mit neuer, anderer Komplexität zu managen.<sup>19</sup> Dieser Komplexitätswahn führt zum Zusammenbruch: „Die Daumenregel besagt, dass die Komplexität von Organismen zur Komplexität ihrer Umgebung passen muss, um die Überlebenswahrscheinlichkeit zu steigern.“<sup>20</sup> In der Systemtheorie von Niklas Luhmann ist die Reduktion von Komplexität die Hauptaufgabe von sozialen Systemen und somit auch von Organisationen. Nur durch diese Reduktion wird eine Lebensführung für Individuen in einer überaus komplexen und kontingenten Welt erst ermöglicht.

In komplexen Risikosituationen, wie diese auch in der heutigen digitalen Umwälzung beobachtet werden kann, neigen Menschen und damit auch Führungskräfte dazu, die Aufmerksamkeit auf die Randprobleme, und nicht die eigentlichen Ursachen und deren Folgen, zu lenken. Führungskräfte wollen sich eben nicht die Blöße geben, nicht Herr der Lage zu sein, oder neigen aus überzogenem Egoismus heraus zum Allmachtsrausch. Viele Führungskräfte glauben aus einer solch verschobenen Sicht heraus, sie hätten die Kontrolle über sämtliche Abläufe in ihrem Zuständigkeitsbereich. Die Mitarbeiter wiederum überschätzen deren Sicht über die Lage, die Dinge für alle erfolgreich zu managen. In Zeiten von Industrie 4.0 ist das ein Spiel mit dem Feuer. Fehler im Management werden im digitalisierten Zeitalter immer sichtbar und offensichtlich. Wenn das passiert, und es passiert wie in den Medien wahrzunehmen ist unentwegt, ohne jetzt konkret Namen zu nennen, dann trifft das die Mitarbeiter im Herzen – die Folge: Vertrauensverlust und die damit zusammenhängenden Auswirkungen.

<sup>17</sup>Costa, Rebecca: Kollaps oder Evolution?; Weinheim 2012, S. 21 ff.

<sup>18</sup>Griechen-Umtausch ist für Privatanleger eine Frechheit: FTD vom 07.03.2012.

<sup>19</sup>Ford warnt vor Verkehrsinfarkt; FTD vom 27.02.2011.

<sup>20</sup>Costa, Rebecca (2012) S. 22.

### 12.1.3 Vertrauensverlust in das Management

Schade, dass die meisten sofort aufhören zu rudern, wenn sie ans Ruder gekommen sind.

Alfred Polgar (1873–1955), österreichischer Schriftsteller und Kritiker

Wenn von Digital Leadership gesprochen wird, dann sollte auch ein vielleicht damit nicht gleich in Zusammenhang gebrachtes Führungsproblem erwähnt werden – das Vertrauen in das Management. Wenn das Vertrauen in die Führung hängt, dann kann so viel Digital Leadership postuliert werden wie möglich, das Management wird nicht greifen. Es zeigt sich, dass es in Deutschland um das Vertrauen in die Führung schlecht bestellt ist – in der Politik, Religion, Wirtschaft und Bildung. Eine Umfrage des Statistischen Bundesamtes vom Februar 2016 bestätigt den Politikern, dass 68 % der Befragten kein Vertrauen in sie haben, weder in die Politiker des Bundes, der Länder noch der Kommunen. Die Kommunalpolitiker haben dabei mit 39 % noch den größten Vertrauensbonus. Den Bundespolitikern vertrauen sogar nur 5 % der Befragten.<sup>21</sup>

Die jährlichen Gallup-Studien bescheinigen den Führungskräften in der Wirtschaft ebenso schlechte Noten. So sind laut der Erhebung 2014 (veröffentlicht 2015) nur 15 % der Mitarbeiter richtig engagiert. Die große Mehrheit – 70 % – macht Dienst nach Vorschrift und ist leidenschaftslos gegenüber ihrer Firma und 15 % haben innerlich gekündigt. Nach Gallup liegt die Ursache fast immer an unqualifizierten Vorgesetzten, die in Deutschland nach den Kriterien Kompetenz im alten Job ohne Führungstätigkeit und Erfahrung befördert werden – ohne hinzugucken, ob sie überhaupt Führungstalent haben. Und genau das ist die seltene Fähigkeit, die den meisten dann eben fehlt. So sind 50 % der Mitarbeiter unzufrieden mit ihrem Chef.<sup>22</sup>

Diese Ergebnisse haben verschiedene Gründe. So sind viele Führungskräfte oft mit ihrem eigenen Status oder Einkommen beschäftigt, was durch die bestehenden Anreizsysteme auch noch gefördert wird. Überzogenen Bonifikationen, selbst in Verlustjahren und irrwitzige Abfindungen bei Verlassen des Unternehmens, zeigen einen sichtbaren Verfall ethisch-moralischer Werte. Viele Führungskräfte sind oft nicht in der Lage, die Menschen zu inspirieren oder auf eine Vision zu einen, da sie oft selbst nicht die Fantasie besitzen, um die oft schier unerträglichen Probleme zu lösen. Viele haben Angst vor harteren Entscheidungen, und können den Menschen dabei nicht in die Augen schauen. Und oft fehlt ihnen der Mut, das Unternehmen durch die Herausforderungen und notwendigen Veränderungen zu führen. So wirken viele prominente Führungskräfte heute unecht und oberflächlich, in ihrem ständigen Versuch, ein gutes Bild abzugeben ohne Ehre, ohne Verantwortungsgefühl.

Der Shareholder-Value-Ansatz der letzten Jahrzehnte hat zu einem korrumpten Führungsverhalten geführt. Es begann mit der Deregulierung der Finanzmärkte Mitte der

---

<sup>21</sup>Statistischen Bundesamt <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/191776/umfrage/vertrauen-in-politiker/> (gelesen 11.02.2016).

<sup>22</sup>Gallup-Studie <http://www.gallup.com/de-de/181871/engagement-index-deutschland.aspx>.

80er Jahre unter Reagan und Thatcher und endete vorübergehend mit der Zerschlagung großer Investmentbanken in der Finanzkrise in 2008. Dazwischen lag eine Periode, in der die Kapitalmärkte immer stärker das Prinzip übernommen hatten, was zuvor bei der Realwirtschaft lag. Jeder, vom Baby bis zum Greis, sollte Aktionär werden und später auch noch seine Rente damit finanzieren. Ein Traum schien nahe: „Einkommen ohne Arbeit“.

Der Shareholder-Value-Gedanke war damit auch das Maß des Führungshandelns. Der „Quarterly Report“ war zum absolutistischen Führungsinstrument geworden. Mit der Absolutsetzung des Shareholder-Value-Prinzips wurde aber auch die Führungsarbeite immer unpersönlicher. Das dominierende Paradigma erlaubte es der Führungskraft, Persönliches so weit wie möglich auszublenden. Elementare Führungsarbeiten, wie aktives Zuhören, Wertschätzung, Kritik, Überzeugen, Motivieren, etc. wurde immer nebensächlicher. Ich möchte mich damit nicht gegen den Shareholder-Value-Ansatz als Gradmesser unternehmerischen Handelns aussprechen, sondern gegen seinen kurzfristigen und absolutistischen Einsatz. Nicht das Instrument war schlecht, sondern seine Auslegung.

Wenn Sie als Führungskraft nicht schon viele Jahre vor den 80er Jahren für eine längere Zeit eine Führungsposition innehatten, oder beispielsweise im Non-Profit-Bereich über einen längeren Zeitraum Führungserfahrung sammeln konnten, dann können Sie quasi keine anderen Führungserfahrungen gemacht haben als die, welche in den letzten 30 Jahren vorherrschten. Diese Führungskultur war Normalität und selbstverständlich. Und normales wird in der Regel nicht hinterfragt beziehungsweise infrage gestellt.

Junge Führungskräfte, welche in dieser Kultur aufwuchsen, lernten, dass Mitarbeiter nur durch ein entsprechendes Anreiz- und Vergütungssystem an ihr Leistungsmaximum geführt werden konnten. So entstand ein extrem materiell orientiertes Menschenbild. Es wurden Führungskräfte herangezogen, welche von einem unersättlichen Homo Oeconomicus dominiert wurden. Die Ausbildung der zukünftigen Top-Führungskräfte erfolgte in MBA-Studiengängen mit standardisierten Case-Studies nach amerikanischem Vorbild, die den Teilnehmern häufig keinerlei Raum für Elemente der Persönlichkeitsentwicklung oder der sozialen Beziehung boten. Diese MBA-Ausbildungen werden oft mit einer Ausbildung in Führung verwechselt. Sie sind aber eine Schulung in Business Administration, was nichts Anderes als betriebswirtschaftliche Verwaltung ist.<sup>23</sup>

Sind jedoch die Führungskräfte der Zukunft mit solch einem Instrumentenkasten, mit solch einer verwaltungsorientierten Management-Haltung für die Herausforderungen in der Arbeitswelt 4.0 gerüstet? Wie sehen diese neuen Anforderungen aus, von welchen Rahmenbedingungen werden sie bestimmt?

---

<sup>23</sup>Malik, Fredmund: „MBA fördert das Gewinnmaximierungsdenken“ In: Malik Management Mail, Ausgabe 40 vom 19.03.2009 S. 1.

## 12.1.4 Die Grenzen traditionellen Managements

Die Definition von Wahnsinn ist, immer das Gleiche zu tun und andere Ergebnisse zu erwarten.

Albert Einstein (1879–1955), Physiker

Die Marktverhältnisse, unter denen die Führungskräfte heute agieren müssen, entwickeln sich oft auf unvorhersehbare und unerklärliche Art und Weise. Die sich bedingen den Faktoren sind immer instabiler, immer beweglicher und immer komplexer, sodass die Wirkungsketten der Entscheidungen oft nicht beurteilt werden können. Das digitale Zeitalter bringt viel „chaotisches“ und „schnelllebiges“ mit sich. Die Globalisierung erfährt durch die Digitalisierung eine vollkommen neue Dimension. Und doch scheint das Management diese neuen Herausforderungen noch herunterzuspielen, und die Unternehmen in inadäquater Weise weiterzuführen. Um das zu verstehen, braucht es einen übergeordneten Blick auf die Geschichte und Entwicklung der abendländischen Wissenschaft.

Die abendländische Wissenschaft kann als Wissenschaft der Zerstückelung gesehen werden – eine Wissenschaft, die sich immer tiefer in die Trennung und Zerteilung begeben hat, um daraus Wissen und in Folge neue Handlungsmöglichkeiten zu generieren. Das soll nicht verurteilt werden und hat tatsächlich viel zur Entwicklung der Menschheit, der heutigen Wohlstandsgesellschaft, und ebenso zum Verständnis des Lebens und der Lebensführung beigetragen.

In der antiken Philosophie gab es unterschiedliche Ansätze das Leben zu begreifen. Damals wurde der Grundstein zu der analytisch materialistischen Wissenschaft gelegt, indem sich das materialistisch ausgerichtete Lebensverständnis von den metaphysisch orientierten Sichtweisen losgelöst hat. Aristoteles kann dabei als Vorreiter einer so geprägten Wissensauslegung angesehen werden. Er war der Auffassung, dass die Umwelt unabhängig und getrennt vom Geist (Bewusstsein), als Objekt im Außen, existiert. Descartes hat diese Sichtweise erneut aufgegriffen, und sich die Welt als eine funktionale Maschine vorgestellt. Daraus lässt sich das Prinzip der kausalen Determiniertheit (alles, jedes Objekt, ist logisch vorherbestimmt) ableiten, welches Newton in Form des Materialismus endgültig etablierte. Im Laufe der Zeit durchdrang dieses rational ausgerichtete Lebensverständnis alle Umwelten – die Wissenschaft, die Politik, die Wirtschaft und Gesellschaft, auch die Künste, wie Musik, Theater, die Baukunst und sogar die Religionen.<sup>24</sup> Selbst auf den einzelnen Menschen wurde diese Determiniertheit übertragen, und der Mensch zu einer trivial funktionierenden Maschine reduziert. Das hat ebenso das Wissen und Verhalten im Management entsprechend beeinflusst. Kein Lebensbereich blieb davon unberührt.

---

<sup>24</sup>Vondung, Klaus/Pfeiffer, K. Ludwig: Jenseits der entzauberten Welt. München: Wilhelm Fink Verlag, 2006, S. 7.

Es macht sogar den Eindruck, als ob die Menschen und damit auch die Führungskräfte an einer solch determinierte Lebensauffassung trotz Veränderungsdruck festhalten möchten. Und das hat einen tief psychologischen Grund, weil damit die Lebensplanung, sowohl im Kleinen in der Familie, wie auch im Großen beispielsweise in der Wirtschaft, sehr viel leichter zu managen, wie auch scheinbar vorauszuberechnen und zu führen scheint. Die koperianische Wende war auch nicht von einem zum anderen Tag von allen akzeptiert worden. Da geht es auch um wackelnde Machtansprüche, die von den Führungskräften nicht aufs Spiel gesetzt werden mögen.

Die Grundlage der modernen Wirtschaftswissenschaften, und damit auch der Führungskompetenzen, hat eben bis dato kaum eine Weiterentwicklung zugelassen. Das Wirtschaftssystem hält nach wie vor an den Werten des im 18. Jahrhundert wirkenden, schottischen Moralphilosophen Adam Smith fest. Der Neoliberalismus, welcher als wirtschaftspolitische Form einer Wirtschaftstheorie heute nahezu weltweit akzeptiert wird, basiert auf seinen Arbeiten. Im 19. Jahrhundert wurde seine Theorie bloß durch die Lehre vom Nutzen ergänzt, und im Namen der neoklassischen Theorie bis in die Gegenwart nur noch verfeinert und mathematisiert.<sup>25</sup> Die Wirtschaft wird analog zur klassischen Naturwissenschaft durch objektive Gesetze gesteuert, naturwissenschaftlich analysiert und kalkuliert.

R.M. Solow spricht diesbezüglich zynisch davon, dass es bloß einer gewissen Klugheit und Ausdauer bedarf, um jedes gewünschte Resultat zu erhalten.<sup>26</sup> Und Paul Krugman äußert herausfordernd, dass die Ökonomen sich vom beeindruckenden Outfit der Mathematik blenden lassen und die Wahrheit aus dem Blickfeld verlieren.<sup>27</sup> An Pierre Bourdieus Worten angelehnt kann man sagen, dass das erdachte Modell der Realität zur Realität des Modells wird, ohne über andere Werte und Normen nachzudenken.<sup>28</sup> Ebenso kritisch sehen es die Ökonomen und Nobelpreisträger Paul Samuelson und Franco Modigliani, beide fordern einen offeneren Geist in den Wirtschaftswissenschaften.<sup>29</sup> Eine auf mechanische Naturauslegung hin konzipierte Theorie verfehlt die lebendige Einheit einer Situation. Es mangle in der klassischen Ökonomie an Kreativität, und der Aspekt der Freiheit menschlichen Handelns findet ebenfalls wenig Beachtung.<sup>30</sup> Im Verständnis von J. M. Keynes sollte die Ökonomie sogar eine Moralwissenschaft sein. Keynes wünschte sich bereits vor mehr als hundert Jahren eine Rückbindung an religiöse

<sup>25</sup> Brodbeck, Karl-Heinz: Die fragwürdigen Grundlagen der Ökonomie. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2009, Vorwort.

<sup>26</sup> Brodbeck, Karl-Heinz (2009) S. 43 f.

<sup>27</sup> Gran, Christoph: Warum wir eine postautistische Wirtschaftswissenschaft brauchen. In: Handelsblatt. Wissenschaft & Debatte. Nr. 201. 2009-10-19, S. 9.

<sup>28</sup> Kröll, Tobias: Neoliberalismuskritik mit Pierre Bourdieu. AK Neue Kritik/Tübingen. Vortrag auf der ATTAC Sommerakademie. Marburg: 2002, S. 5.

<sup>29</sup> Gran, Christoph: ebenda, S. 9.

<sup>30</sup> Brodbeck, Karl-Heinz (2009) S. 244 ff.

Lebensanschauungen und traditionelle Tugenden in der Ökonomie.<sup>31</sup> Christoph Gran fordert mehr Bewusstsein und Verantwortungsgefühl in den Wirtschaftswissenschaften, und Wirtschaftsethik sollte sogar für alle angehenden Ökonomen in der Ausbildung ein Pflichtfach sein.<sup>32</sup>

Doch all diese kritischen Denkansätze, gepaart mit dem Wissen der Studien über die stressbelastenden Arbeitssituationen, und den entsprechenden Folgen, scheinen in der Wirtschaft und im Management noch keine erheblichen Entwicklungsprozesse eingeleitet zu haben. Was macht das mechanistische System noch immer so stark, das andere Sicht- und Lebensweisen zurückgedrängt werden? Ist es die scheinbare Kontrollierbarkeit und Vertrautheit, die durch die neoklassische Sichtweise der Ökonomie gewährleistet scheint? Ist es das Machtstreben der Einflussreichen und am gegenwärtigen Wirtschaftssystem gewinnenden Wirtschaftstreibenden, die ähnlich wie Diktatoren ihre Position mit allen Mitteln zu sichern versuchen? Ist es die (un)bewusste Ohnmacht vor den Mächtigen, die Menschen dazu bringt sich gegen ein verantwortungsbewusstes, innovatives Leben zu entscheiden? Oder einfach nur eine Unwissenheit?

---

## 12.2 Ein Paradigmenwechsel steht an

Früher war das Leben ein vorgezeichneter Ablauf. Heute ist es eine Komposition. Das Problem ist nur, dass wir das Dirigieren nicht gelernt haben.

Matthias Horx (1955), deutscher Trend- und Zukunftsforscher

Die Zukunft nachhaltig zu gestalten, ist heute das übergeordnete gesellschaftspolitische Handlungsziel. Das ist eine weitaus größere Herausforderung für die Führungskräfte in der Politik und Wirtschaft, auf globaler wie auch lokaler Ebene, als angenommen und akzeptiert werden mag. Die damit verbundenen Probleme sind, nicht zuletzt durch die Globalisierung, komplexer geworden und werden durch die Megatrends wie der Digitalisierung, dem demografischen Wandel, der sozialen Ungleichheit und der Migrationsbewegungen verschärft. Alle gesellschaftlichen Akteure sind gefordert zur Sicherung der wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Systeme beizutragen – die Politik ebenso wie Wirtschaft und Zivilgesellschaft.

Eine der entscheidendsten Veränderungen der digitalen Wissensgesellschaft ist das Aufbrechen klassischer Strukturen und das Durchlässig werden von Grenzen. Die scheinbar einfache Frage: Wer gehört eigentlich zur Belegschaft, lässt sich nicht mehr so trivial beantworten. Die Arbeitsleistung wird durch die Kernbelegschaft, ausgegliederte Unternehmensteile, über Personalbereitsteller, beschäftigte Mitarbeiter, Agenturen und Berater, Partnerunternehmen als auch freie Mitarbeiter erbracht. Man spricht von fluiden Organisationen. Die Führung und Organisation dieser offenen Systeme braucht neue klare Strukturen.

---

<sup>31</sup> Brodbeck, Karl-Heinz (2009) S. 123.

<sup>32</sup> Gran, Christoph: ebenda, S. 9.

Die Lösung dieser Aufgaben stellt die wirtschaftlichen, zivilgesellschaftlichen und politischen Institutionen und Unternehmen vor große und bisher nicht bekannte Herausforderungen. Verschiedene Akteure wie die Bundeskanzlerin, das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), die Initiative D21 oder auch die Treffen der unterschiedlichen Wirtschaftsverbände auf nationaler und internationaler Ebene, nicht zuletzt die Teilnehmer auf dem jährlichen Wirtschaftsforum in Davos stellen immer wieder fest, dass es unumgänglich ist sich den Herausforderungen im 21. Jahrhundert zu stellen, auch der disruptiv wirkenden Digitalisierung.

Statt sich aber angesichts dieser sich abzeichnenden neuen Paradigmen mit der Auflösung alter Denk- und Handlungsweisen sowie der Ablösung alter tradierter Werte offensiv auseinanderzusetzen, neigen die Verantwortlichen zur Atomisierung der Herausforderungen, und versuchen diese bestenfalls mit ihrem klassischen mechanistischen Weltbild zu lösen. Andere verschließen ihre Augen und versuchen mit einer „Kopf-in-den-Sand“-Strategie die Herausforderungen zu umgehen.

„Was machst du? Was bist du?“ Diese Fragen beantworten immer mehr Menschen in bisher ungewohnter Weise. Arbeit zu haben oder – wenn man keine hat – nach einer solchen zu suchen, war in der Vergangenheit der gesellschaftliche Normalfall. Der heutige Arbeitsmarkt befindet sich in einem tief greifenden Wandel, generiert bisher unbekannte Probleme, über die sich Politiker, Wissenschaftler und Führungskräfte der Wirtschaft den Kopf zerbrechen sollten. Das scheinen die Führungskräfte jedoch noch immer gerne wegzuschieben. Dabei vergessen diese, dass selbst ihre Position schnell vom Tisch gefegt werden kann.

Wie radikal der Wandel ist, verdeutlichte „Der Spiegel“ bereits im März 2010<sup>33</sup>. Die Zahlen sprechen für sich:

- Bereits jeder elfte Arbeitnehmer hatte damals ein befristetes Arbeitsverhältnis; bei Neueinstellungen war sogar die Hälfte der Jobs befristet.
- Weniger als zwei Drittel aller Erwerbstätigen hatten noch einen sozialversicherungspflichtigen und unbefristeten Normaljob.
- Jeder siebte Bundesbürger im erwerbsfähigen Alter bezog 2007 Sozialleistungen.
- Ca. 20 % aller Erwerbstätigen arbeiteten im Niedriglohnsektor, das waren fast doppelt so viele wie 1995.

Die fortschreitende Digitalisierung wird diesen Trend nicht aufhalten, sondern exponentiell beschleunigen. Vor allem Tätigkeiten, in denen der persönliche Kontakt oder physische Nähe zum Kunden nicht relevant sind, können durch Algorithmen ersetzt oder ausgelagert werden. Die neue Arbeitswelt hat eine Kluft geschaffen und spaltet die Gesellschaft, nicht nur in Deutschland. Der Paradigmenwechsel, die Revolution 4.0 steht

---

<sup>33</sup>Ära der Unsicherheit; Der Spiegel 12/2010 <http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-69628965.html> (gelesen 11.02.2016).

vor der Tür – ein Perspektivwechsel ist nicht ausreichend. Es braucht einen Paradigmenwechsel. Die Führungskräfte in Politik und Wirtschaft müssen Courage zeigen und ihr Führungsverhalten neu definieren, mit dem Blick auf das Gesamtwohl.

### **12.2.1 Digitale Transformation und die Risiken durch ein veraltetes Management**

You go to Bed as an Industry Company – and you wake up as a Software Company.

Jeffrey Immelt (1956) US-amerikanischer Wirtschaftsmanager, GE

Die Wirkung dieses Megatrends „Digitalisierung“ stellt die Welt und das globale Geschehen vor große und bisher nicht bekannte Herausforderungen. Es bedarf eines erweiterten Arbeits- und Führungsverständnisses. Eines Verständnisses von Arbeit, welches neben der Existenzsicherung auch Raum für Sinngebung und Selbstentfaltung lässt. Dies geht einher mit einer kompletten Veränderung des Paradigmas von festen Arbeitszeiten, langfristig gültigen Geschäftsmodellen und der damit verbundenen Führung.

Solch tief greifende Veränderungen lösen natürlich nicht nur Enthusiasmus und Aufbruchsstimmung aus. Sondern im Gegenteil, oft Ängste und Widerstände, in allen beteiligten Lagern. So sind beispielsweise rd. 70 % der Arbeitgeber in Deutschland gegenüber flexiblen Arbeitsformen noch zurückhaltend, obwohl man annehmen dürfte, dass sie einer derartigen Entwicklung weit offener gegenüberstehen.<sup>34</sup> Immerhin erlauben 17 % der Arbeitgeber einem Teil der Mitarbeiter auch einmal woanders zu arbeiten. Aber nur ein Drittel glaubt, dass das Homeoffice in der Zukunft an Bedeutung gewinnen wird, und bei 64 % der Unternehmen ist so etwas schlicht nicht vorgesehen.<sup>35</sup> Doch Arbeiten, das geht heutzutage überall – zu Hause, im Café, auf der Parkbank – und fast genauso reibungslos. Das Telefon, inklusive eines leistungsstarken Minicomputers, ist schließlich ständig dabei. Und das ist auch schon alles, was man am dringlichsten braucht – neben der Zeit.

Statt sich im Management auf diese Veränderungen und die Auflösung tradiertener Werte offensiv einzustellen, versucht dieses den digitalen Wandel durch das Aufstellen von Regeln, Regularien und Normen, sprich durch das Festhalten an veralteten Instrumenten der Industriegesellschaft, die notwendigen neuen Rahmenbedingungen zu „domestizieren“.

In Deutschland, wo heute in vielen Regionen quasi Vollbeschäftigung herrscht, ist die Debatte um diese industrielle Revolution noch nicht angekommen. Viele verantwortliche Politiker und Manager verstecken sich hinter wortreichen Erklärungen, dass sie die Digitalisierung im Griff haben, die Weichen gestellt sind, oder es ihre Branche nicht in dem

---

<sup>34</sup>Bertelsmann Stiftung, Arbeiten 4.0 – Wie werden wir in Zukunft arbeiten? Ergebnisse des Bar-Camps Arbeiten 4.0, S. 15.

<sup>35</sup>Cole, Tim (2015): Digitale Transformation – Warum die deutsche Wirtschaft gerade die digitale Zukunft verschläft und was jetzt getan werden muss! München, S. 180.

Umfang betrifft. So glaubt die Hälfte der Entscheider noch immer, dass der digitale Wandel maßgeblich ein medialer Hype ist, dessen Auswirkungen derzeit überbewertet werden. Fast die Hälfte der Entscheider bestreitet sogar die Relevanz und Auswirkungen auf die eigene Organisation. Lediglich 8 % der Führungskräfte sehen das eigene Unternehmen im Epizentrum des digitalen Wandels.<sup>36</sup>

Die Studie „Digitale Exzellenz“ der Unternehmensberatung Sopra Steria zeigt ein anderes Bild. In Sachen Digitalisierung sind die deutschen Unternehmen aller Branchen schlecht aufgestellt. Insbesondere an drei zentralen Organisationsstellen hängt die Digitalisierung: Beim Aufbau und der Integration der Kanäle, bei der datengetriebenen Vorgehensweise für die Entwicklung der digitalen Angebote und schließlich auch bei der Frage, wer die Führungsverantwortung für die digitale Transformation übernehmen soll.<sup>37</sup>

Viele Führungskräfte glauben anscheinend auch, die Digitalisierung lässt sich wie ein SAP-Projekt im Unternehmen implementieren. Denn nach Accenture – einer doch ernst zu nehmenden Unternehmensberatung – wollen immerhin 45 % der Firmen innerhalb der nächsten drei Jahre eine Digitalstrategie entwickeln und umsetzen; aber beinahe jedes dritte Unternehmen erwägt noch nicht einmal, die Geschäftsstrategie der Digitalisierung anzupassen.<sup>38</sup>

Das Bewusstsein für die Implikationen der digitalen Transformation auf die Organisation, die Prozesse und Geschäftsmodelle, korreliert dabei sehr stark mit dem Alter der Führungskräfte. Junge Entscheider, beziehungsweise Führungskräfte aus Unternehmen mit einer jüngeren Belegschaft, sind dem Thema deutlich aufgeschlossener. Es zeigt sich aber auch, dass für die Mehrheit der Entscheider immer noch operative Aspekte der Optimierung von Prozessen und Beziehungen im Vordergrund stehen. Hier spiegelt sich eine alte und erprobte Denkweise der Führungskräfte wider. „So optimieren die Entscheider lieber die bestehenden Prozesse in routinierter Manier, bevor sie sich auf eine disruptive Denkweise einlassen.“<sup>39</sup>

Dazu ein kurzer Blick auf die digitale Geistesreife deutscher Arbeitgeber sowie die Nutzung neuer Technologien in der Kommunikation in Unternehmen:<sup>40</sup>

- 33 % sind überzeugt, dass die Arbeitsproduktivität ohne Aufsicht sowie den direkten Austausch mit Kollegen am Arbeitsplatz sinkt
- 27 % stören sich daran, dass ein Mitarbeiter im Homeoffice nicht jederzeit ansprechbar ist

<sup>36</sup>Velten, C., Janata, S., Michel, Julia (2015): Digital Leader – Leadership im digitalen Zeitalter, Empirische Studie in Kooperation mit Dimension Data Deutschland, S. 13 f.

<sup>37</sup>Digitalisierung: Unternehmen unter Druck [https://www.haufe.de/marketing-vertrieb/crm/studie-digitalisierung-unternehmen-unter-druck\\_124\\_311936.html](https://www.haufe.de/marketing-vertrieb/crm/studie-digitalisierung-unternehmen-unter-druck_124_311936.html) (08.03.2016).

<sup>38</sup>Accenture, 2015.

<sup>39</sup>Velten, C., Janata, S., Michel, Julia (2015) S. 16.

<sup>40</sup>Cole, Tim (2015) S. 180.

- 17 % machen sich Sorgen darüber, dass der Mitarbeiter im Homeoffice „nicht zu kontrollieren“ ist.
- Aktuelle Vorstände sind für den digitalen Wandel nicht optimal aufgestellt und können sich bestenfalls als „Half Digital Natives“ bezeichnen<sup>41</sup>
- Weniger als die Hälfte der Unternehmen (44 %) nutzen Telefonkonferenzen<sup>42</sup>
- Videokonferenzen oder Skype fristen mit 8 % ein Kümmerdasein<sup>43</sup>

Mit anderen Worten, bei den Entscheidungsträgern ist ein großer Unterschied zwischen Selbstbild und Fremdbild in der Frage der Etablierung einer funktionierenden digitalen Strategie erkennbar. Häufig ist in den Unternehmen gar keine digitale Strategie erkennbar, beziehungsweise eine solche wird in nur sehr unstrukturierter Weise vorangetrieben. So verharren viele Unternehmen in gewohnten Handlungsmustern und riskieren damit, dass Konkurrenten sie schnell vom Markt verdrängen.

Die Risiken und Folgen der Ignorierung von möglichen Veränderungen wurden bereits am Beispiel Kodak verdeutlicht. Das Management von Kodak hatte bei der Fahrt in Richtung Zukunft nur in den Rückspiegel geschaut und den Anschluss an die Modernität verpasst.<sup>44</sup> Das Unternehmen versäumte oder ignorierte fast jeden wichtigen Hinweis, in welche Richtung sich die Branche entwickelt. In Zeiten wo es schick und notwendig war über Blende, Belichtungszeit etc. zu philosophieren, konnte sich keiner der verantwortlichen Manager vorstellen, dass bald mit jedem Handy semiprofessionelle Bilder an jedem Ort geschossen werden können. Der einstige Branchenprimus versäumte seine Industrie neu zu erfinden, und seine eigene Konzernstrategie zu erneuern. Kodak mutierte vom Vorreiter zum Nachahmer und erlag seinem Schicksal.

Ein Einzelfall? Bei weitem nicht. Shell führte dazu bereits im Jahre 1983 eine Studie über die Lebenserwartung und fehlgeleiteter Führung der Fortune 500 Unternehmen aus dem Jahre 1970 durch. Danach waren:

- 1/3 der Fortune 500 Unternehmen bereits nach 13 Jahren wieder verschwunden
- die durchschnittliche Lebenserwartung aller Fortune 500 Unternehmen lag bei 40–50 Jahren, und
- nur 27 Unternehmen hatten eine Lebensdauer von mehr als 100 Jahren.<sup>45</sup>

---

<sup>41</sup>Russel Reynolds Associates (2015): Management 4.0: Fünf Persönlichkeitsmerkmale unterscheiden den erfolgreichen digitalen Transformations Leader von der analogen Führungskraft. <http://www.russellreynolds.com/newsroom/management-40-funf-personlichkeitsmerkmale-unterscheiden-den-erfolgreichen-digitalen-transformation-leader> (gelesen 20.01.2016).

<sup>42</sup>Cole, Tim (2015) S. 180 f.

<sup>43</sup>Cole, Tim (2015) S. 180 f.

<sup>44</sup>Süddeutsche.de; 19.01.2012 <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/fotopianier-beantragt-insolvenz-kodak-ist-pleite-1.1261547>.

<sup>45</sup>Geus: Jenseits der Ökonomie (1998), S. 19 f.

Eine jüngere Studie, im Auftrag der Stratix Gruppe, beziffert die durchschnittliche Lebenserwartung von allen Unternehmen aus Japan und Europa, unabhängig von ihrer Größe, auf nur 12,5 Jahre.<sup>46</sup> Das Erschreckende: Die Halbwertszeit des Scheiterns nimmt ab und einstige Schrittmacher ihrer Branche sterben aus oder stehen kurz davor. Lehman Brothers, Man Roland, AOL, Arcandor, Woolworth, Saab, Quelle und Qimonda seien hier stellvertretend genannt.

### 12.2.2 Wo liegen die Ursachen des Scheiterns?

Wenn wir den Fortbestand unserer Organisationen sichern wollen, müssen wir mehr Tempo, Offenheit, Phantasie und Wagemut in den Lernprozess hineinbringen.

Arie de Geus (1930), holländischer Wirtschaftsmanager und Wirtschaftstheoretiker

Bei jedem Unternehmen und Unternehmensmanagement ist die Situation speziell und die Ursachen von einer fehlgeleiteten Führung in der Regel nie monokausal. Es findet sich fast immer ein ganzes Ursachenbündel, bzw. ein Aufschaukeln der einzelnen Ursachen und deren Wirkung.

Folgende fünf Führungs-Fehler sind in so gut wie allen betroffenen Unternehmen anzutreffen:

- das Festhalten an alten Gewohnheiten – „Das war schon immer so!“
- das Fehlen einer systematischen Prognose und Beurteilung der Zukunft – das Management beschäftigte sich pedantisch mit Kleinigkeiten und nicht mit der generellen Lage,
- einer schlechten Kommunikation und Abstimmung zwischen den unterschiedlichen Bereichen,
- dem menschlichen Fehlverhalten in Krisensituationen und
- einer fehlenden Innovationskultur

Mit der zunehmenden Digitalisierung und der damit verbundenen Informationsdichte und -geschwindigkeit, wird ein weiterer Nachteil der bisherigen Unternehmensorganisation transparent – die Pyramiden-Hierarchie mit ihren starren Kommunikationswegen. Diese sind in Krisenmomenten regelmäßig zu langsam, bis dass die Informationen die jeweilige Ebene erreichen, beurteilt und entsprechende Entscheidungen getroffen werden, trifft häufig schon die Katastrophe ein.

---

<sup>46</sup>Geus: Jenseits der Ökonomie (1998), S. 19 f.

### 12.2.3 Der Zukunfts-Check

Wer nicht über die ferne Zukunft nachdenkt, wird das schon in naher Zukunft bereuen  
Konfuzius (551–479 v. Chr.), chinesischer Philosoph

Um Führungskräften bewusst zu machen, wie offen sie für neue Arbeits- und Führungsweisen sind, sollten sich diese regelmäßig einem Zukunfts-Check unterstellen, und beispielsweise nachfolgende Fragen so ehrlich wie möglich beantworten:

- Wie viel Prozent Ihrer Arbeitszeit widmen Sie der Zukunft? Nicht Ihrer persönlichen Zukunft, sondern der Zukunft unseres Landes, der Gesellschaft, usw.?
- Wie viel Prozent dieser Zeit, welche Sie gerade notiert haben, verbringen Sie mit Überlegungen, welche (konkreten) Veränderungen in 5 bis 10 Jahren in der Gesellschaft, in Ihrer Branche, eintreten können?
- Wie viel Prozent jener Zeit verbringen Sie mit ernsthafter Recherche (also nicht nur im eigenen Kopf nachdenken, was passieren könnte) zu diesen Zukunftsfragen?
- Welche Kunden bedienen Sie heute? Welche Kunden werden Sie in 5 bis 10 Jahren bedienen?
- Über welche Kanäle haben Sie Ihre Kunden vor 10 Jahren erreicht? Wie erreichen Sie heute Ihre Kunden? Und über welche Kanäle wollen Sie Ihre Kunden in 10 Jahren erreichen?
- Wer sind heute Ihre Konkurrenten? Wer wird Ihr Wettbewerber in 5 bis 10 Jahren sein?
- Was ist heute die Grundlage für Ihren Wettbewerbsvorteil? Und was wird das in 10 Jahren sein?
- Durch welche Fähigkeiten oder Fertigkeiten heben Sie sich heute vom Markt ab? Was ist Ihr USP (unique selling position)? Was wird Ihr USP in 10 Jahren sein?
- Worauf beruhen Ihre Gewinnspannen heute? Und worauf werde diese in 5 bis 10 Jahren beruhen?
- Wie viel Prozent Ihrer Mitarbeitenden haben die notwendigen Kompetenzen, um sich den Herausforderungen der Zukunft zu stellen?
- Wie viel Prozent Ihres F&E Budgets investieren Sie in Industrie 4.0 und Arbeit 4.0?

---

## 12.3 Digital Leadership

Zwei Dinge sind zu unserer Arbeit nötig. Unermüdliche Ausdauer und die Bereitschaft, etwas, in das man viel Zeit und Arbeit gesteckt hat, wieder wegzuwerfen.

Albert Einstein (1879–1955) Physiker

Sobald von Digitalisierung gesprochen wird, wird angenommen, dass der Lebens- und Arbeitsalltag einer Flut an technischen Entwicklungen und Erneuerungen ausgesetzt wird. Dabei geht es bei der digitalen Transformation bloß um etwa 20 % Technologie

und Software – alles andere betrifft Menschen, Verhalten, Haltungen. Und genau diese Bereiche der sogenannten Selbstentwicklung werden bei der digitalen Transformation vollkommen vergessen. Technisches Know-how ist auch relevant, aber für die Zukunft ist Selbstkompetenz und Selbstentwicklung der Führungskräfte die Grundvoraussetzung. Es braucht in Zukunft Führungspersönlichkeiten, die eine erfrischende, ganz neue Vision von Leadership verkörpern, die als authentisches Vorbild dienen in dem, wie sie leben, wie sie führen, wie sie die Zukunft gestalten und ihre Werte selbstbewusst und offen kommunizieren. Leider ist heute oft zu beobachten, dass den Führungskräften beispielsweise ihre eigenen Werte gar nicht bewusst sind.

Wir befinden uns im größten Change-Prozess aller Zeiten, doch wir merken es kaum, weil wir uns so sehr mit dem noch bestehenden Alten beschäftigen. Während sich draußen alles unumkehrbar verändert, halten viele Führungskräfte an alten, oft auch schon in der Vergangenheit unzweckmäßigen Verfahren und Ansätzen fest: Top-down-Informationen, Silodenken, Insellösungen, Kennzahlenkultur, etc. In den Unternehmen braucht es:

- mehr Mitarbeiterführung (Leadership) und weniger altes strukturiertes Management
- mehr Kollaboration und weniger Hierarchie
- mehr Möglichkeitsräume und weniger Regelkorsetts
- mehr Kundenorientierung und weniger Selbstgefälligkeit

Führung muss dringend weiterentwickelt werden. Geführte erwarten zunehmend eine andere Menschenführung, Führungskräfte sind zunehmend auf der Suche nach einem anderen Verständnis von Führung und beide wollen eine neue Führungskultur. Doch das geht nur, wenn sich auch die Unternehmenskultur verändert. Es braucht ein neues Bild von Führung und auch bessere Bildungsmöglichkeiten, um darauf vorbereitet zu werden. Das geht nicht in einem 2-h-eLearning. Ganz zu schweigen davon, dass eLearning noch kaum Anwendung findet. Ein- bis mehrtägige Workshops pro Jahr sind die Regel. Und das soll genügen, um die notwendigen Veränderungen zu installieren? So kann und wird jedoch kein neues Management, kein Digital Leadership möglich sein.

### **12.3.1 Leadership zwischen Wunsch und Wirklichkeit**

Wer glaubt, dass man bei der Arbeit keinen Spaß haben kann, versteht wahrscheinlich von beidem nicht viel.

Randy Pausch (1960–2008), amerikanischer Professor für Informatik

Die Frage nach der Zukunft der Arbeit beinhaltet auch die Frage, wie man in Zukunft zusammenarbeiten wird. Wie werden sich die Beziehungen zwischen den unterschiedlichen Mitarbeitenden – Angestellten, Freelancern, Führungskräften, etc. – gestalten? Hat Führung eine gesellschaftliche Verantwortung? Wie verändern sich die Hierarchien in den Unternehmen? Werden sich diese evtl. auflösen zugunsten einer immer stärkeren

Vernetzung und Kooperation? Haben diese neuen Beziehungen und Netzwerkarchitekturen einen nachhaltigen Charakter und stabilisieren sich auf einem neuen Qualitätsniveau, oder befinden sie sich in permanenter Neuausrichtung? Und was davon ist Wunsch, was ist Wirklichkeit?

Mit diesen Fragen setzte sich die Initiative „Neue Qualität der Arbeit“ des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales auseinander, dessen repräsentatives Ergebnis unter dem Titel „Forum Gute Führung“<sup>47</sup> veröffentlicht wurde. Diese Initiative fand heraus, dass sich 77 % der Führungskräfte einen Wandel in der Führungskultur wünschen. Weg von einer hierarchiebetonten, auf Shareholder-Value und Profitmaximierung orientierten Führungskultur hin zu einer Führungskultur, die auf Unterstützung, Vertrauen, Kooperation und Werteorientierung setzt. Die Führungskräfte selbst sehen sich aber nicht in der Lage, diesen Wandel der Führungskultur proaktiv voranzutreiben. Ein Widerspruch! Sind sie es doch selbst, die die notwendigen Ressourcen und Einflussmöglichkeiten haben, um in Sachen Führungskultur etwas zu verändern.

Neben dem Fokus auf ergebnisoffene Prozesse identifizierte die Studie fünf Präferenztypen für „gute Führung“:<sup>48</sup>

1. Eine **traditionelle Führungskultur** (13,5 %). Sie basiert auf natürlicher Autorität. Die Mitarbeiter sind loyal und zufrieden, weil sie in ihrem Vorgesetzten ein Vorbild sehen, welcher Verantwortung übernimmt. In dieser Führungskultur zielt alles auf stabile Beziehungen und die Sicherung der Organisationsverhältnisse, d. h. die langfristige Erhaltung des Bestehenden.
2. Eine profitorientierte und renditemaximierende „**Steuern nach Zahlen**“ **Führungskultur** (29,25 %). Hier sind Strategie, Zielmanagement und ein zahlengestütztes Controlling die Mittel, um die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu fördern. Ziel ist der maximale Profit und damit eine attraktive Rendite für den Kapitaleigner zu gewährleisten.
3. Die **kooperative Führungskultur durch Coaching** (17,75 %) setzt auf Teamarbeit. Informationen werden transparent zur Verfügung gestellt und es erfolgt eine gemeinsame Reflexion der Zusammenhänge. Zentrales Ziel ist, SynergiePotenzialPotenziale im und zwischen Unternehmen zu heben.
4. Die **Führungskultur der Netzwerkdynamik** (24 %). Diese lässt viel Raum für Eigeninitiative und schafft Rahmenbedingungen für eine hierarchiefreie Vernetzung zwischen den Akteuren im Unternehmen. Kooperation statt Hierarchie lautet das Motto. Zentrales Ziel ist, die Komplexität vernetzter Märkte durch eigene Netzwerke zu bewältigen.

---

<sup>47</sup>Ergebnisse: „Forum Gute Führung“ <http://www.forum-gute-fuehrung.de/ergebnisse> (01.03.2016).

<sup>48</sup>ebenda.

5. Die **solidarisch werteorientierte Führungskultur** (15,5 %). Diese motiviert hauptsächlich über persönliche Wertschätzung, Freiräume und die Sinnhaftigkeit gemeinsamer Arbeitszusammenhänge. Die Führung in der wertorientierten Führungskultur ist partizipativ. Zentrales Ziel ist, die Interessen aller Stakeholder optimal auszubalancieren.

Die Zukunft der Führung verorteten die befragten Führungskräften bei den Führungstypen 3, 4 und 5. Sich selbst sahen sie aber eher bei den Typen 1 und 2. Die Chancen, den Fokus daher stärker auf Kooperation, Teamwork, Vernetzung und Werte zu legen, schätzen die daher eher gering ein. Diese neuen Arbeitsbedingungen erfordern aber eben auch eine neue Unternehmensorganisation, welche auf der einen Seite die Zusammenarbeit der unterschiedlichen Partner unter den neuen Bedingungen gewährleistet, aber gleichzeitig für das Unternehmen mögliche Risiken reduziert.

Die Vorstellung, dass die Unternehmensorganisation der Zukunft auf der Basis langfristiger, planbarer Strukturen basieren kann, ist ins Wanken geraten. Es hat sich aber auch die Erkenntnis durchgesetzt, dass ausschließlich transaktionell orientierte, kurzfristige Bindungen auf Dauer nicht werthaltig sind. Zum einen fehlt den Mitarbeitern oft der Bezug zum Unternehmen – wodurch eine fehlende Loyalität entsteht. Zum anderen besteht bei einer fluiden Organisation die permanente Gefahr des Wissensverlustes. Die Daten und Informationen sind vorhanden. Aber Wissen besteht in den Köpfen.

Wie bereits dargelegt, können Pyramiden-Hierarchien die Herausforderungen der Zukunft nicht gewährleisten. Reine Netzwerke verteilen die Informationen zwar schnell, neigen aber durch starke selbstverstärkende Momente zur Überreaktion, was zum Zusammenbruch der Organisation führen kann. Im digitalen Zeitalter werden „Resiliente Systeme“ und resiliente Führungskräfte benötigt, welche im Normalfall die Sicherheit und Arbeitsfähigkeit der Organisation gewährleisten, und in Krisensituationen die Chance erkennen und schnell handeln.

Es stellt sich daher die Frage: Welche Kernkompetenzen benötigen die Leader von heute und morgen?

### 12.3.2 Die Erfolgsbausteine der digitalen Arbeitsorganisation

Arbeit muss wieder Freude machen. Sie muss funktionieren, Sinn ergeben und sich dauerhaft lohnen.

Lars Vollmer (1971), Unternehmer & Managementvordenker

Bei der digitalen Transformation der Arbeitsorganisation geht es nicht um die losgelöste Betrachtung einzelner „sozialer Technologien“ und was diese leisten können, oder um eine, wie auch immer geartete Führungskultur. Sondern es geht darum, wie sich die Organisation des Unternehmens als Ganzes verändern muss. Dabei steht die „digitale Befähigung“ (Digital Enablement) der Mitarbeitenden, der Zusammenarbeit der Teams, der Organisation des Unternehmens wie auch der Strukturierung der Prozesse im Mittelpunkt. Dies ist eine zentrale Aufgabe und Verantwortung der Führungskräfte.

### **1. Digitale Befähigung der Mitarbeiter**

Diese Befähigung setzt in der Regel nicht von „selbst“ ein. Auch die Selbsterkenntnis dazu kommt nicht von allein. Die Mitarbeiter müssen dazu hingeführt werden. Dabei gilt, dass jeder Mitarbeiter, als auch jede Führungskraft individuell ist und jeder für sich seinen eigenen Sinn und individuellen Mehrwert finden muss, d. h. „What' In It For Me“.

Im Kontext des Veränderungsprozesses braucht es dabei auch eine ständige Bestätigung und Bestärkung des Einzelnen, die neuen Arbeitsformen auch gegenüber Widerständen bzw. Meinungen und Positionen anderer Mitarbeiter beizubehalten.

### **2. Digitale Befähigung der Teams**

Die klassische Projektorganisation lässt sich nicht auf virtuelle und digital-soziale Strukturen übertragen. Für das Team-Management auf kollaborativen Plattformen braucht es einen Paradigmenwechsel. Zum einen fehlt im virtuellen Kontext der direkte persönliche Austausch der Projektteams. Dadurch ist die Identifikation und Selbstverpflichtung für das Projektziel per se geringer. Auf der anderen Seite bietet die digital-soziale Kollaboration neue Möglichkeiten als auch Anforderungen. So bietet ein „Working-Out-Loud“-Ansatz eine höhere Projekttransparenz. Die öffentliche Diskussion der Teilergebnisse birgt aber auch die Gefahr einer Defokussierung in der Diskussion.

### **3. Digitale Befähigung der Organisation**

Im Kern geht es hier um den Führungsansatz, die Führungskultur – wie im vorhergehenden Absatz diskutiert. Neben den dort aufgezeigten Führungsmodellen bedarf es auch einer Diskussion über die Ausgestaltung der Rahmenrichtlinien für die digitale Arbeitsorganisation, wie z. B. den klaren Arbeitszeit- und Mitbestimmungsmodellen. Um das jeweilige Unternehmen auf den für sich passenden Weg zu bringen, braucht es eine klare Findungsphase, wo die neuen Strukturen und Organisationsformen definiert werden, um es dann zu überführen.

### **4. Digitale Befähigung des Geschäftsmodells**

Die Diskussion um das digitale Unternehmen darf sich nicht nur auf eine interne Betrachtung des Unternehmens beschränken, sondern muss auch die vom Kunden und Markt ausgehenden Geschäftsmodelle berücksichtigen bzw. analysieren und bei entsprechenden Anforderungen reagieren. Es braucht also eine ganzheitliche Betrachtung aller relevanten Umwelten.

### **12.3.3 Die Kompetenzen von Digital Leaders**

Führung bedeutet, eine Welt zu schaffen, zu der Menschen gehören wollen.

Robert Dilts (1955) Autor, Trainer

Es ist nicht sicher, wie die Arbeitswelt von morgen aussehen wird. Aber eines ist sicher: anders als heute. Auf die neue Generation an Führungskräften, welche sich selbst, die

Gesellschaft und ihre Organisationen erfolgreich und nachhaltig durch diese industrielle Revolution führen soll, wird daher eine Reihe von hohen Erwartungen projiziert.

Eine von der international führenden Personalberatung Russel Reynolds durchgeführten Studie zeigt, dass Führungskräfte, die Unternehmen erfolgreich transformieren, signifikant andere Fähigkeiten und Persönlichkeitsmerkmale als analoge Führungskräfte aufweisen. Sie besitzen fünf zentrale Führungsqualitäten: Disruption, Innovation, Führung, Sozialkompetenz und Entschlossenheit, die jedoch nicht isoliert voneinander gesehen werden können, sondern ineinander verkoppelt wirken.<sup>49</sup>

### **1. Führungskräfte sollen disruptiv sein**

Disruptiv heißt zerstören oder unterbrechen. Disruption und Change sind die Hauptaufgabe von Führung geworden. Für die Führung bedeutet das, Bewährtes auf den Prüfstand zu stellen. Jeder Produktionsprozess, jede Stellenbeschreibung und jede Form der Zusammenarbeit, wie auch Wertorientierung und Nachhaltigkeit sollte neu gedacht und neu in den Arbeitsprozess integriert werden. Das heißt auch, dass nicht jede kleine Entscheidung bis in die oberste Führungsebene absegnen zu lassen, sondern selbst Verantwortung zu übernehmen und den Mut aufbringen, in neuen Kategorien zu denken und echte Veränderungen auch durchzuhalten.

### **2. Führungskräfte sollen innovativ handeln**

Das heißt viele Fragen zulassen, selbst dann, wenn man als Entscheider die Antwort nicht kennt. Innovation fängt damit an, dass man ungewöhnliche Gedanken zulässt und nicht sofort den (Un)Sinn abwertet. Wer anders denkt, der ist innovativ aber auch störend, sprich disruptiv. „Thinking outside the box“ ist allen bekannt, doch wer von den Führungskräften lässt das auch tatsächlich zu? Unternehmerische Innovation ist jedoch erst dann möglich, wenn Querdenken, Fantasie und ungewöhnliche Fragenstellungen im Führungs- und Arbeitsalltag willkommen geheißen werden.

Man kann auch von Crazy Responsibility sprechen, von innovativen Querdenkern. Damit die digitale Transformation gelingen kann, sind weniger Struktur- und Sicherheitsdenken und mehr Mut zur Freiheit vonnöten.<sup>50</sup>

---

<sup>49</sup>Russel Reynolds Associates (2015): Management 4.0: Fünf Persönlichkeitsmerkmale unterscheiden den erfolgreichen digitalen Transformations Leader von der analogen Führungskraft. <http://www.russellreynolds.com/newsroom/management-40-funf-personlichkeitsmerkmale-unterscheiden-den-erfolgreichen-digitalen-transformation-leader> (gelesen 20.01.2016).

<sup>50</sup>So gelingt Führung in der digitalen Transformation [https://www.haufe.de/marketing-vertrieb/online-marketing/so-gelingt-leadership-in-der-digitalen-transformation\\_132\\_338432.html](https://www.haufe.de/marketing-vertrieb/online-marketing/so-gelingt-leadership-in-der-digitalen-transformation_132_338432.html) (08.03.2016).

### **3. Führungskräfte sollen couragierte Haltung zeigen**

Die digitale Transformation in Unternehmen und in der Gesellschaft kann nur gelingen, wenn man als Leader das vorlebt, was man als Leader von den Mitarbeitern erwartet. Digital Leader motivieren ihre Mitarbeiter intrinsisch, indem sie beispielsweise attraktive Visionen vermitteln, den gemeinsamen Weg zur Zielerreichung kommunizieren, als Vorbild auftreten und die individuelle Entwicklung der Mitarbeiter unterstützen. Um diese Art Vorbild zu sein, muss man jedoch keine „echte“ Führungskraft mit oder ohne Personalverantwortung sein. Bei Digital Leadership geht es vor allem um eine vorbildliche Selbstführung und darum, mit welchem Selbstverständnis sich die Leader für ihre Aufgaben einsetzen. Digital Leadership Excellence heißt, sich selbst, die eigenen Werte, Stärken und Schwächen zu kennen, um mit diesen auf die Erfordernisse der Zeit reagieren zu können.

### **4. Führungskräfte müssen sozialkompetent sein**

Das heißt im digitalen Zeitalter, Unterschiede im menschlichen Sein zuzulassen, beispielsweise Unterschiede im Geschlecht, dem Alter, der Kulturkreise und Lebenswelten, von Behinderungen, von Wertegesinnungen, Fachwissen, u. v. m. Diversity ist dafür zum Buzzword geworden. Diversitity setzt Cultural Intelligence voraus. Der Direktor der Digital Academy von Google, Shuvo Saha, umschreibt es so: Menschen haben Durst zu lernen von Menschen, die nicht wie sie selbst sind. Eine sozial kompetente Führungskraft kann beispielsweise kompetent mit vier Generationen und deren spezifischen Kommunikationskulturen und Werten arbeiten. Eine sozial kompetente Führungskraft kennt die Unterschiede der Generationen, beispielsweise, dass die Generation der Babyboomer am Arbeitsplatz seine Pflicht erfüllt, und die Generation Y sich selbst verwirklichen und sinnstiftend tätig sein möchte. Er weiß auch, dass die Generation Z, jene die man zum Digital Leadership braucht, einen gesunden Egoismus, gepaart mit offenen Sozialverhalten aufbringen kann. Diese Generation Z weiß auch, dass die eigene Marke wichtiger ist denn je und wie es sich anfühlt, als Person auf sozialen Medien sichtbar zu sein.

Doch der sozialen Kompetenz wird in klassischen Unternehmenskulturen wenig Wert beigemessen. Erfolgsdruck, keine Zeit, kein Geld, und vor allem machtpolitische Scharfmützel auf Vorstandsebenen sowie die große Angst davor, die Kontrolle zu verlieren, bestimmen den Arbeitsalltag. Insbesondere Machtgier und Kontrollverlust führt dazu, dass die klassischen Führungskräfte ihre soziale Kompetenz verkümmern lassen, und zu ängstlichen Kontrollfreaks mutieren. Dabei zeigen Studien, wie beispielsweise die CEB-Studie eindeutig, dass Teams moderner Führungskräfte, die Offenheit leben und sich als Enabler sehen, zu 68 % innovativer, zu 35 % engagierter und zu 21 % anpassungsfähiger sind, als Teams mit einer klassischen Führungskraft.

Enabling Leadership bedeutet als Führungskraft, weniger Steuern und mehr Navigieren. Die Führungskräfte sollten organisatorisch und inhaltlich Rahmenbedingungen schaffen, damit sich die Mitarbeiter selbst organisieren können. Leadership heißt ermöglichen.<sup>51</sup>

---

<sup>51</sup>ebenda.

## 5. Führungskräfte müssen entschlossen agieren

Die Leader sind entschlossen, selbst gesteckte Ziele zu erreichen und ihre Visionen erlebbar zu machen. Digital Leader entwickeln klare Strategien und flexible Taktiken, um über Hindernisse hinwegzukommen. Sie unterstützen ihre Teams, und motivieren diese, es ihnen gleich zu tun. Digital Leader arbeiten transparent und teilen ihre Learnings auf Kongressen und Barcamps sowie auf Blogartikeln mit, die sie auf Twitter, Xing, LinkedIn und Facebook verlinken. Arbeitgeber müssen lernen damit umzugehen, dass sie Führungskräfte und Mitarbeiter beschäftigen, die in bestimmten Communitys bekannter sind als die Unternehmensmarke selbst. Digital Leader sind offline und online Influencer, die nicht nur den eigenen Ruf stärken, sondern auch den des Unternehmens.

In diesen Bereich haben die neuen Führungskräfte eine deutlich höhere Ausprägung als klassische Senior Executives. Während die stärkeren Ausprägungen bei Innovationskraft und disruptiven Fähigkeiten nicht wirklich überraschen, sind die ebenfalls deutlich höheren Werte bei Führungsstärke, sozialer Kompetenz und Zielstrebigkeit frappierend.<sup>52</sup> Das Digital Management braucht daher Metakompetenzen (wie Selbstführung, Selbstwahrnehmung, Disziplin, Willenskraft, Emotionale Intelligenz, Lernbereitschaft, ...), eine hohe persönliche Veränderungsbereitschaft, aber auch eine Bildung 4.0.

Die Führungskräfte der Zukunft müssen u. a. als Moderator agieren, die im Hintergrund die Fäden ziehen und für ein gutes Zusammenspiel ihrer Mitarbeitenden sorgen. Die Führungskraft der Zukunft muss seine Mitarbeitenden coachen, und selbst als Vorbild dienen. Dafür muss sich die Führungskraft für den Menschen interessieren, sich Zeit nehmen und präsent sein. In Phasen, welche eher chaotisch und instabil sind, muss die Führungskraft den Überblick und die Ruhe bewahren. Sie muss eine klare Vision entwickeln, und die Mitarbeiter, Kunden, Stakeholdern dafür gewinnen. Dazu bedarf es neben analytisch visionären Fähigkeiten eine sehr ausgeprägte Kommunikations- und Selbstkompetenz, die Beherrschung neuer kollaborativer Führungstools. Doch solange die Führungskräfte weiterhin eher den Superhelden darstellen wollen und orientiert an strengen Hierarchien mit dem Hang zur Egozentrik agieren, kann das nicht funktionieren.

Die Führungskräfte müssen ebenso lernen, neue Arbeitsmodelle zu meistern. Das heißt nicht anwesende und nicht angestellte Mitarbeitende zu führen und diese so schnell wie möglich produktiv zu machen. Im Zeitalter der weltweiten Vernetzung ist es in der Regel ganz egal, wo gearbeitet wird, denn man ist (fast) überall auf der Welt gleich gut erreichbar. Und in einer Welt der Wissensarbeit, die auf dem Transfer von Informationen beruht, ist es egal, wie weit man voneinander entfernt ist. Die Mitarbeiter arbeiten vom Homeoffice, dem nächsten Starbucks-Café oder der Ferienwohnung – weil sie es können. Aber auch die Führungskraft selbst arbeitet u. U. vom Homeoffice, und das in

<sup>52</sup>Russel Reynolds Associates (2015): Management 4.0: Fünf Persönlichkeitsmerkmale unterscheiden den erfolgreichen digitalen Transformations Leader von der analogen Führungskraft. <http://www.russellreynolds.com/newsroom/management-40-funf-persoenlichkeitsmerkmale-unterscheiden-den-erfolgreichen-digitalen-transformation-leader> (gelesen 20.01.2016).

Teilzeit. So werden einzelne Mitarbeiter, Arbeitsgruppen und sogar ganze Organisationen projekt- und aufgabenbezogen zu Teams zusammengeführt, und bilden damit eine Art virtuelle Organisation auf Zeit, die es eben entsprechend zu führen gilt.

Die Führungskräfte der Zukunft, die neuen Leader, haben einen harten Job. Sie müssen Entscheidungen unter einem extremen Zeitdruck in komplexen und komplizierten Fällen treffen, wo die Fakten oft auch noch mit den eigenen Lebens- und Wertvorstellungen kollidieren. Sie müssen die Mitarbeiter und Stakeholder für die Visionen, Ziele und Aufgaben des Unternehmens motivieren. Das führt zu einem enormen Anstieg von Dilemma-Situationen und ethischen Zweifelsfragen. Das Arbeitspensum wird komplexer, und im selben Maß auch die persönlichen Aspekte zur Arbeit. Die Führungskräfte der Zukunft müssen Prioritäten setzen bei einem immer engeren Terminkalender und einer immer größeren Informationsflut. Dabei verfügen sie oft nicht über die notwendigen Ressourcen, und müssen zudem versuchen mit den ständigen Veränderungen mitzuhalten. Selbstkompetenz, sprich ein hohes Maß an Resilienzvermögen gepaart mit den anderen Kompetenzen muss von den neuen Führungskräften verlangt werden, um den Arbeitsalltag 4.0 Erfolg versprechend zu meistern.

Es braucht eben mehr als nur technische Fertigkeiten und große Kompetenz im fachlichen Bereich. Die Führungskräfte müssen verstehen und es entsprechend würdigen, dass der wichtigste Aktivposten des Unternehmens jeden Abend zur Tür hinausgeht. Gute Führungskräfte haben das begriffen und ein entsprechendes Verhalten entwickelt. Wenn man ihre Biografien studiert, kristallisieren sich nachfolgende Kompetenzen und Charaktereigenschaften heraus:

- Mut
- Durchsetzungsstärke
- Stressmanagement beziehungsweise Resilienz
- Empathie
- Urteilsvermögen
- Know-how in unterschiedlichen Fachgebieten (profundes Universalwissen)
- ein starker, beziehungsweise gut trainierter Wille
- Mut zur Lücke
- Unabhängigkeit

Diesen Kompetenzen und Charaktereigenschaften liegt eines zugrunde: **Selbstführung**.

#### **12.3.4 Selbstführung**

Sei selbst die Veränderung, die du in der Welt sehen willst.

Mahatma Gandhi (1869–1948), indischer Rechtsanwalt und Widerstandskämpfer

Selbstführung, das heißt das selbstreflektierte und selbsterkennende Handeln wird für die Führungskräfte der Zukunft einer der Hauptkompetenzen sein, um die komplexen

Herausforderungen Erfolg versprechend managen zu können. Doch ist für viele Führungskräfte das Führungstool Selbsterkenntnis nicht relevant, oder gar als Psychokram verschrien bzw. ein esoterisches Gefasel. Ob sie wollen oder nicht, die Führungskräfte der Zukunft, beziehungsweise deren Führungsego, wird durchgerüttelt werden. Ohne selbstkritisches und reflektiertes Umgehen mit sich und seinen Mitarbeitern werden die Führungskräfte im digitalen Zeitalter Schiffbruch erleiden. Es ist an der Zeit, dass jede Führungskraft sich selbst kennt und sich die Fragen stellt: Wie gut kenne ich mich selbst? Welche Haltung habe ich zu mir selbst? Welches Bild soll die Öffentlichkeit von mir sehen, beziehungsweise welches Wunschbild versuche ich von mir zurechtzuzimmern? Welches Bild versuche ich vor der Öffentlichkeit zu verheimlichen? Fühle ich mich wirklich kompetent als Führungskraft? Fühle ich mich überfordert und unsicher? Was will ich eigentlich erreichen?

Den Führungskräften der Zukunft sollte endlich bewusst sein, dass die oberflächliche, Rollen spielende und marktschreierische Führungskraft ausgedient hat. Es braucht eine Haltungselite, die authentisch und nachhaltig wirksam führt. Die sich durch leisen Mut und gelebte Beziehungsqualität auszeichnet. Die empathisch, herzlich, aber konsequent, ehrlich und offen Vertrauen, Sinn und Orientierung vermitteln. Diese Reife entsteht nicht passiv, einfach so mit den Jahren, sondern in erster Linie durch einen reflektierenden Umgang mit sich selbst. Selbstführung ist das Schlüsselwort für die Entwicklung von Haltung, als Grundlage des authentischen Führens.

Für diese Selbst-Reflexion braucht es ein regelmäßiges Innehalten, Raum und Zeit zum Nachdenken, Nachspüren und Fühlen. Oft höre ich hier: „Das können wir später machen, jetzt muss ich mich um das Tagesgeschäft kümmern.“ Pausenlose Sitzungsmarathons wohin man blickt, atemlose Feuerwehr-Aktionen.

Doch es braucht Führungskräfte, die auch und gerade in der VUCA (Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous) Welt, im blanken Stress des digitalen Zeitalters noch Gelassenheit zeigen, ihre Haltung bewahren und damit Haltung zeigen. Papst Franziskus sagt, wir brauchen Führungskräfte, die nicht abgehoben über den Dingen stehen, sondern sich berühren lassen und Verantwortung übernehmen. Die nicht auf der Welle von Texten, Medienhypes und Telefonanrufen schwimmen, sondern sich jeden Tag zurückziehen, um nachzudenken, das große Ganze zu betrachten und sich an die eigenen Wert- und Glaubensvorstellungen erinnern. Diese Führungskräfte leben in der Gegenwart, ehren die Tradition, aber gestalten die Zukunft. Sie schrecken nicht ängstlich vor Veränderungen zurück, sondern treiben diese voller Hoffnung und Optimismus voran. Sie gehen der Zukunft entgegen, statt vor ihr zu fliehen.<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup>Lowney, Chris (2013): Franziskus – Führen und Entscheiden. Was wir vom Papst lernen können. Herder, S. 20 ff.

### 12.3.5 Quantenphysikalisches Verständnis – ein Puzzlestein für Digital Leadership?

Wir dachten immer, wenn wir Eins kennen, dann kennen wir auch Zwei, denn Eins und Eins sind Zwei. Jetzt finden wir heraus, dass wir lernen müssen, was und bedeutet.

Sir Arthur Eddington (1882–1944), engl. Astronom, Physiker, Mathematiker und Philosoph

Die Grenzen traditionellen Managements und in anderen ebenso erwähnt wurde, dominiert bzw. beeinflusst Newtons Weltbild, welches alle Vorgänge und Erscheinungen im Universum als eine berechenbare triviale Maschine betrachtet, in welchem die Materie aus festen Atomen, in einem bestimmten Raum und in einer konkreten Zeit besteht, das Bewusstsein der Menschen. Aber mit der aufkommenden quantenphysikalischen Sichtweise ist das Newtonsche Lebenserklärungsmodell gehörig ins Wanken geraten, so sehr, dass der Physiker Niels Bohr bemerken muss: „*Wer von der Quantentheorie nicht schockiert ist, hat sie nicht verstanden.*“<sup>54</sup>

Und wieder setze ich Ihnen ein Wissensgebiet vor, das oberflächlich betrachtet nichts mit Leadership zu tun hat. Doch um die neuen Kompetenzen der Führungskräfte verständlich zu machen, kann ein Einblick in das Feld der Quantenphysik spannende und lustvolle Einsichten bringen, sich als Führungskraft den Veränderungen mit mehr Vertrauen und Freude hinzugeben.

Die Quantenphysik besteht schon mehr als 100 Jahre, und doch ist diese nur wenigen Menschen vertraut, obgleich die Wirkungskraft der Wissenschaft das Leben der Menschen vermutlich weit mehr beeinflusst als den Menschen bewusst ist. Die Quantentheorie, und das darin begründete neue und gleichzeitig alte Lebensverständnis, haben nur einige wenige Menschen leibhaftig einsehen können. Diesen einsichtigen Menschen ist das quantenphysikalische Lebensverständnis nicht fremd, aber all die anderen Menschen stehen mehr oder weniger im Dunkeln. Die Auseinandersetzung mit dieser Schattenwelt macht den Menschen Angst, löst Stress aus und damit Veränderungswiderstand. So gesehen hat Bohr schon Recht, wenn er von einem Schock spricht. Denn der Übergang, der Quantensprung hin zu einem neuwertigen Lebens- und Seinsverständnis ist für den rational geprägten Menschen eine große Herausforderung.

Robert M. Pirsig vergleicht es mit der kopernikanischen Wende. Die Menschen meinten damals, die Erde sei eine Scheibe und wenn man sich zu weit an den Rand wagte, dann würde man in den Wahnsinn abstürzen.<sup>55</sup>

Doch welche Gedanken und Kernaussagen der Quantenphysik können das Lebens- und damit auch Führungsverständnis grundlegend verändern:

---

<sup>54</sup>Bohr, Niels: <http://www.holoenergetic.com/TX-zitate.htm>, 2010-01-24.

<sup>55</sup>Weigelt, Gela; Hirsekorn, Helmut: Matrix und Mensch. Quantencoaching. Person, Philosophie und Physik. Norderstedt: Books on Demand GmbH., 2004, S. 38 f.

- Das Universum ist ein holistisches System, ein Energiefeld, welches die gesamte Schöpfung miteinander verbindet. Jeder Teil ist mit jedem anderen Teil verbunden, und jeder Teil spiegelt in kleinerem Maßstab das Ganze wider.<sup>56</sup> Die übliche Aufteilung der Welt in Subjekte und Objekte, in Innenwelt und Außenwelt, wie auch die Aufteilung beziehungsweise Trennung zwischen Körper, Geist und Seele ist im Verständnis der Quantenphysik so nicht aufrecht zu erhalten.
- Daraus folgt, dass alles aus der gleichen Grundenergie besteht, bloß die Schwingungsfrequenz ist unterschiedlich.<sup>57</sup>
- Es gibt also keine Materie im bisher verständlichen Sinn. Es gibt nur ein Beziehungsgefüge und den ständigen Wandel dieses Gefüges. Bohm spricht von der ungeteilten Ganzheit in fließender Bewegung.<sup>58</sup> Der Körper in seiner Stofflichkeit und Festigkeit ist bloß eine rationale Fixierung.
- Es gibt ebenso keine Wirklichkeit ohne Beobachtung – der Beobachter erschafft die Wirklichkeit. Das, worauf sich der Fokus der Aufmerksamkeit richtet, das wird zur Wirklichkeit.<sup>59</sup> All die individuellen Entscheidungen wirken auf die kollektive Wirklichkeit, und umgekehrt. Was immer dem Energiefeld angetan wird, das wirkt zurück auf einen selbst<sup>60</sup> – nach den Worten von Wheeler leben wir in einem Teilnehmer-Universum.<sup>61</sup> Miteinander wird Heil oder Leid erzeugt.
- Raum und Zeit sind relativ. Zeit gibt es nicht im bislang vorhandenen Verständnis. Zukunft, Gegenwart und Vergangenheit existieren gleichzeitig. Zukunft ist eine gegenwärtige Tatsache, und ebenso die Vergangenheit. Alles existiert immer nur jetzt, in diesem Augenblick.<sup>62</sup> Bohr und Heisenberg gehen davon aus, dass das Universum in unzähligen, einander überlappenden Möglichkeiten existiert. Nichts ist darin an einen genauen Ort, an eine bestimmte Zeit beziehungsweise an einen konkreten Seinszustand gebunden, so lange, bis die Aufmerksamkeit eines Beobachters eine Entscheidung für eine bestimmte Möglichkeit trifft und den Fokus darauf festnagelt.<sup>63</sup>

Die mechanistische Vorstellung darüber was die Welt und was das Ich sein könnte, wird mithilfe der Quantenphysik und Biophysik neu beleuchtet, erhält möglicherweise eine neue, andere Wertigkeit und ein neues Lebensverständnis. Das könnte für die digitale Revolution, und für das Finden neuer Führungstools interessante, spannende Hinweise und Einsichten geben. Doch eine Einsicht langt nicht aus, um das Verhalten tatsächlich

<sup>56</sup> Braden, Gregg (2009): Im Einklang mit der göttlichen Matrix. Burgrain: Koha-Verlag, S. 14, 23.

<sup>57</sup> Braden, Gregg (2009) S. 50 f.

<sup>58</sup> Braden, Gregg (2009) S. 13.

<sup>59</sup> Braden, Gregg (2009) S. 101.

<sup>60</sup> Braden, Gregg (2009) S. 26, 94.

<sup>61</sup> Braden, Gregg (2009) S. 11, 68.

<sup>62</sup> Braden, Gregg (2009) S. 42, 154.

<sup>63</sup> Braden, Gregg (2009) S. 104.

zu verändern. Der Change ist weitaus komplexer als bloß das Aufgreifen von interessanten neuen Ideen. Zwar mag durch spannende neue Einsichten die Motivation für Veränderungen groß sein, was für einen Change äußerst wichtig ist. Doch das alleine genügt nicht. Der Change braucht Training und ein reifes Bewusstsein über Veränderungswiderstände. Doch auch das, neben all den anderen Fakten notwendiger Veränderungsmaßnahmen unterschätzen die Führungskräfte deutlich.

---

## 12.4 Der Change im Führungsverhalten, und warum dieser so schwerfällt

Wenn du dir Feinde machen willst, versuch etwas zu ändern.

Woodrow Wilson (1856–1924), US-Präsident

Bis zu diesem Kapitel habe ich die von mir als aktuell relevanten Aussagen über das Management im 21. Jahrhundert über das Digital Leadership und die Notwendigkeit der Veränderung des lang herrschenden Führungsstils aufgelistet. Doch das WIE, das wie es zu den Veränderungen im Führungsverhalten kommen kann, fehlt noch. Meiner Meinung nach fehlt das Wie in der für das Wie notwendigen Weise oft. Es wird viel über das, was gemacht werden soll, geschrieben und diskutiert, aber das Wie kommt zu kurz. Es genügt auch nicht ein Inputsatz, um das Wie anzuregen. Das Wie wird unterschätzt, vielleicht auch deshalb, weil das Wie tatsächlich viel Training und Wissen der anderen Art braucht – weit mehr Training und Wissen als den meisten bewusst ist. In diesem Kapitel versuche ich neben dem Wissen über Veränderungswiderstände auch Beispiele für Trainingsmöglichkeiten anzuführen.

Wenn von Führung, insbesondere von Führung in Veränderungsprozessen gesprochen wird, dann geht es um die Fragen:

- Wie gut ist der Veränderungsprozess mit allen Beteiligten geplant und durchgesprochen worden?
- Wie motiviert sind die Führungskräfte ihr eigenes Verhalten, und das ihrer MitarbeiterInnen und Mitmenschen in Bezug auf die Veränderungsmaßnahmen tatsächlich zu verändern?
- Wie setzen Führungskräfte die Veränderungsprozesse und Veränderungsmaßnahmen konkret um, und wie geben sie diese konkreten Umsetzungen ihren MitarbeiterInnen und Mitmenschen weiter?
- Wie kann der Veränderungsprozess bejahend und entsprechend den unterschiedlichen Befindlichkeiten, Motivationsansprüchen und eingefahrenen Gewohnheitsmustern umgesetzt werden?

Gleichzeitig darf nicht außer Acht gelassen werden, dass wer Veränderungsprozesse anstoßt, was bei der Digitalen Transformation unumgänglich ist, sich auf viel Gegenwind gefasst machen muss. Selbst begabte Führungskräfte finden es schwierig, in ihrer

Organisation Veränderungen durchzuführen. Diese Beharrungskräfte einer Organisation haben mehrere Ursachen. Sie haben etwas mit der Größe und Bürokratie, sowie dem Alter einer Organisation zu tun. Aber auch etwas eher Diffuses, wie die Kultur eines Unternehmens kann zu einer ablehnenden Haltung Änderungen gegenüber führen. Selbst in Unternehmen der IT Branche, welche gewöhnlich als Schrittmacher betrachtet werden, wo die Mitarbeiter durch Veränderungsprozessen gestählt sein sollten, sind die Führungskräfte mit Ängsten, Irritationen und Widerständen der eigenen Mitarbeiter konfrontiert.<sup>64</sup>

### 12.4.1 Veränderungswiderstände

Es gibt mehr Leute, die kapitulieren, als solche, die scheitern.

Henry Ford (1863–1947), amerik. Unternehmer

Es ist immer wieder zu beobachten, dass es Organisationen und Menschen oft sehr schwer fällt, etwas „Neues“ zu gestalten, eine Verhaltensänderung wirklich nachhaltig umzusetzen. Dies ist darin begründet, dass beide für sich operational geschlossene Systeme sind. Und in einem System selbst (ohne Umwelt) kann **nichts** „Neues“ entstehen. „Neues“ kann im System selbst nur durch Irritationen, feindliche Angriffe und Unerwartetes aus der Umwelt entstehen.

Das führt im Arbeitsalltag zu Paradoxien:

#### Paradoxie 1

Auf der einen Seite ist das „Neue“ der Feind der Organisation. Auf der anderen Seite ist das „Neue“ das Lebenselixier der Organisation. Oder wie es Gregory Batesons ausdrückte: „The unit of survival is organism plus environment. We are learning by experience that the organism which destroys its environment destroys itself.“<sup>65</sup>

Deshalb wird „Neues“ oft nicht einmal ignoriert, blockiert, sanktioniert und eliminiert, sondern im Nachhinein der Struktur, dem Prozess oder der Funktion zugeschrieben und damit als „Altes“ beschrieben und damit zur Regel erhoben. Aus „Unerwartetem“ wird somit „Erwartetes“ bzw. „Erwartbares“. Erwartbares (z. B. Verhalten) ist zwar nichts Neues, aber gerade deshalb sichert es zunächst das „Überleben“ der Organisation bzw. Person.

Das „Neue“ ist somit als „Neues“ hoch „flüchtig“ und hat eine minimalste Halbwertzeit. Dies erklärt, warum die Entstehung des „Neuen“ nicht beobachtbar ist.

<sup>64</sup>Microsoft-Deutschlandchefin zu Change Management, manager magazin – Onlineausgabe <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/karriere/microsoft-deutschlandchefin-sabine-bendiek-zu-change-management-a-1070956.html> (gelesen 21.01.2016).

<sup>65</sup>Bateson, G (2000, orig. 1972): Steps to an Ecology of Mind, S. 491.

## Paradoxie 2

Auf der einen Seite ist das „Neue“ der Feind der Organisation und auf der anderen Seite soll..muss..will die PE/OE (Personal-Entwicklung, Organisations-Entwicklung) „Neues“ produzieren. Die PE/OE steht somit unter dem Generalverdacht, mit dem Feind (dem „Neuen“) ins Bett zugehen und integriert zur Vermeidung von Verdachtsmomenten daher lieber das „Andere“ in das „Eine“. Es folgen Aussagen wie:

- „Die besten *Ideen* habe ich unter der Dusche“.

Und die Unternehmen schlussfolgern dann üblicherweise mit:

- Wir müssen alle viel öfter und viel länger duschen!!!

Das ist ein großer Irrtum. Nur weil bei dem einen das Duschen hilft, hilft es bei dem anderen gar nicht und löst erneut Veränderungswiderstände aus.

## Paradoxie der Schwarzen Schwäne

Prognosen sind eben äußerst schwierig, besonders wenn es um die Zukunft geht. Wer in die Zukunft blicken will, kann dies auf zweierlei Art tun: erstens, indem er am Bestehenden entlangdenkt und die Gegenwart einfach ein wenig ins Morgen extrapoliert. So lassen sich kleine Fortschritte, aber keine wirklichen Durchbrüche erzielen. Dies führt in der Regel zu technischen Verbesserungen, Effizienzgewinnen etc.

Weitaus spannender ist die zweite Art von Prognosen: jene, die völlig Neues vorhersehen; unerwartete Ereignisse und Erfindungen also, die das Zeug haben, den Lauf der Dinge zu verändern. In der Regel scheint ihr Auftreten für undenkbar, bis man plötzlich mit ihrer Existenz konfrontiert wird. „Schwarze Schwäne“ hatte sie der Statistiker und Philosoph Nassim Nicholas Taleb genannt.

Die Geschichte kennt viele „Schwarze Schwäne“: die Entdeckung Amerikas, die erste Kernspaltung, den Zufallsfund des Penicillins, die Terroranschläge vom 11. September 2001, die Erfindung des World Wide Web, die globale Finanzkrise oder das Atomunglück von Fukushima – lauter welterschütternde Ereignisse, die kaum jemand kommen sah.<sup>66</sup>

Wir als Menschen ignorieren schwarze Schwäne, weil damit die Welt geordneter betrachtet werden kann. Damit wird die Welt, zumindest vom Verstand her, kontrollier- und formbar. Doch das ist eben die Illusion. Taleb spricht von dem Triplet der Opazität. Damit postuliert er die Illusion, gegenwärtige Ereignisse zu verstehen. Die historischen Ereignisse werden retrospektivisch verzerrt, und es kommt zur Überbewertung von Sachinformationen in Kombination mit der Überbewertung der intellektuellen Elite.

---

<sup>66</sup>vgl. Zeit Online; Ein Jahr voller Joker; 05.01.2011 <http://www.zeit.de/2011/02/Wissen-Prognosen>.

Menschen neigen dazu, die Karte fälschlich für das Territorium zu halten. Man konzentriert sich auf die Karte, man gibt der Karte sogar den Vorzug, diese als Realität anzuerkennen. Die geordneten Strukturen werden der ungeordneten Lebensnatur vorgezogen. Wenn dann aufgrund dieser begrenzten Sichtweise ein Fehler entsteht, dann erkennen wir diesen leider erst im Rückblick.<sup>67</sup> Dabei sehen wir wiederum nur die augenfälligen und sichtbaren Konsequenzen. Die unsichtbaren, nicht ins Auge stechenden Konsequenzen nehmen wir weiterhin nicht wahr. Was, wenn die nicht augenfälligen Konsequenzen weit bedeutungsvoller waren?<sup>68</sup> Die Welt ist eben nicht so linear und rational erfassbar, wie man es zu wünschen hofft, und wie die Wissenschaftler so gerne annehmen möchten.<sup>69</sup> Die lineare Welt gibt es nur in den Klassenzimmern und Lehrbüchern. In der Wirklichkeit ist die Linearität eine Ausnahme. Und doch kann man sich von der Sichtweise der Linearität nicht trennen. Menschen wollen das als real ansehen, um das Leben so in den Kopf zu bekommen, um das Leben erklärbar zu machen. Menschen versuchen damit, die Zufälligkeiten in den Griff zu bekommen. Die schwarzen Schwäne sind dann das, was man bei all den Vereinfachungen weglässt.<sup>70</sup> Irgendwann, scheinbar aus dem Nichts, taucht ein Schwarzer Schwan auf. Dann ist man erstaunt und meist auch bedenklich unvorbereitet.

Mit den schwarzen Schwänen hat es jedoch noch etwas auf sich. Schwarze Schwäne stehen nicht nur für die scheinbar unerwarteten Ereignisse, sondern auch für die Hoffnung, dafür, es möge so kommen, wie man es sich wünscht. Man setzt auf das Schicksal, auf die Zufälligkeit, und bittet Fortuna um das Glück des Zufallstreffers. Von diesem Standpunkt aus, sucht man die Schwarzen Schwäne, und fordert diese heraus sich zu zeigen. Das ist das Paradoxon der Schwarzen Schwäne, und das Paradoxon des Denkens der Menschen.<sup>71</sup>

Die neuen Führungskräfte müssen sich diesen Herausforderungen stellen – den Herausforderungen bewusst und reflektiert mit Technik, Wissenschaft, mit Zufälligkeiten und Verdrängungsmechanismen, mit sich selbst als Mensch und mit ihren Mitarbeitern umzugehen. Dafür braucht die Führungskraft auch ein Grundwissen darüber, wie und insbesondere warum sie als Mensch und Führungskraft handeln wie sie handeln. Unwissenheit löst Stress aus, und führt zum Widerstand. Wissen kann Widerstände auflösen.

---

<sup>67</sup>Taleb, Nassim Nicholas (2010): Der Schwarze Schwan. Die Macht höchst unwahrscheinlicher Ereignisse. 2. Auflage. München: DTV GmbH. S. 11.

<sup>68</sup>Taleb, Nassim Nicholas (2010) S. 144 f.

<sup>69</sup>Taleb, Nassim Nicholas (2010) S. 118.

<sup>70</sup>Taleb, Nassim Nicholas (2010) S. 95.

<sup>71</sup>Taleb, Nassim Nicholas (2010) S. 142.

## 12.4.2 Veränderungsverständnis durch neurologische Erkenntnisse

Großartige Visionen scheitern oft an kleinen Gewohnheiten.

Hans-Georg Häusel (1951), deutscher Psychologe

Für ein Erfolg versprechendes Umsetzen von Veränderungsprozessen braucht es mehr als nur das Ausarbeiten und Weiterleiten von veränderten Arbeitsstrukturen. Es braucht ein tief greifendes Verständnis vom Menschen, wie dieser auf Veränderungen reagiert, und welche Veränderungsmöglichkeiten sich daraus ergeben beziehungsweise wie die Veränderungen vorbereitet sein müssen, sodass die Menschen sich darauf einstellen und entsprechend verändern können. Dafür ist das Verständnis vom Wirken des limbischen Systems der Menschen ein erfrischender und auch praktikabler Ansatz. Denn die Forschung zeigt sehr deutlich, dass für das Umsetzen von Veränderungen das Gehirn (Stammhirn, limbische System, Großhirn) in guter Balance und in guter Abstimmung miteinander agieren muss, damit auch das gewünschte Lern- und Veränderungsergebnis erzielt werden kann.

### Das limbische System

Das limbische System, auch Säugetierhirn genannt, liegt um das Stammhirn herum und ist u. a. für emotionale Vorgänge zuständig. Die meisten Entscheidungen im täglichen Leben und auch im Arbeitsumfeld werden auf der emotionalen Ebene getroffen, und bloß im Nachhinein rational zu rechtfertigen versucht. Es mag zwar so wirken, als ob die Entscheidungen rational getroffen worden wären, aber das ist ein Irrtum. Das emotionale Reagieren ist sehr schnell und unbewusst. Es hat sich im Laufe von Milliarden Jahren entwickelt und steuert das Verhalten von Lebewesen unbewusst. Das emotionale Agieren lässt sich nicht unterdrücken und auch nicht umgehen. Das emotionale Leben bestimmt damit zu großen Teilen das rationale Denken und Handeln.<sup>72</sup>

Menschen, wie auch Tiere und ebenso die Bakterien bewegen sich in drei verschiedenen Motivations-Emotions-Antriebssystemen (Instruktoren): Im Stimulanz-, im Dominanz- und im Balancesystem. Jedes Individuum ist je nach Mischungsverhältnis in seiner Verhaltensweise entsprechend geprägt. Und diese Prägung beeinflusst bei allen Menschen alle vier Ebenen des Lebens: die physisch-körperliche Ebene, die soziale Ebene (menschliches Zusammenleben), die kognitive Ebene (Denken und Wahrnehmen) und die gnostische Ebene (Glauben und Sinn).<sup>73</sup>

---

<sup>72</sup>Vgl. Quirmbach, Sebastian: Vortrag gehirngerechtes Führen. Glücksburg: 11.05.2012.

<sup>73</sup>Häusel, Hans-Georg (2002): Limbic Success. So beherrschen Sie die unbewussten Regeln des Erfolgs. Rudolf Haufe Verlag GmbH & Co.KG. Planegg/München.

### **Balance-Instruktion**

Die Balance-Instruktion ist die mächtigste Instruktion und sorgt für Sicherheit, Konstanz und Aufrechterhaltung von Gewohnheiten. Sie ist die Kraft der Beharrung.

### **Dominanz-Instruktion**

Die Dominanz-Instruktion gibt die Kraft der Durchsetzung, gibt die Kraft Konkurrenten zu verdrängen, Macht und Status anzustreben, und das Territorium und die Autonomie auszubauen. Sie ist die Kraft der Expansion.

### **Stimulanz-Instruktion**

Die Stimulanz-Instruktion ist jene Kraft, die nach neuen und spannenden Reizen und Erlebnissen sucht. Sie ist die Kraft der Kreativität und Innovation.

Diese drei limbischen Instruktoren beeinflussen das Denken, das Handeln, die Willenskraft wie auch die Werthaltung und bilden somit den Rahmen des Verhaltens aller Menschen. Das hat Konsequenzen für das Management. Je nach Prägungstyp wird man als Führungskraft ein entsprechendes Verhalten an den Tag legen, und entsprechende Forderungen an die Mitarbeiter stellen. Manche Vorgehensweisen sind aus Sicht eines Dominanz-Typen stimmig und richtig, aber aus Sicht eines Balance-Typen gar nicht mehr passend. Das sollte einem als Führungskraft bewusst sein, und dieses Wissen im Arbeits- und speziell in Veränderungsprozessen zu berücksichtigen versuchen.

### **Das Stammhirn**

Doch ohne Stammhirn geht auch nichts. Dieses hängt in seiner Arbeitsweise eng mit dem limbischen System zusammen, wie genau genommen im Körper eines Menschen alles mit allem in Verbindung steht.

Das Stammhirn, auch Reptilienhirn genannt, ist der innerste und älteste Teil des Gehirns und befindet sich am oberen Ende der Wirbelsäule. Für das wirksame Führen sind in Bezug auf dieses Hirnareal zwei Funktionen besonders relevant, nämlich der Reflex Angriff und Flucht, und das sogenannte RAS (Reticular Activatin System), das permanent alle Sinneseindrücke filtert. Herausgefiltert wird all das, was für den jeweiligen Menschen als unbedeutend eingestuft wird, d. h. was emotional nur wenig auslöst.<sup>74</sup>

### **Die Großhirnrinde**

Die Großhirnrinde, insbesondere der frontale Teil des Neokortexes, dienen dem rationalen Denken. Dieser Teil vom Gehirn versteht logische Zusammenhänge, plant die Zukunft und kann komplexe Rechenaufgaben lösen. Das funktioniert jedoch erst dann gut, wenn sowohl das Stammhirn als auch das limbische System mit der Arbeit von der Großhirnrinde einverstanden sind.<sup>75</sup> Jede Art von Missverständnis im Hirn führt zu

---

<sup>74</sup>Quirmbach, Sebastian: Vortrag gehirngerechtes Führen. Glücksburg: 11.05.2012.

<sup>75</sup>ebenda.

Stress, und in Folge zu Veränderungswiderstand. Oft ist der Stress für die Betroffenen als solcher jedoch gar nicht mehr zu merken, doch im Inneren rebelliert das System Mensch, und so auch die Führungskräfte beziehungsweise die von den Führungskräften geführten Mitarbeiter.

### **12.4.3 Stress – ein relevanter Auslöser für Veränderungswiderstände**

Man kann nicht denken, wenn man es eilig hat.

Platon (427 v. Chr. bis 347 v. Chr.), antiker griechischer Philosoph

Veränderungen lösen oft Stress aus, abhängig davon was man u. a. vom limbischen Verständnis her für ein Grundtyp ist, wie man sich gerade sonst fühlt, wie komplex die Herausforderungen sind, uvm. Durch Stress wird die Blutversorgung im Frontallappen im Gehirn stark zurückgedrängt, um die Notschaltzentrale, das Reptilienhirn im Menschen, zu aktivieren. Das heißt für das Bewusstsein von Menschen, dass Menschen im Stressmodus nur noch vom Instinkt Angriff oder Flucht geleitet werden. Das Bewusstsein, im Besonderen das höhere Bewusstsein mit dem rationalen Bewusstsein für weitsichtiges Entscheiden und Handeln, wie auch das empathische Fühlen, ist im Stressmodus nahezu lahmegelegt. In Bezug auf lebensgefährliche, und damit stressige Situationen eine wichtige Überlebensstrategie. Die Natur geht jedoch davon aus, dass die stressigen Situationen nur kurz andauern und dann wieder Ruhe einkehrt. In der modernen Arbeitswelt ist jedoch die Ruhephase immer kürzer geworden, fast ganz weggefallen. Überspannung, Rastlosigkeit, Herzrasen, Kurzatmigkeit, Nervosität, Zappeligkeit, Müdigkeit und insbesondere auch nachlassende Konzentration macht sich bemerkbar. Das führt in Folge zu unerwünschten rationalen Fehlgriffen.

Stress macht die Menschen und eben auch die Führungskräfte betroffen und ihr Handeln wird kopflos und verkrampt. Doch nach außen hin versuchen die Führungskräfte das zu überspielen. Dennoch die Ohnmacht – ohne Macht – lässt sich nicht wegschieben und es zeigen sich deutliche Entscheidungsschwächen. Stehen die Führungskräfte einmal unter Stress ist keine innovative Lösung möglich. Im Stress agieren Menschen und eben auch Führungskräfte nur noch mit ihrem Reptilienhirn, das heißt Flucht oder Angriff. Weitsichtige, innovative Lösungen sind in diesem Geisteszustand fast unmöglich. Genau das führt dazu, die Dinge zu verharmlosen beziehungsweise deutliche Signale zu ignorieren. Die Führungskräfte zeigen dann ein Verhalten: „Wir haben alles im Griff“, und sind sich ihrer Fehleinschätzungen nicht bewusst. Gepaart mit einer Selbstüberschätzung und dem Herdentrieb, denn die anderen Wettbewerber reagieren ja auch nicht, erfolgt dann oft ein Scheitern nach Plan. Begünstigt wird dies durch die Tatsache, dass die neuen Technologien über einen längeren Zeitraum nur ein Nischendasein führten und noch führen. Die Durchbrüche erfolgen dann immer wieder explosionsartig.

Die Führungskräfte im ausgehenden 21. Jahrhundert stehen unter enormen Druck. Mag sein, dass die Digitalisierung neben anderen Faktoren den Druck noch weiter

ansteigen lässt, mit den Folgen: Die Führungskräfte sind gestresst, agieren aus ihrem evolutionären Notprogramm heraus und die notwendigen Veränderungen verschwimmen in der Flut von Stresshormonen. Das sollte doch zu denken geben? So gesehen sollten die Führungskräfte keinen Stress aufkommen lassen, und resilient auf das Weltgeschehen reagieren. Leicht gesagt, schwer umzusetzen. Dafür müssen Führungskräfte der Zukunft viel Selbstentwicklung leisten, und ein hohes Maß an Selbstkompetenz trainieren. Doch gerade diese Führungseigenschaft wird nur selten, und wenn dann unzureichend gelehrt oder als Weiterbildung angeboten.

So hat laut einer weltweiten Studie von Regus, dem weltweiten Führer von innovativen Arbeitsplatzlösungen, seit Beginn der Wirtschaftskrise der Stress am Arbeitsplatz deutlich zugenommen. Es heißt in dieser Studie, dass die zunehmende Gewinnfixierung der Unternehmen für 35 % der Arbeitnehmer in Deutschland einen erheblichen Stressfaktor darstellt. Weitere 33 % der Befragten gaben an, dass der Druck einen erstklassigen Kundenservice zu liefern, ebenfalls für deutlich mehr Stress sorgt, mit den Folgen: Etwa 800.000 Arbeitnehmer in Deutschland greifen regelmäßig zu Aufputschmitteln, um den Anforderungen am Arbeitsplatz gerecht zu werden.<sup>76</sup> Eine aktuelle Studie der AOK zeigt die Auswirkungen ebenso deutlich. Laut diesem Report verursachen psychische Erkrankungen die längsten Fehlzeiten am Arbeitsplatz (im Durchschnitt fast 23 Tage im Jahr), und liegen mittlerweile an vierter Stelle bei den Ursachen für Erkrankungen von Berufstätigen.<sup>77</sup> Das Centrum für Disease Management an der Technischen Universität München hat errechnet, dass seit 1998 die Fehlzeiten durch psychische Krankheiten, ausgelöst durch Stress und Druck am Arbeitsplatz, um 80 % gestiegen sind, und daraus jährlich in Deutschland ein wirtschaftlicher Schaden von mindestens acht Milliarden Euro entsteht.<sup>78</sup> Und auch im BKK Gesundheitsreport 2010 zeigt sich, dass die Zahl an Krankheitsständen in Deutschland, ausgelöst durch ein Burn-out-Syndrom, seit 2004 deutlich angestiegen ist.<sup>79</sup>

Stress erschwert die notwendigen Verhaltensänderungen von Führungskräften, von Unternehmenskulturen und den dort im Einsatz befindlichen Mitarbeitern. Im Stress können weder die Führungskräfte noch die Mitarbeiter, die von ihnen geforderten Leistungen und notwendigen Veränderungen erbringen. Das weiß jeder, und doch wird der Stress ähnlich wie die Digitalisierung nicht ernst genug genommen. Meist erst dann, wenn es schon sehr spät ist, beziehungsweise zu spät ist. Stressverständnis und Stressverminderung sollte demnach für ein Digital Leadership ein ebenso wichtiger Kompetenzfaktor sein, wie andere Aspekte auch. Hier stellt sich die Frage:

<sup>76</sup>Regus, Düsseldorf: <http://www.pressebox.de/pressemeldungen/regus/boxid/306278>, 2009-11-23.

<sup>77</sup>Badura, Bernhard/Schröder, Helmut/Klose, Joachim/Macco, Katrin: Fehlzeiten-Report 2010: Vielfalt managen: Gesundheit fördern – Potenziale nutzen. Berlin: Springer Verlag, 2010.

<sup>78</sup>APA: Psychische Krankheiten kommen Wirtschaft teuer. Der Standard, 2010-11-23., S. 16.

<sup>79</sup>BKK Bundesverband (Hrsg.): BKK Gesundheitsreport 2010. Gesundheit in einer älter werdenden Gesellschaft. Essen: Schröders-Druck GmbH. 2010, S. 143.

- Wie gehen Führungskräfte mit dem Druck um?
- Beziehungsweise wie gehen Führungskräfte mit dem Konflikt um: „Jemand erwartet von diesen etwas, das sie nicht erfüllen können oder nicht erfüllen wollen?“

Unternehmen müssen/sollten sich damit beschäftigen, wie sie ihre Führungskräfte schon im Vorfeld in Change-Prozessen und den damit verbundenen möglichen Konfliktsituationen besser unterstützen können, um mögliche Fehlentscheidungen durch Stress gar nicht erst entstehen zu lassen. Wird in Spannungsfeldern keine oder zu spät eine Lösung gefunden, staut sich der psychische Druck so sehr auf, dass es zu aggressiven Durchbrüchen oder depressivem Rückzug kommen kann – trauriges Beispiel dafür: Die Selbsttötungen des Finanzchefs der Zurich, Pierre Wauthier, sowie des Swisscom-CEOs, Carsten Schlotter – das macht doch nachdenklich!?

### Ebenen der Auseinandersetzung mit Stress

Die sich in Veränderungen und damit in Turbulenzen befindliche Umgebung kann meist nicht verändert werden. Es liegt daher an jedem einzelnen, das eigene Verhalten im Umgang mit Stress beziehungsweise Stressfaktoren positiv zu beeinflussen. Denn je turbulent die Umgebung desto wertvoller ist die Fähigkeit, in eine stabile innere Haltung übergehen zu können, aus welcher man der Situation angemessene Entscheidungen treffen kann.

Viele Menschen setzen sich schon, meist gezwungenermaßen mit dem Phänomen Stress auseinander, aber bloß rational und suchen kognitiv nach einer Erklärung und Lösung. Das ist ein wesentlicher Schritt, das genügt jedoch leider nicht. Stress entsteht im Körper, und deshalb kann auch nur auf dieser Ebene nachhaltig erfolgreich stressmindernd bzw. stresslösend gearbeitet werden. Auf der rationalen Ebene kann über Stress diskutiert werden, jedoch Stress nicht abgebaut werden – auch wenn viele meinen es könnte so gehen. Von diesem Wissen ausgehend unterliegt man einem Selbstbetrug in Sachen Stressmanagement. Aber warum ist das so?

Der Körper ist ein hochsensibles Messinstrument. Der Körper weiß genau, was für den Menschen gut ist und was nicht, was heilt und was Unheil bringt. Der Körper kommuniziert mit der Umwelt, weit mehr als man meinen mögen. Der Körper trägt Weisheit und Erfolgsstrategien in sich. Durch den Körper bekommen wir Menschen einen Zugang zu unserem Potenzial und unseren Kraftressourcen. Doch lernt man als Führungskraft den adäquaten Umgang mit Stress? Und wie ich schon zu Beginn dieses Kapitels geschrieben habe, der Stress wird weiter steigen. Die Führungskräfte der Zukunft müssen den eigenen Stress und den Stress der Mitarbeiter gut und Erfolg versprechend managen können. Sind die Führungskräfte darauf auch gut vorbereitet? Für ein Erfolg versprechendes Stress- und damit Changemanagement ist es daher unausweichlich:

- rational zu verstehen
- körperlich und
- emotional zu fühlen und bewusst wahrzunehmen, was konkret abläuft

- resilient zu werden gegenüber Stress

Führungskräfte werden jedoch meist bloß in Zeitmanagement, Verhandlungsführung, Qualitätsmanagement, u. a. geschult. Das Managen von Stress und die Förderung von Resilienz findet man kaum in den Aus- und Weiterbildungsangeboten von Führungskräften. Doch für ein Digital Leadership sind diese Handlungskompetenzen sehr wertvoll, wenn nicht sogar überlebenswichtig.

### Resilienzmanagement

Aus dem lateinischen resilire, heißt Resilienz so viel wie zurückspringen, abprallen, widerstandsfähig, tolerant zu sein gegenüber Störungen. Der Begriff wird jedoch in den verschiedenen Fachgebieten unterschiedlich interpretiert. Doch so streng trennen kann man die Interpretationen auch nicht. Der Mensch ist Natur, und so trifft beispielsweise der ökologische Aspekt der Resilienz auch den Menschen, und so gesehen ebenso die Wirtschaft. Und die psychologische Resilienzfähigkeit wirkt, so oder so, in jedem Unternehmer, Manager, Arbeitnehmer und zurück auf den Betrieb und die betriebliche Umwelt.

Im psychologischen Kontext versteht man unter Resilienz jene Fähigkeit, Krisen durch persönliche und sozial vermittelte Ressourcen zu meistern, und diese Krisen als Weiterentwicklung zu nutzen. In der Soziologie hat man diese Fähigkeit ausgeweitet und auf ganze Gruppen und Gesellschaften umgelegt. So sind jene Gruppen resilient, die gesellschaftsrelevante flächendeckende Probleme lösen können.<sup>80</sup>

Im Resilienz-Management wird mit entsprechender Maßnahmenseitung darauf abgezielt, die Widerstandsfähigkeit von Unternehmen gegenüber äußeren Einflüssen zu stärken. In den interdisziplinär agierenden Umweltwissenschaften wird der Umgang mit äußeren Störeinflüssen erforscht, und entsprechende Maßnahmen entwickelt. Ein Unternehmen gilt dann als resilient, wenn es gegenüber externen Einwirkungen widerstandsfähig bleibt und nicht von den Einflüssen im normalen Tagesgeschäft gestört wird. Ebenso ist ein Unternehmen resilient, wenn es mit Adaptionen den Herausforderungen adäquat begegnen kann. Und ein Unternehmen gilt dann auch als resilient, wenn es mit Innovativen, tief gehenden Veränderungen, auf ökonomische wie auch ökologische und gesellschaftspolitische Veränderungen reagiert.<sup>81</sup>

#### 12.4.4 Die Natur zeigt, wie es geht

Die Natur hat immer Recht.

Reinhold Messner (1944), Extrembergsteiger, Abenteurer, Buchautor

---

<sup>80</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Resilienz>. 12.04.2012.

<sup>81</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Resilienz-Management>. 12.04.2012.

Um mit Stress Erfolg versprechend umgehen zu können und resilient zu werden beziehungsweise zu bleiben, sollten die Führungskräfte der Zukunft ein Wissen über den wirtschaftlichen Tellerrand hinaus haben, sprich ein Wissen haben über sich selbst als Mensch, eingebettet in seine Umwelt. Selbsterkenntnis steht jedoch auf keinem Lehrplan angehender Führungskräfte. Als Digital Leader bedarf es neben eines profunden technische und wirtschaftlichen Know-hows, auch eines psychosozial-philosophischen wie auch physikalisch-biologischen Grundlagenwissens. Die Antworten auf mögliche Herausforderungen finden die Führungskräfte der Zukunft unter Umständen in anderen Gebieten als nur in ihrem Fachgebiet, beispielsweise in der Quantenphysik, in der Psychologie und Philosophie oder auch in der Evolutionsforschung, in der Frage: Wie schnell verlaufen Massenaussterben ganzer Arten, und wie erholt sich die Lebenswelt nach solchen extremen Ereignissen? Mag sein, dass die Evolutionsforschung mit der Beantwortung dieser Frage eine relevante Strategie aufzeigen kann, um als Führungskraft auf aktuelle Probleme und Herausforderungen Erfolg versprechend antworten zu können.

Als Ursache von Massensterben in der Natur, soweit ist heute klar, kommen am ehesten gravierende Umweltveränderungen infrage, wie Eiszeiten, Riesenvulkane oder Meteoriteinschläge. Solche Krisen stellen die Weichen der Evolution neu. Vorherige Amtsinhaber werden verdrängt und neue Arten dominieren scheinbar von einem Moment zum anderen. Doch der Anschein trügt, denn Krisenphasen sind erstaunlich arm an evolutionären Innovationen. Die Vorbereitung auf den Wechsel findet schon vorher statt. Die Durchsetzung der geschaffenen Innovationen bedarf oft einer Krisensituation, einem Kollaps des alten Systems.<sup>82</sup>

Auch der Untergang von Kodak zeigt, es reicht nicht aus aktiv zu werden, wenn sich die Branche bereits im finalen Umschwung befindet. Die potenziellen neuen Nischen müssen vorher entdeckt, entwickelt und besetzt werden. Um den Wechsel in ein neues Zeitalter vorzubereiten, bedarf es einer gelebten Innovationskultur. Einer Kultur, welche die Rahmenbedingungen für maximale Innovationen ermöglicht. Da wo kreative MitarbeiterInnen gefördert werden, Fehler erlaubt – ja sogar gewünscht sind und unerwartete Erfolgsfelder systematisch gesucht werden. Eine solche Kultur muss vom Vorstand bzw. der Geschäftsführung vorgelebt und initiiert werden.

## **Empfehlungen von der Natur**

### **1. Akzeptieren Sie Krisen – und passen Sie sich an die neuen Rahmenbedingungen an.**

Lebende Organismen (der menschliche Körper ebenso wie Organisationen in der Wirtschaft) brauchen Variabilität und Zufälligkeit. Sie brauchen bestimmte Stressoren, sonst werden Sie fragil, zerbrechlich und schwach. Eine Reduzierung der Volati-

---

<sup>82</sup>Otto/Speck (Hrsg.): Darwin meets Business (2011); S. 39 ff.

tilität erzeugt lediglich eine künstliche Ruhe. Die Folgen der „Schwarzen Schwäne“ sind dann umso heftiger.

**2. Kopieren Sie nicht die Erfolgsrezepte von anderen, sondern entwickeln Sie eine für Sie passende Strategie. Konzentrieren Sie sich dabei auf Ihre Stärken und Besonderheiten.**

Die Natur lebt von einer Artenvielfalt. Diese macht sie stabil, widerstands- und überlebensfähig. Größere Umwelten (Globalisierung) sind zwar skalierbarer als kleine und erlauben den großen noch größer zu werden, auf Kosten der kleinsten. Dies macht sie aber auch anfälliger, was während der Finanzkrise deutlich zu beobachten war. Ein und derselbe Virus infizierte dann alle.

**3. Entwickeln Sie langfristige Strategien gemeinsam mit Ihren Führungskräften und Mitarbeitern.**

Die Natur entwickelt sich in der Regel in langen Zyklen. Quartalsberichte, und ein hektisches Re-agieren auf deren Grundlage, sind eine Erfindung der modernen Menschen.

**4. Richten Sie ein zentrales Wissensmanagement ein – und greifen Sie bei Entscheidungen darauf zurück.**

Mit dem Übergang zur Wissensgesellschaft ist das Know-how Ihres Unternehmens in Ihren Mitarbeiter gespeichert. Die Informationen können zwar digitalisiert und gespeichert werden, aber der wahre Schatz ist das erfahrungsgeleitete Wissen, die Intuition all Ihrer Mitarbeiter, deren kollektive Intelligenz und Vorstellungskraft.

**5. Führen Sie eine regelmäßige Open Source Konferenz mit Vertretern aus verschiedenen Bereichen und Umwelten (Kunden, Lieferanten, Verwaltung, Betrieb, F&E, Vertrieb, etc.) ein, die über Marktveränderungen und Lösungen miteinander sprechen.**

Jedes Unternehmen, das überleben will, muss eine genetische Vielfalt entwickeln. In der Natur entsteht diese durch spontane Mutation oder durch ein Einkreuzen. In der Wirtschaft lassen sich oft nur genetische Monokulturen finden. Manager, welche schon seit ihren Studienpraktika in dem Unternehmen verweilen oder lediglich innerhalb der Branche gewechselt haben. Also eine Inzucht, welche die genetische Vielfalt des Unternehmens reduziert.

Eine Einkreuzung ist jedoch ein Prozess, welcher den genetischen Code einer Organisation nur sehr langsam verändert. Kompensieren Sie dies durch regelmäßige Open Source Konferenzen, seien Sie offen für die andersartigen Ideen.

**6. Prüfen Sie systematisch, wo in Ihrer Organisation es Erkenntnisse geben kann, die für Entwicklungsstrategien oder Anpassungen hilfreich sind.**

Suchen Sie systematisch nach internen und externen Informationsquellen. Reduzieren Sie sich nicht auf ihre F&E Abteilung, sofern es diese gibt.

**7. Denken Sie in langen Zeiträumen: wie können Sie die nächsten 10 bis 30 Jahre erfolgreich sein, auch unter neuen Bedingungen?**<sup>83 84 85</sup>

### 12.4.5 Praxiserprobte Reflexions- und Trainingstools für Change-Prozesse

Eine positive Lernsituation betont das Richtige, ohne das Falsche zu übersehen.

Rudolf Dreikurs (1897–1972), amerikanischer Psychiater

Neben Empfehlungen aus der Physik, der Neurowissenschaft, der Natur u. a., möchte ich Ihnen konkret 3 Trainingsansätze für Erfolg versprechende Veränderungsprozesse näherbringen – jene die sich in meiner Praxis als Unternehmensberater als hilfreich und auch notwendig zeigen. Die Trainingstools greifen ineinander und können streng genommen nicht singulär zum erwünschten Erfolg führen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Lernschritte nur in sehr kleinen Dosen verabreicht werden sollten. Sobald ein zu hohes Maß an Veränderung im Vergleich zum Alten verlangt wird, tritt Stress auf und dann die Blockade. Der Change scheitert bevor dieser noch begonnen hat. Diese Zerstückelung der Trainingseinheiten in Mini-Stepps mag für viele anfangs unnötig, gar zeitverschwendend erscheinen, aber in der Praxis zeigt sich, dass es außer bei Stimulanz-Junkies (Kapitel Limbische Prägung) nur so angenommen wird.

Auch in diesem Kapitel kann ich meine Aussagen nur anschneiden, aber vielleicht erwecke ich damit dennoch Ihr Interesse, sich tiefer gehend mit Change-Prozessen, mit der Transformation vom analogen zum digitalen Leadership, oder gar Ihrem persönlichen Veränderungsprozess auseinanderzusetzen.

#### Die 4 R

Alan Deutschman zeigt in seinem Buch „Change or Die“ die Bedingungen auf, unter denen Veränderung – auch und gerade persönlicher Wandel – möglich ist. Er untersuchte dazu Erfolgsbeispiele aus unterschiedlichen Feldern. Deutschman macht drei wesentliche Schlüsselfaktoren für erfolgreiche, nachhaltige Veränderungen aus<sup>86</sup>: Relate, Repeat, Reframe

---

<sup>83</sup>Gudrun Happich: Wie Unternehmen sich auf neue Rahmenbedingungen einstellen können; <http://www.foerderland.de/fachbeitraege/beitrag/Wie-Unternehmen-sich-auf-neue-Rahmenbedingungen-einstellen-koennen/774be28f34/>.

<sup>84</sup>Nassim Nicholas Taleb (2007): Der Schwarze Schwan – Konsequenzen aus der Krise; S. 24 ff.

<sup>85</sup>Hamel/Prahalad (1995): Wettkampf um die Zukunft; S. 94 ff.

<sup>86</sup>Deutschman, Alan (2007): Change or Die: The Three Keys to Change at Work and in Life. Regan/Harper Collins, New York.

### **Relate**

Unter Relate versteht er die Unterstützung durch externe Personen, die vor allem Hoffnung vermitteln.

### **Repeat**

Der zweite Schlüsselfaktor betont die Notwendigkeit des Wiederholens, des Trainings. Denn oft scheitern gerade Verhaltensänderungen, weil sie nicht ausreichend oft eingeübt wurden. Viele scheitern bei der Umsetzung, dort wo das Wiederholen das Wesentliche ist.

### **Reframe**

In der Phase Reframe geht es darum, die neuen gewünschten Verhaltensweisen oder Einstellungen so zu verinnerlichen, dass diese fest verankert werden. Das neue Verhalten sollte als Vision, in allen Details beschrieben und abgespeichert sein.

Dieses Konzept von Alan Deutschman habe ich erweitert um den Faktor: Reshape

### **Reshape**

Um Veränderungen nachhaltig erfolgreich zu gestalten, bedarf es auch einer Veränderung der inneren und äußereren Haltung, der emotionalen wie auch körperlichen Haltung. Wer beispielsweise über Jahre hinweg in einer Haltung der Angst agiert und gelebt hat, braucht auch eine Veränderung dieser ängstlichen Haltung, um das neue Verhalten authentisch zu leben und ausdrücken zu können.

In Verbindung mit dem Transitionprozess sind die 4 R ein sehr hilfreiches Tool, um die gewünschten Veränderungen in das tägliche Leben so gut zu integrieren, dass ein Rückfall in alte Verhaltensmuster stark reduziert werden kann.

### **Transition-Prozess**

Nur wenige Führungskräfte wissen und beherrschen den Change-Prozess in der Weise, dass der Change, der Übergang von Alt zu Neu auch wirklich greifen und wirken kann. Allzu oft wird der Change wie ein Maschinen-Ersatzteil-Wechsel-Programm durchgeführt. Das mag bei Maschinen funktionieren, doch wer sind die Change-Beteiligten? Menschen mit Erwartungen, mit Emotionen, mit Vorstellungen, mit Ärger, mit Unzufriedenheiten, mit Ängsten, mit Hoffnungen.

Der Change-Prozess als Transition-Prozess (Abb. 12.2) greift tief, und lässt sich in 3 Phasen beschreiben, die nicht losgelöst voneinander existieren. Oft verlaufen die Phasen zur selben Zeit, parallel wie auch seriell.

#### **Phase 1: Loslassen und berühren lassen**

Organisationen übersehen den Prozess des Loslassens in der Regel komplett. Damit werden auch all die Gefühle, Empfindungen und Reaktionen, wie z. B. Verlustängste, welche dieses Loslassen auslösen, nicht wahrgenommen. Klingt plausibel, ABER genau das löst Unbehagen aus, und wird deshalb gerne unterdrückt. Doch die Emotionen wirken, sichtbar wie auch unsichtbar.

<b>Der Change ist formal, von außen mit einem neuen Hut ausgestattet</b>	<b>Transition ist tief greifend, von innen nach außen wirkend</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· ein Strategiewechsel</li> <li>· ein Vorstandswechsel</li> <li>· die Reorganisation von Prozessen</li> <li>· die eigene Beförderung</li> </ul> <p>Fokussierung auf das Ergebnis von dem Change, wie es dann sein soll.</p> <p>Das heißt, einfach so tun als ob schon alles geändert ist, obwohl das real nicht der Fall ist.</p>	<p>Ein 3-Phasen-Prozess:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Loslassen, berühren lassen und beenden</li> <li>· Neutrale Zone verstehen lernen</li> <li>· Neu starten und Willenskraft trainieren</li> </ul> <p>Fokussierung auf das, was in Bezug auf den Change jetzt gerade abläuft.</p> <p>Das heißt, die Realitäten anerkennen, und die Taschen immer wieder neu packen.</p>

**Abb. 12.2** Der Change-Prozess als Transition-Prozess

Change heißt neben technischen und organisatorischen Änderungen, dass sich persönliche Verhaltensmuster und Rollen-Identitäten im Change neu definieren müssen. Die alten Verhaltensweisen spießen sich oft mit den neuen Vorgaben, selbst dann, wenn das Neue Erleichterung bringen kann. Diese tief sitzenden, meist unbewusst ablaufenden Mechanismen, müssen in einem Change sichtbar und anerkannt werden. Das heißt, dass man Selbst-Erkenntnis und Berührtheit üben darf. Ohne diesen, für viele doch sehr unangenehmen und deshalb ignorierten Schritt, wird ein Change scheitern. Betroffenheit gehört zum Change-Prozess.

### Phase 2: Neutrale Zonen verstehen lernen

Wie schön wäre es, wenn der Change einfach über Nacht läuft. Die Beteiligten genau verstehen, was zu tun ist, den Anordnungen korrekt folgen und begeistert mitmachen. Doch so läuft der Change in der Regel nicht. Der Übergang von alten Vorgaben und Richtlinien hin zu neuen Regeln und Anweisungen läuft nicht über Nacht.

Der Zweite Schritt im Change ist zu verstehen und anzunehmen, was nach dem Loslassen folgt: Die Neutrale Zone. Diese ist psychologisch gesehen ein Niemands-Land zwischen der „alten“ und der „neuen“ Realität. Der Übergang lässt sich Zeit. Die alte Realität möchte sich verabschieden, aber die neue Realität funktioniert noch nicht. Es wird angeordnet, zu erklären versucht, so getan als ob der Change schon läuft, aber die neuen Vorgaben greifen nicht.

Was gilt es, für Mitarbeiter und Führungskräfte zu verstehen?

1. Akzeptieren Sie die Realität und Wichtigkeit von subjektiven Verlusten. Eine Bypass-Legung ohne sonstige Maßnahmen genügt nicht. Bei den ersten Schwierigkeiten wird sogleich mit Entmutigung, Abschreckung und Widerstand reagiert. Schuld ist angeblich der Bypass. Doch die Schuld liegt in der unzureichenden, zu oberflächlichen Bypass-Behandlung.
2. Seien Sie nicht überrascht von Überreaktionen, und argumentieren Sie nicht gegen das, was Sie hören. Die neutrale Zone, das „Niemands-Land“ ist kein angenehmer

Aufenthaltsort. Widerstände, Krankenstände, Kündigungen (Innere wie auch Reale), ... sind die Folge.

Wird versucht dieser Zone zu entfliehen, wird der Change gefährdet, und darüber hinaus große Chancen übersehen. Die Zeit zwischen der „alten“ und „neuen“ Welt ist auch die Zeit, wo am häufigsten Innovationen möglich sind. Es ist die Zeit, wo sich die Organisation am ehesten revitalisieren kann. Die Neutrale Zone bietet den Raum für Chancen, und ist somit das Herzstück des Transition-Prozesses. Es ist eine Zeit der Muster-Unterbrechung, wo alte, oft hinderliche Verhaltensweisen ersetzt werden können durch neue, welche besser auf die Belange der Organisation angepasst sind. In dieser Phase, in der neutralen Zone, findet die Transformation statt, der eigentliche Change. Diese Phase braucht viel Verständnis und entsprechendes Agieren vonseiten der Führungskräfte. In dieser Phase scheitern viele der Change-Prozesse.

### **Phase 3: Willenskraft und Disziplin trainieren**

Der Neustart ist verbunden mit einer neuen Realität, mit der Identifizierung davon, wer was verliert. Damit verbunden ist die Bildung einer neuen Identität, mit neuen Verhaltensweisen. Dafür braucht es Willenskraft und Disziplin. Die alten Verhaltensmuster sind stark, und ohne bewusst zum Einsatz kommender Willenskraft kann das Neue nicht lange bestehen. Ohne Willenskraft und Disziplin ist der Rückfall in das Alte, in gewohnte und damit unbewusst ablaufende Verhaltensmuster vorprogrammiert. Es braucht immer wieder von neuem einen Schubs, um die Willenskraft und Disziplin aufzubringen, beim Neuen zu bleiben, insbesondere dann, wenn die Motivation nicht hoch ist.

So braucht es für eine nachhaltig wirksame Willenskraft eine hohe Motivation, woran es jedoch oft mangelt, und Motivation braucht Emotion, die in Change-Prozessen allzu oft negativ aufgeladen ist. Für einen erfolgreichen Transitionprozess braucht es die Einsicht, dass Selbstentwicklung und Selbstkompetenz notwendig sind. Doch nur wenige Menschen arbeiten an Ihrer Selbstentwicklung und erreichen Resultate durch sich selbst. Der Transitionprozess mag einiges verständlich machen, doch ohne persönlichen Einsatz, ohne dem Mut ehrlich sich selbst zu betrachten und an sich selbst zu arbeiten, wird auch ein Transitionprozess nicht in der gewünschten Weise greifen können. Die Einsichten helfen zwar, doch für einen wirklich erfolgreichen Change braucht es eben auch ein hohes Maß an Selbsterkenntnis und der Bereitschaft der Selbstentwicklung.

### **Selbstentwicklung**

Für erfolgreiches Digital Leadership braucht es Führungspersönlichkeiten, die an Ihrer Selbstentwicklung und damit an der Weiterentwicklung Ihrer Führungsaufgaben arbeiten. Ich weiß, dass wird gerne unter den Tisch gekehrt. Ich weiß, dass Führungskräfte sich nicht gerne zeigen, wer sie wirklich sind. Deshalb braucht es gerade in Veränderungsprozessen ein hohes, sehr hohes Maß an Respekt für den anderen, Geduld, Vertrauen, aber auch Mut gepaart mit der nötigen Empathie um den anderen zu fordern und damit zu fördern.

Selbstentwicklung beinhaltet zwei wichtige Punkte:

- Akzeptanz, das andere Menschen auch individuell sind, wie man selbst. D.h., sie haben ihre Stärken, ihre eigenen Wege Dinge zu erledigen, sie haben ihre eigenen Werte. Um als Führungskraft effektiv zu sein, muss ich daher die eigenen Stärken, Performance-Methoden und Werte, wie auch die der Mitarbeiter kennen.

- Übernahme der Verantwortung für die Kommunikation

Als Führungskraft muss ich daher mitteilen:

- Das ist, wo ich gut bin
- Das ist meine Arbeitsweise
- Das sind meine Werte
- Das ist mein Beitrag, welchen ich erbringen will, um unsere Ergebnisse/Ziele zu erreichen

Als Führungskraft sollte ich mich interessieren für:

- Die Stärken der Mitarbeiter
- Wie sie performen/ihre Leistung erbringen
- Ihre Werte und
- Den Beitrag, welchen sie erbringen wollen

Halten Sie also inne und verschaffen sich einen Zwischenraum. Einen Raum, der Ihnen die Möglichkeit eröffnet, anders zu denken, anders zu handeln. Einen Raum, wo sie nicht gleich reagieren, sondern interpretieren und Hypothesen bilden. Einen Raum, wo sie bestehende Grenzen überwinden und verschieben können. Versuchen Sie diesen Raum mit all Ihren Sinnen zu erfahren. So haben sie die Möglichkeit, das vermeintlich Unmögliche wahrzunehmen.

---

## 12.5 Fazit, Ausblick und Chancen

Die relevanten Probleme sind für Führungskräfte nicht mehr per Reporting erkennbar oder per Anweisung lösbar.

Lars Vollmer (1971), Unternehmer und Management-Vordenker

„Digitalisierung“ kann das Wort des Jahres 2016 werden. Es gibt quasi keine Publikation, keinen medialen Beitrag, wo das Thema fehlt. Wir werden überflutet von Studien zur Digitalen Kompetenz und Demenz. Der Standort Deutschland wird in vielen dieser Studien nicht in einer Vorbildrolle beschrieben. Viele dieser Szenarien wirken bedrohlich, sicher auch zu recht. Noch wird über Digitale Transformation mehr geredet als gehandelt.

Doch die Chancen, welche sich durch die Digitale Transformation ergeben sind immens und lassen sich im Detail noch lange nicht erfassen. Um diesen gesellschaftlichen Wandel proaktiv zu gestalten, braucht es einen „**MutAnfall**“. Es braucht visiöne Führungskräfte als sichtbare Vorbilder in allen gesellschaftlichen Bereichen, die die

Menschen mit ihrer Vision begeistern, ermuntern und aufgrund ihres Erfahrungswissens auch in diesem unbekannten Gelände sicher voranschreiten.

Wir brauchen Führungskräfte, die die Ängste der Beteiligten wahrnehmen und anerkennen. Die den Menschen auch klar kommunizieren, wie sie ihren „Rucksack“ neu packen müssen, d. h. welche alten Verhaltens- und Arbeitsweisen vorbei sind und welche neu hineingehören. Die den Einzelnen aus seiner Komfortzone herausholen.

Leader, die eine Fehlerkultur etablieren, wo die Mitarbeitenden das Neue auch ausprobieren können. In dieser Phase findet der eigentliche Wandel statt. Hier entsteht das Neue. Das braucht Zeit. Egal ob ein neue Führungskultur oder die Nutzung neuer Plattformen, etc. Hierfür brauchen für kein Controlling der alten Art, sondern ein Lern-Controlling.

Diese Digitale Transformation braucht starke Akteure mit Herzblut, die als Veränderungsakteure viele Feuer in den Unternehmen entzünden, um die Veränderung zu ermöglichen. Es reicht nicht aus, dass nur Technologien bereitgestellt werden und Online Schulungen für deren Nutzung angeboten werden. Vielmehr braucht es vielfältige Initiativen, um sowohl die digitale Befähigung, als auch die nachhaltige Veränderung von Arbeitsmethoden, Rahmenrichtlinien und letztendlich der Organisation zu bewirken.

### Ihre persönliche Vision über Digital Leadership

Vision ist die Kunst, Unsichtbares zu sehen.

Jonathan Swift (1667–1745) Anglo-irischer Schriftsteller

Vielleicht hat Sie mein Beitrag in diesem Buch berührt beziehungsweise zum Nachdenken angeregt. Und jetzt stelle ich mir die Frage, wie Sie die Führungskraft der Zukunft sehen? Wie sieht Ihre Vision von Digital Leadership aus, und wie lange mag es dauern, bis dass diese neue Art von Führung in den Unternehmen Einzug genommen hat?

Zum Abschluss möchte ich Sie dazu ermuntern, sich konkret Gedanken zu machen, über Ihr persönliches Verständnis von Digital Leadership und der dazugehörigen Unternehmenskultur.

### Schritt 1

Beschreiben Sie Ihre Vision so detailliert und leidenschaftlich wie möglich. Zwei DIN-A4-Seiten sollten ausreichen. Benötigen Sie mehr Seiten, dann zeigt dies, dass Ihre Vision noch unausgereift ist.

Lassen sie sich bei der Reflexion u. a. von folgen Fragen leiten:

- Wie sieht die Organisationsstruktur in Ihrem Unternehmen aus? Haben Sie Ihre Organisationssilos ausreichend aufgebrochen?
- Haben Sie die „heiligen Kühe“ geschlachtet?
- Konzentrieren Sie sich auf die Wertschöpfung Ihres Unternehmens?
- Wie führen Sie die Mitarbeiter und (virtuellen) Teams in Ihrem Unternehmen?

- Wie wollen die Mitarbeitenden in Ihrem Unternehmen geführt werden?
- Haben Sie ein Mess- und Kontrollsysteem? Und wie arbeitet dieses?
- Welche Anreiz- und Steuerungssysteme haben Sie, sofern sie welche haben?
- Was für Vergütungssysteme haben Sie?
- Welche Lernkultur haben Sie etabliert?
- Auf welchen Überzeugungen beruhen Ihre Strategien? Und wie sähen diese aus, wenn Sie jeweils vom Gegenteil überzeugt wären?

Ist in Ihrem „gedanklichen“ Unternehmen eine Kultur vorhanden, ...

- um sich jenseits der täglichen Routinen Gedanken machen zu können (dürfen)?
- die gegenüber Veränderungen, deren Ausgang noch nicht bis in den kleinsten Controlling Winkel ausgeleuchtet wurde, offen ist?
- die dem Wirken der Kreativen und Freidenker innerhalb des Unternehmens freien Lauf lässt und diesen auch Anerkennung für deren Leistung gegenüber aufbringt?
- die Höchstleistung ohne Erschöpfung erzielen lässt?

### Schritt 2

Bitte bebildern Sie nun Ihre Vision. Ob Sie malen können oder nicht, spielt keine Rolle. Hauptsache, Sie wissen, welche Vorstellungen Sie mit Ihrem Bild verbinden. Gestalten Sie Ihr Bild auf einer Seite.

### Schritt 3

Gestalten Sie Ihre Vision als Mindmap. Nachdem Sie Ihre Vision beschrieben (dominante Gehirnhälften) und dann gezeichnet (nicht-dominante Gehirnhälften) haben, nutzen Sie mit der Mindmap-Technik eine Verknüpfung beider Gehirnhälften. Durch diese Vorgehensweise arbeiten Sie „gehirngerecht“ und damit erfolgswirksam.

---

## Über den Autor

**Günther Wagner**, MBA, beobachtet und erforscht seit einem Jahrzehnt intensiv den digitalen Wandel und die Folgen für Organisationen und Mitarbeiter. Er entwickelt aus dem heraus neue Ansätze in der Unternehmensberatung, und versucht mit respektvollen Nachdruck Führungskräften bewusst zu machen, dass der digitale Wandel jeden treffen wird. Langjährig als Vertriebsmanager bei Internationalen Versicherungsunternehmen tätig und seit einigen Jahren Unternehmensberater mit den Beratungsschwerpunkten: Leadership/ Digital Leadership, Arbeitswelt 4.0, Veränderungswiderstände/ Konfliktmanagement. Weiterbildungen im Bereich Evolutionsmanagement, Change-Management, Systemische Beratung, Konfliktmanagement, Master of Business Training, längere Arbeits- und Studienaufenthalte in Asien.

# Wandel des klassischen Büroarbeitsplatzes

Jan Niebauer und Adrian Riemath

## Zusammenfassung

Durch die vierte industrielle Revolution steht dem klassischen Arbeitsplatz, wie er heutzutage vorzufinden ist, ein drastischer Wandel bevor. Neue Anforderungen werden an das Personal aber auch an die Infrastruktur erhoben. Im folgenden Artikel werden zunächst grundlegende Begriffe definiert, um anschließend einen Blick auf den Wandel des klassischen Büroarbeitsplatzes zu werfen. Schwerpunkte hierbei sind die organisatorischen sowie infrastrukturellen Änderungen. Durch die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung fallen viele administrative Tätigkeiten im Büro weg, speziell Routinetätigkeiten sind hiervon betroffen. Werte wie Individualität, Kreativität und Flexibilität erhalten eine immer stärkere Gewichtung und können durch die Infrastruktur der Büros stark beeinflusst werden. Doch wie kann das Büro der Zukunft aussehen und vor allem wie kann die Infrastruktur die zunehmenden Leistungsanforderungen sowie die neuen Schwerpunktverschiebungen unterstützen?

## Schlüsselwörter

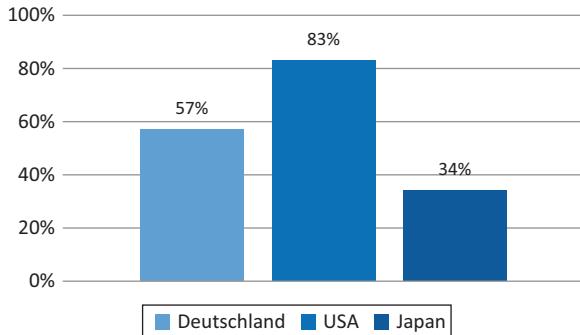
Arbeitsplatzwandel · Anforderungsverschiebung · Organisationsentwicklung · Büroinfrastruktur

---

J. Niebauer (✉)  
Heubach, Deutschland  
E-Mail: jan-niebauer@gmx.de

A. Riemath  
Heidenheim, Deutschland  
E-Mail: ad.riemath@yahoo.de

**Abb. 13.1** Gewappnete Unternehmen für Industrie 4.0, in Anlehnung an [1, S. 17]



## 13.1 Einleitung

Im Zuge des technischen Fortschritts und der damit ermöglichten vierten industriellen Revolution besteht bei Unternehmen erheblicher Handlungsbedarf. Dies wird durch eine Studie von McKinsey belegt, wonach sich die US-Amerikanischen Unternehmen im Vergleich zu anderen Ländern mit 83 % am besten für Industrie 4.0 gewappnet fühlen [1, S. 17] (Abb. 13.1).

Im Zuge von Industrie 4.0 erwarten die Unternehmen eine durchschnittliche Produktivitätssteigerung von 26 % [1, S. 16]. Neue Arbeitsmodelle werden angewandt, um die bestehenden Unternehmenshierarchien abzuschwächen, Funktionen zu integrieren und somit Entscheidungsabläufe zu beschleunigen und die Effizienz im Büro zu steigern [2]. Diese zentrale Bedeutung der Effizienz erkannte bereits Taylor, als er vor über hundert Jahren die Prinzipien der wissenschaftlichen Betriebsführung definierte und die Steigerung der individuellen Effizienz zum obersten Ziel erklärte [3, S. 96].

Ausgelöst durch die vierte industrielle Revolution gilt es, die aktuelle Arbeitsplatzdefinition kritisch zu hinterfragen und an die neuen Herausforderungen anzupassen [4].

Nicht mehr wo wir arbeiten, sondern wie ist entscheidend [4].

Dieser Artikel wirft eine kritische Betrachtung auf die heutige Situation in den Büros, um anschließend unter Beachtung der Anforderungsänderungen, ausgelöst durch die vierte industrielle Revolution, einen Ausblick auf den möglichen Büroarbeitsplatz der Zukunft zu geben.

## 13.2 Begriffsabgrenzung

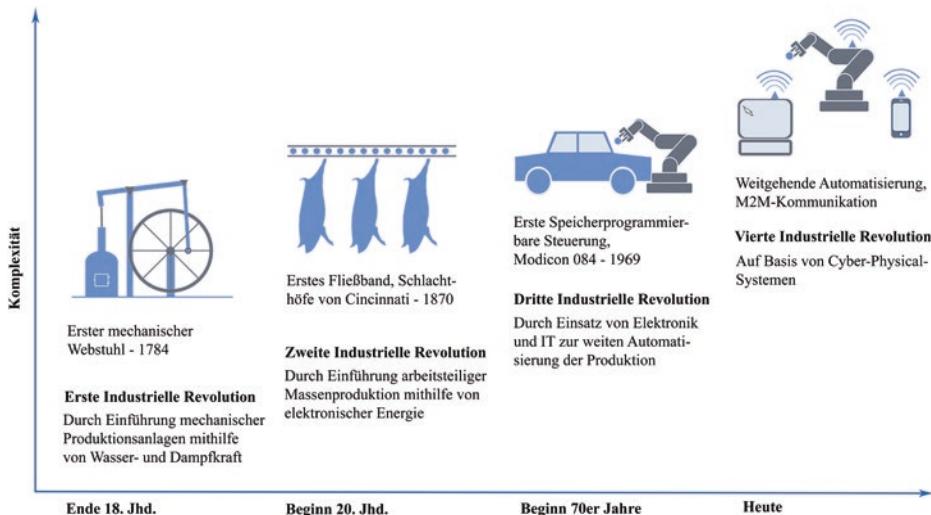
Aufgrund der stetigen Entwicklung und dem Fortschritt der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) hält Industrie 4.0 in sämtlichen Bereichen und Branchen Einzug. Die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft ist hierbei die treibende Kraft [2, S. 22]. Durch die unterschiedliche Verwendung des Begriffs in den unterschiedlichen Branchen ist eine Abgrenzung der grundlegenden Begriffe für diese Arbeit unablässig.

### 13.2.1 Industrie 4.0

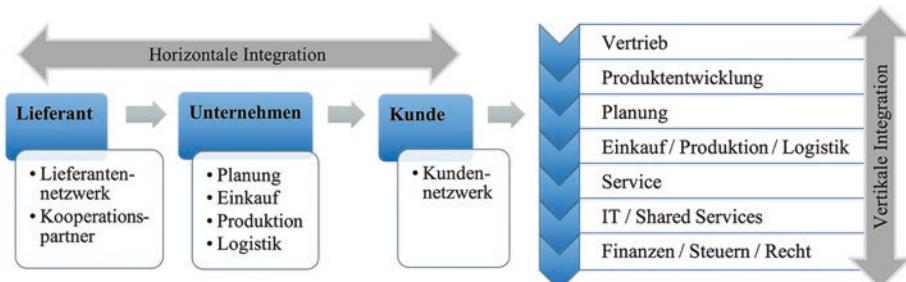
Der Terminus Industrie 4.0 stellt die vierte industrielle Revolution dar und folgt zeitlich, wie in Abb. 13.2 zu erkennen ist, den bisherigen drei industriellen Revolutionen [5, S. 10].

Unter dem Begriff Industrie 4.0 ist die Vernetzung der konventionellen Produktion mit der digitalen Welt zu verstehen. „Es handelt sich dabei um die horizontale und vertikale Vernetzung entlang der Wertschöpfungskette mit Verlagerung der Steuerung von oben nach unten“ [6, S. 13]. Abb. 13.3 verdeutlicht hierbei den Umfang der betroffenen Bereiche.

„Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von



**Abb. 13.2** Stufen industrieller Revolutionen [5, S. 10]



**Abb. 13.3** Horizontale und vertikale Integration, in Anlehnung an [9]

Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmens- übergreifende Wertschöpfungsnetzwerke“ [7] – „einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation“ [8, S. 11 f.].

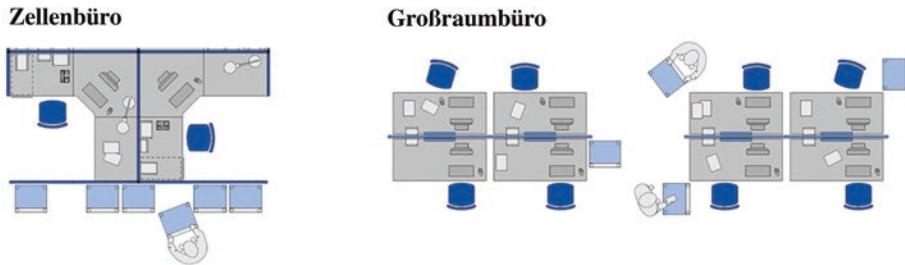
Individualisierte Kundenwünsche werden zunehmend zum Wettbewerbsfaktor, mit Auswirkung auf Produktion und Büro. Aufgrund des Wandels der Arbeitsorganisation entlang der horizontalen und vertikalen Wertschöpfungskette sind auch administrative Tätigkeiten betroffen und müssen sich den Auswirkungen der vierten industriellen Revolution stellen [9].

### **13.2.2 Administrative Tätigkeiten**

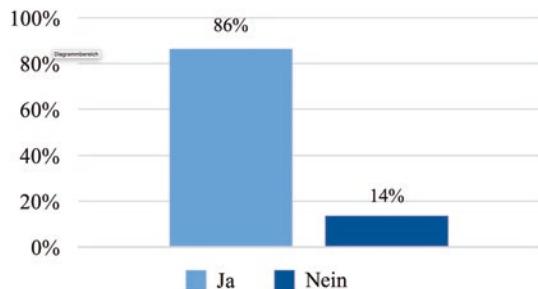
Administrative Tätigkeiten sind Arbeitsabläufe, welche zur Verwaltung eines Unternehmens, einer Abteilung oder einer Organisation gehören [10, S. 211]. Hierzu zählen unter anderem die Rechnungserstellung, Auftragsbestätigung und die Erstellung von Versandpapieren. Ein zentraler Bestandteil dieser Tätigkeiten ist es, die Führungsebene der Unternehmen zu beraten und diese auf anstehende Entscheidungen vorzubereiten. Meist sind hierunter Routineaufgaben, wie beispielsweise die Koordination von Terminen oder die Informationsverarbeitung, wie beispielsweise die Erstellung von Dokumenten, zu verstehen. Administrative Tätigkeiten fallen entlang der Wertschöpfungskette, somit in jeder Abteilung eines Unternehmens, an. Hauptaufgabenfelder bestehen hierbei aus der Kommunikation, der Informationsverarbeitung und der Korrespondenz. Zur Ausübung dieser Tätigkeiten werden neben Büromaschinen, wie beispielsweise Personal Computer (PCs) und Drucker, meist auch Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogramme sowie unternehmensspezifische Programme benötigt [11].

### **13.2.3 Klassischer Büroarbeitsplatz**

In der heutigen Zeit herrschen in den meisten Unternehmen zwei Büroformen vor: Zum einen das Zellenbüro, bei dem jeder Mitarbeiter seinen eigenen, abgeschotteten Bereich hat und somit die größtmögliche Privatsphäre genießt, welches jedoch die Kommunikation sowie die Teamfähigkeit negativ beeinträchtigt. Aufgrund vieler anfallender Routinetätigkeiten in der täglichen Büroarbeit ist dies in Europa schon jahrzehntelang die gängigste Büroform [4]. Kennzeichnend hierfür sind die nicht einsehbaren und voneinander getrennten Arbeitsflächen. Zum anderen das Großraumbüro, welches im anglo-amerikanischen Raum verbreiteter ist, hierbei wird auf Transparenz sowie Offenheit gesetzt. Charakteristisch dafür sind die großflächigen, offenen Räume sowie die aneinander gereihten Schreibtische. Dieses andere Extrem der Büroform fördert die Kommunikation innerhalb der Belegschaft maßgeblich, bietet jedoch kaum Privatsphäre am



**Abb. 13.4** Büroformen im Vergleich, in Anlehnung an [13]



**Abb. 13.5** Anteil fest zugeordneter Arbeitsplätze, in Anlehnung an [14]

Arbeitsplatz. Ausgehend von Skandinavien wurden alternative Kombi-Büroformen entwickelt, welche bereits wesentliche Vorteile der beiden Büroformen kombinieren [12] (Abb. 13.4).

Jedoch haben die genannten Büroformen einige gemeinsame Eigenschaften, welche in der heutigen, schnelllebigen Arbeitswelt zunehmend hinderlich sind. Mitarbeitern zugeordnete Arbeitsplätze sowie fest installierte Desktoprechner sind zentrale Eigenschaften eines klassischen Büros. So hatten laut einer Studie der Hans-Böckler-Stiftung im Jahre 2007 noch 86 % der Beschäftigten einen zugeordneten, persönlichen Arbeitsplatz [14] (Abb. 13.5).

### 13.3 Wandel am Arbeitsplatz

Durch die vierte industrielle Revolution und die damit verbundene Digitalisierung am Arbeitsplatz findet ein Wandel der Anforderungen an die Mitarbeiter sowie deren Arbeitsumgebung statt. Die Automatisierung der Routinetätigkeiten bzw. administrativer Aufgaben führt dazu, dass Kreativität und individuelle Arbeitsaufträge in den Vordergrund rücken [15, S. 8 f.].

### 13.3.1 Organisation im Unternehmen

Die Organisation in Unternehmen ist durch die Anforderungsverschiebung einem Wandel ausgesetzt. Kritisch zu betrachten ist hierbei, dass in vielen Unternehmen oftmals nur die Kosten pro Quadratmeter die einzige erhobene Kennzahl für Büroflächen ist und kaum geprüft wird, welche Auswirkung die Gestaltung auf die Leistung hat [4]. Hierzu ergab eine SBiB-Studie, dass durchschnittlich nur einer von zehn Mitarbeitern in den Entscheidungsprozess für die Büroform miteinbezogen wurde [16].

Die Gestaltung von Büros kann sich nicht nur unterstützend auf die Produktivität auswirken, sondern kann einen direkten Einfluss auf das Ergebnis des Unternehmens haben. Jedoch gibt es keine allgemeingültige, optimale Lösung für die räumliche Struktur, je nach Arbeitsplatzgestaltung werden verschiedene Eigenschaften mehr oder minder gefördert [17] (Abb. 13.6).

Die Matrix bietet, unter Beachtung von zwei zentralen Faktoren der Bürogestaltung, der Sitzordnung sowie des allgemeinen Raumkonzeptes, einen guten Ausgangspunkt für Unternehmen, um ein leistungssteigerndes Bürokonzept zu entwerfen [17]. Je nach Anforderung an die jeweiligen Mitarbeiter und deren Tätigkeiten kann die Sitzordnung sowie die Büroform angepasst werden. Innerhalb eines Unternehmens können auch mehrere verschiedene Bereiche der Arbeitsplatzmatrix untergebracht werden. Wenn beispielsweise im vorderen, hoch frequentierten Teil des Büros Innovationsarbeit geleistet werden soll, empfiehlt sich eine flexible Sitzordnung in einem Großraumbüro. Impulse von außen können dabei helfen neue Denkansätze zu schaffen und das Silodenken zu überwinden. Um diese Innovationen zu konkretisieren, kann es sich empfehlen eine feste Sitzordnung in voneinander abgetrennten Einzelbüros zu gestalten. Fokussierte individuelle Arbeit und Teamarbeit in kleinen Gruppen stehen hierbei im Mittelpunkt. Bei all diesen Konzepten ist es das Ziel ein individuelles Gleichgewicht zwischen Transparenz und Privatsphäre zu finden und diese Gewichtung für sich zu nutzen. Transparenz kann

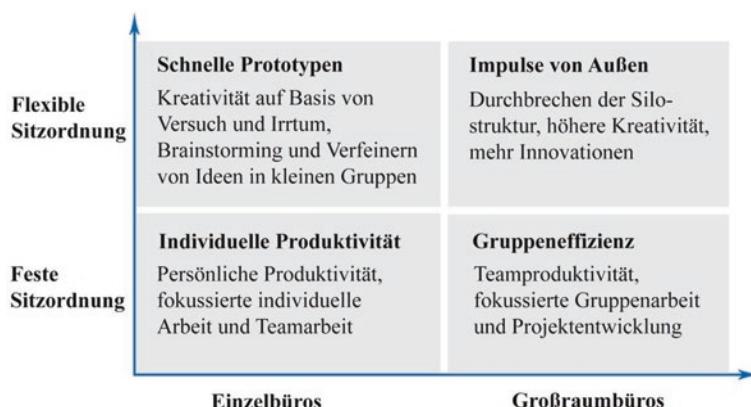


Abb. 13.6 Arbeitsplatzmatrix, in Anlehnung an [17]

durch Offenheit in Arbeitsumgebungen gefördert werden, viele Studien belegen, dass Mitarbeiter, die sich hürdenlos und schnell miteinander austauschen können, zufriedener und innovativer sind. Jedoch steht kein Mensch gern dauerhaft im Rampenlicht oder möchte sich ständig auf die Finger schauen lassen. Menschen brauchen Rückzugsorte, auch während der Arbeit. Für viele kreative Prozesse ist die Wahrung der Privatsphäre eine wichtige Voraussetzung. Geschützte Räume fördern den Zusammenhalt und sorgen für ein Gefühl der Sicherheit. Arbeitgeber, die den Mitarbeitern neben offenen Strukturen auch Rückzugsorte bieten, sind generell überdurchschnittlich produktiv und innovativ [18, 19].

### 13.3.2 Infrastruktur

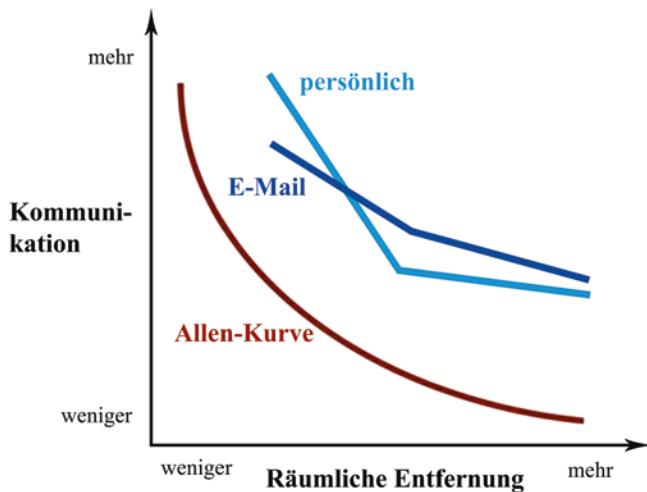
Die Infrastruktur von Bürogebäuden muss so ausgelegt sein, dass ein flexibler Wechsel zwischen Privatsphäre und Transparenz gewährleistet werden kann. Um dies zu ermöglichen, muss die Arbeitsumgebung schnell und individuell anpassbar sein. Der PC-Spieleentwickler Valve beispielsweise nutzt das Prinzip der Cliques, indem sie den Teams innerhalb vorgegebener Grenzen Privatsphäre lassen. Mitarbeiter, welche gemeinsam an einem Projekt arbeiten, stellen ihre Arbeitsplätze im wahrsten Sinne des Wortes zusammen. Um dies problemlos zu ermöglichen wurden die Arbeitstische mit Rollen versehen [18].

Eine Studie von Bell Communications Research ergab, dass Ingenieure und Computerwissenschaftler häufiger mit Kollegen forschen, die sich in ihrem nahen Umfeld befinden [20].

Besuchen Sie einen Wissenschaftler an seinem Schreibtisch und gehen ein Stück den Flur hinunter, so besteht eine Wahrscheinlichkeit von 10,3 Prozent, dass Sie jemanden treffen, mit dem dieser Wissenschaftler zusammenarbeitet. Gehen Sie weiter und weiter, aber bleiben Sie auf der gleichen Etage, fällt die Chance auf 1,9 Prozent. Wechseln Sie das Stockwerk, nimmt die Wahrscheinlichkeit noch einmal dramatisch ab [20, S. 92].

Auf den ersten 20 Metern zählt gewissermaßen jeder Meter Distanz. Nach 50 Metern ist die Asymptote erreicht, was bedeutet, dass es ab dieser Entfernung nahezu egal ist ob sich der Arbeitsplatz noch weiter entfernt befindet [17] (Abb. 13.7).

Die Allen-Kurve zeigt auf, dass es einen starken Zusammenhang zwischen der räumlichen Nähe und der Kommunikationswahrscheinlichkeit gibt. Je weiter die Arbeitsplätze voneinander entfernt sind, desto unwahrscheinlich ist es, dass die Personen miteinander kommunizieren. Auch Telefon und E-Mail dämpfen die Allen-Kurve nicht etwa. Offenbar wird die räumliche Nähe wichtiger, je weiter die technologische Entwicklung voranschreitet. Mit Personen in der näheren räumlichen Umgebung wird sogar mehr telefoniert bzw. gemailt. Telefonischer Kontakt bzw. Kontakt über E-Mail werden häufig dann genutzt, wenn Informationen von geringer Komplexität ausgetauscht werden. Je höher die Komplexität und die Abstraktheit eines Sachverhaltes sind, desto eher wird



**Abb. 13.7** Allen-Kurve, in Anlehnung an [17]

der persönliche Kontakt gesucht. Die Kurve zeigt keineswegs, dass Zusammenarbeit über größere Distanzen nicht möglich ist, zeigt jedoch eine bestehende Tendenz auf, dass die Kommunikation stark von der räumlichen Aufteilung abhängig ist. Laut einer Studie verkürzte eine geringere räumliche Distanz die Projektlaufzeiten um bis zu 32 % [20, S. 92 f.].

Darüber hinaus ist die Kreativität der Mitarbeiter ein wichtiger Erfolgsfaktor und kann innerhalb des Unternehmens stark beeinflusst werden. So stellt beispielsweise der Elektronikkonzern Flextronics seinen Mitarbeitern eigens dafür gedachte Räumlichkeiten zur Verfügung, worin sich diese entfalten können. Diese geschützten Räume bieten die Möglichkeit in ruhigeren Phasen, bzw. in Phasen geringer Auftragslage kreativ zu werden und eigene Ideen umzusetzen. Aufgrund der Einfachheit der dort verwendeten Materialien und dem Erfindungsreichtum der dortigen Mitarbeiter waren die Entwicklungskosten neuer Projekte teilweise um bis zum Faktor 10 niedriger als in der herkömmlichen Entwicklungsabteilung. So entstanden in den Werkstätten von Flextronics bereits einige Projekte, welche anschließend in den Produktivbetrieb des Unternehmens übernommen wurden. Google treibt diesen kreativen Freiraum für seine Mitarbeiter in Form von vielen Phasen selbstbestimmten Handelns noch einen Schritt weiter. So räumte das Unternehmen bis Ende 2013 ihren Mitarbeitern einen Tag in der Woche ein, wo sich diese an privaten Projekten verwirklichen können, dies sind beträchtliche 20 % der Arbeitszeit. In Googles kreativen Räumen entstanden Projekte, welche heute weltweit bekannt sind und genutzt werden, unter anderem beispielsweise Google News und Google Mail. Aufgrund einer strategischen Neuorientierung, getrieben durch den stetig steigenden Konkurrenzdruck, wurde beschlossen, statt unzähliger kleiner Ideen verstärkt größere und aufwendigere Projekte zu verfolgen [18].

Die Berücksichtigung privater Projekte verdeutlicht den Wandel in der Arbeitswelt weg von den starren Strukturen hin zu flexiblen Strukturen und der Vermischung von Privatleben mit der täglichen Arbeit. So beeinflussen private Vorlieben die Infrastruktur in Unternehmen bereits heute enorm – Tendenz steigend [21]. Google bringt dies unter anderem mit der sogenannten „150-feet rule“ zur Verteilung von Küchen und Essensräumen innerhalb des Unternehmens zum Ausdruck. Demnach darf kein Mitarbeiter mehr als 50 m von der nächsten Essensgelegenheit entfernt sein. Hierdurch werden beim Essen zwischendurch abteilungsübergreifende Diskussionen gefördert und die starren Strukturen innerhalb einer Abteilung mittels der Infrastruktur aufgebrochen, es entsteht Raum für neue Denkansätze und Ideen [22]. Gerade diese neuen Ideen und die Kreativität von Mitarbeitern wird nach der 4. Industriellen Revolution zu einem zentralen Bestandteil der Mitarbeiter – dass Mitarbeiter ‚wie eine Maschine funktionieren‘ rückt aufgrund der Ablösung von Routinetätigkeiten durch Maschinen in den Hintergrund (Abb. 13.8).

Im Folgenden werden die wesentlichen Zonen der möglichen zukünftigen Bürolandschaften erläutert. Das Multifunktionsbüro wird aus vier unterschiedlichen Zonen mit jeweiligen Vorzügen bestehen. Zum einen die klassische Arbeitszone, in welcher weiterhin feste Arbeitsplätze für Routinetätigkeiten und Managementaufgaben vorgesehen sind. Sowie die bereits genannten flexiblen Arbeitsplätze zur individuellen Gestaltung der Arbeitsumgebung. Die Kommunikationszone ist als zweite Zone zur Kommunikation, sowohl für privates als auch betriebliches, zu sehen. Dies kann sowohl in Form von klassischen Besprechungsräumen für den betrieblichen Zweck als auch von Lounges für den spontanen und ungezwungenen Austausch untereinander umgesetzt werden. Um für komplexe und anspruchsvolle Tätigkeiten die notwendige Ruhe und Privatsphäre gewährleisten zu können oder auch zur Entspannung dienen sogenannte Rückzugszonen. Dies sind abgeschottete und ruhige Bereiche im Unternehmen, beispielsweise zäh-

Klassische Arbeitszonen	Kommunikationszonen	Rückzugszonen	Servicezonen
 <b>Einzel- und Teamarbeitsplätze</b>  <b>Management</b>	 <b>Einzel- und Teamarbeitsplätze</b> Temporär   <b>Management</b> Temporär	 <b>Zonen für spontanen und ungezwungenen Austausch</b> bspw. Kaffeebar, Snack-Areas und Bibliotheken   <b>Kreative Zonen</b> bspw. Desksharing und flexible Kommunikationsflächen	 <b>Zonen zum Denken und Reflektieren</b> bspw. Think-Tanks und Quiet Zones   <b>Zonen zum Erholen und Entspannen</b> bspw. Sofaecken, Liegen und Sitzgruppen
<b>Persönlich</b>			<b>Temporär</b>

**Abb. 13.8** Bürozonen, in Anlehnung an [23]

len hierzu Think Tanks, Quiet Zones oder auch Dachterrassen. Die niedrig frequentierte Servicezone ist als vierte Zone im Unternehmen zu sehen und beinhaltet notwendige Archive und technische Räume [24, S. 20 ff.].

---

## 13.4 Kritische Würdigung

Im Rahmen des vorliegenden Artikels werden mögliche Ansätze sowie deren Auswirkungen auf die Arbeitsweise im Zeitalter der Industrie 4.0 dargestellt. Dabei wurde deutlich, dass unter anderem die Gestaltung der Büroflächen einen wesentlichen Einfluss auf die neuen Anforderungen an die Mitarbeiter besitzt.

Bürogebäude sind heutzutage nicht mehr der einzige Ort, wo Wissensarbeit stattfindet. Studien der Emergent Research zeigen auf, dass zwei Drittel der unternehmensrelevanten Wissensarbeit außerhalb der Bürogebäude stattfindet [4]. Die ungezwungene Atmosphäre und die kreativitätsfördernden Einflüsse der direkten Umgebung haben hierbei sicherlich einen großen Anteil. Ziel muss es daher sein, diese positive Atmosphäre und private Umgebung auch in den Unternehmen zu fördern, gerade da im Zuge der vierten industriellen Revolution und der damit verbundenen Ablösung der Routinetätigkeiten die Faktoren Kreativität und Produktivität immer wichtiger werden. Um diese Anforderungsverschiebung durch die vierte industrielle Revolution und den damit verbundenen Wandel des klassischen Büroarbeitsplatzes erfolgreich gestalten zu können, muss eine Abwägung der Potenziale und Risiken erfolgen.

### 13.4.1 Risiken des Wandels

Die Anforderungsverschiebung im Zuge von Industrie 4.0 birgt, wie jeder Wandel, auch gewisse Risiken, welche nachfolgend angeführt werden:

- Mitarbeiter nutzen die Freiheiten des Raumkonzeptes auf Kosten der Produktivität aus.
- Manche Mitarbeiter benötigen entsprechende Führung und laufen Gefahr mit der neuen Selbstverantwortung und dem damit verbundenen Freiraum „unterzugehen“.
- Der Freiraum kann auch bedeuten, dass Mitarbeiter es nicht mehr schaffen, Freizeit und Arbeitszeit voneinander zu trennen. Die Gefahr der ungewollten Selbstausbeutung und Überlastung steigt hierdurch.
- Zu viel Transparenz und räumliche Nähe ist bei kreativen Aufgaben nicht immer sinnvoll. Im Extremfall führt die steigende Transparenz und Nähe im Unternehmen bei Aufgaben, wo beispielsweise kreatives Denken gefordert ist, zu schlechteren Leistungen – das Gefühl der Beobachtung schränkt hierbei ein [18].
- Einer der Hauptkritikpunkte, die Kosten für die Umstrukturierung und den Umbau der Bürolandschaften, blieben in diesem Artikel unbeachtet. Je nach bisherigen

Gegebenheiten müssen möglicherweise neue Büroflächen und Ausstattungen anschafft werden, was mit erheblichen Kosten verbunden ist.

- Die IT-Infrastruktur muss das fluide Raumkonzept unterstützen (Cloud Environment, etc.).
- Unterschiede in Unternehmensformen und -branchen müssen berücksichtigt werden. Unternehmensbranchen mit fest vorgeschriebenen Tätigkeiten (bspw. Versicherungsbranche) werden aufgrund ihrer gegebenen Arbeitsabläufe kaum von den beschriebenen Ansätzen profitieren können.

Die aufgezeigten Risiken des Wandels im Zuge der vierten industriellen Revolution dürfen nicht außer Acht gelassen werden. Hierfür müssen Lösungen gefunden werden, damit beispielsweise die neuen Freiheiten des Raumkonzeptes nicht von den Mitarbeitern ausgenutzt werden.

### 13.4.2 Potenziale des Wandels

Gegensätzlich zu den genannten Risiken des Wandels birgt die vierte industrielle Revolution jedoch auch großes Potenzial. Übertragen auf die Anforderungsverschiebung werden diese Potenziale nachfolgend erläutert:

- Die Förderung der Kreativität und Individualität ist ein Hauptargument des Wandels.
- So kann für Besprechungen beispielsweise ein Besprechungsraum oder eine Lounge für eine ungezwungenere und lockere Unterhaltung, beispielsweise in Form eines Brainstormings, genutzt werden. Für anspruchsvolle Tätigkeiten stehen Ruhezonen und Denkzellen zur Verfügung, welche den Mitarbeiter von akustischen Einflüssen weitgehend abschotten. Diese Vielzahl unterstützt den Mitarbeiter bestmöglich und ermöglicht die optimale Unterstützung der Individualität und Kreativität, was im Zuge der Anforderungsverschiebung durch die vierte industrielle Revolution immer wichtiger wird.
- Mitarbeiter werden entlastet und Routinetätigkeiten rücken durch die weitgehende Automatisierung in den Hintergrund. Der Mitarbeiter kann und muss sich mit individuellen und revolutionären, stetig wechselnden Herausforderungen befassen.
- Moderne Arbeitsformen und der Wandel der Gesellschaft hin zum technischen Fortschritt werden unterstützt, das Privatleben und das Büroleben verschwimmen auf eine positive Art und Weise. Neben den Arbeitsplatzmodellen ist auch das Arbeitszeitmodell von entscheidender Bedeutung. Im Laufe des Berufslebens verändern sich die Anforderungen an die Arbeitszeit: Berufliche Weiterbildung, Familienpflichten sowie Anfahrtswege sind hierbei von Bedeutung [25].
- Unternehmen mit modernen Bürokonzepten werden für Arbeitnehmer attraktiver, was im Wettbewerbskampf einen deutlichen Vorteil bringen kann.

Die genannten Potenziale der Anforderungsverschiebung sind zentrale Argumente für eine Umgestaltung der Büroflächen, wobei sich der Wandel der Gesellschaft auch auf die tägliche Arbeit im Büro auswirkt.

---

### 13.5 Fazit

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass durch die vierte industrielle Revolution eine Anforderungsverschiebung im klassischen Büroalltag ausgelöst wird. Besonders Routinetätigkeiten im Büro werden durch den Wandel zunehmend abgelöst, wichtiger denn je wird jedoch die Kreativität und Produktivität der Mitarbeiter. Um die Mitarbeiter bei den neuen Anforderungen bestmöglich unterstützen zu können, werden neue Raumkonzepte, welche eine Vielzahl an unterschiedlichen Anforderungen erfüllen, benötigt. Es muss sowohl die Kreativität und Innovationsvielfalt als auch die Gelegenheit zu geplantem oder spontanem persönlichen Austausch zwischen den Mitarbeitern gefördert werden. Bei den neuen Raumkonzepten mit unterschiedlichen Zonen ist besonders auf das Gleichgewicht zwischen Privatsphäre und Transparenz der Mitarbeiter zu achten – es muss auf die individuellen Vorlieben eines jeden Mitarbeiters Rücksicht genommen werden. Der Raum zum Arbeiten wird, entsprechend den individuellen Anforderungen an die aktuelle Arbeit, von jedem Mitarbeiter flexibel gewählt und unterstützt die Produktivität bestmöglich.

---

### Literatur

1. McKinsey&Company, „Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector“, McKinsey Digital, 2015.
2. D. Spath, O. Ganschar, S. Gerlach, M. Hämerle, T. Krause und S. Schlund, „Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0“, Frauenhofer Verlag, Stuttgart, 2015.
3. W. Hebeisen, „F. W. Taylor und der Taylorismus: über das Wirken und die Lehre Taylors und die Kritik am Taylorismus“, vdf Hochschulverlag AG, 1999, S. 184.
4. B. Waber, „People Analytics: How Social Sensing Technology Will Transform Business and What It Tells Us about the Future of Work“, Financial Times Prentice Hall, New Jersey, 2013.
5. W. Bauer, S. Schlund, D. Marrenbach und M. S. O. Ganschar, „Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland“, BITKOM, Berlin, 2014.
6. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Industrie 4.0 – Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland“, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin, 2015.
7. Bitkom, „Bitkom – Was Industrie 4.0 (für uns) ist“, 2014, [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/Themen/Branchen/Industrie-40/Was-ist-Industrie-40.html> [Letzter Zugriff am 15 Februar 2016].
8. M. I. Wolter, A. Mönnig, M. Hummel, C. Schneemann, E. Weber, G. Zika, R. Helmrich, T. Maier und C. Neuber-Pohl, „Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft“, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg, 2015.
9. R. Geissbauer, S. Schrauf, V. Koch und S. Kuge, „Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution“, PricewaterhouseCoopers (PWC), 2014.

10. T. Hutzschenreuter, „Allgemeine Betriebswirtschaftslehre – Grundlagen mit zahlreichen Praxisbeispielen“, 6. Hrsg., Wiesbaden: Springer, 2015, S. 497.
11. Arbeitsamt der Deutschsprachigen Gemeinschaft, „Administrative/r Angestellte/r“, Oktober 2009, [Online]. Verfügbar unter: [http://www.adg.be/desktopdefault.aspx/tabcid-1999/3652\\_read-31910/](http://www.adg.be/desktopdefault.aspx/tabcid-1999/3652_read-31910/) [Letzter Zugriff am 15 Februar 2016].
12. P. J. Franke, „Analyse aktueller Studien über alternative Büroformen und ihre – Auswirkungen auf die Mitarbeiter – Je größer der Büraum, umso größer die Probleme?“, Facility Management, Nr. 5, September 2012.
13. P. J. Franke, „Moderne Büroformen vor dem Aus?“, Facility Management, Nr. 2, März 2011.
14. S. Stadler, „Die Einführung neuer Bürokonzepte und ihre Auswirkungen auf die Beschäftigten“, Hans-Böckler-Stiftung, München, 2007.
15. B. Hauk, J. M. Schmidt, H. L. Holzhauser, „Industrie 4.0: Auswirkungen auf Geschäftsmodelle und Produktion“, Baker Tilly Roelfs, Düsseldorf, 2015.
16. S. Amstutz, Dr. C. Monn, M. Vanis, S. Kündig, Prof. Dr. P. Schwehr, R. Bossart, F. Koller, C. Hanisch, M. Briner, B. Schnyder und Prof. G. Imhof, „SBiB-Studie Schweizerische Befragung in Büros“, Bern, 2010.
17. B. Waber, J. Magnolfi und G. Lindsay, „Why we hate our offices“, Harvard Business Review, Oktober 2014.
18. E. Bernstein, „The Transparency Paradox“, Administrative Science, 2012.
19. B.-C. Han, „Transparenzgesellschaft“, Matthes & Seitz, Berlin, 2012.
20. M. Nöllke, „In den Gärten des Managements: Für eine bessere Führungskultur“, 1. Auflage Hrsg., Planegg: Haufe-Lexware, 2011, S. 192.
21. E. Pöppel, „Kreativität im Büro fördern und Leistung sichern“, 31 August 2011, [Online]. Verfügbar unter: <http://www.business-wissen.de/artikel/kreativitaet-der-mitarbeiter-am-arbeitsplatz-buero/> [Letzter Zugriff am 29 Februar 2016].
22. J. Parkinson und L. Jones, „Does free food make for a happier office?“, 20 November 2014, [Online]. Verfügbar unter: <http://www.bbc.com/news/magazine-30113648> [Letzter Zugriff am 29 Februar 2016].
23. A. Molk, „Bene – Das Büro als Raum der Bewegung“, 4 August 2015, [Online]. Verfügbar unter: <http://bene.com/de/office-magazin/das-buero-als-raum-der-bewegung/> [Letzter Zugriff am 7 März 2016].
24. A. Scharmanski, „Focus No.17 – Office Sweet Office – Der Weg von der Arbeitszelle zur offenen Bürolandschaft“, Quantum, Hamburg, 2015.
25. S. Stippler, A. Schopen, S. Pierenkemper und D. Werner, „Handlungsempfehlung – Flexible Arbeitszeitmodelle“, Institut der deutschen Wirtschaft, Köln e.V., Köln, 2015.

---

# Welche neuen Arbeitsbereiche entstehen in der Industrie 4.0

14

Wendelin Hermann, Markus Jasch, Manuel Jung, Andreas Marte und  
Simon Schuster

---

## Zusammenfassung

Entwicklungen, wie zum Beispiel die Vernetzung der Anlagen und Geräte oder Autonome Objekte mit Echtzeitsensorik werden unter dem Begriff Industrie 4.0 zusammengefasst.

Im folgenden Beitrag wird an Beispielen dargestellt, welche Auswirkungen diese Entwicklungen auf die Arbeitsweise und Arbeitsbereiche in produzierenden Unternehmen haben werden.

Wegfallen werden insbesondere einfache Tätigkeiten, wie zum Beispiel die Bedienung und Steuerung von Anlagen. Währenddessen entstehen neue Arbeitsplätze im Bereich der Forschung, der Entwicklung und der IT.

Als Schlussfolgerung lässt sich festhalten, dass die Arbeitskräfte in den Unternehmen weitergebildet werden müssen, um mit den technischen Innovationen und den

---

W. Hermann  
Jettingen-Scheppach, Deutschland  
E-Mail: wendelin.herrmann@outlook.de

M. Jasch (✉)  
Dachau, Deutschland  
E-Mail: markusjasch@yahoo.de

M. Jung  
Gablingen, Deutschland  
E-Mail: manuel.jung.wwi12@gmail.com

A. Marte  
Wiesbaden, Deutschland

S. Schuster  
Höchstädt, Deutschland  
E-Mail: schuster\_simon@ymail.com

veränderten Prozessen umgehen zu können. Außerdem ist zu erwarten, dass durch einen höheren Grad an Automatisierung flexibleres Personal mit mehr übergreifendem Wissen in den Unternehmen erforderlich ist.

### Schlüsselwörter

Industrie 4.0 · Arbeitsplatz

---

## 14.1 Einleitung

In Deutschland spielt das verarbeitende Gewerbe eine große Rolle. Der Anteil an der Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche liegt in Deutschland bei 20 %. Dies sind 5 % mehr als im EU-Durchschnitt [1]. Das stellt Deutschland im Kontext der Industrie 4.0 vor große Herausforderungen. Neue Technologien und die beständige Fortentwicklung bestehender Technologien ändern die Arbeitsweise der Industrie in Deutschland und weltweit.

Diese Technologien beeinflussen nicht nur wie wir arbeiten, sondern auch wie wir in Zukunft lernen und leben und ob wir überhaupt in den uns bekannten Berufen tätig sein werden. Die zunehmende Automatisierung in kleiner werdenden Serien, die erforderliche Flexibilität um international wettbewerbsfähig zu bleiben und die Ersetzung von Routineaufgaben durch Programme und Maschinen beeinflussen bereits jetzt unsere Arbeitswelt und zukünftige Arbeit [2].

Dieser Artikel stellt sich die Frage, welche Arbeiten und Aufgaben aus den zentralen Problemstellungen der Industrie 4.0 aber auch der Anwendung neuer Technologien entstehen. Hierzu werden die grundlegenden Veränderungen aus dem Umfeld der Industrie 4.0 im verarbeitenden Gewerbe betrachtet und dann daraus Arbeiten entwickelt. Kennzeichnend für die zukünftige Entwicklung von Arbeiten und Aufgaben ist eine zunehmende Flexibilisierung der Arbeit sowie Bearbeitung von Aufgaben, welche kurzfristig und nicht planbar während der Ausübung der normalen, planbaren Arbeitstätigkeiten auftreten [3]. Hierbei wird die Trennung zwischen Produktions- und Wissensarbeitern schrittweise aufgehoben und ein höherer Anspruch in Bezug auf Wissen an die heutigen Produktionsarbeiter gestellt.

---

## 14.2 Technischer Bereich

Basierend auf verschiedenen Studien werden sich vor allem Arbeitsplätze entwickeln, die eine Schnittstellenfunktion erfüllen. Assistierende Roboter übernehmen dabei die physische Arbeit, während die menschlichen Arbeitskräfte diese Arbeit überwachen, die Wartung übernehmen und kreative Leistungen erbringen. Folgende beispielhafte Jobs könnten dabei entstehen:

Einer der grundlegenden Voraussetzungen um Industrie 4.0 umsetzen zu können, ist die Vernetzung der Anlagen und die Einbindung in das IT-Netzwerk. Ein konkretes Ziel ist es, zukünftig eine einheitliche Schnittstelle für die Anlagenhersteller und Anlagenanwender zu erschaffen. Derzeit beschäftigt sich die OPC-Foundation, welche aus über 400 Unternehmen besteht, mit der Definition einer Standard-Schnittstellendefinition (UMCM). Mit einer Standardschnittstelle könnten Anlagen wie ein USB-Stick per „Plug-and-Play“ an ein Netzwerk angeschlossen werden und die erforderliche Flexibilität für die 4. Industrielle Revolution wäre gegeben [4]. Damit diese Integration der Anlagen umgesetzt werden kann, müssen Mitarbeiter in der Instandhaltung oder dem Anlagenbau übergreifendes Wissen besitzen. Die Mitarbeiter müssen sowohl Kenntnisse in der Anlagentechnik und dem Maschinenbau, als auch in der Netzwerktechnik und der Programmierung besitzen.

Seit Jahren ist bekannt, dass Mensch und Maschine zusammen besser arbeiten, als jeder für sich allein. So konnte der auf Schach spezialisierte Supercomputer Hydra 2005 von einem menschlichen Team mit einem relativ schwachen Computer besiegt werden [5].

Die Rolle des Menschen besteht in Zukunft darin, automatische Teilsysteme zu vernetzen. Die Fähigkeiten des Menschen sollen hierbei besser genutzt werden, damit er nicht nur seine motorischen Fähigkeiten, sondern auch seine Denkfähigkeiten und seine assoziativen und sensorischen Fähigkeiten besser nutzen kann. Maschinen sind oftmals statisch, während Menschen innerhalb kürzester Zeit eine große Fülle von Aufgaben beherrschen können [6].

Der Mensch kann als „Lehrer“ dazu eingesetzt werden, der Maschine bei bestimmten Problemen zu helfen. So wäre es möglich, dass der Mensch einer Maschine zeigt, wie ein Gegenstand gegriffen werden soll, da die Maschine große Probleme damit hat, mit Unbekanntem zu interagieren [7].

Die Interaktion von Mensch und Roboter hat zum Ziel, Roboter für eine Aufgabe zu instruieren oder direkt im Prozess zu steuern [8]. Derzeit werden Roboteranlagen per Simulationssoftware am Computer programmiert oder Programmpunkte werden per Knopfdruck aufgenommen. Zukünftig wird es neue Möglichkeiten geben, den Roboter für seine Aufgabe zu programmieren, zum Beispiel durch taktile Eingabegeräte. Die Eingabegeräte können von den Facharbeitern mit Handführung des Roboters gesteuert werden [9]. Dafür muss der Facharbeiter folgende zusätzliche Kenntnisse aufweisen: Multifunktionale Bedienung von Robotersystemen, Kenntnisse über Aufbau von Roboterkinematik (Bewegungsmöglichkeiten und Achsensteuerung), Grundwissen in Physik, Elektrik, Elektronik, Hydraulik [10]. Derzeit gibt es an den meisten Anlagen jedoch statische Schutzworrichtungen, welche einer Interaktion von Mensch und Roboter in Industrie 4.0 verhindern [11].

Mit der Vernetzung von den Anlagen in einer Produktion und der zunehmenden Automatisierung verändern sich die Aufgaben der Fach- und Produktionsarbeiter. Zukünftig benötigen Facharbeiter eine ganzheitliche Sichtweise auf Produktionsanlagen und übergreifendes Wissen [12].

Durch die Vielzahl von Sensoren wird auch die Arbeit von Servicetechnikern beeinflusst. Der traditionelle Servicetechniker benötigt viel Zeit, um eine Maschine auf Fehler zu prüfen und benötigte Ersatzteile zu beschaffen. Durch Sensoren an den Anlagen kann der Servicetechniker das fehlerhafte Bauteil schneller bestimmen und die Anlage reparieren [13]. Der Tagesablauf eines Servicetechnikers ändert sich dadurch drastisch, da mehr Zeit für die Reparatur und weniger Zeit für Fehlerfindung und Anreise erforderlich ist [14].

Ein weiterer Aspekt ist Predictive Maintenance. Wenn für alle Bauteile einer Anlage Daten erfasst werden, kann über entsprechende Auswertungen berechnet werden, wann ein bestimmtes Bauteil eine Wartung oder einen Austausch erfordert. Hierdurch wird die Arbeit von Service Techniker effizienter gemacht und Maschinenstillstände können reduziert werden [15].

Durch das Voranschreiten in ganz neuen Bereichen, wie etwa dem 3-D-Druck, entstehen auch ganz neue Jobs. Genau wie es heute den Web Designer gibt, welcher Weblandschaften gestaltet, wird es in Zukunft dasselbe für die physische Welt geben. Ein 3-D-Druck-Designer wird Modelle erstellen, welche anschließend von einem 3-D-Drucker hergestellt werden können [16].

Nachdem ein virtuelles Modell eines Gebäudes am Computer erstellt wurde, wird das Modell an den Drucker übermittelt, welcher anschließend alle nötigen Teile herstellt. Als Material hierfür eignen sich neben Kunststoff vor allem auch Gips oder Sand um größere Gebäude zu bauen. Diese in Pulverform verwendeten Materialien werden mit verschiedenen Bindemitteln versetzt, um so in bestimmten Formen zu auszuhärten [17].

Die Effektivität dieser Technologie zeigt die chinesische Firma WinSun: Sie hat aus Bauabfällen, Rohstoffresten und recycelbarem Beton mehrere 1100 qm große Anwesen in lediglich 2 Tagen gebaut [18].

Hierfür werden neben dem architektonischen Wissen auch Kenntnisse im Design und einer geeigneten Design-Software benötigt. Genau wie ein Web-Designer bei Webseiten muss der 3-D-Druck-Designer grundlegende Kenntnisse in Programmierung mitbringen, um der Komplexität eines solchen Softwareprogrammes mit entsprechenden Programmiersprachen und Formeln entgegnen zu können.

---

### 14.3 Nicht-technischer Bereich

Neben den Änderungen im technischen Bereich bringt Industrie 4.0 auch viele Potenziale und Anwendungsbereiche von sich entwickelnder Technologie mit. Für die Forschung, Weiterentwicklung und Pflege von Produktionssystemen und -zyklen werden zahlreiche Spezialisten benötigt, die durch Industrie 4.0 entstehen beziehungsweise einer gestiegenen Begehrtheit am Arbeitsmarkt entgegensehen. Betrachtet man die Änderungen für Industrieunternehmen, die mit Industrie 4.0 einhergehen, kann man unter mehreren Aspekten benötigte Arbeitskräfte ausmachen. So muss zum einen die Transformation

der Geschäftsprozesse begleitet und durchgeführt, aber zum anderen auch das Umfeld auf die neuen Strukturen angepasst werden. Diese Bereiche stellen nur eine Abschätzung der Entwicklung dar. Eine allumfassende, verlässliche Vorhersage ist nicht möglich.

Diese Veränderungen finden nicht nur im technischen Bereich statt, sondern auch in allen anderen Arbeitsbereichen. Die neuartigen, untereinander vernetzten Maschinen sind noch nicht in der Lage, selbstständig Prozesse zu planen oder neue Ideen zur Optimierung zu entwickeln. In Bezug auf die Entwicklung der Industrie 4.0 wird der größte Vorteil menschlicher Mitarbeiter zum einen die Flexibilität, mit denen menschliche Arbeiter auf unterschiedliche Situationen reagieren können, und zum anderen die Fähigkeit der Kreativität und Ideenfindung sein [19].

Aus diesem Grund ist es sehr wahrscheinlich, dass sich in diesen nicht technischen Bereichen viele Berufschancen auftun werden, da zudem die körperlich anspruchsvollen Aufgaben größtenteils von Maschinen übernommen werden.

Da Industrie 4.0 dafür steht, viele Prozesse automatisch von Maschinen ausführen zu lassen, ist es natürlich sehr wichtig, diese Geschäftsprozesse ausführlich und sehr genau zu planen. Dafür wird es in Zukunft eine hohe Abhängigkeit von Analysten geben, die Produktionsprozesse erfassen, planen und auch optimieren. Dazu ist in vielen Bereichen ein übergreifendes Spektrum an Wissen erforderlich, um diese Vorgänge überblicken und organisieren zu können. Für diese Tätigkeiten müssen die Mitarbeiter zum Beispiel Kenntnisse in Maschinen und Anlagenbau, IT Schnittstellen und Prozessmanagement besitzen.

Durch Industrie 4.0 entstehen nicht nur Berufe, es fallen auch etliche weg, da diese durch Maschinen ersetzt werden. Um diese Mitarbeiter und deren Know-how zu behalten sowie diese in anderen Bereichen einsetzen zu können, müssen sich die Mitarbeiter weiterentwickeln und ihr Wissen erweitern. Um den Mitarbeitern diese Möglichkeiten zu bieten, sind Schulungen nötig. Dazu bedarf es gut ausgebildeter Personen, die sowohl fachlich als auch persönlich dazu geeignet sind, Schulungen durchzuführen. Solche *Schulungsmitarbeiter* müssen selbst sehr viel neues Wissen im Umgang mit Geschäftsprozessen, neuen Technologien und der Kooperation von Mensch und Maschine mitbringen, um ihren Schülern ausreichend das Wissen und die Kenntnisse zu vermitteln, die für den zukünftigen Tätigkeitsbereich wichtig sind [20].

Eine in der Zukunft immer bedeutender werdende Aufgabe ist die des *Ideenmanagers*. Körperliche und sich wiederholende Aufgaben werden zunehmend von Maschinen und Robotern übernommen werden. Deshalb wird es umso wichtiger, Ideen und Konzepte für den Einsatz und die Verwendung dieser neuen Arbeitskräfte zu finden. So werden die Konzeption neuer Geschäftsmodelle, neue Ansätze zur Kostensenkung, neue Ideen für die Weiterentwicklung der Kundenbeziehungen und neuer Produkte und Dienstleistungen immer mehr in den Fokus von Unternehmen rücken. Für diese Aufgaben werden Mitarbeiter gebraucht, welche sich ausschließlich mit der Ideenfindung und Innovation der genannten Arbeitsfelder beschäftigen müssen [21].

Ein wichtiger Bestandteil der Industrie 4.0 ist die automatische Kommunikation der Arbeitsmaschinen und Geräte untereinander. So ist es diesen möglich, sich selbstständig

auf wechselnde Anforderungen anzupassen, ohne dass eine menschliche Person eingreifen muss. Durch die Kommunikation und gestiegene Anzahl an Datenquellen wie etwa Sensoren in den Maschinen, entsteht eine enorme Datenmenge, die verarbeitet werden muss. Hierfür bieten sich Big-Data-Systeme an, welche darauf ausgelegt sind, große Datenmengen effizient zu speichern und zu verarbeiten. Durch die Analyse dieser Datenmasse ist es möglich, viele Daten in eine Relation zu bringen, Fehler in der bisherigen Planung und Potenziale für die Zukunft aufzudecken. Um dies zu ermöglichen, müssen die Werkzeuge und Methoden der Big Data Technik an das jeweilige Unternehmen angepasst werden, wofür Big-Data-Spezialisten benötigt werden. Diese Experten müssen sich sowohl in den IT-Systemen als auch den Produktionsprozessen im Unternehmen auskennen. Dabei sind Kenntnisse in der allgemeinen Programmierung, wie Python, und einer statistischen Programmiersprache, wie R, erforderlich. [22].

Es gibt einzelne Prognosen, dass 2016 1.000.000 neue Mitarbeiter im Bereich der IT-Security gesucht werden. In Amerika stieg die Nachfrage nach Mitarbeitern innerhalb der Branche um etwa 74 % im Verlauf der letzten fünf Jahre. Durch die in Zukunft noch stärkere Vernetzung von Maschinen innerhalb von Unternehmen wird die Nachfrage nach Arbeitskräften im Sicherheitsumfeld vermutlich weiterhin steigen. Aufgrund der Vernetzung zwischen Robotern und Maschinen und dem immer höheren Technisierungsgrad innerhalb der Firmen steigt auch die Gefahr von Sicherheitslücken. Mehr Schnittstellen zwischen IT-Systemen, Maschinen und Robotern bedeuten auch mehr Angriffsfläche für potenzielle Angreifer, die für Unternehmen gravierende Folgen, bis hin zur Existenzbedrohung bedeuten können. Auch Cloud Computing ist ein wichtiger Trend, der die Unternehmen vor neue sicherheitstechnische Herausforderungen stellt. Wenn zukünftig große Datenmengen eines Produktionsunternehmens in einem Cloud-System gespeichert und verarbeitet werden, wird häufiger die erste kritische Frage nach der IT-Sicherheit gestellt werden. Nach einer aktuellen Studie von CISCO zum Thema Cybersecurity wird es bis zum Jahr 2019 ein Bedarf von 6.000.000 *IT-Sicherheitsexperten* geben. Ein Teil dieser neuen Arbeitsplätze wird dabei durch die Auswirkungen der 4.industriellen Revolution entstehen [23].

Nicht nur die Menschen werden immer intelligenter und müssen geschult werden, denn auch die Maschinen werden immer intelligenter [24]. Da künstliche Intelligenzen einen besseren und größeren Zugang zu Wissen und Informationen haben, können sie, wenn sie die Gedankengänge von Menschen übernehmen können, mehr und mehr Aufgaben übernehmen [25]. Mittels künstlicher Intelligenz ist es möglich, Maschinen/Roboter menschenähnlich handeln zu lassen [26]. Aber damit dies überhaupt möglich ist, sind Experten auf dem Gebiet der KI (künstlichen Intelligenz) notwendig. Diese müssen erst die Maschinen/Roboter programmieren und trainieren. Dieser Trainingsprozess ist dabei am wichtigsten, denn erst dadurch wird die KI so intelligent, dass sie die für sie vorgesehene Tätigkeit übernehmen kann. Wird die KI jedoch falsch angelernt, kann es unter Umständen passieren, dass diese auf den ersten Anschein alle Aufgaben richtig löst, aber bei intensiveren Aufgaben und Tests dann falsche Ergebnisse liefert. Erst wenn

die KI richtig angelernt ist, kann diese effizient und selbstständig arbeiten und den produzierenden Tätigkeitsbereich eines Menschen übernehmen. Bis diese Stufe der künstlichen Intelligenz erreicht werden kann, benötigt die Wirtschaft aber weitere Spezialisten zur Fortentwicklung künstlicher Intelligenzen [27]. Diese Spezialisten müssen nicht nur im Bereich der Entwicklung geschult werden, sondern auch in der Wartung und Analyse künstlicher Intelligenzen. Somit ist es absehbar, dass in diesem Bereich neue Stellen benötigt werden [28].

Ein weiterer Arbeitsplatz, der durch Robotertechnik, künstliche Intelligenz und zunehmende Automatisierung entstehen wird, ist der eines Roboter-Koordinators. Selbst wenn eine Produktion unabhängig vom Menschen funktioniert, müssen diese Maschinen trotzdem überwacht und gewartet werden. Die Hauptaufgabe des Koordinators wird dabei die Beaufsichtigung und die Reparatur der Roboter sein. Auf einer Art Dashboard könnte dieser Mitarbeiter den Betriebszustand aller Roboter einsehen und bei Fehlersignalen oder Störungen den Roboter austauschen. Der Roboter könnte dann direkt von dem Koordinator repariert werden, wenn dieser das notwendige technische Wissen besitzt [29].

---

## 14.4 Schluss

Die Entwicklungen der Industrie 4.0 im verarbeitenden Gewerbe stellen die Industrie, die Politik aber auch die Bevölkerung vor große Herausforderungen. Die Probleme und Herausforderungen der Industrie 4.0 und auch die Probleme, die erst noch entstehen werden und heute noch gar nicht bekannt sind, werden in Zukunft gelöst werden müssen und zu neuen Aufgaben führen. Diese neuen Aufgaben werden zu neuen Arbeitsplätzen und Beschäftigungen für die Bevölkerung führen, aber auch bisher unbekannte Anforderungen an das Wissen, die Arbeitsweise und auch die Arbeitszeiten der Bevölkerung stellen.

Während einige der Arbeitsplätze des Artikels bereits heute angeboten werden, befinden sich einige erst in der frühen Entstehungsphase und werden noch einige Zeit brauchen, um sich auf dem Arbeitsmarkt zu etablieren. Der gesamte Prozess der Entstehung neuer Arbeitsplätze durch die Industrie 4.0 ist eine schrittweise Entwicklung, die sich durch Ablösung bestehender Arbeitsplätze aber auch die Weiterentwicklung bestehender Arbeitsplätze auszeichnet. So können in Zukunft zum Beispiel Architekten ebenfalls Spezialisten für 3-D-Drucker sein oder Controller sich zu Big-Data-Spezialisten weiterentwickeln.

---

## Literatur

1. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, „Strukturelle Entwicklung.“. [Online]. Available: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/Industrieland/strukturelle-entwicklungen.html>. [Zugriff am 11 März 2016].

2. O. Ganschar, S. Gerlach, M. Hämerle, T. Krause und S. Schlund, *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*, D. S. Fraunhofer IAO, Hrsg., Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2013.
3. O. Ganschar, S. Gerlach, M. Hämerle, T. Krause und S. Schlund, *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*, D. S. Fraunhofer IAO, Hrsg., Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2013.
4. OPC Foundation, „OPC Unified Architecture – Wegbereiter der 4. Industriellen Revolution,“, 2013. [Online]. Available: [https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/21752/OPC-UA-Wegbereiter-der-I40.pdf](https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/21752/OPC-UA-Wegbereiter-der-I40.pdf?command=downloadContent&filename=OPC-UA-Wegbereiter-der-I40.pdf). [Zugriff am 20 März 2016].
5. E. Brynjolfsson und A. McAfee, *The Second Machine Age*, New York: W.W. Norton & Company, 2014, Seite 87.
6. Festo AG & Co. KG, „Vernetzt und intelligent: Produktionssysteme der Zukunft,“ Festo AG & Co. KG, 04 April 2013. [Online]. Available: [https://www.festo.com/net/de\\_de/SupportPortal/Details/295770/PressArticle.aspx](https://www.festo.com/net/de_de/SupportPortal/Details/295770/PressArticle.aspx). [Zugriff am 11 März 2016].
7. E. Brynjolfsson und A. McAfee, *The Second Machine Age*, New York: W.W. Norton & Company, 2014, Seite 92.
8. T. Bauernhansl, M. ten Hompel und B. Vogel-Heuser, Hrsg., *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, Wiesbaden: Springer Verlag, 2014, Seite 509.
9. T. Bauernhansl, M. ten Hompel und B. Vogel-Heuser, Hrsg., *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, Wiesbaden: Springer Verlag, 2014, Seite 510.
10. F. Molzow-Voit, M. Quandt, M. Freitag und G. Spöttl, *Robotik in der Logistik*, Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2016, Seite 16.
11. T. Bauernhansl, M. ten Hompel und B. Vogel-Heuser, Hrsg., *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, Wiesbaden: Springer Verlag, 2014, Seite 511.
12. T. Bauernhansl, M. ten Hompel und B. Vogel-Heuser, Hrsg., *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*, Wiesbaden: Springer Verlag, 2014, Seite 503.
13. M. Lorenz, M. Rüßmann, R. Strack, K. L. Lueth und M. Bolle, „Man and Machine in Industry 4.0,“ Boston Consulting Group, Boston, 2015, Seite 6.
14. M. Lorenz, M. Rüßmann, R. Strack, K. L. Lueth und M. Bolle, „Man and Machine in Industry 4.0,“ Boston Consulting Group, Boston, 2015, Seite 10.
15. M. Lorenz, M. Rüßmann, R. Strack, K. L. Lueth und M. Bolle, „Man and Machine in Industry 4.0,“ Boston Consulting Group, Boston, 2015, Seite 10.
16. M. Lorenz, M. Rüßmann, R. Strack, K. L. Lueth und M. Bolle, „Man and Machine in Industry 4.0,“ Boston Consulting Group, Boston, 2015, Seite 5.
17. P. Fastermann, „Welche 3D-Druck-Technologien gibt es und welche Technologie eignet sich wofür?,“ in *Technik im Fokus*, Berlin Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 2014, Seite 25–44.
18. S. Reutter, „3-D-Druck: Moderne Architekten produzieren neue Häuser – DIE WELT,“ WeltN24 GmbH, 9 Oktober 2015. [Online]. Available: <http://www.welt.de/finanzen/immobilien/article147422556/Werden-Haeuser-bald-vom-3D-Drucker-gebaut.html>. [Zugriff am 11 März 2016].
19. D. Kassel, „Künstliche Intelligenz – Mensch ist durch Kreativität überlegen,“ Deutschlandradio Kultur, 16 Januar 2015. [Online]. Available: [http://www.deutschlandradiokultur.de/kuenstliche-intelligenz-mensch-ist-durch-kreativitaet.1008.de.html?dram:article\\_id=308840](http://www.deutschlandradiokultur.de/kuenstliche-intelligenz-mensch-ist-durch-kreativitaet.1008.de.html?dram:article_id=308840). [Zugriff am 11 März 2016].
20. M. Lorenz, M. Rüßmann, R. Strack, K. L. Lueth und M. Bolle, „bcg.perspectives – Man and Machine in Industry 4.0,“ Boston Consulting Group, 28 September 2015. [Online]. Available: <http://www.bcg.it/documents/file197250.pdf>. [Zugriff am 11 März 2016].
21. J.-U. Meyer, „Corporate Creativity – Ideenmanagement,“ Die Ideeologen – Gesellschaft für neue Ideen mbH, 2012. [Online]. Available: <http://www.ideeologen.de/fileadmin/ideeologen/>

- [Medienordner/Downloads/Corporate%20Creativity%20-%20Ideenmanagement.pdf](#). [Zugriff am 11 März 2016].
- 22. M. Lorenz, M. Rüßmann, R. Strack, K. L. Lueth und M. Bolle, „bcg.perspectives – Man and Machine in Industry 4.0,“ Boston Consulting Group, 28 September 2015. [Online]. Available: <http://www.bcg.it/documents/file197250.pdf>. [Zugriff am 11 März 2016].
  - 23. S. Morgan, „One Million Cybersecurity Job Openings In 2016 – Forbes,“ Forbes.com LLC, 02 Januar 2016. [Online]. Available: <http://www.forbes.com/sites/stevmorgan/2016/01/02/one-million-cybersecurity-job-openings-in-2016/#643635db7d27>. [Zugriff am 11 März 2016].
  - 24. E. Brynjolfsson und A. McAfee, The Second Machine Age, New York: W.W. Norton & Company, 2014, Seite 27.
  - 25. M. Lorenz, M. Rüßmann, R. Strack, K. L. Lueth und M. Bolle, „Man and Machine in Industry 4.0,“ Boston Consulting Group, Boston, 2015, Seite 8.
  - 26. E. Brynjolfsson und A. McAfee, The Second Machine Age, New York: W.W. Norton & Company, 2014, Seite 44.
  - 27. O. Ganschar, S. Gerlach, M. Hämerle, T. Krause und S. Schlund, Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, D. S. Fraunhofer IAO, Hrsg., Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2013, Seite 125.
  - 28. E. Brynjolfsson und A. McAfee, The Second Machine Age, New York: W.W. Norton & Company, 2014, Seite 45.
  - 29. M. Lorenz, M. Rüßmann, R. Strack, K. L. Lueth und M. Bolle, „Man and Machine in Industry 4.0,“ Boston Consulting Group, Boston, 2015.

# Auswirkungen von Industrie 4.0 auf das Anforderungsprofil der Arbeitnehmer und die Folgen im Rahmen der Aus- und Weiterbildung

Thomas Hermann, Sandra Hirschle, David Kowol, Julian Rapp, Ulrike Resch und Johannes Rothmann

## Zusammenfassung

Die bereits vorhandenen und zukünftigen Möglichkeiten durch Industrie 4.0 sorgen für technologische, aber auch für gesellschaftliche Veränderungen. Ein Aspekt der gesellschaftlichen Veränderung befasst sich mit der Frage, welche Auswirkungen sich auf die Aus- und Weiterbildung ergeben. Mithilfe von Analysen aktueller Literaturwerke zur Leistungsfähigkeit von Systemen der Industrie 4.0 und der aktuellen Berufsausbildung wird dieser Frage nachgegangen. Dabei entsteht ein Anforderungsprofil mit Fähigkeiten und Kenntnissen, das die Ersetzbarkeit eines Menschen durch softwaregestützte Computer-Systeme weitestgehend verhindert. Bestimmte Fähigkeiten aus diesem Profil wie Kreativität und Soft Skills sind in der heutigen Aus- und Weiterbildung nicht oder nur unzureichend berücksichtigt, was eine Anpassung der

---

T. Hermann  
Augsburg, Deutschland

S. Hirschle (✉) · D. Kowol · J. Rapp · J. Rothmann  
Ellwangen, Deutschland  
E-Mail: sandra-hirschle@web.de

D. Kowol  
E-Mail: david@kowol.com

J. Rapp  
E-Mail: julian.rapp@zeiss.com

J. Rothmann  
E-Mail: johannes.rothmann@zeiss.com

U. Resch  
Tann, Deutschland  
E-Mail: ulrike-re@web.de

Ausbildungsinhalte, -methodik und -instrumente notwendig macht. Ausbildungen müssen flexibler gestaltet werden und hybride Ausbildungen müssen zunehmen. Technisches Verständnis, Kreativität und Selbstorganisation gehören unter anderem zu den Kernkompetenzen zukünftiger Arbeiter. Der digitale Wandel betrifft nicht nur alle Branchen, sondern erstreckt sich auch über alle Qualifikationsschichten.

### Schlüsselwörter

Industrie 4.0 · Berufliche Ausbildung · Weiterbildung · Studium · Anforderungen an Arbeitnehmer · Anforderungsprofil · Kompetenz · Fähigkeiten von Mensch und Maschine

## 15.1 Problematik

Der Begriff „Industrie 4.0“ ist laut einer Unternehmensbefragung im Oktober 2015 nur knapp einem Fünftel aller Unternehmen bekannt. Ganz anders sieht es dagegen aus, wenn nur Unternehmen betrachtet werden, die maßgeblich von den Umsetzungsmöglichkeiten der Industrie 4.0 betroffen sind. Unter ihnen ist der Begriff ein geläufiger Ausdruck [1]. Wie sich diese technologisch getriebene Einflussgröße mit noch unterschiedlich vorhandenem Bekanntheitsgrad auf die Berufe und damit verbundenen Tätigkeiten auswirkt, wurde bereits und wird noch intensiv untersucht. Abgeleitet davon stellt sich die Folgefrage, inwieweit sich das Qualifikationsprofil eines „Industrie 4.0-gerechten“ Mitarbeiters verändern und somit die zukünftige Aus- und Weiterbildung beeinflussen wird? Unter Ausbildung versteht sich für diesen Artikel sowohl die betriebliche (duale) und schulische Berufsausbildung als auch die akademische Ausbildung an Hochschulen und Universitäten, wie sie in Deutschland gegeben ist. Als Weiterbildung kann jegliche Ausbildungs- und Fortbildungsmaßnahme bezeichnet werden, die sich an Berufserfahrene richtet und nicht mit dem Begriff der Ausbildung abgedeckt wird. Ein kurzer Blick in den Arbeitsalltag und die heute existierenden Gegebenheiten in Unternehmen macht die fortschreitende Digitalisierung deutlich und gibt erste Hinweise zur Beantwortung dieser Frage.

Jedes fünfte Unternehmen nutzt Cloud Computing, im Bereich der Informationstechnik und Telekommunikation beinah jedes Zweite. Cloud-Anwendungen, wie sie aus dem Consumer-Bereich als geräteunabhängige Online-Datenspeicher für Bilder, Filme, Musik und Dokumente bekannt sind, führen auch und gerade bei den Unternehmen zu einer erhöhten Aufmerksamkeit bezüglich der Datensicherheit und Datenhoheit. Ebenfalls haben knapp ein Fünftel der Unternehmen Big-Data-Analysen im Einsatz, um große Datenmengen zielgerichtet auszuwerten. Damit hängt unmittelbar die Präsenz in sozialen Netzwerken und Nutzung weiterer Social Media zusammen, die sich seit 2010 bereits verdoppelt hat. Gemeinsam mit Cloud-Anwendungen und Big Data hat Social Media bereits zur erheblichen Digitalisierung der Unternehmen geführt, bei der aufkommende Technologien die Unternehmen prägen und neu ausrichten lassen [1].

Ein weiterer und wesentlicher Aspekt für den heutigen Arbeitsalltag ist die Nutzung und Ausstattung von mobilen und internetfähigen Endgeräten, wie Smartphones, Notebooks und Tablets. Innerhalb von vier Jahren hat sich der Anteil der Beschäftigten verdoppelt, die von Unternehmen mit solchen Geräten ausgestattet werden. Die Arbeit an einem fest installierten Arbeitsplatz wird dadurch ergänzt und teilweise sogar mobilisiert. Homeoffice wird seither nur von etwa acht Prozent der Angestellten branchenübergreifend genutzt [1]. Die gesellschaftliche Entwicklung und das zunehmende Streben nach mehr Work-Life-Balance werden das Homeoffice-Angebot in Unternehmen jedoch stetig weiter vorantreiben [2]. Zudem fordern mehr als die Hälfte der Unternehmen von ihren Beschäftigten, auch außerhalb der regulär vorgesehenen Arbeitszeit mittels Telefon oder E-Mail erreichbar zu sein. Die höhere Erreichbarkeit in Kombination mit der steigenden Homeoffice-Nachfrage und der verstärkten Nutzung mobiler, internetfähiger Endgeräte tragen im Wesentlichen zur Flexibilisierung des Arbeitsalltags bei.

Nicht nur technologisch, sondern auch gesellschaftlich wirkt sich die Digitalisierung und Flexibilisierung der Arbeitswelt aus. Infolgedessen entwickelten sich verschiedene Prognosen zur Zukunft der Arbeitsplätze, die bis heute kontrovers und intensiv diskutiert werden. Zum einen wird der Wegfall von Berufen und Arbeitsplätzen vorhergesagt, die aufgrund des technologischen Fortschritts durch computergestützte Systeme ersetzt werden können. Vor allem Berufe, die von Geringqualifizierteren ausgeübt werden und weitestgehend aus Routinetätigkeiten bestehen, werden hier ins Visier genommen [3]. Zum anderen wird vermutet, dass sich neue, hochwertige Arbeitsplätze entwickeln und sich die Aufgabengebiete der Berufe kontinuierlich verschieben werden [4]. Der dargestellte Arbeitsalltag wird den meisten vertraut sein und verdeutlicht den Wandel des Arbeitsplatzes und die damit verbundenen Tätigkeiten. Eine Erkenntnis der Forschungseinrichtung Bundesagentur für Arbeit lautet, dass sich ein Beruf nicht ganzheitlich durch computergestützte Maschinen ersetzen lässt, sondern lediglich einzelne Tätigkeiten der verschiedenen Berufe [5].

Losgelöst von der Frage, welche der Prophezeiungen sich tatsächlich bewahrheiten wird, ist eine Veränderung klar ersichtlich: Industrie 4.0 wird die Anforderungen an zukünftige Arbeitsplätze beeinflussen und somit Auswirkungen auf die Aus- und Weiterbildung haben. Welche Aspekte der derzeitigen Aus- und Weiterbildung Förderungsbedarf besitzen oder noch gänzlich fehlen, soll im weiteren Verlauf des Artikels herausgearbeitet werden.

Wenn durch die technische Entwicklung immer besser werdende Maschinen bestimmte Tätigkeiten der menschlichen Arbeit ersetzen oder gar bessere Ergebnisse darin erzielen, als wir Menschen selbst, gilt es ab sofort herauszufinden, mit welchen Fähigkeiten wir den Maschinen auch langfristig überlegen sein werden. Dabei ist besonders die Substituierbarkeit von Tätigkeiten zu beachten. Diese existiert sowohl für Tätigkeiten mit niedrigen Qualifikationsanforderungen als auch für Wissensberufe, wenn auch bisher in geringerem Ausmaße [6].

Die Problematik lässt sich mit den folgenden Worten zusammenfassen: Steigende Automation führt zu sich ändernden Jobanforderungen, aber bedeutet auch wegfallende

und wiederum neu entstehende Jobs [7]. Denn technische Fortschritte und Neuerungen haben in den meisten Fällen Auswirkungen auf die Prozesse. Infolgedessen werden sich die Facharbeit und damit auch die dafür erforderliche und mehrjährige Ausbildung für diese Tätigkeit verändern [4].

---

## 15.2 Konsequenzen

Wie bereits aufgeführt, ist klar ersichtlich, dass es aufgrund der digitalen Revolution im Rahmen von Industrie 4.0 verändernde Einflüsse auf zukünftige Arbeitsplätze geben wird. Daraus lässt sich in einem weiteren Gedanken schnell und einfach schlussfolgern, dass dies bereits in der Ausbildung Betrachtung finden muss. Somit kann für die Zukunft vorbereitend entgegen gewirkt werden, um den neuen Anforderungen am Arbeitsmarkt gerecht zu werden. Veränderungen nehmen rund um das hier behandelte Thema Industrie 4.0 einen sehr großen Stellenwert ein. Deshalb ist es von höchster Priorität zu klären, welche Veränderungen zukünftig auf Menschen und ihre Arbeit zukommen werden. Im darauffolgenden Schritt müssen aus diesen Erkenntnissen entsprechende Konsequenzen gezogen werden, um in Form einer angepassten Ausbildung darauf vorzubereiten.

Zukünftig finden sich in modernen Produktionssystemen eine vermutlich nur noch sehr kleine Anzahl einfacher Tätigkeiten, welche durch einen eingeschränkten oder gar keinen Handlungsspielraum geprägt sind. Grundlegend kann man hier von laufenden und standardisierten Überwachungs- bzw. Kontrollaufgaben sprechen. Damit werden konkret Arbeiter mit kaum vorhandener oder keiner Ausbildung weitestgehend durch den technischen Fortschritt ersetzt und ein deutlicher Anteil ungelernter Mitarbeiter zurückgehen [8]. Andererseits sind erweiterte oder auch neu entstandene Gruppen hoch qualifizierter Experten und Spezialisten anzutreffen, deren Qualifikationsniveau beträchtlich über dem bisherigen Facharbeiterniveau liegen muss [9]. Dies ist die Folge einer erhöhten Komplexität innerhalb der Fertigung und informationstechnologischen Dezentralisierung von Entscheidungs-, Kontroll-, und Koordinationsaufgaben. Daher werden betroffene Facharbeiter zunehmend gefordert sein, eigenständig zu planen und Abläufe abzustimmen. Dadurch eröffnet die Digitalisierung Chancen sowohl für Unternehmen als auch für Mitarbeiter. Deshalb sind neue Rollen und Fähigkeiten notwendig, die für den Erfolg innerhalb einer digitalen Wirtschaft entscheidend sind. Diesen Beschäftigten obliegen nicht nur dispositive Aufgaben, wie etwa die Störungsbewältigung, sondern auch wesentliche Aufgaben des Produktionsmanagements. Die technische Basis moderner Produktionsysteme bilden verstärkt eingebettete, softwareintensive und mechatronische Systeme, die als sogenannte Cyberphysische Systeme bekannt sind. Dadurch wird es ermöglicht, die virtuelle mit der physischen Welt zu verbinden. Hierfür werden Lösungen von produktionstechnischen Informations- und Kommunikationstechnologien mit Sensorik und Mechanik kombiniert. Somit wird es beispielsweise möglich, dass Roboter sich frei in der Halle bewegen und mit Menschen zusammenarbeiten [6]. Daher rückt der Fokus gezielt auf eine Veränderung der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine [8].

In der Konsequenz bedeutet dies, dass es nicht bei einer wie uns bisher bekannten Ausbildung bleiben kann. Fähigkeitsfelder müssen innerhalb der Ausbildung neu betrachtet und anschließend neu bewertet werden. Demnach kann zu diesem frühen Zeitpunkt bereits davon ausgegangen werden, dass Kreativität und Flexibilität eine entscheidende Rolle spielen. Hierfür spricht, dass Arbeitnehmer immer stärker mit individuellen Lösungswegen konfrontiert sein werden [10]. Wie bereits angesprochen wird es des Weiteren nötig sein, den Umgang zwischen Mensch und Maschine stärker auszuprägen, da jeder Arbeiter zukünftig von einer Form der Digitalisierung betroffen sein wird. Zudem ergeben sich daraus ebenfalls für bestehende Arbeitsplätze einschneidende Konsequenzen: So müssen verbliebene Fachkräfte zukünftig mit umfangreichen Weiterbildungsmaßnahmen rechnen, um sich an Industrie 4.0 anzupassen [9]. Mit neu erworbenen Fähigkeiten ist auch meistens ein Wechsel des Arbeitsplatzes verbunden. Da es sehr unwahrscheinlich scheint, dass innerhalb der Industrie sofort entsprechende Arbeitsplätze zur Verfügung stehen, wird dies mit einer vorübergehenden Arbeitslosigkeit verbunden sein. Eine Gefahr besteht aber darin, dass der Anpassungsprozess zu lange dauern könnte und der technische Fortschritt in dieser Zeit bereits weiterentwickelt ist. Dann würde ein Szenario eintreten, in dem Arbeitnehmer dem Fortschritt hinterher laufen und eine Fachkräftelücke entsteht [3].

Trotz der meist eher negativ beschriebenen Veränderungen, bietet Industrie 4.0 auch positive Aspekte in Bezug auf die Ausbildung. Ausbildungsverantwortlichen wird es mithilfe von neuen Fertigungsverfahren, Techniken im Bereich erweiterter Realität, Cloud-Technologien, oder auch sozialen Netzwerken ermöglicht, Kernpunkte für die Ausbildungsarbeit einfacher abzuleiten und zu vermitteln. Dadurch entsteht eine punktuelle Weiterbildung, beispielsweise in Form von Webinaren. Es wird ein Wissenstransfer erzielt ohne größere Anstrengungen oder Abwesenheiten, da neues Wissen direkt am Arbeitsplatz zur Verfügung steht [7]. Doch diese Thematik spiegelt nicht den Kern dieses Artikels wieder und wird im weiteren Verlauf nicht weiter beleuchtet und diskutiert.

Somit stellen sich schlussendlich zwei Fragen: Inwieweit wird sich das Anforderungsprofil an Arbeitnehmer verändern? Wie muss ein neues Ausbildungskonzept aussehen, um der digitalen Revolution rund um den Begriff Industrie 4.0 gerecht zu werden? Diese Fragen werden in den nächsten Abschnitten untersucht.

---

### 15.3 Veränderung des Anforderungsprofils der Arbeitnehmer

Aufgrund der Digitalisierung der Arbeitswelt werden Fähigkeiten und Kenntnisse im Umfeld der Informations- und Kommunikationstechnologien immer mehr Bedeutung erhalten. Nicht nur das Bedienen eines PCs, sondern auch der Umgang mit mobilen Geräten wird gefordert sein [6]. Außerdem wird es immer wichtiger, die Vernetzung innerhalb, aber auch außerhalb eines Unternehmens zu verstehen. Somit wird die Netzkompetenz von immer größerer Wichtigkeit [4].

Vor allem die Angst, dass Arbeitsplätze durch den Einsatz von Maschinen verdrängt werden, steigt im Zusammenhang mit Industrie 4.0 stark an. Brynjolfsson und McAfee beschreiben in ihrem Buch „The Second Machine Age“ [3], was der Mensch bzw. die Maschine gut kann (Tab. 15.1). Daraus lässt sich ableiten, welche Anforderungen in Zukunft verstärkt an die Arbeitnehmer gestellt werden.

Es wird sehr deutlich, dass Kreativität und die Entwicklung und vor allem auch die Umsetzung guter Ideen Vorteile des Menschen gegenüber der Maschine sind [3, 11]. Überall, wo es gilt, kreativ und innovativ zu sein und zu handeln, scheint der Mensch der Maschine deutlich überlegen. Somit gehen zum einen Kreativität in Form von der Entwicklung neuer Ideen und zum anderen das Innovationsmanagement mit der Umsetzung dieser entstandenen Ideen eine ausschlaggebende Symbiose für zukünftige Berufe ein.

**Tab. 15.1** Fähigkeiten von Mensch und Maschine [3]

Mensch	Maschine
Kreativität	
Innovationen und Ideenbildung	Künstliche Intelligenz und Kombinatorik
Neues wagen/entwickeln	
Problemlösefähigkeit	
Anspruchsvolle Denkprozesse, logisches Denken	
Entscheidungskompetenz	
Kundenanforderungen beantworten	Automatische Sprachdialogsysteme
Verhandlungsgeschick	
Interessante Fragen stellen	Antworten generieren
Aufgaben, die mehr Kompetenz und Vorbildung erfordern	
Wahrnehmung, Mustererkennung	
Emotionen deuten	
Besonderheiten, Spezialfälle	Routinierte Abläufe
Bewegung und Interaktion in der physischen Welt	Reine Informationsarbeit
Feinmotorik	
Nicht routinemäßige kognitive und manuelle Arbeiten	Routinemäßige kognitive und manuelle Arbeiten
Algorithmen finden/Software entwickeln	Algorithmen/Software replizieren
	Ranking/Filter
	Arbeitet im Rahmen der Programmiergrenzen
Persönliche Dienstleistungen	Fehlende soziale Kompetenzen

Computer können zwar aufgrund ihrer künstlichen Intelligenz wunderbar einzelne Fragmente zu etwas Neuem kombinieren, aber nur im Rahmen ihrer Programmiergrenzen. Völlig Neues entwickeln wird eine Maschine vermutlich auf lange Sicht nicht können. Die gleichen Einschränkungen gelten für kreative Tätigkeiten wie das Designen oder Zeichnen, das Komponieren von Musik, das Schreiben von Gedichten oder Büchern, der Entwicklung von Software oder der Unterhaltung von Menschen auf hohem Niveau.

Auch die Problemlösekompetenz, die durch Kreativität und anwendungsorientiertes, logisches Denken entwickelt wird, wird weiter in den Vordergrund rücken und bei der Auswahl der Anforderungen fokussiert werden. Aufgrund der steigenden Komplexität durch den Einsatz von Technologien wird die Komplexitäts- und Abstraktionsfähigkeit stark gefordert sein [6, 11]. Übergreifendes Wissen und ein gutes Verständnis für die Gesamtzusammenhänge und Geschäftsprozesse eines Unternehmens werden immer mehr von Bedeutung sein [12, 13]. In diesem Zusammenhang spielt auch die Entscheidungskompetenz und Verantwortung jedes einzelnen Mitarbeiters eine größere Rolle [13]. Die Fertigkeit, Informationen zu lesen, zu verstehen und zu interpretieren, wird ebenfalls an Bedeutung gewinnen [4].

Des Weiteren sind Menschen in ihren Kommunikationsfähigkeiten den Maschinen weit überlegen. Computer können dank ihrer Programmierung intelligent Antworten generieren und sich auch mit Menschen unterhalten. Aber sie können einen Gesprächspartner, der interessante Fragen stellt, ebenso wenig ersetzen, wie einen Mitarbeiter, der aufgrund seiner Kompetenz und Vorbildung, sowie der Fähigkeit, Emotionen zu deuten, Verhandlungen führt [3, 6, 13–15].

Maschinen, ausgestattet mit der entsprechenden Software und dem notwendigen Equipment, sind mittlerweile in der Lage, ihre Umgebung wahrzunehmen [16], und auch bestimmte Muster zu erkennen [3]. Allerdings sind diese Fähigkeiten noch nicht ausgereift und befinden sich noch in der Entwicklungsphase. Trotzdem ist es unwahrscheinlich, dass eine Maschine jemals ihre Umgebung und auch die vorherrschende (emotionale) Stimmung so schnell aufnehmen, einordnen und darauf agieren kann, wie ein Mensch. Dasselbe gilt für das Erkennen neuer, spezieller, bisher noch völlig unbekannter Muster.

Computer können innerhalb ihrer Programmiergrenzen sehr gut routinierte Aufgaben erledigen und dies sogar meist besser und schneller als der Mensch. Sobald jedoch Spezialfälle auftreten, können diese von einer Maschine aufgrund ihrer fehlenden Kreativität und Problemlösekompetenz nicht mehr so gut ausgeführt werden. Das sind vor allem Tätigkeiten im psychomotorischen Bereich, die die Feinmotorik betreffen [16]. Somit werden Bewegung und Interaktion in der physischen Welt und handwerkliche Fähigkeiten immer wichtige Aufgaben, da der Mensch der Maschine hier deutlich überlegen ist. Somit können Berufe wie Köche, Gärtner, Mechaniker, Zimmerleute, Zahnärzte, Krankenpfleger, etc. auf kurze Sicht nicht durch Maschinen ersetzt werden [3].

Auch das Know-how einer Maschine innerhalb ihrer Programmiergrenzen ist sehr hoch. Somit werden reine Informationsarbeiten, wie zum Beispiel auch das Filtern von Daten und Erstellen von Rankings, zukünftig wohl nicht mehr von Menschen, sondern

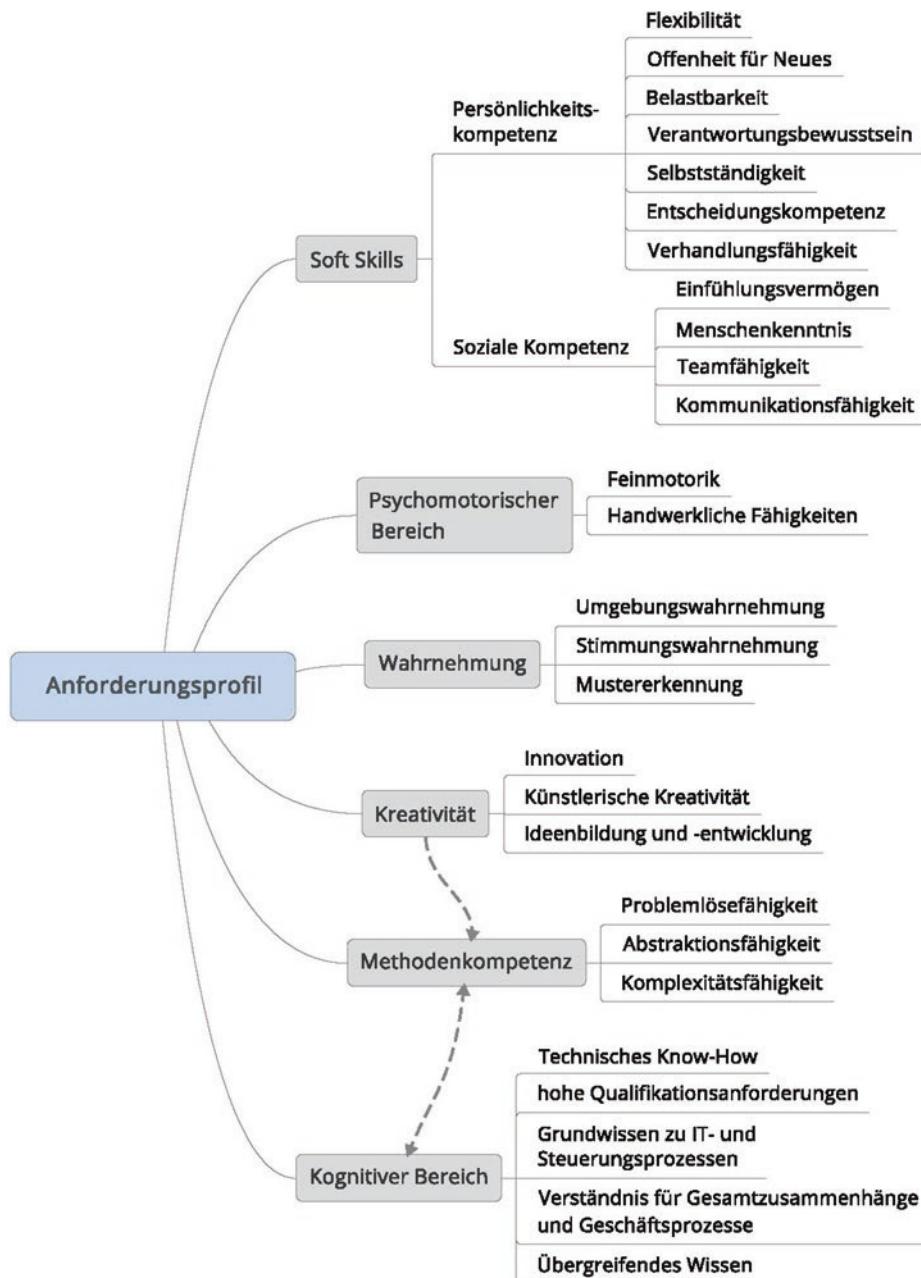
von Maschinen ausgeführt, da diese die Arbeiten meist schneller und zuverlässiger erledigen können. Jedoch wird eine Maschine wohl noch lange Zeit nicht in der Lage sein, selbst eine gute Software zu entwickeln. Daher werden vor allem das technische Know-how [6] gepaart mit Kreativität Anforderungen sein, die der Mensch in Zukunft benötigen wird, um für das Zeitalter Industrie 4.0 gerüstet zu sein. Somit werden hoch qualifizierte Fachkräfte für die Installation, Modifikation und Wartung der Maschinen benötigt, die über ein breites, sich stets weiterentwickelndes IT-Verständnis verfügen. Auch ein Grundlagenwissen zu IT- und Steuerungsprozessen wird zukünftig gefragt sein. Somit lässt sich deutlich erkennen, dass die höhere Komplexität, begründet durch den Einsatz von Maschinen und Informations- und Kommunikationstechnologien, höhere Qualifikationsanforderungen an den Mitarbeiter zur Folge hat [13].

Hinsichtlich sozialer Berufe und persönlichen Dienstleistungen wie Alten- und Krankenpflege sowie Kinderbetreuung ist der Mensch einer Maschine bzw. einem Roboter nach wie vor überlegen. Roboter sind zwar bereits in der Lage, bestimmte manuelle Tätigkeiten eines Pflegers zu übernehmen, jedoch fehlt es ihnen an sozialen Kompetenzen wie Einfühlungsvermögen, Menschenkenntnis oder Wahrnehmung. Außerdem stellt sich hier auch die ethische Frage, ob der Mensch jemals Roboter in sozialen Berufen einsetzen möchte. Viele offene Fragen müssen zuvor noch geklärt werden, wie z. B. „Wollen wir ältere Menschen von Robotern betreuen lassen? Wer ist dann verantwortlich für einen Unfall? Sollen Kinder von Robotern in der Schule oder im Kindergarten erzogen werden?“ [5, 17].

Ebenso wird die Bedeutung vieler Soft Skills ansteigen. Neben der Offenheit für Neues, müssen Arbeitnehmer auch flexibler sein bezüglich Arbeitszeit, Arbeitsort, Problemstellung und Aufgaben. Außerdem sind eine hohe Belastbarkeit, Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit von großem Vorteil. Aufgrund der höheren Komplexität im Unternehmen werden Eigenverantwortung und Selbstständigkeit, sowie die Abschätzung des eigenen Tuns immer wichtiger [13, 14].

Die Bereitschaft, lebenslang zu lernen und damit auch dauerhaft motiviert zu sein, wird immer mehr gefordert sein. Dazu gehört auch, dass von den Menschen im Rahmen des selbst gesteuerten Lernens immer stärker erwartet wird, dass sie versuchen, sich vieles selbst beizubringen. Dies wird auch deshalb wichtig sein, da sich die Mitarbeiter durch die Digitalisierung und den schnellen Wandel immer neu auf Herausforderungen einstellen werden müssen [13].

In Abb. 15.1 werden die Anforderungen nochmals zusammenfassend dargestellt, die ein Arbeitnehmer im Zeitalter von Industrie 4.0 benötigt, um gut gerüstet zu sein. Die in der Methodenkompetenz dargestellten Fähigkeiten zur Anwendung bestimmter Lern- und Arbeitsmethoden und die Kreativität sind nötig, um den kognitiven Bereich, also die Fachkompetenz zu erwerben und zu entwickeln. Die erhöhten Anforderungen im kognitiven Bereich lassen sich durch den Einsatz von immer mehr Maschinen erklären. Brynjolfsson und McAfee haben in ihrem Buch „The Second Machine Age“ erkannt, dass der Mensch „besser MIT anstatt GEGEN den Computer“ arbeitet, was bedeutet, dass der Mensch über technisches Know-how verfügen muss [13].



**Abb. 15.1** Anforderungen an die Arbeitnehmer im Zeitalter von Industrie 4.0. (Eigene Darstellung)

---

Es ist Aufgabe der Aus- und Weiterbildung, diese Fähigkeiten und Kompetenzen zu fördern und zu entwickeln. Inwieweit dies für alle genannten Anforderungen möglich ist, ist schwer zu beantworten. Denn einige dieser Fähigkeiten, wie z. B. die künstlerische Kreativität, sind Talente, die in der Persönlichkeit des Menschen verankert und womöglich nicht oder nur schwer erlernbar sind. Das Anforderungsprofil verändert sich aufgrund der Anforderungen der Industrie- und Arbeitswelt. Daher sollte auch die Aus- und Weiterbildung der Geschwindigkeit der rasanten Entwicklungen angepasst werden.

---

## 15.4 Auswirkungen auf die Aus- und Weiterbildung

In diesem Abschnitt wird nun dargestellt, welche der für Industrie 4.0 benötigten Fähigkeiten bereits in der Aus- und Weiterbildung vermittelt werden und wo es noch nötig ist, Defizite auszugleichen. Anschließend werden Überlegungen angestellt, wie diese Lücken geschlossen werden können.

### 15.4.1 Auswirkungen auf die Ausbildung

Wie aus dem vorausgegangenen Kapitel hervorgeht, dürfen die Ausbildungspläne und das Ausbildungssystem nicht zu starr sein. Es werden flexible Lehr- und Lernformen benötigt, um auf die schnellen Veränderungen der Anforderungen dynamisch reagieren zu können. Denn einerseits werden Ausbildungen mit einer hohen Spezialisierung benötigt, andererseits werden ein übergreifendes Wissen und Verständnis für die Gesamtzusammenhänge und Geschäftsprozesse im Unternehmen benötigt. Hierfür sind die starren Ausbildungssysteme für die Veränderungsgeschwindigkeit in unseren Unternehmen ungeeignet [11].

Um den fachlichen Anforderungen von Industrie 4.0 gerecht zu werden, spielen MINT Fächer eine zentrale Rolle und müssen fest in den Lehrplan verankert werden, so Prof. Dr. Henning Kagermann. Als MINT-Fächer werden Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik bezeichnet. Eine prinzipielle Aufgeschlossenheit gegenüber wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen ist die Voraussetzung für die Teilhabe an den zukünftigen Entwicklungen und Fähigkeiten [18]. Dahingegen betonen Brynjolfsson und McAfee, dass nicht nur die MINT-Fächer vermittelt werden müssen, sondern besonders die kognitiven Fähigkeiten wie Konzentration und Intelligenz sowie die Motorik gefördert werden müssen [3].

Jugendliche müssen durch eine moderne und zukunftsorientierte Ausbildung fit für die Zukunft gemacht werden. Dazu werden Informatik und Englisch als Pflichtfächer und eine fundierte Vermittlung von Digitalkompetenz schon in der Grundschule benötigt. Diese hohen Anforderungen belasten die Nachwuchskräfte heute schon sehr, da die komprimierten Lehrpläne kaum Platz für Spielraum lassen. Anstatt bei Lehrlingen immer auf

die Noten und bevorstehenden Prüfungen zu schauen, sollte die Fokussierung auf Kompetenzen wie handwerkliche Fähigkeiten, logisches Denken, Problemlösekompetenz, Lernfähigkeit und Kreativität liegen [13]. Das betrifft nicht nur die berufliche, sondern auch die akademische Bildung. Die Kompetenz, industrielle Prozesse zu verstehen und in digitale Systeme zu übertragen, ist ebenso wichtig wie technologische Kompetenz [19]. Speziell Großkonzerne merken die Auswirkungen einer fortlaufenden Digitalisierung und schneller werdenden technologischen Entwicklung. So muss die Volkswagen AG beispielsweise den Bedarf an Spezialisten in den Bereichen der Steuerung, Überwachung und Programmierung anpassen. Es handelt sich hierbei um Spezialisten, die Themen wie 3-D-Design und 3-D-Druck, RFID, 3-D-Umgebungs-Sensorik und Condition Monitoring beherrschen [20].

Um die neuen Lerninhalte der Digitalisierung abdecken zu können, werden vorerst keine neuen Berufsbilder benötigt, sondern vielmehr ist eine Integration relevanter Inhalte in die Ausbildungsberufe nötig. Für Industrie 4.0 sind die passenden Ausbildungsberufe vorhanden, so Hermann Trompeter, Vorsitzender des ZVEI-Ausschusses Berufsbildung. „Die Welt“ unterstützt diese Aussage: Die Ausbildungsplätze seien so weit gefasst, dass sie eine gewisse Anpassung zulassen. „Ausbildungsordnungen sind zukunftsoffen formuliert“, sagt Friedrich Esser, Präsident des Bundesinstituts für Berufsbildung in Bonn [21]. Wirft man einen Blick auf die angebotenen Studiengänge, kann dennoch festgestellt werden, dass vermehrt neue Studiengänge in Richtung Data Analyst, Digital Business Management und Big Data Management angeboten werden [22]. Einen vergleichbaren Standpunkt vertritt Smadias, die deutsche Ausbilderakademie. Berufsbilder müssen sich noch weiter öffnen und hybride Berufe wie Mikrotechnologen und Produktionstechnologen zulassen [13]. Eine Studie der Deutschen Wirtschaft über die im Jahr 2020 gesuchten technologischen Jobs bestätigt die Aussage Buschbachers. Moderne Berufsbilder werden stetig zunehmen. Dazu zählen Berufe wie Data Architect, Data Scientist, Information Broker und Requirements Engineer [23].

Bei einem Test mit 2300 Studenten, die in den Fähigkeiten kritisches Denken, Problemlösung und analytisches Denken getestet wurden, haben nach zwei Jahren 45 % keine Verbesserung gezeigt. Nach vier Jahren waren es immer noch 36 %, die sich nicht bemerkenswert gesteigert haben [3]. Das zeigt, dass die Bildungseinrichtungen Auszubildende und Studenten dazu motivieren müssen, sich in neuen Kompetenzen stetig zu verbessern. Ein verbreiteter Lösungsansatz dafür ist das selbst organisierte und selbstbestimmende Lernen, bei dem sich Lehrlinge so viel Zeit zum Lernen nehmen können, wie sie benötigen [3]. Selbststeuerung und Selbstständigkeit wird weiter an Relevanz in der Ausbildung gewinnen [11]. Daher muss die fremdgesteuerte Ausbildung durch den Ausbilder und Vorgaben durch sowohl selbst gesteuertes Lernen, praktische Beschäftigung und große Auswahl an Materialien ersetzt werden [11]. Dass ein solches Unterrichtssystem Erfolge aufweist, zeigt sich durch Absolventen wie die Gründer von Google, Amazon und Wikipedia [3]. Die Voraussetzung, dass Computer für das bewusste und kontrollierte Lernen und für die Selbstorganisation benutzt werden, muss schon in der Schule geschaffen werden. Die Auszubildenden müssen durch die Ausbildung von

Anfang an mit der modernsten Technik in ihrem Beruf vertraut gemacht werden [5]. So stellen motivierte Studenten zusammen mit moderner Technologie eine beeindruckende Kombination dar [3]. Darüber hinaus kann Lernen und Handeln nur in einem herausfordernden Umfeld stattfinden. Eine Ausbildung in der Lehrwerkstatt gehört der Vergangenheit an, da Kompetenzen nur durch Herausforderungen gewonnen werden und nicht durch das sture Abarbeiten von schriftlichen Lehrgängen [13].

Im Ausbildungssystem werden derzeit vor allem Fähigkeiten und Kompetenzen im psychomotorischen Bereich und im Bereich der Wahrnehmung in den Teilen der beruflichen Ausbildung vermittelt und gefördert, in denen verstärkt Bedarf besteht. Soft Skills und Methodenkompetenz sowie der kognitive Bereich und Kreativität hingegen werden innerhalb der Ausbildung nur teilweise bzw. gar nicht berücksichtigt. Im Folgenden wird kurz aufgezeigt, wie die genannten Defizite in die bestehende Ausbildung integriert werden können. Soft Skills können im Rahmen von Gruppenarbeiten verstärkt werden. Um die Methodenkompetenz zu fördern, sollten den Auszubildenden Herangehensweisen und Schemata, z. B. für das Lösen von Problemstellungen, vermittelt werden. Die gelernten Grundlagen können ebenfalls beim Arbeiten in Gruppen angewandt und vertieft werden. Im Bereich der Kreativität ist es nötig, zwischen zwei Bereichen zu unterscheiden. Zum einen die künstlerische Kreativität, die in der Persönlichkeit des Menschen verankert und aufgrund dessen nicht oder nur schwer anzueignen ist. Die Ideenbildung und -entwicklung hingegen kombiniert mit Innovationsmanagement, lässt sich fördern. Ein Beispiel hierfür wäre, den Auszubildenden das selbst gesteuerte Lernen zu ermöglichen und ihnen Freiraum zu lassen, um eigene Ideen zu entwickeln und diese umsetzen zu können. Dies kann mit der Vermittlung geeigneter Methoden zusätzlich unterstützt werden. Im kognitiven Bereich sollte des Weiteren technisches Know-how und der Umgang mit technischen Endgeräten sowie dem Internet frühzeitig vermittelt werden. Hierbei sollte auch ein Schwerpunkt auf die IT-Sicherheit gelegt werden. Zusätzlich sollte bereits zu Beginn der Ausbildung das Verständnis für Gesamtzusammenhänge und Geschäftsprozesse im Unternehmen geschaffen werden.

Der Veränderungsbedarf von Berufen und Ausbildungen in der Industrie 4.0 geht weit über die IT-Branche hinaus. Der digitale Wandel betrifft alle Branchen und Berufe, vom Handel über die Industrie bis hin zum Handwerk. Und genau dieses Bewusstsein muss geschaffen werden [24]. Umgeben von Geschwindigkeit, Dynamik und einer Vielfalt an Möglichkeiten ist es fast unmöglich, heute den Überblick zu behalten. Umso wichtiger ist es, dass sich Ausbilder und Auszubildende auf dem aktuellen Stand der Technik und Möglichkeiten halten, um auf Veränderungen schnell reagieren zu können [13].

### **15.4.2 Auswirkungen auf die Weiterbildung**

Der Aspekt der Weiterbildung wird im Zuge von Industrie 4.0 einen zunehmend höheren Stellenwert einnehmen. Betroffen sind hiervon aber nicht nur langjährige Beschäftigte, sondern auch Berufseinsteiger, denn nur eine Ausbildung allein reicht nicht aus, um den immer weiter steigenden Anforderungen gerecht zu werden. Auch im Hinblick auf

den demografischen Wandel müssen langjährige Beschäftigte effektiv in die zukünftigen Umstrukturierungen integriert werden, um ihr Potenzial an Erfahrungswissen wertschöpfend nutzen zu können. Hierfür müssen den Mitarbeitern betriebliche und überbetriebliche Möglichkeiten geboten werden, sich unabhängig von Alter und Qualifikation gezielt weiterbilden zu können und damit eine nachhaltige Beschäftigungsfähigkeit zu ermöglichen. Dies muss dann allerdings dauerhaft geschehen, um den Mehranforderungen und der erhöhten Komplexität im Zuge dieses Wandels langfristig gerecht zu werden [4].

Bereits 2013 hatte der „Arbeitskreis Industrie 4.0“ bestehend aus Fachexperten namhafter Firmen und Institute in seinem Abschlussbericht auf die Notwendigkeit hingewiesen, dass Firmen künftig noch stärker zu Bildungspartnern von Hochschulen werden müssen, um an das komprimierte Studium früh weitere Qualifizierungen und Vertiefungen anzuhängen. Da der Bedarf an Überblickswissen in den Prozessen steigt, ist es zudem notwendig, fachfremde, aber arbeitsplatzrelevante Kompetenzen zu vermitteln. Durch den hieraus entstehenden Bedarf an abteilungsübergreifender Kommunikation erhöht sich auch der Stellenwert der sozialen Kompetenzen [25].

Die nötigen Anpassungen werden von den Unternehmen bereits wahrgenommen und erkannt, wie die TNS Infratest-Studie „Weiterbildungstrends in Deutschland 2016“ nach der Befragung von 300 Personalverantwortlichen in deutschen Unternehmen offen gelegt hat. 75 % der Befragten erwarten einen starken bis äußerst starken Bedarf an Weiterbildungen aufgrund der Digitalisierung. Die Studie zeigt außerdem, dass der Wandel alle Qualifikationsschichten betrifft, von Geringqualifizierten bis hin zu Fachkräften und der Führungsebene [26].

Die ersten Plattformen, um diese Weiterbildungen an die aktuellen Bedürfnisse der Unternehmen angepasst anbieten zu können, haben sich in den letzten Jahren bereits entwickelt und etabliert. LinkedIn arbeitet an einer Echtzeit-Datenbank, die die von Unternehmen nachgefragten Kompetenzen mit dem Werdegang potenzieller Mitarbeiter abgleicht. Aber auch Arbeitsvermittlungsseiten rüsten mit Analysetools nach, um bisher nicht berücksichtigte oder schwer messbare Faktoren wie zum Beispiel Kreativität und Durchhaltevermögen bei der Arbeitnehmer- und Arbeitgeberwahl miteinzubeziehen [3].

Noch einen Schritt weiter geht das deutsche Unternehmen „Academy Cube gGmbH“, welches im Jahr 2013 entstanden ist und Kooperationen mit großen deutschen Firmen aufweist. Auf dieser branchenübergreifenden Weiterbildungsplattform werden direkt die von den Unternehmen geforderten Qualifikationsformen und -inhalte erfasst. Berufseinsteiger und Arbeitssuchende können fehlende Anforderungen dann durch e-Learning-Kurse und Zertifikate, die direkt über die Seite vermittelt werden, erwerben [27].

Problematisch bleibt aber die Weiterbildung, welche innerhalb der Unternehmen angeboten und forciert wird. Neben den vielen Unternehmen, die Industrie 4.0 noch nicht als Entwicklung erkennen, besteht auch bei den restlichen noch erhebliches Verbesserungspotenzial, da das für Industrie 4.0 nötige Potenzial der Mitarbeiter zum Teil schon vorhanden ist, aber nicht entsprechend genutzt und gefördert wird [28]. Gleichzeitig herrscht Uneinigkeit darüber, wie die Qualifizierungen gemäß den neueren Anforderungen umgesetzt werden sollen, da es keine konkreten Handlungsempfehlungen hierfür gibt [29].

## 15.5 Fazit

Aufgrund der Digitalisierung und der sich ständig ändernden Anforderungen im Zeitalter Industrie 4.0 müssen sich die Arbeitnehmer neue Fähigkeiten aneignen bzw. bestehende Kompetenzen vertiefen. Dieser Schritt ist notwendig, um die Beschäftigungsfähigkeit von Erwerbstätigen dauerhaft zu sichern. Es ist Aufgabe der Aus- und Weiterbildung, diese Anforderungen den zukünftigen bzw. bestehenden Arbeitnehmern (verstärkt) zu vermitteln. Zu diesen Anforderungen zählen vor allem das technische Know-how, Soft Skills wie Kommunikationsfähigkeit, die Methodenkompetenz, Problemlösefähigkeit und Kreativität. Die bisherigen Lehrpläne der Aus- und Weiterbildung sollten um diese Fähigkeiten ergänzt werden, um den Arbeitnehmer auf die Arbeitsmarktveränderungen innerhalb der digitalen Revolution im Rahmen von Industrie 4.0 vorzubereiten.

---

## Literatur

1. D. T. Niebel, D. J. Ohnemus, S. Viete, *Industrie 4.0: Digitale (R)Evolution der Wirtschaft*. Mannheim, 2015.
2. S. Leyser, "Telearbeit: Königsweg," *Personalführung*, no. 8, pp. 42–47, 2013.
3. E. Brynjolfsson, A. M., *The Second Machine Age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird*. Kulmbach: Plassen Verlag, 2014.
4. J. Gebhardt, A. Grimm, L. M. Neugebauer, "Entwicklungen 4.0 – Ausblicke auf zukünftige Anforderungen an und Auswirkungen auf Arbeit und Ausbildung," *Journal of Technical Education*, no. 2, 2015.
5. K. Dengler, B. M., *Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt*. Nürnberg, 2015.
6. P. D.-I. T. Bauernhansl, P. D. r. n. B. Nestler, "Expertenkommission Ingenieurwissenschaft@ BW2025," Stuttgart. [https://mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/Anlagen\\_PM/2015/IngWBW2025\\_Expertenkommission\\_Abschlussbericht.pdf](https://mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/Anlagen_PM/2015/IngWBW2025_Expertenkommission_Abschlussbericht.pdf).
7. C. Knieling, Experten-Interview: Von der Industrie zur Ausbildung 4.0? Wiesbaden, 2015.
8. Windelbad, "Zukunft der Facharbeit im Zeitalter Industrie 4.0," *Journal of Technical Education*, vol. 2, no. 2, S. 138–160, 2014.
9. H. Hitsch-Kreinsen, "Wandel von Produktionsarbeit – Industrie 4.0," Dortmund, 2014.
10. HayGroup, Digitalisierung verändert massiv die Arbeitswelt: *Bildungsspiegel*, 2015. <http://www.bildungsspiegel.de/news/personalfuehrung-planung-entwicklung/40-digitalisierung-veraendert-massiv-die-arbeitswelt> (accessed March 5, 2016).
11. J. Buschbacher, Von der Industrie zur Ausbildung 4.0? 2014. <http://www.smadias.de/industrie4-0/>.
12. BMBF, *Technik zum Menschen bringen*. Berlin, 2013. [https://www.bmbf.de/pub/Technik\\_zum\\_Menschen\\_bringen\\_Flyer.pdf](https://www.bmbf.de/pub/Technik_zum_Menschen_bringen_Flyer.pdf) (accessed March 14, 2016).
13. J. Buschbacher, Smadias – Deutsche Ausbilderakademie, 2015. <http://www.smadias.de/ausbildung-der-zukunft> (accessed March 10, 2016).
14. D. Augenstein, *BusinessS. 4.0*, 2015. [www.esentri.com/wp.../04-2015-business-news-web-digitalisierung.pdf](http://www.esentri.com/wp.../04-2015-business-news-web-digitalisierung.pdf) (accessed March 14, 2016).
15. D. Augenstein, "BusinessS. 4.0 – die Rettung des demografischen Wandels?" 2015.
16. K. Dämon, "Studie Digitalisierung und Arbeitsplätze: Computer können Jobs von 4,4 Millionen Deutschen übernehmen," *Wirtschaftswoche*, no. 50, 2015.

17. Haufe.de, Trotz Digitalisierung: Im Zweifel läuft nichts ohne den Menschen, 2016. [https://www.haufe.de/personal/hr-management/industrie-40-mensch-nicht-vollstaendig-ersetzbar\\_80\\_333418.html](https://www.haufe.de/personal/hr-management/industrie-40-mensch-nicht-vollstaendig-ersetzbar_80_333418.html).
18. H. Kagermann, Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Springer-Verlag, 2014.
19. R. Bechtold, "Industrie 4.0 braucht keine neuen Ausbildungsberufe," ZVEI-Newsletter. Frankfurt a. M., 2015.
20. Volkswagen AG, "Auszubildende machen sich fit für Industrie 4.0," 2015. [http://www.volks-wagenag.com/content/vwcorp/info\\_center/de/news/2015/12/industry.html](http://www.volks-wagenag.com/content/vwcorp/info_center/de/news/2015/12/industry.html) (accessed March 7, 2016).
21. Die Welt, "So verändert die Digitalisierung die Ausbildung," Die Welt, vol. 2015 (accessed March 12, 2016).
22. Europäische Medien- und Business-Akademie, IT-Mangament-Studium: Bachelor in Digital Business Management. <http://www.emba-medienakademie.de/studienangebote/digital-business-management/> (accessed March 7, 2016).
23. dpa, "Die Wirtschaft will Fachwirte statt Studenten," Wirtschaftswoche, 2016. [http://app.wiwo.de/erfolg/campus-mba/ausbildung-die-wirtschaft-will-fachwirte-statt-studenten/12889580.html?mwl=ok\\_xing\\_share%3Dnews](http://app.wiwo.de/erfolg/campus-mba/ausbildung-die-wirtschaft-will-fachwirte-statt-studenten/12889580.html?mwl=ok_xing_share%3Dnews).
24. Bitkom, Digitalisierung verändert Ausbildungsberufe, 2015. <http://www.bildungsspiegel.de/news/berufswelt-arbeitsmarkt-europa/130-digitalisierung-veraendert-ausbildungsberufe>.
25. Arbeitskreis Industrie 4.0, "Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsvorhaben Industrie 4.0," Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. [https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen\\_Industrie4\\_0.pdf](https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf) (accessed March 13, 2016).
26. TNS Infratest, "Weiterbildungstrends in Deutschland 2016," 2016. <http://www.bildungsspiegel.de/news/weiterbildung-bildungspolitik/399-studie-weiterbildungstrends-in-deutschland-2016> (accessed March 11, 2016).
27. Computerwoche, "Academy Cube," Computerwoche, 2012 (accessed March 14, 2016).
28. ÖAW, Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Aus- und Weiterbildung. Wien, 2015. [epub.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita\\_15\\_03.pdf](http://publ.oeaw.ac.at/ita/ita-manuscript/ita_15_03.pdf) (accessed March 17, 2016).
29. S. Pfeiffer, A., Der Mensch kann Industrie 4.0: Universität Hohenheim, 2015. <http://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/> (accessed March 20, 2016).

# Verarmt durch Industrie 4.0 die Gesellschaft? Ein Stimmungsbild

Thomas Kögel, Michael Kohn und Thomas Wimmer

## Zusammenfassung

Ob durch zunehmende Vernetzung und Automatisierung („Industrie 4.0“) es zu einer zunehmenden Arbeitslosigkeit kommt, ist unter Experten bisher umstritten. Es gibt sowohl Thesen für und gegen diese Behauptung. Wir gehen in diesem Artikel von der pessimistischen Sicht von teilweise massiver Arbeitslosigkeit aus.

Diese von Technologie hervorgerufene Arbeitslosigkeit kann zu einer finanziellen Verarmung der Menschen und Haushalte einerseits – und somit einer negativen Auswirkung auf die Wirtschaft – sowie einer gesellschaftlich/sozialen Verarmung durch den Verlust von Arbeit als Lebensinhalt führen.

Eine Lösung des Problems könnte ein (bedingungsloses) Grundeinkommen sein, das jedoch eine grundlegende Reform der Sozialsysteme voraussetzen würde. Diese Idee wird bereits in einer Vielzahl von Ländern diskutiert oder bereits in praktischen Tests evaluiert. Der Kritikpunkt von der dadurch einsetzenden kompletten Verweigerung von Arbeit bei der Bevölkerung kann bisher durch Umfragen nicht belegt werden. Gleichzeitig ist die Frage nach der Finanzierung eines solchen Grundeinkommens auch eine Frage der Umverteilung von Wohlstand.

Insgesamt ergeben sich jedoch aus unserer Sicht durch die vierte industrielle Revolution nicht nur Risiken sondern auch Chancen.

---

T. Kögel (✉) · M. Kohn · T. Wimmer  
Wiesbaden, Deutschland  
E-Mail: thomas@illertissen-koegel.de

### Schlüsselwörter

Grundeinkommen · Sozialstaat · Steuern · Arbeitslosigkeit · Gesellschaft · Sozialstaat 2.0 · Umverteilung

### Prämissen: Arbeitslosigkeit durch technologischen Fortschritt

Die nächste industrielle Revolution durch cyber-physische Systeme ist nicht mehr aufzuhalten und wird nicht nur positive Neuerungen mit sich bringen: Fällt der Begriff „Industrie 4.0“, ist der Begriff „technologische Arbeitslosigkeit“ nicht weit entfernt.

Zum Thema Industrie 4.0, Automatisierung und deren Folgen auf dem Arbeitsmarkt wurden schon einige Studien durchgeführt, mit durchaus sehr verschiedenen und teils sogar widersprüchlichen Ergebnissen. Zum Beispiel geht eine Studie von 2015 des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Deutschland von einem beschleunigten Strukturwandel durch Industrie 4.0 aus: Kreative und lehrende Berufe profitieren und die Nachfrage nach hoch qualifiziertem Personal nimmt zu. Das verarbeitende Gewerbe, besonders die Bediener von Anlagen und Maschinen, sieht sich jedoch einem Personalabbau gegenüber. Insgesamt gehen die Autoren von einer Umschichtung von ca. 920.000 Beschäftigten aus, während die Arbeitslosenzahl nur gering zunehme [1].

Weitaus pessimistischer jedoch ist eine Studie von den Volkswirten der ING-DiBa. Diese sehen 59 % der Arbeitsplätze in Deutschland durch Automatisierung gefährdet. Von den 30,9 Mio. berücksichtigten Beschäftigten der Bundesrepublik, könnten bis zu 18 Mio. durch moderne Technologien ersetzt werden. Abgesehen von der offensichtlichen Gefährdung für Mechaniker, Maschinenbediener und Fahrzeugführer, wären auch Angestellte wie Sachbearbeiter, Verwaltungsmitarbeiter, Angestellte im Einzelhandel und der Reinigung – traditionell von Automatisierung bisher wenig gefährdet, betroffen [2]. Doch nicht nur in Deutschland existieren solche Vorhersagen. Eine US-Studie der Oxford-Forscher Frey und Osborne kommt auf einen Arbeitsplatzrückgang von 47 % durch Automatisierung [3]. Und das World Economic Forum (WEF) schätzt einen Nettoverlust von 5 Mio. Arbeitsplätzen weltweit bis zum Jahr 2020 [4].

Trotz abschwächender Faktoren wie der Umschichtung von Arbeitnehmern, Fachkräftemangel in verschiedenen Branchen und des demografischen Wandels geht dieser Beitrag von einer großflächigen Verdrängung des Menschen aus dem Berufsleben aus [5, 6]. Nicht zuletzt ist fraglich, wie viele Menschen überhaupt in der Lage sind umzulernen, sich anzupassen oder in kreativere Berufe als beispielsweise Maschinenbediener zu wechseln. Dies jedoch würde zu einer Verarmung der Gesellschaft durch Industrie 4.0 führen. Mit welchen Auswirkungen für die Gesellschaft ist zu rechnen? Und welche Möglichkeiten gibt es, einer drohenden Verarmung der Gesellschaft entgegen zu wirken? In diesem Artikel sollen Meinungen und Stimmen aus Deutschland, den USA und einigen Ländern Europas zu diesen Themen zusammen getragen werden.

► **Verarmung** Während der Duden „verarmen“ als den „Verlust von Wert“ definiert, verwendet dieser Beitrag den Begriff „Verarmung“ im Kontext von Industrie 4.0 auf zweierlei Arten:

1. Einerseits die Verarmung im klassischen, finanziellen Sinne.
2. Andererseits die Verarmung im abstrakteren, gesellschaftlichen und geistigen Sinne.

Der Begriff „Verarmung“ muss daher im Rahmen dieser Arbeit als eine Minderung des Lebensstandards aus finanzieller Sicht sowie eine psychologische Belastung für die Gesellschaft durch den Wegfall eines wichtigen Teils des Lebens interpretiert werden.

### **Die finanzielle Verarmung**

Ein Haushalt in Deutschland benötigt je nach Haushaltstyp ein unterschiedlich hohes Einkommen, um zu leben. Ist dieses Einkommen nicht länger gewährleistet, werden diese Haushalte von Armut bedroht.

Beispielsweise eine Familie mit zwei berufstätigen Elternteilen. Dieser Haushaltstyp hat ein durchschnittliches Einkommen von 3539–4709 € pro Monat, wobei 960 € allein an Wohnkosten anfallen und die Ernährung der Familie 507 € monatlich in Anspruch nimmt. Darüber hinaus fallen Freizeit- und Mobilitätskosten an, die weitere 1133 € in Anspruch nehmen und der Lebensgestaltung dienen [7]. Bereits der Wegfall eines Arbeitsplatzes hätte somit schwerwiegende Folgen für den Lebensstandard der Familie. Würden beide Elternteile arbeitslos, wären die Folgen für die Familie aber auch die Wirtschaft enorm.

Weniger pessimistisch als Massenarbeitslosigkeit sieht ein anderes Szenario aus: Durch Automatisierung sinkt die Nachfrage nach menschlicher Arbeit und somit getreu dem Gesetz von Angebot und Nachfrage auch der Preis bzw. Lohn für Arbeit. Schon geringere Löhne wirken sich allerdings negativ auf Konsum und somit Wirtschaftswachstum aus, konstatiert Jeffrey Sachs, Direktor des Earth Institute der Columbia Universität in den USA [8]. Ähnlich würde es mit zunehmender Teilzeitarbeit aussehen, die sich ebenfalls auf den Verdienst auswirken würde.

### **Die gesellschaftliche Verarmung**

Neben der Gefahr von finanziellen Auswirkungen, sind die Auswirkungen der zunehmenden Automatisierung und Industrie 4.0 auf die Gesellschaft erwähnenswert. In Deutschland sehen viele Menschen Arbeit als eine Form der Selbstverwirklichung an [9]. Zusätzlich bedeutet eine Beschäftigung auch meist soziale Kontakte in Form von Freunden, Kollegen oder anderweitig interessanten Personen [10]. Zusätzlich entsteht durch Arbeitslosigkeit Stress und Depression [11]. Nicht zuletzt dadurch, dass in der deutschen Gesellschaft Arbeitslose häufig aufgrund ihres fehlenden Beitrags als nutzlos abgestempelt werden, entstehen gesamtgesellschaftliche Nachteile [12].

## Sozialsystem 2.0 – Ein Stimmungsbild

Nun scheint, dass diese Gefahren von Industrie 4.0 bisher wenig in die öffentliche Wahrnehmung gerückt wurden. Tatsächlich wird kaum explizit über die gesellschaftlichen Folgen gesprochen oder geschrieben. Vielmehr geschieht dies implizit in Form von Vorschlägen für die Reform des Sozialsystems. Vielen Vorschlägen ist die Idee eines bedingungslosen Grundeinkommens (BGE) in verschiedenen Formen, wie einem pauschalen Betrag oder einer negativen Einkommenssteuer, gemein: **Ein Sozialsystem 2.0.**

## Sozialreformen

In den USA wird das Thema des Arbeitsplatzverlustes durch Maschinen und die damit einhergehenden Folgen zunehmend öffentlich diskutiert. Hier sind es vor allem renommierte Forscher, welche das momentan vorhandene Ökonomische System infrage gestellt sehen und die Idee eines Bedingungslosen Grundeinkommens als Lösungsvorschlag vorbringen [13]: Jeder Staatsbürger sollte einen bestimmten Betrag bekommen, ohne dass dieser an irgendwelche Bedingungen geknüpft wäre. Dabei spielen vor allem wirtschaftliche Gesichtspunkte eine große Rolle. Viele Befürworter stammen aus dem Silicon Valley, dem Zentrum amerikanischer Technologie-Innovationen. Es würde den Fortbestand von Angebot und Nachfrage sichern [14]. Dass ein solcher Vorschlag aus dem Silicon Valley stammt, scheint nicht verwunderlich. Ein Großteil der Produkte aus dem Silicon Valley, insbesondere die neuste Generation, scheint eher Luxus als lebensnotwendig zu sein. Derweil wird auch an den konservativen Antworten auf das potenzielle Problem der Verarmung gezweifelt: staatliche Investitionen in die Infrastruktur, Bildungsoffensiven mit Fokus auf lebenslangem Lernen und Zusatzleistungen für arbeitende Bedürftige (bei gleichzeitiger Reduzierung von Leistungen für Nicht-Arbeitende) [15]. Aus Sicht zweier Autoren des *Harvard Business Review* würden diese Maßnahmen die Verantwortung für sich schnell verändernde Gegebenheiten in die Hände eines unter Umständen träge reagierenden Staatsapparates legen, zu wenig Wirkung haben und zu einem noch größeren Staatsapparat führen [11]. In der Tat ist die „Größe des Staates“, bzw. seine Rolle in der Wirtschaft der USA ein wichtiges Thema in den politischen Ideologien der USA. Der Vorschlag eines BGE aus dem Silicon Valley schlägt eine Abschaffung der derzeit vom Staat bereitgestellten Sozialleistungen vor. Daher wird das Thema auch – entgegen der Erwartungen – den Republikanern zugeordnet [16].

Das Konzept eines bedingungslosen Grundeinkommen ist keine komplett neue Idee auf dem Nordamerikanischen Kontinent: Zwischen 1968 bis 1974 wurden mehrere Feldversuche in den USA auf Bestreben des demokratischen Präsidenten Lyndon B. Johnson mit durchaus positiven Ergebnissen durchgeführt, die jedoch größtenteils ignoriert wurden [17]. Auch Kanada führte 1974 einen solchen Versuch durch und beginnt 2016 ein neues Experiment [18]. In den USA versucht sich zudem ein Start-up-Unternehmen aus dem Silicon Valley mit einem privat finanzierten Experiment [16].

Die **Bundesregierung** hat zwar den Begriff „Industrie 4.0“ ins Leben gerufen, doch die potenzielle Verarmung als Resultat der Entwicklungen ist noch kein offizielles Thema [19]. Allerdings gab es bereits 2007 die Idee eines „solidarischen Bürgergelds“.

Entwickelt von Thomas Straubhaar, Direktor des Hamburgischen Weltwirtschaftsinstituts, und unterstützt durch Dieter Althaus (CDU), sah es eine pauschale Zahlung von 600 € oder 200 € je nach Höhe des Gehalts vor. 2010 legte eine Kommission ihren Abschlussbericht bezüglich des Bürgergelds zur Diskussion in Ausschüssen vor. Danach verschwand das Thema aus der Wahrnehmung [20]. Zuletzt hatten die Parteien „Die Linke“ und „B/90 Die Grünen“ 2013 das Thema eines Bedingungslosen Grund- einkommens in ihre Wahlprogramme aufgenommen [21]. Ausgelöst durch die digitale Revolution bringen vor allem Stimmen aus der Wirtschaft das Thema wieder in die Öffentlichkeit. So sprachen sich der Vorstandsvorsitzender Deutsche Telekom AG, Höttges, [22] sowie der SAP-Vorstand Leukert für die Idee eines Bedingungslosen Grund- einkommens aus [23]. Auch der Gründer der dm-Kette, Görtz Werner, argumentiert für ein BGE [24]. Derweil schafft eine private Crowdfunding-Initiative durch Michael Bohmeyer zumindest in begrenztem Rahmen Tatsachen und sorgt für Publicity. Er sieht ein BGE als Möglichkeit, das Leben an die individuellen Bedürfnisse anzupassen. [22] Kritik erntet die Idee eines BGE allerdings vom Vorsitzenden des Deutschen Gewerkschaftsbundes Michael Sommer. Dieser sieht es als „gesellschaftspolitisch verheerend“, da dadurch die Arbeit und somit auch der Arbeitende selbst keinen Wert mehr hätte [21].

In mehreren anderen europäischen Ländern ist die Diskussion über ein Bedingungsloses Grundeinkommen bereits weiter fortgeschritten und sie wird bereits teilweise in der Politik und breiten Öffentlichkeit geführt. Dabei unterscheiden sich die Ausgereiftheit, das Modell und die Begründung teils erheblich voneinander.

In **Großbritannien** durch den Thinktank „Royal Society for the encouragement of Arts, Manufactures and Commerce“ als Sonderzahlung für arbeitsfähige Personen ins Gespräch gebracht, spricht sich auch die britische Labour-Partei zumindest für eine Diskussion über das Thema aus [18].

Ein Report für das **französische Arbeitsministerium** sieht das momentan existierende Sozialsystem an seine Grenzen stoßen. Vor allem durch den technologischen Wandel. Darin wird vorgeschlagen ein bedingungsloses Grundeinkommen als Lösungsmöglichkeit mittels Studien und lokalen Testläufen zu evaluieren. [25]

2016 wurde in der **Schweiz** ein Volksentscheid durchgeführt, in dem eine Grundsatzentscheidung für oder gegen ein bedingungsloses Grundeinkommen getroffen werden sollte. Die Initiatoren sahen und sehen weiterhin die Begründung dafür in einem „menschenwürdigen Dasein“ mit der Möglichkeit am öffentlichen Leben teilzunehmen [26, 27]. In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass sich der Gründer des Weltwirtschaftsforums – Klaus Schwab – im Vorfeld des Forums 2016 mit Thema Industrie 4.0 für eine Form des Grundeinkommens ausgesprochen hat [28]. Das Votum in der Schweiz wurde unterschiedlich bewertet. Die Gegner sehen im Ergebnis ein „grandioses Scheitern“, die Befürworter werteten das Ergebnis als Erfolg. Etwas über 20 % der Schweizer sprachen sich dafür aus, ein bedingungsloses Grundeinkommen einzuführen. Das kann durchaus als ein beachtlicher Wert gesehen werden.

Derweil sind zwei andere europäische Länder schon in der Versuchs-Phase für Grundeinkommen, wenngleich auch nicht bedingungslos. **Finnland** testet das Modell einer

negativen Einkommenssteuer, die allerdings an eine Berufsausübung geknüpft ist. Dabei wird ein Gehalt bis zum Betrag des Grundeinkommens durch Transferzahlungen aufgefüllt. Damit soll auch zu schlecht bezahlter Arbeit motiviert werden [26, 29, 30].

In der **niederländischen Stadt Utrecht** wird derweil mit einem Feldversuch geprüft, ob ein bedingungsloses Grundeinkommen tatsächlich zur Verweigerung von Arbeit verführt, wie von vielen Kritikern angenommen. Dazu wird auch ein konstanter Betrag ausbezahlt, unabhängig davon, ob die Person zusätzlich einer Arbeit nachgeht oder nicht. Im aktuellen Sozialmodell würde die Sozialhilfe bei Zusatzverdienst gekürzt. Aus Sicht der Politiker soll dies auch zu mehr Arbeitnehmern im Niedriglohn-Sektor führen [26, 31].

### **Neue Qualität der Arbeit**

Eine solche Transferzahlung ohne Gegenleistung stößt auf viel Kritik. Die momentan existierenden Sozialsysteme basieren darauf, dass die Empfänger auch wieder in die Arbeitswelt integriert werden. Beispielsweise muss ein Empfänger von Arbeitslosengeld 2 („Hartz IV“) nachweisen, dass er sich um eine Anstellung bemüht. Andernfalls werden Leistungen gekürzt. Bei einer Anstellung wird das Arbeitslosengeld wiederum reduziert. Nach einer Studie sind 48 % der Kritiker eines BGE der Meinung, dass ein zu großer Teil der Menschen nicht mehr arbeiten gehen würde. So groß, dass die Wirtschaft zusammen brechen könnte [26].

Doch entgegen dieser pessimistischen Annahme ergaben Umfragen, dass in **Deutschland** rund 20 % der Erwerbstätigen bei einem Grundeinkommen nicht mehr arbeiten gehen würden [26, 32].

Und in einer **Schweizer Umfrage** waren es noch weniger, nämlich 14 % der Befragten insgesamt. Unter Befürwortern eines BGE sind es gar nur 7 % [33]. Allerdings würde auch die Beschäftigung unter Rentnern und Frauen zunehmen, andererseits ca. 25 % der vorher illegal Beschäftigten diese Arbeit unterlassen. Tatsächliche Erfahrungswerte sehen ganz anders aus: In den zwischen 1968 und 1974 durchgeführten Versuchen reduzierten nur 6 % der Amerikaner und 1 % der Kanadier ihre Arbeitszeit durch das BGE [17].

Doch ein gesichertes Einkommen, unabhängig von Art der Arbeit und Höhe der Entlohnung, stellt auch die Motivation am Arbeitsplatz infrage. Traditionell wird Geld international als fast einziger Grund für Arbeit und Motivation angesehen [14, 21]. Berufswege und Beschäftigung könnten nun jedoch aufgrund intrinsischer Motivation gewählt werden. Arbeitnehmer wären unbeschwerter und produktiver und gehen zum Zweck der Selbstverwirklichung zur Arbeit, wovon die Initiatoren des Bürgerbegehrens in der Schweiz ausgehen [26]. Beispielsweise würden 37 % der Befragten einer Umfrage bei einem Lottogewinn ihren Beruf wechseln [32]. Dies könnte auch eine Bereicherung für die Gesellschaft bedeuten. Nicht nur, dass das Leben für den Einzelnen angenehmer wäre, es könnte auch zu einer Zunahme von ehrenamtlichem Engagement kommen.

## Finanzierung und Umverteilung

Ein weiterer großer Kritikpunkt an einer Reform dieses Sozialsystems durch eine Form des Grundeinkommens ist die **Finanzierung**. Beispielsweise würde ein deutschlandweites Grundeinkommen von 1000 € Kosten von ungefähr 960 Mrd. € verursachen, während 2013 nur 773 Mrd. € von Bund, Ländern und Gemeinden eingenommen wurden [34]. So unterschiedlich die vorher aufgezeigten Vorschläge für eine Reform sind, haben sie doch alle gemein, dass die existierenden Verwaltungssysteme für die Sozialhilfe mit ihren Bürokratien und Bedürftigkeitsprüfungen abgeschafft werden sollten. In den USA gilt der Grundsatz „Feeding programs feed bureaucracy“ – Sozialhilfe finanziert die Bürokratie [14].

Und in **Deutschland** entstehen durch die Überwachung, arbeitsfördernde Maßnahmen, Verwaltung und Betreuung von Arbeitslosengeld-2-Empfängern erhebliche Zusatzkosten, die durch ein BGE entfallen würden [27].

Auch der Report für das **französische Arbeitsministerium** geht von dieser Prämisse aus [25]. Gleichzeitig zu diesen Einsparungen müsste jedoch auch das Steuersystem reformiert werden. Klassische Vorschläge beinhalten eine Erhöhung der Mehrwert- und Gewerbesteuer [25, 34, 35].

Umfangreicher ist der **amerikanische Vorschlag** einer progressiven Konsumsteuer zur Finanzierung. Nicht Gehälter und sonstige Einnahmen sollen versteuert werden. Vielmehr der Betrag, der nach Abzug von Ersparnissen und Steuerfreibeträgen übrig bleibt und wirklich dem Wirtschaftskreislauf als Konsum zufließt. [36, 37]

Allerdings ist die Frage der Finanzierung auch eine Frage der **Umverteilung von Wohlstand und sozialen Gerechtigkeit**. So berechnete die **Bank of America**, dass der Preis für Roboter im letzten Jahrzehnt um 27 % fiel und prognostiziert für die nächste Dekade einen weiteren Verfall von 22 % [10]. Und der **deutsche Personalvorstand von VW** rechnet bei neuen Produktions-Robotern inklusive umgelegten Kosten von Instandhaltung und Energie mit 3 bis 6 € pro Stunde [38]. Doch während somit die Kosten für Arbeit abnehmen, wird allein in Deutschland in den nächsten 15 Jahren mit einem Produktivitätszuwachs von ca. 25 Mrd. € gerechnet [19]. Dadurch droht eine ungerechte Verteilung des Wohlstands durch Automatisierung. Während der Produktionsfaktor „Arbeit“ an Wert verliert, können die Besitzer der Produktionsstätten – Faktor „Kapital“ – ihren Wert und Verdienst mehren.

Die warnenden Stimmen nehmen zu. Namen wie Stephen Hawking, Physiker und Denker [39], der Gründer des Weltwirtschaftsforums Klaus Schwab [28] und auch Sharan Burrow, Generalsekretärin des Internationalen Gewerkschaftsbundes [40] gehören dabei nur zu den bekanntesten. Und eine Schwedisch/Britische Studie kam nach der Analyse von Daten aus 17 Ländern aus den Jahren 1993 bis 2007 zu dem Schluss, dass gut ausgebildete Arbeiter von Automatisierung profitieren, während schlecht qualifizierte Arbeiter oft arbeitslos werden [8]. Industrie 4.0 kann zu einer 2-Klassen-Gesellschaft führen, die ohnedies befürchtete Auflösung der Mittelschicht sich beschleunigen.

Doch wie eine solche Umverteilung bzw. gleichmäßige Verteilung für die Finanzierung eines Grundeinkommens aussehen kann, ist in der Diskussion bisher kaum ein

Thema. Zwar schlug Telekom-Chef Höttgens eine Besteuerung des Datenverarbeitungs-Gewinns der großen Internetunternehmen vor, doch sprach er sich gegen eine Steuer auf die Maschinen aus. Eine solche Steuer würde den Fortschritt unnötig verlangsamen [22]. Demgegenüber bekam der Vorschlag für eine höhere Besteuerung von Produktionsgütern und Wertpapieren vom amerikanischen Computerwissenschaftler Dr. Moshe Vardi, der sich ausgiebig mit dem Thema der Automatisierung und dem damit einhergehenden Gesellschaftlichen Wandel auseinandersetzt, nur wenig Beachtung [41].

## Diskussion

Während die Auswirkungen durch „Industrie 4.0“ bei positiver Gestaltung des Wandels nicht so negativ ausfallen müssen, ist das Risiko dafür gegeben. Verschlimmert wird dies dadurch, dass bisher die Bundesregierung – immerhin Präger des Begriffs „Industrie 4.0“ – augenscheinlich keinen Gedanken an die drohenden Folgen für die Gesellschaft verschwendet.

Finanzielle und gesellschaftliche Verarmung sind ein Thema, das diskutiert werden muss. Die potenziellen Folgen durch Untätigkeit von Politik, Gesellschaft und Wirtschaft sollten in das Bewusstsein der Bevölkerung gebracht werden. Doch es ergeben sich auch Chancen. Lösungsvorschläge wie das hier vorgestellte (bedingungslose) Grundeinkommen. Chancen für eine angenehmere Gesellschaftsstruktur mit mehr sozialer Gerechtigkeit als jetzt. Positiv ist dabei zu bewerten, dass auch viele Wirtschafts-Größen und Unternehmen diesen Vorschlag unterstützen. Diese Unterstützung ist zwar nicht ganz uneigennützig – soziale Unruhen und eine geldlose Bevölkerung wären schließlich schlecht für das Geschäft – aber es wäre ein Schritt auf dem richtigen Weg. Gemeinsam.

Wir sind uns sehr wohl bewusst, dass mit einem bedingungslosen Grundeinkommen auch Risiken verbunden wären: Missbrauch durch die Bevölkerung, Hochverdiener, die sich den Steuern entziehen und Unternehmen, die ihre Produktion weiterhin im Ausland belassen würden. Doch mit diesen Argumenten die Diskussion gar nicht erst führen zu wollen, sehen wir als sehr kurzsichtig an.

Insgesamt mangelt es der Diskussion um diese nächste industrielle Revolution noch am Weitblick bezüglich der Folgen für die Gesellschaft. Wir hoffen, dass sich dies in den nächsten Jahren ändert und wollen mit diesen Ausführungen unseren Beitrag dazu leisten. Eine Zukunft, in der Regierungen und Wirtschaft durch (gewaltsame) soziale Unruhen zum Umdenken gezwungen werden, ist erschreckend.

---

## Literatur

1. M. I. Wolter. A. Mönning. Et al. “Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft.” Internet: <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815.pdf>, August 2015 [23.03.2016].
2. P. Schroeder. „Roboter könnten 18 Millionen Deutsche arbeitslos machen.“ Internet: <http://www.ingenieur.de/Themen/Industrie-40/Roboter-koennten-18-Millionen-Deutsche-arbeitslos>, 05.05.2015 [23.03.2016].

3. C. B. Frey, M. A. Osborne. "The Future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?" Internet: [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf), 17.09.2013 [23.03.2016].
4. O. Cann. „The Future of Jobs and Skills.“ Internet: <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/press-releases/>, 18.01.2016 [23.03.2016].
5. H. Brücker. Et Al. „Fachkräftebedarf in Deutschland.“ Internet: <https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/89219/1/776098527.pdf>, Januar 2013 [23.03.2016].
6. T. Straubhaar. „Der Fachkräftemangel ist ein Phantom.“ Internet: <http://www.zeit.de/wirtschaft/2016-03/fachkraeftemangel-als-phantom,07.03.2016> [23.03.2016].
7. „So viel kostet das Leben in Deutschland.“ Internet: <http://www.handelsblatt.com/finanzen/vorsorge/altersvorsorge-sparen/miete-lebensmittel-auto-so-viel-kostet-das-leben-in-deutschland/8521756.html>, 21.07.2013 [23.03.2016].
8. J. Guldner. „Sechs Euro pro Stunde für einen Roboter.“ Internet: <http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-04/digitalisierung-industrie-roboter-hannover-messe/komplettansicht>, 16.04.2015 [23.03.2016].
9. G. Schulze. „Allein im Tun erfahren wir uns selbst.“ Internet: <http://www.zeit.de/wissen/2014-04/selbstverwirklichung-gerhard-schulze-interview>, 07.04.2013 [23.03.2016].
10. „Macht (keine) Arbeit krank?“ Internet: <http://www.forschung-fuer-unsere-gesundheit.de/mitmachen/fragen-zur-gesundheitsforschung/wissenschaftlerinnen-und-experten-nehmen-stellung/macht-keine-arbeit-krank.html>, [23.03.2016].
11. „Arbeitslose sind die neuen Ausländer.“ Internet: <http://www.tagesspiegel.de/politik/deutschland/langzeitstudie-arbeitslose-sind-die-neuen-auslaender/1120960.html>, 16.12.2007 [23.03.2016].
12. B. Müller. „Arbeitslosigkeit – Katastrophe auch für die Psyche.“ Internet: <http://www.rp-online.de/leben/beruf/arbeitslosigkeit-katastrophe-auch-fuer-die-psyche-aid-1.2419553>, 03.06.2004 [23.03.2016].
13. D. Freeman. "Self-Driving Cars Could Save Millions Of Lives – But There's A Catch." Internet: [http://www.huffingtonpost.com/entry/the-moral-imperative-thats-driving-the-robot-revolution\\_us\\_56c22168e4b0c3c550521f64](http://www.huffingtonpost.com/entry/the-moral-imperative-thats-driving-the-robot-revolution_us_56c22168e4b0c3c550521f64), 18.02.2016 [23.03.2016].
14. D. Häni, P. Kovec. "Lasst Arbeit Erfüllung werden." Internet: <http://www.zeit.de/kultur/2015-10/bedingungsloses-grundeinkommen-abstimmung-schweiz>, 31.10.2015 [23.03.2016].
15. D. Brooks. "The Working Nation." Internet: [http://www.nytimes.com/2014/10/24/opinion/david-brooks-the-working-nation.html?\\_r=1](http://www.nytimes.com/2014/10/24/opinion/david-brooks-the-working-nation.html?_r=1), 23.10.2014 [23.03.2016].
16. N. Schneider. "Why the Tech Elite is Getting Behind Universal Basic Income." Internet: <http://www.vice.com/read/something-for-everyone-0000546-v22n1>, 06.01.2015 [23.03.2016].
17. V. F. Hasel. "Macht Geld faul?" Internet: <http://www.zeit.de/2015/09/bedingungsloses-grundeinkommen-crowdfunding-generation-y-sozialstaat/komplettansicht>, 27.02.2015 [23.03.2015].
18. A. Cowburn. "Canadian province Ontario plans to trial universal basic income." Internet: <http://www.independent.co.uk/news/world/americas/ontario-to-pilot-a-universal-basic-income-experiment-a6916571.html>, 07.03.2016 [23.03.2016].
19. T. Kaiser. "Die deutsche Wirtschaft muss sich neu erfinden." Internet: <http://www.welt.de/wirtschaft/article147074058/Die-deutsche-Wirtschaft-muss-sich-neu-erfinden.html>, 30.09.2015 [23.03.2016].
20. H. Koch. „Sozial-Vision: CDU-Kommission träumt vom Bürgergeld für alle.“ Internet: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/sozial-vision-cdu-kommission-traeumt-vom-buergergeld-fuer-alle-a-725864.html>, 28.10.2010 [23.03.2016].
21. C. Eubel. "Bedingungsloses Grundeinkommen für alle?" Internet: <http://www.tagesspiegel.de/politik/sozialstaat-bedingungsloses-grundeinkommen-fuer-alle/8527448.html>, 22.07.2013 [23.03.2016].

22. T. Höttges. „Telekom-Chef Höttges für bedingungsloses Grundeinkommen.“ Internet: <http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-12/digitale-revolution-telekom-timotheus-hoettges-interview>, 29.12.2015 [23.03.2016].
23. C. Knop. „Ein Grundeinkommen hilft allen.“ Internet: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/weltwirtschaftsforum/sap-vorstand-leukert-sagt-ein-grundeinkommen-hilft-allen-14026906.html>, 21.01.2016 [23.03.2016].
24. „Götz Werner mit Erich-Fromm-Preis geehrt.“ Internet: <http://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.gruender-der-drogeremarkt-kette-dm-goetz-werner-mit-erich-fromm-preis-geehrt.9e9519e2-d53e-4e2c-9cbe-e1c3c4965e1c.html>, 23.03.2015 [23.03.2016].
25. S. Jourdan. „FRANCE: Government agency recommends testing basic income.“ Interet: <http://www.basicincome.org/news/2016/01/france-digital-council-report-basic-income/>, 07.01.2016 [23.03.2016].
26. F. Diekmann. „Grundeinkommen in der Schweiz und Finnland: Gleches Geld für alle.“ Internet: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/grundeinkommen-was-sich-2016-in-der-schweiz-und-finnland-entscheiden-wird-a-1069076.html>, 25.12.2015 [23.03.2016].
27. F. Diekmann. „Grundeinkommen in der Schweiz: Was ein Mensch zum Leben braucht, soll er bekommen.“ Internet: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/grundeinkommen-in-der-schweiz-die-revolution-faellt-aus-keine-sorge-a-1073985.html>, 28.01.2016 [23.03.2016].
28. P. Hossli. „In der Schweiz fallen 200'000 Bürojobs weg.“ Internet: <http://www.blick.ch/news/wirtschaft/wef-gruender-klaus-schab-ueber-die-vierte-industrielle-revolution-in-der-schweiz-fallen-200000-buerojobs-weg-id4538228.html>, 09.01.2016 [23.03.2016].
29. B. Dake. „Finnland plant Grundeinkommen-Experiment.“ Internet: <https://www.tagesschau.de/ausland/finnland-grundeinkommen-101.html>, 29.12.2015 [23.03.2016].
30. „Finnland wagt das Sozial-Experiment.“ Internet: <http://www.n-tv.de/politik/Finnland-wagt-das-Sozial-Experiment-article15406276.html>, 30.06.2015 [23.03.2016].
31. R. Fulterer. „Niederlande experimentieren mit Grundeinkommen.“ Internet: <http://www.sued-deutsche.de/wirtschaft/geld-ohne-gegenleistung-niederlande-experimentieren-mit-grundeinkommen-1.2608557>, 14.08.2015 [23.03.2016].
32. „Umfrage: Deutsche würden auch bei Lottogewinn weiterarbeiten.“ Internet: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/bertelsmann-stiftung-arbeit-ist-fuer-deutsche-wichtiger-als-geld-a-1062665.html>, 16.11.2015 [23.03.2016].
33. E. Bossard. „Diversität der Gerechtigkeit. Eine Studie zum Gerechtigkeitsempfinden der Schweizer Bevölkerung in Bezug auf ein bedingungsloses Grundeinkommen.“ M.A. Thesis, Fachhochschule Nordwestschweiz, Schweiz, 2013.
34. Relevanter Auszug: [http://www.forum-grundeinkommen.de/files/fur\\_und\\_gegen\\_das\\_bge\\_kurzfassung\\_sept2016.pdf](http://www.forum-grundeinkommen.de/files/fur_und_gegen_das_bge_kurzfassung_sept2016.pdf) [23.03.2016].
35. T. Hampel. „Michael Bohmeyers Experiment beginnt.“ Internet: <http://www.tagesspiegel.de/berlin/bedingungsloses-grundeinkommen-der-vater-physiker-die-mutter-zahntechnikerin/10745376-2.html>, 24.09.2014 [23.03.2016].
36. H. Koch. „Nie mehr harzen gehen.“ Internet: <http://www.taz.de/!5133042/>, 01.11.2010 [23.03.2016].
37. W. H. Davidow. M. S. Malone. „What happens to Society When Robots Replace Workers?“ Internet: <https://hbr.org/2014/12/what-happens-to-society-when-robots-replace-workers>, 10.12.2014 [23.03.2016].
38. R. H. Frank. „The Progressive Consumption Tax.“ Internet: [http://www.slate.com/articles/business/moneybox/2011/12/the\\_progresive\\_consumption\\_tax\\_a\\_win\\_win\\_solution\\_for\\_reducing\\_american\\_economic\\_inequality\\_.html](http://www.slate.com/articles/business/moneybox/2011/12/the_progresive_consumption_tax_a_win_win_solution_for_reducing_american_economic_inequality_.html), 07.12.2011 [23.03.2016].
39. N. Doll. „Volkswagen ersetzt die Babyboomer durch Roboter.“ <http://www.welt.de/wirtschaft/article136984738/Volkswagen-ersetzt-die-Babyboomer-durch-Roboter.html>, 01.02.2015 [23.03.2016].

40. Stephen Hawking, zitiert nach "Stephen Hawking AMA." Internet: [https://www.reddit.com/r/science/comments/3nyn5i/science\\_ama\\_series\\_stephen\\_hawking\\_ama\\_answers/](https://www.reddit.com/r/science/comments/3nyn5i/science_ama_series_stephen_hawking_ama_answers/), 08.10.2015 [23.03.2016].
41. "Mastering the Fourth Industrial Revolution." Präsentiert am World Economic Forum Annual Meeting, Davos, Schweiz, 2016, Seite 9. Internet: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_AM16\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_AM16_Report.pdf) [23.03.2016].
42. Moshe Vardi, zitiert nach "Intelligent Machine AMA." Internet: [https://www.reddit.com/r/science/comments/45k2pv/science\\_ama\\_series\\_we\\_study\\_how\\_intelligent/](https://www.reddit.com/r/science/comments/45k2pv/science_ama_series_we_study_how_intelligent/), 16.02.2016 [23.03.2016].

---

# Industrie 4.0 – ein Ausblicksversuch

17

Volker P. Andelfinger und Till Hänisch

---

## Zusammenfassung

Was wird die Zukunft bringen? Welche technologischen Entwicklungen werden wir erleben? Und was sind die Auswirkungen?

Was wird die Zukunft bringen? Welche technologischen Entwicklungen werden wir erleben? Und was sind die Auswirkungen?

Kevin Kelly beschreibt in seinem aktuellen Buch „The Inevitable – Understanding the 12 Technological Forces That Will Shape Our Future“ die Metatrends, die sich aus den technologischen Entwicklungen ergeben. Für ihn ergibt sich die Zukunft aus einem ständig sich wandelnden Internet. Er versteht es als ein ständiges Werden, wir haben es nicht mit einem Zustand zu tun, den wir heute erreicht haben, sondern mit einer sich ständig entwickelnden technologischen Umgebung. Diese Umgebung wird zusehends intelligenter. Künstliche Intelligenz führt dazu, dass jeder denkbare Gegenstand und jeder denkbare Prozess, angereichert mit einem Stück künstlicher Intelligenz, zu einer völlig anderen Qualität reift. Alles ist fließend, Prozesse, Produkte, Dienstleistungen sind nicht mehr statisch, sondern begleiten den Menschen in seinem täglichen Leben, der aktuellen Situation angepasst. Bildschirme werden uns auch dort begegnen, wo wir heute noch nicht damit rechnen. Sie sind allgegenwärtig. Ob physisch, oder als virtuelle Realität oder augmented Reality eingeblendet in unser Sichtfeld. Wichtig wird den

---

V.P. Andelfinger (✉)

Palatinus Consulting, Annweiler, Deutschland

E-Mail: vpa@palatinus-consulting.eu

T. Hänisch

Wirtschaftsinformatik, DHBW Heidenheim, Heidenheim, Deutschland

E-Mail: haenisch@dhw-heidenheim.de

Menschen sein, Zugang zu haben zu Dienstleistungen und Produkten. Der Besitz scheint an Bedeutung zu verlieren. Wir teilen sehr viel mehr. Da wir es mit einer zunehmenden Flut von Informationen zu tun haben, ist das Filtern immer wichtiger. Intelligente Algorithmen sollen uns auch dabei helfen. Selber werden wir nicht mehr in der Lage dazu sein, wir sind es jetzt schon nicht mehr. Innovationen bestehen in der Regel aus der Rekombination bereits vorhandener Produkte und Lösungen. Wir mischen die Dinge neu. Und wir wollen mit allem und jedem interagieren. Das Interagieren mit der Technologie wird sich dramatisch verändern. Spracherkennung, Gestensteuerung, Steuerung von Technologie durch reine Gedankenleistung. All das wird zur Normalität. Wir werden nicht mehr nur auf einem Bildschirm herumtasten, oder mit der Maus irgendwelcher Buttons anklicken. Was vielen nicht gefallen wird – und hoffentlich auch nicht wirklich Realität wird – ist das permanente Tracken von allem und jedem. Kelly geht davon aus, dass alles aufgezeichnet wird, was wir tun und was um uns herum passiert. Der Begriff „Questioning“ in seinem Buch bedeutet gleichermaßen Fragen stellen und infrage stellen. Während wir vor noch wenigen Jahren außer den Menschen um uns herum, unseren Lehrern oder Professoren und der Telefonauskunft niemanden hatten, den wir fragen konnten und wir ansonsten höchstens noch die Bücher fragen konnten, haben wir heute technologische Möglichkeiten, auf das gesamte Wissen der Menschheit auf Knopfdruck zuzugreifen. Das führt nicht nur dazu, dass wir Fragen sehr schnell beantwortet bekommen, es führt auch dazu, dass wir heute sehr viel mehr Fragen stellen, sehr häufig Suchanfragen im Internet stellen, wir stellen Fragen, bei denen wir zuvor nicht einmal auf die Idee gekommen wären, sie zu stellen und wir bekommen so viele Antworten, dass sich ständig neue Fragen ergeben. Das bisschen Wissen, das wir selbst haben (können), wird deshalb immer weniger wichtig, entscheidend ist die Fähigkeit, zu recherchieren, zu filtern und zu kombinieren. Bei dem, was wir als Antworten finden, müssen wir gleichzeitig vorsichtig sein. Es wird immer schwieriger, Informationen auf ihren Wahrheitsgehalt hin zu überprüfen, wir müssen also alles infrage stellen. Auch dabei soll uns zukünftig zuverlässige Technologie helfen. Doch es ist die Frage erlaubt, wer diese Technologie erstellt hat, wer sie programmiert hat und vor allem wie sie programmiert ist. Wie ist der Algorithmus aufgebaut, der uns unsere Fragen beantwortet. Welche Tendenzen sind in diesem Algorithmus enthalten. Schlussendlich geht Kelly davon aus, dass wir heute an einem Punkt angelangt sind, bei dem eine enorme Entwicklung gerade erst beginnt.

In dieser Entwicklung scheinen insbesondere amerikanische Firmen im Silicon Valley bevorzugt zu sein. Sie scheinen den Takt vorzugeben. Die Welt orientiert sich an Google, Facebook, Amazon, Apple und einer Reihe weiterer Player in Kalifornien.

Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften hat im Juni 2015 ein Projekt abgeschlossen: „Smart Service Welt – internetbasierte Dienste für die Wirtschaft“ (<http://www.acatech.de/smart-service-welt>). Das Projekt dauerte etwa anderthalb Jahre. Das Fazit:

Unsere hochvernetzte Gesellschaft produziert heute schon gigantische Datenmengen. Nutzen wir sie für innovative Produkte und Dienstleistungen, können wir Ressourcen schonen,

Arbeitsplätze schaffen und die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands sichern. Schaffen wir dies nicht, steht die technologische Souveränität Deutschlands und Europas auf dem Spiel. Große Internetfirmen aus den USA und China drängen mit personalisierten Diensten in immer mehr Branchen vor. Die Umsetzungsempfehlungen des Arbeitskreises Smart Service Welt zeigen, wie Deutschland und Europa die gute Ausgangsposition in der Industrie 4.0 nutzen können, um weiter in diesem digitalen Wettlauf mitzuspielen.

Im Oktober 2015 verkündet die IBM in Deutschland Großes:

Die Beratung der IBM wird kognitiv. Gründung einer neuen Beratungsorganisation für Cognitive Business / über 2.000 Analytics-Spezialisten, Data Scientists und Berater für unterschiedliche Branchen / Start in eine neue Ära

Ehningen, 7. Oktober 2015: Cognitive Computing beschreibt einen vollkommen neuen Ansatz der IT, der von Analytics, natürlicher Sprachverarbeitung und neuronalen Netzwerken bis hin zu traditionellem Maschine Learning reicht. Für IBM bedeutet Cognitive Computing eine neue Ära im Einsatz und der Funktionsweise von Computersystemen. Nun hat IBM eine neue Beratungsorganisation gegründet, deren Ziel es ist, Kunden beim Umbau ihres Unternehmens in ein kognitives – lernendes – Business zu unterstützen. IBM Cognitive Business Solutions nutzt hierfür IBM Watson Technologie sowie IBM Business Analytics-Lösungen. In der neuen Practice werden rund 2.000 Analytics-Experten, Data Scientists sowie Industrie- und Change-Management-Spezialisten tätig sein. Das Marktpotenzial ist enorm: IDC geht davon aus, dass bis 2018 die Hälfte aller Verbraucher regelmäßig mit Services in Berührung kommen wird, die mit Cognitive-Computing-Lösungen arbeiten.

IBM läutet mit dieser strategischen Initiative eine neue Ära ein: Nach der Markteinführung von „E-Business“ Ende der 1990er Jahre und „Smarter Planet“ Ende der 2010er Jahre folgt nun „Cognitive Business“ – der nächste Schritt in der Digitalisierung von Unternehmen. IBM Watson und IBM Analytics liefern die technologischen Fundamente dafür.

„Unsere Zusammenarbeit mit Kunden aus vielen Branchen zeigt uns, dass Cognitive Computing für viele Unternehmen der nächste logische Schritt ist, um ihr Geschäft weiterzuentwickeln“, sagt Bridget van Kralingen, verantwortlich für das IBM Beratungsgeschäft weltweit. „Denn in den Unternehmen werden zwar immer mehr Daten gesammelt und ausgewertet, aber 80 Prozent aller verfügbaren Daten – Bilder, Sprache, chemische Formeln oder Literatur – sind mit herkömmlichen IT-Systemen nicht zu erreichen. Mit unserem Cognitive Computing Ansatz schließen wir diese Lücke.“

Die Erfolge von IBM zeigen sich zum Beispiel sehr deutlich bei der Watson-Technologie des Unternehmens. Sie ist beispielsweise in der Krebsforschung und -Behandlung erfolgreich, wie wir bereits in unserem Buch „eHealth“, das im selben Verlag wie dieses erschienen ist, beschrieben haben. Watson ist auch in ganz anderen Gebieten enorm weit fortgeschritten. Diese Technologie ist in der Lage, ein komplettes Fachmagazin ohne menschliches Zutun zusammenzustellen und zu schreiben. Redakteure in einem Verlag werden auf diesem Weg überflüssig (<http://futurism.com/will-ibms-ai-watson-replace-human-editors/>).

Der Vorschlag, Wertschöpfung dort zu besteuern, wo sie entsteht, letztlich auch Roboter Steuern zahlen zu lassen, wie es im Kapitel gesellschaftliche Veränderungen beschrieben ist, wird mittlerweile in der Tat im europäischen Parlament diskutiert.

Roboter sollen zukünftig möglicherweise wie eine elektronische Person behandelt werden (<http://futurism.com/robots-in-europe-may-become-electronic-persons/>).

Während wir heute noch versuchen, Materialforschung durch raffiniert ausgeklügelte Experimente im Weltall zu revolutionieren, denken andere Forscher darüber nach, wie zukünftig künstliche Intelligenz völlig neue Materialien entwickeln könnte, deren Qualitäten wir uns heute noch nicht einmal vorstellen können ([http://www.nature.com/news/can-artificial-intelligence-create-the-next-wonder-material-1.19850?imm\\_id=0e46c5&cmp=em-iot-na-na-newsltr\\_20160602](http://www.nature.com/news/can-artificial-intelligence-create-the-next-wonder-material-1.19850?imm_id=0e46c5&cmp=em-iot-na-na-newsltr_20160602)).

Andere sind da schon weiter: Quantenphysiker der Universität Wien, die aufgrund der Komplexität mit der Planung ihrer eigenen Experimente nicht weiterkamen, entwickelten einen Algorithmus, der sich neue Experimente ausdenkt und auf ihre Eignung zur Lösung der untersuchten Probleme untersucht. Und tatsächlich ist der Algorithmus auf neue, der menschlichen Intuition widersprechende Experimente gekommen, die schon zur Frage berechtigen, ob zukünftig Algorithmen nicht die besseren Wissenschaftler sein werden als Menschen (Krenn et al, Automated Search for new Quantum Experiments, Phys. Rev. Lett. 116, 090405, 2016).

Gleichzeitig denkt Google darüber nach, einen Not-Aus-Schalter für künstliche Intelligenz zu entwickeln ([http://futurism.com/?p=39070&post\\_type=link](http://futurism.com/?p=39070&post_type=link)). Einerseits feiert Google mit DeepMind enorme Erfolge. Andererseits ist es auch nahe liegend, dass künstliche Intelligenz sich über den Menschen hinaus und an ihm vorbei entwickeln könnte und außer Kontrolle gerät. Die Robotergesetze, die Asimov einst formuliert hat, sind zwar eindeutig, aber dennoch einfach nur gut gemeint. Vielleicht interessiert es den Roboter ja gar nicht, was dort für ihn formuliert wurde. Der Respekt vor zukünftigen Technologien ist berechtigt. Technologischer Fortschritt ist nicht nur bunt, faszinierend und wertschöpfend.

Viel profanter mutet es da an, wenn sich Unternehmen aktuell darüber Gedanken machen, wie zukünftig Roboter und Menschen gemeinsam arbeiten können, wie sie sich gegenseitig optimal ergänzen können. Profan und doch nicht profan. Denn eines ist klar: nur wenn es gelingt, die menschlichen und technischen Möglichkeiten optimal zu kombinieren, kann für alle Gutes entstehen.

Das ist auch der Schluss, zu dem McAfee und Brynjolfsson in ihrem Buch „The second Machine Age“ kommen: Die Lösung ist nicht das Rennen gegen die Maschinen zu gewinnen („race against the machine“) sondern gemeinsam die synergetischen Vorteile zu nutzen. Genau darin liegt langfristig die Chance für die Industrieländer in der Industrie 4.0: Durch die intelligente Kombination von Algorithmen und Maschinen die Produktion so effizient und flexibel zu gestalten, dass die Fertigung in Niedriglohnländern nicht mehr lohnt.

Dabei dürfen wir aber nicht übersehen, dass eine Produktion, die von einer stark vernetzten IT-Infrastruktur abhängig ist, anfällig für Angriffe wird, die fatale Konsequenzen haben können. Es muss zu einem völligen Umdenken in der IT-Sicherheit kommen, wenn die Risiken solcher Angriffe tragbar sein sollen: Die bisherigen Ansätze, notfalls eben die Daten aus einem Back-up wieder herzustellen, funktioniert in der wirklichen

Welt nicht. Wenn eine Produktionsanlage durch falsche Daten oder Algorithmen zerstört wird, ist der Schaden nicht mehr rückgängig zu machen. Zukünftige Systeme in der Industrie 4.0 müssen inhärent sicher sein, hier ist Security by Design erforderlich.

Es bleibt auf alle Fälle spannend. Und die spannendsten Felder dürften sicherlich künstliche Intelligenz und Robotik sein. Einschließlich überraschender technologischer Entwicklungssprünge.