

Michael Erner *Hrsg.*

Management 4.0 – Unternehmensführung im digitalen Zeitalter



Springer Gabler

Management 4.0 – Unternehmensführung im digitalen Zeitalter

Michael Erner
(Hrsg.)

Management 4.0 – Unternehmensführung im digitalen Zeitalter

Herausgeber
Michael Erner
Hochschule Heilbronn, Fakultät für
International Business
Heilbronn, Deutschland

ISBN 978-3-662-57962-6 ISBN 978-3-662-57963-3 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-57963-3>

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

Springer Gabler

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

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 dürften.

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.

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

*Wolle die Wandlung. O sei für die Flamme
begeistert,
drin sich ein Ding dir entzieht, das mit Verwand-
lungen prunkt;
jener entwerfende Geist, welcher das Irdische
meistert,
liebt in dem Schwung der Figur nichts wie den
wendenden Punkt.*

*Rainer Maria Rilke (aus: Die Sonette an Orpheus,
Zweiter Teil)*

Vorwort

Der digitale Wandel ist heute allgegenwärtig und umfasst quasi alle Bereiche unseres Lebens. Dabei stellt die Digitalisierung insbesondere auch Unternehmen und Management vor neue Herausforderungen. Vor diesem Hintergrund ist es die Zielsetzung des hier vorliegenden Sammelbandes, zur Entwicklung der Konzeption eines digitalen Managements bzw. Management 4.0 beizutragen.

Der Begriff Management 4.0 ist in Anlehnung an die sogenannte „4. Industrielle Revolution“ gewählt und steht hier für das adäquate Management in der Digital Economy, also ein Management, das die Möglichkeiten, Chancen und Risiken der Digitalisierung innerhalb und außerhalb des Unternehmens bewusst zur konzeptionellen Gestaltungsgrundlage macht. Management umfasst die Analyse, Planung und Durchführung von Entscheidungen auf allen Ebenen des Unternehmens. Dabei werden im hier vorliegenden Buch, einem grundlegenden funktionalen Managementverständnis folgend, sowohl übergreifende, auf die gesamte Unternehmung bezogene als auch funktionsbereichsbezogene Managementansätze unterschieden und betrachtet.

Im Rahmen der Darstellung der verschiedenen Managementbereiche in jeweils einzelnen Kapiteln werden ihre jeweiligen spezifischen digitalen Treiber sowie die sich daraus ergebenden Herausforderungen für das Management aufgezeigt und adäquate Lösungs- und Konzeptionsvorschläge vorgestellt.

Wesentliche Elemente und Konzepte der Digitalwirtschaft, die es für ein Management 4.0 zu verstehen gilt, wie z. B. digitale Wertschöpfungsketten, digitale Geschäftsmodelle und Plattformen, finden auch im vorliegenden Buch ausreichend Raum. Dennoch wurde bei der Strukturierung des Buches bewusst an der oben ausgeführten funktionalen Klassifikation von Managementkonzepten festgehalten. So werden zum einen insbesondere auch die Bedürfnisse derjenigen Praktiker, Geschäftsführer, Bereichs- und Funktionsverantwortlichen adressiert, die zu Recht fragen, was denn die Digitalisierung für ihren jeweiligen Verantwortungsbereich, so z. B. für das Personalmanagement oder Controlling bzw. die Unternehmensorganisation oder die Unternehmensführung als Ganzes, bedeutet. Interessanterweise erscheinen jedoch gerade erst in jüngerer Zeit Monografien und Herausgeberwerke, die sich an der funktionalen Managementlogik orientieren. So ist z. B. das Buch „Marketing 4.0“ des renommierten Marketingwissenschaftlers Philip

Kotler erst im Jahr 2017 erschienen. Ein erster Sammelband zum Thema „Innovationsmanagement 4.0“, dessen Herausgeber hier die Autoren des gleichnamigen Buchbeitrages sind, datiert auf das Jahr 2018. Darüber hinaus gilt, dass die Digitalisierung trotz ihres disruptiven Charakters in vielen Unternehmen und Unternehmensbereichen dennoch ebenfalls evolutionäre Züge trägt. Dies auch, weil grundsätzlich von einem Status quo ausgegangen werden muss, auf dem aufbauend die neuen Konzepte und Strukturen entwickelt werden. Deutlich wird dies zum Beispiel im Bereich Produktionsmanagement 4.0. Unternehmen entwerfen in den seltensten Fällen eine neue Fabrik nach einem Industrie 4.0-Standard, sondern sind vielmehr gefordert, neue digitale mit bestehenden Konzepten zu vereinen, wie der im Buch enthaltene gleichnamige Beitrag eindrücklich vermittelt. Die Konvergenz von analoger und digitaler Welt trifft letztlich auf alle hier vorliegenden Managementkonzepte gleichermaßen zu, seien sie nun strategischer oder operativer Natur. Um den vielschichtigen Begriff des Managements 4.0 abzubilden, orientiert sich die Gestaltung des vorliegenden Sammelbandes weiterhin an der Idee eines Kompendiums. Sie zielt damit auf eine möglichst umfängliche Darstellung des Themas Management 4.0 sowohl im Hinblick auf die Gesamtauswahl der dargestellten Konzepte als auch hinsichtlich der Darstellungsbreite innerhalb jedes Einzelbeitrages, ohne dabei Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Die Buchkonzeption verfolgt somit die Zielsetzung, dem Leser auf wenigen Seiten einen möglichst umfassenden Blick auf das jeweilige Themenfeld zu erlauben. Vor diesem Hintergrund wendet sich das Buch zum einen an Geschäftsführer und Funktions- und Bereichsverantwortliche, Unternehmensberater und Spezialisten sowie zum anderen an Wissenschaftler und Studierende der jeweiligen Fachdisziplinen.

Das Buch gliedert sich in drei Bereiche. Im Grundlagenteil werden kurz die technologischen Grundlagen bzw. Treiber der Digitalisierung dargestellt und hinsichtlich ihrer Nutzungsoptionen sowie Chancen und Risiken diskutiert. Daraufhin wird die Skizze eines Unternehmens 4.0 mit seinen Besonderheiten und wesentlichen Handlungsfeldern angerissen. Aufbauend auf diesen Grundlagen werden in den folgenden beiden Hauptteilen erst die unternehmensbezogenen und dann die funktionsbereichsspezifischen Managementkonzepte dargelegt. Im Bereich der übergreifenden Konzepte wird zunächst der Versuch unternommen, einen allgemeinen Unternehmensführungsbegriff 4.0 zu entwickeln, der gewissermaßen eine Klammerfunktion für die nachfolgend diskutierten Konzepte bildet. Daran schließt sich die Darstellung der Themen Strategisches Management 4.0 und Organisation 4.0. an, die als übergreifende Managementaufgaben verstanden werden können. Im dritten Teil stehen, der Wertschöpfungslogik folgend, die betrieblichen Funktionen Innovationsmanagement, Produktion und Marketing sowie die unterstützenden Bereiche Personal und Controlling im Mittelpunkt.

Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle den renommierten Experten aus Wissenschaft und Praxis, die alle mit ihrem Sachverstand, ihren unterschiedlichen Erfahrungen und Perspektiven zum Gelingen des vorliegenden Buchbandes beigetragen haben. Weiterhin möchte ich mich bei meiner Frau bedanken, die mich während der gesamten Phase

der Bucherstellung tatkräftig und mit viel Geduld unterstützt hat. Schließlich gebührt auch Christine Sheppard vom Lektorat des Springer-Verlages ein ganz herzliches Dankeschön für die ausgezeichnete Zusammenarbeit.

Heidelberg
im Sommer 2018

Michael Erner

Inhaltsverzeichnis

Teil I Die Digitale Unternehmung

Digitalisierung – ein Megatrend: Treiber & Technologische Grundlagen. 3
Oliver Faber

Unternehmen 4.0: Wie Digitalisierung Unternehmen & Management verändert 43
Arnold Weissman und Stephan Wegerer

Teil II Unternehmungsbezogene Konzepte im Management 4.0

Unternehmensführung 4.0 79
Michael Erner und Francesca Böhm

Strategisches Management 4.0. 123
Michael Erner und Sebastian Hammer

Organisation 4.0 171
Arnold Weissman und Annemarie Zink-Kunnert

Teil III Funktionsbereichsbezogene Konzepte im Management 4.0

Innovationsmanagement 4.0 209
Rainer Völker, Andreas Friesenhahn und Dominik Seefeld

Produktionsmanagement 4.0 245
Thomas Will

Marketing 4.0 295
Britta Bergemann

Personalmanagement 4.0	349
Michael Ruf	
Controlling 4.0	389
Jana Heimel und Michael Müller	
Sachverzeichnis	431

Teil I

Die Digitale Unternehmung



Digitalisierung – ein Megatrend: Treiber & Technologische Grundlagen

Oliver Faber

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Trends und Treiber	6
2.1	Datenverarbeitung	7
2.2	Datentransport	8
2.3	Internet der Dinge	9
2.3.1	Begriff und Historie	11
2.3.2	Anwendungen und aktuelle Entwicklungen	12
2.3.3	Chancen und Risiken	14
2.3.4	Ausblick	15
2.4	Cloud Computing	16
2.4.1	Begriff und Historie	16
2.4.2	Anwendungen und aktuelle Entwicklungen	18
2.4.3	Chancen und Risiken	19
2.4.4	Ausblick	20
2.5	Big Data	21
2.5.1	Begriff und Historie	21
2.5.2	Anwendungen und aktuelle Entwicklungen	22
2.5.3	Chancen und Risiken	23
2.5.4	Ausblick	25
2.6	Algorithmen, Künstliche Intelligenz und Robotik	26
2.6.1	Begriffsbestimmung und Historie	26
2.6.2	Anwendungen und aktuelle Entwicklungen	27

O. Faber (✉)
Hochschule Fresenius für Wirtschaft und Medien,
Im MediaPark 4c, 50670 Köln, Deutschland

2.6.3	Chancen und Risiken	30
2.6.4	Ausblick	31
2.7	Blockchain	32
2.7.1	Begriff und Historie	32
2.7.2	Anwendungen und aktuelle Entwicklungen	32
2.7.3	Chancen und Risiken	34
2.7.4	Ausblick	35
2.8	Cyber Security und kritische Infrastruktur	36
3	Fazit	37
	Literatur	38

Zusammenfassung

Der folgende Artikel geht auf die Trends und Treiber der Digitalisierung ein. Zu Beginn wird dargestellt und erläutert, wie wichtig Fortschritte in den Bereichen Datenübertragung und -verarbeitung für die erfolgreiche Entwicklung digitaler Produkte und Geschäftsmodelle sind. Anschließend werden die Themenbereiche Internet der Dinge, Cloud Computing, Big Data, Algorithmen, Künstliche Intelligenz, Robotik und Blockchain skizziert und praktische Anwendungsbeispiele gegeben. Darüber hinaus werden für jede Technologie ökonomische, gesellschaftliche und technologische Chancen und Risiken aufgezeigt und ein Ausblick auf die weitere Entwicklung im Sinne einer Technologie-Folgeabschätzung gegeben. Abgerundet wird dieser Artikel mit einem Blick auf die Kritische Infrastruktur im digitalen Umfeld und einem zusammenfassenden Ausblick im Fazit.

1 Einleitung

Die Motivation in der frühen Entwicklungsgeschichte der Menschheit bestand aufgrund des Knappheitsproblems in erster Linie darin, sich um Nahrung, Schlafplatz und Fortpflanzung zu kümmern, also Grundbedürfnisse des Überlebens zu sichern. Die allgemeinen Lebensverhältnisse der Menschen haben sich über den Globus verteilt in den letzten Jahrhunderten erheblich verbessert und die Lebenserwartung steigt weiter an, vor allem weil durch neue Düngemethoden und Pflanzenschutzmittel die Erträge aus der Landwirtschaft gesichert und erheblich gesteigert werden konnten. Auch neue Verfahren der Energiegewinnung und die im Zuge der Industrialisierung und Automatisierung möglich gewordene Massenproduktion sowie viele andere technische und medizinische Entwicklungen haben dazu beigetragen, dass die Grundversorgung in erheblichem Maße verbessert wurde. Eine systematische Wissenschaft, im Sinne von Erkenntnissen über kausale Zusammenhänge von Natur, Technik, Mensch und Gesellschaft gibt es seit der Entstehung des Homo sapiens erst seit vergleichsweise kurzer Zeit.

Entscheidend für den Fortschritt wissenschaftlicher Denkweisen war die Entwicklung des menschlichen Gehirns: So ist ein wesentlicher Faktor der zur Steigerung der

Leistungsfähigkeit des Gehirns geführt hat, wahrscheinlich eine bessere Energiezufuhr und eine effizientere Energieverwertung.¹ „Zwar macht das Organ bei erwachsenen Menschen nur zwei Prozent des Körpergewichts aus, verbraucht aber normalerweise etwa 25 % der Energieressourcen. Beim Neugeborenen ist dieser Effekt noch ausgeprägter: Die Tätigkeit seines Gehirns, das rund zehn Prozent des Geburtsgewichts ausmacht, nutzt 60 % der verfügbaren Energie.“ (Martin 1995, S. 48). Der hohe Energieverbrauch erfordert jedoch eine regelmäßige, hohe und effiziente Energieaufnahme. Die Theorie, dass eine zunehmend bessere Fähigkeit, energiereiche Nahrungsquellen zu erschließen, ein entscheidender Faktor der menschlichen Evolution gewesen sein muss, erscheint daher plausibel (Diamond 2007, S. 49).

Die Leistungssteigerung des Gehirns führte im Laufe der Zeit immer wieder zu Entwicklungssprüngen: Entwicklung der Sprache, Nutzung von Feuer, Weitergabe von erlernten Informationen, auch über mehrere Generationen sowie die Domestizierung von Pflanzen und Tieren. Dies wiederum hat eine regelmäßige Aufnahme energiereicher Nahrung begünstigt, was sich wohl auch positiv auf die Entwicklung und Nutzung der Gehirnleistung ausgewirkt hat. Auch das Sozialleben könnte eine Rolle bei der menschlichen Entwicklung gespielt haben: Es gibt Erklärungsansätze die besagen, dass die wachsende Komplexität des Lebens in Gruppen das Wachstum des Gehirns positiv beeinflusst hat (Martin 1995, S. 48/49). Soziale Gemeinschaften sind komplexe Gebilde, in denen auch die Weitergabe von erlerntem Wissen und Informationen eine wichtige Rolle spielt. Auch die Leistung von Computern läuft in Entwicklungsschritten ab, die mit Energieaufnahme, effizienter Energieverwendung, Arbeitsteilung und Informationsübertragung zu tun hat.

In der Vergangenheit sind Innovationen oft aus der Not heraus oder aus Zufall entstanden. Manchmal wurde aus Neugier und Bastelei etwas entwickelt, dessen Wert man zum Teil erst viel später erkannte (Diamond 2007, S. 291). Andererseits gibt es Völker, deren Innovationsbereitschaft kaum, oder nur sehr gering ausgeprägt zu sein scheint. Manche Völker leben heute noch in Verhältnissen, die im Vergleich zu industriell geprägten Kulturen eher der Steinzeit entsprechen (Diamond 2007, S. 291). Gerade in den westlich geprägten Kulturen gibt es dagegen neben dem Erfordernis im Wettbewerb mithalten auch einen starken (egoistischen) Anreiz durch eine Erfindung oder Innovation persönlich erfolgreich zu werden. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht geht es zunächst darum, dem Unternehmen einen (strategischen) Wettbewerbsvorteil zu verschaffen, der einen Mehrwert bzw. überlegenen Nutzen mit sich bringt und so die Position des

¹Die Theorie, dass die Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns mit wachsender Masse gestiegen ist, ist bislang nicht belegbar: Bis heute gibt es keine Beweise dafür, dass Gehirngröße und Intelligenz miteinander korrelieren: Zwar war die Gehirnmasse des Homo erectus vor rd. 1,7 Mio. Jahren noch nicht einmal halb so groß wie die des heutigen Menschen, allerdings hatte der Neandertaler ein größeres Gehirn als der heutige Mensch. Auch Elefanten haben ein größeres Gehirn als der Mensch.

Unternehmens im Markt nachhaltig sichert. Die Digitalisierung bietet hier scheinbar uneingeschränktes Potenzial: Es gibt inzwischen etliche Firmen, die mit digitalen Produkten und Services Millionenumsätze generieren und deren Gründer nicht selten innerhalb von kurzer Zeit zu Milliardären wurden.

Dabei ist die heutige Welt der Digitalisierung noch voller Widersprüche: Unternehmen versprechen einerseits, dass die digitalen Produkte unsere Flexibilität, Mobilität und Freiheit erhöhen. Andererseits steigt die physische und psychische Abhängigkeit von digitalen Produkten zunehmend. Wir sind ständig gefordert und es ist kein Geheimnis, dass die Zahl der psychischen Erkrankungen in den letzten Jahren signifikant gestiegen ist (Techniker Krankenkasse 2017, S. 25 ff.). Auch wenn über die Ursachen noch keine Klarheit herrschen mag, die Digitalisierung hat es bisher jedenfalls noch nicht geschafft, dieses Problem zu lösen. Im Gegenteil: Die im Zuge der Digitalisierung inzwischen erkennbare fortschreitende Singularisierung (Reckwitz 2017, S. 15 ff.) bedroht den Zusammenhalt von Gesellschaften. Die englische Regierung hat ein Ministerium für Einsamkeit eingerichtet. Was zunächst für viele nach einem Witz geklungen haben mag, ist jedoch eine traurige Tatsache, die auf oberster politischer Ebene angekommen ist.

Während die Lebenserwartung der Menschen weiter steigt, verhalten sich Produktlebenszyklen genau gegensätzlich: Sie haben sich in den vergangenen Jahren in vielen Branchen rapide verkürzt. Als Gründe für diese Entwicklung werden die Globalisierung, Wettbewerb und technologische Entwicklungen genannt. Die Vielzahl neuer Produkte, Technologien und Informationen überfordert immer mehr Menschen. Das betrifft insbesondere den zweiten Lebensabschnitt, in dem Leistungsfähigkeit und Risikobereitschaft zurückgehen. Die Themenvielfalt ist durch den ständigen und zunehmenden Informationsfluss und die Geschwindigkeit der technologischen Entwicklung mit dem heutigen menschlichen Verstand nicht mehr zu erfassen und die steigende Komplexität in Teilen auch nicht mehr beherrschbar. Es geht dabei um das im Management meistgehasste Wort: Kontrollverlust. Ein Kontrollverlust wird jedoch von Politikern und Managern inzwischen bereits sehenden Auges in Kauf genommen. Statements wie das von der Lufthansa die „nach eigenem Bekunden nicht an der Preisschraube gedreht“ hat sondern auf eine Software verweist, „die abhängig von der Nachfrage automatisch die Preise für bis zu 26 Buchungsklassen ermittelt“ belegen das (Handelsblatt 2017).

2 Trends und Treiber

Was genau sind nun eigentlich die Gründe, die die Entwicklung der Digitalisierung so vorantreiben und die Möglichkeiten und Grenzen immer weiter verschieben? Was vor wenigen Jahren noch als utopisch galt, ist heute bereits Alltag. Gegenwärtig gibt es keinen Grund, der dafür spricht, dass diese Entwicklung in naher Zukunft beendet sein wird. Im Gegenteil. Es geht schon lange nicht mehr um die Frage nach dem „Ob“, sondern nur noch darum, „wie“ bzw. „wie schnell“ die Digitalisierung voranschreitet.

Diese Entwicklung hat sich in den letzten Jahren nicht nur im wirtschaftlichen Bereich verschärft: Auch in der Wissenschaft gibt es einen offenen Wettbewerb um die besten Experten und Nachwuchskräfte, insbesondere in den MINT-Fächern². Wirtschaft und Wissenschaft aber auch staatliche Institutionen arbeiten mit Hochdruck daran, Dinge zu entwickeln und zu realisieren, die zum Teil bereits weit über Inhalte bekannter Science-Fiction-Filme hinausgehen. Allerdings ist die Digitalisierung in vielen gesellschaftlichen, betrieblichen und politischen Bereichen noch eine Black Box und moralische, ethische und gesetzliche Fragestellungen werden bisher nur am Rande betrachtet.

In den folgenden Kapiteln werden Trends und Treiber beschrieben, die als relevant für die Entwicklung der Digitalisierung betrachtet werden. Zudem werden aktuelle Anwendungsbeispiele und Entwicklungen sowie Chancen und Risiken dieser Trends skizziert.

2.1 Datenverarbeitung

Die weltweite digitale Vernetzung treibt die Erzeugung von Daten und das Angebot von datenintensiven Anwendungen massiv in die Höhe. Daten werden einerseits von Konsumenten generiert („user generated content“) sowie andererseits auf allen Ebenen der betrieblichen Produktion und Fertigung sowie in der Forschung; hinzu kommt das digitale Angebot aus der Unterhaltungs- und Gaming-Industrie.

Das Mooresche Gesetz besagt, dass sich die Komplexität integrierter Schaltkreise mit minimalen Komponentenkosten regelmäßig verdoppelt. Er ging dabei von einem Zeitraum von 12–24 Monaten aus. House formulierte dieses Gesetz in der heute etwas abgewandelten aber populäreren Form, nach der sich die Rechnerleistung von Computerchips alle 18 Monate verdoppelt (Jaeger 2016, o. S.). Es ist absehbar, dass dieses Gesetz seine Gültigkeit schon bald verlieren wird, weil es eine physikalische Grenze für die Miniaturisierung von Transistoren gibt (Gruber 2016, o. S.). Aber es gibt neue Ansätze, wie z. B. die Spezialisierung von Chips oder die Technologie der Quantencomputer, mit denen weitere Entwicklungssprünge schon bald möglich zu sein scheinen. Bereits 2001 hat Ray Kurzweil die These aufgestellt, dass das Mooresche Gesetz nur ein Spezialfall eines allgemeineren Gesetzes ist, nach dem die gesamte technologische Evolution verläuft (Stieler 2012, o. S.; Kurzweil 2001, o. S.) Es stellt sich allerdings die Frage, ob eine regelmäßige Verdoppelung der Rechnerleistung dem rasant steigenden Datenvolumen noch gerecht werden kann.

Während 2007 in allen Krankenhäusern von Hamburg ca. 1 Terabyte Daten pro Monat generiert wurde (Krüger-Brand 2007, S. 104), produzieren die Krankenhäuser einer Großstadt diese Datenmenge heute täglich. Man geht zurzeit davon aus, dass sich

²MINT: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik.

die gesamte weltweite Datenmenge alle zwei Jahre verdoppelt. Eine Verdoppelung der Datenmenge potenziert dabei die Anzahl aller möglichen Kombinationen³, was entsprechend höhere Anforderungen an die erforderliche Rechenleistung stellt. Im Zeitraum von 2016 bis 2025 soll sich das weltweite Datenvolumen von 16 auf über 160 Zettabyte⁴ vergrößern⁵.

Die Verarbeitung und Auswertung solcher Datenmengen bedarf einer enormen Rechenleistung. Die Rechenleistung eines menschlichen Gehirns wird auf 100 bis 10.000 TeraFLOPS⁶ geschätzt. Eine Playstation 4 hat laut Angaben von Sony eine Rechenleistung von 1,8 TeraFLOPS. Der Supercomputer „Piz Daint“ in der Schweiz kommt auf Rechenleistungen von knapp 19.000 TeraFLOPS. Fast doppelt so schnell ist der Tianhe-2 mit 34.000 TeraFLOPS. Aber selbst das ist nur ein Bruchteil des Sunway TaihuLight aus China, der es auf über 90.000 TeraFLOPS bringt.⁷ Diese Entwicklungen wurden neben der reinen Beschleunigung von Taktzyklen insbesondere durch Parallelverarbeitung der Daten ermöglicht (Brenner 2004, o. S.). Damit liegt die Leistungsfähigkeit heute bei einem Vielfachen des menschlichen Gehirns.

Außer dem Preisverfall im Bereich der Hardware, der einen vielfältigen und immer umfangreicheren Einsatz auch in Privathaushalten erlaubt, ist eine steigende Rechenleistung für die Entwicklung der Digitalisierung unabdingbar. Diese rasante Entwicklung und die kurzen Lebenszyklen erschweren vielen Unternehmen jedoch oft auch die Entscheidungsfindung bei kostspieligen IT-Anschaffungen. Als Alternative bieten sich dann Outsourcing oder flexible Cloud-Lösungen an.

2.2 Datentransport

Neben der Rechenleistung, also der *Datenverarbeitung*, geht es aber auch um den *Datentransport*.

Heute können mit jedem Smartphone hochwertige Fotos und Bewegtbilder produziert werden, die u. a. in sozialen Netzwerken genutzt und massenhaft geteilt werden. Auch Video-on-Demand-Dienste wie z. B. Netflix oder Amazon Prime sowie Musikanbieter wie Spotify, die ihre Produkte auch über Streaming anbieten, erfordern flächendeckende breitbandige Netze und entsprechenden Speicherplatz, um im zunehmend mobilen Massenmarkt genutzt werden zu können.

³Die Verschlüsselung der ENIGMA, die 1918 entwickelt wurde, bot 10^{23} mögliche Kombinationen. Eine Entschlüsselung mit rein menschlicher Geisteskraft war daher praktisch nicht durchführbar.

⁴Ein Zettabyte = 10^{21} Bytes.

⁵Das menschliche Gehirn hat grob geschätzt Informationen im Umfang von etwa 100 TB vgl. Tegmark M (2017) *Leben 3.0, Mensch sein im Zeitalter Künstlicher Intelligenz*. Berlin, S. 93 ff.

⁶TeraFLOPS = Billionen Gleitkommaoperationen pro Sek. (Floating Point Operations Per Second).

⁷Siehe dazu: <https://www.top500.org/list/2017/11/>. Zugegriffen 27.04.2018.

Auch wird inzwischen eine Vielzahl betrieblicher Anwendungen über das Netz gesteuert: Cloud Services ermöglichen dabei den zeit- und ortsungebundenen Zugriff auf Daten und Programme und auch die steigende Vielzahl an Devices des Internet of Things erfordern erhebliche Übertragungsbandbreiten. Ohne eine schnelle und stabile Netzverbindung funktionieren daher viele Anwendungen gar nicht. Als Übertragungswege stehen in der Regel mobile Datenverbindungen oder Festnetzverbindungen zur Verfügung, wobei die Festnetzverbindungen über Glasfaser (noch) schneller und zuverlässiger als mobile Datenverbindungen arbeiten. Nach dem 4G-Mobilfunkstandard LTE soll der 5G-Standard, an dessen Entwicklung auch das Fraunhofer Institut maßgeblich beteiligt ist, mit Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 10 GB pro Sekunde folgen (Fraunhofer 2017, o. S.).

Bei 5G geht es den Fraunhofer-Forschern aber nicht nur um Übertragungsgeschwindigkeit und Latenzzeit. Entscheidend ist auch die Zuverlässigkeit. Bei der Steuerung des Verkehrs oder bei einer Tele-Operation muss die Datenübertragung absolut zuverlässig und sicher sein. Das ist insbesondere bei Echtzeitanwendungen wie z. B. dem autonomen Fahren unabdingbar, bei dem eine mobile Netzanbindung erforderlich ist. Mobile Netzzugänge werden zunehmend zum Einsatz kommen: „Sein enormes Innovationspotenzial wird 5G beispielsweise im Bereich Industrie 4.0 entfalten. So lassen sich Roboter über den ultraschnellen Funk so steuern, als stünde der Mensch direkt am Roboter und würde ihn via Joystick und Tasten dirigieren.“ (Fraunhofer 2017, o. S.).

Der Ausbau der digitalen Netze ist insofern auch von Relevanz für die Standortwahl eines Unternehmens und des Wohnortes: Eine stabile und schnelle Datenanbindung mit ausreichender Kapazität ist mindestens so wichtig geworden wie eine Zufahrtstraße für die Lieferungen von Waren. Um beim Beispiel des autonomen Fahrens zu bleiben: Es wäre nicht hinnehmbar, dass ein autonom fahrendes Auto, das Mitarbeiter oder Waren transportiert, plötzlich einfach stehen bleibt, weil die erforderliche Netzabdeckung fehlt. Das bedeutet, dass auch bei der Entwicklung digitaler Produkte neben der Verfügbarkeit von Bandbreite stets auch die Netzstabilität und die Netzsicherheit berücksichtigt werden müssen. Ein weiterer Faktor der berücksichtigt werden muss, ist der steigende Energiebedarf: Es geht künftig nicht mehr darum ein paar hundert Teilnehmer pro Funkzelle zu versorgen, „sondern Zigtausende von Geräten und Sensoren“ (Bünder 2016, S. 22).

2.3 Internet der Dinge

Durch die Möglichkeit mobiler „Machine to Machine“-Kommunikation (=„M2M“) entstehen mit dem sogenannten „Internet der Dinge“ vielfältige Potenziale für Unternehmen: Auf der Umsatzseite durch neue Produkte, Services und Anwendungen, auf der Kostenseite können vor allem Prozessoptimierungen die Effizienz signifikant erhöhen.

So verkündet zum Beispiel die Firma Bosch Software Innovations GmbH 2018 auf ihrer Webpräsenz⁸ folgende „Vorteile des Internets der Dinge“:

- Mehr Komfort, Sicherheit und Vereinfachung für Kunden, Bewohner oder Mitarbeiter
- Neuen Wert schaffen durch neue Geschäftsmodelle und Einnahmequellen
- Unternehmensprozesse effizienter und intelligenter machen“

Welche Relevanz das Internet der Dinge haben wird, zeigt eine Studie der IDC, die prognostiziert, dass bis 2025 drei Viertel der Weltbevölkerung vernetzt sein werden. Der durchschnittlich vernetzte Mensch wird dann pro Tag stolze 4800-mal in irgendeiner Form mit vernetzten Geräten interagieren (Kroker 2017, o. S.). Weiter heißt es: *„From power grids and water systems to hospitals, public transportation, and road networks, the growth of real-time data is remarkable for its volume and criticality. Where once data primarily drove successful business operations, today it is a vital element in the smooth operation of all aspects of daily life for consumers, governments, and businesses alike“* (Reinsel et al. 2017, S. 3).

Unterstrichen werden diese Aussagen durch eine McKinsey Studie aus dem Jahr 2015: *„(...) For the applications that we size, we estimate that the Internet of Things has a total potential economic impact of \$3.9 trillion to \$11.1 trillion per year in 2025. (...)“* (Manyika et al. 2015, S. 2). Dabei sollen B2B-Geschäftsmodelle das größere Potenzial haben. Besonders profitieren werden demnach (industrielle) Fertigungsbetriebe (u. a. Prozessoptimierung), Städte (u. a. Sicherheit, Verkehr, Ressourcenmanagement) und die Logistikbranche (autonomes Fahren und Navigieren) (Manyika et al. 2015, S. 7).

Zu den Treibern des Internets der Dinge zählen:

- Miniaturisierung und Preisverfall von Hardware
- Steigende Geschwindigkeit von Rechenleistung und Übertragungsraten
- Höhere Energieeffizienz
- Funktionen der Sensorik und Aktuatorik
- Künstliche Intelligenz

Die Herausforderung besteht zunächst einmal darin, die für ein Unternehmen relevanten Entwicklungen überhaupt zu erkennen und zu verstehen. Erst dann können sie umfassend und kontextbezogen intern und extern bewertet werden, um sie schließlich verantwortungsvoll unternehmerisch zu nutzen. Dabei wird es in vielen Fällen auch organisatorisch zu tiefgreifenden Veränderungsprozessen kommen, die durchaus das gesamte bestehende Geschäftsmodell betreffen können.

⁸Siehe dazu: <https://www.bosch-si.com/de/unternehmen/ueber-uns/internet-der-dinge/iot.html>. Zugegriffen 25.04.2018.

2.3.1 Begriff und Historie

Während in den Anfängen des Computerzeitalters und des Internets für den Datenaustausch und die gegenseitige Kommunikation immer eine Mensch-Maschine-Schnittstelle erforderlich war, können Maschinen inzwischen auch ohne eine solche Schnittstelle direkt und autonom miteinander kommunizieren. Durch die Miniaturisierung und Leistungssteigerung von Prozessoren, die Entwicklung der Nahfeldkommunikation⁹ und den flächendeckenden Ausbau breitbandiger Übertragungswege wurde es möglich, viele Gegenstände und Objekte mit Prozessoren, Sensoren, Sendern und Empfängern auszustatten, um Daten zu erfassen, zu speichern und sie mit anderen Geräten auszutauschen. Dies ist heute funktions- und geräteübergreifend möglich und – sofern eine entsprechende Netzanbindung vorhanden ist – auch ortsübergreifend einsetzbar und bezahlbar.

Solche Gegenstände können mit passiven oder aktiven Komponenten bestückt werden, sodass sie entweder nur zu einer einseitigen Kommunikation wie zum Beispiel der Identifikation genutzt werden, oder aber für den beidseitigen Datenaustausch genutzt werden, der auch Interaktionen ermöglicht. Über solche Komponenten vernetzte Gegenstände bezeichnet man auch als *intelligente Objekte* („smart objects“).

Der Begriff „Internet der Dinge“ geht zurück auf Kevin Ashton vom Massachusetts Institute of Technology (MIT), der die heute populäre Formulierung „Internet of Things“, im Folgenden kurz IoT, erstmals 1999 in einem Vortrag erwähnte. Nach seiner Vision müssten Computer „die reale Welt begreifen – ohne von Menschen bedient zu werden. Sodann würden uns viele Verluste und Kosten erspart bleiben“ (Fraunhofer 2015, o. S.).

Die im MIT entwickelten Sensor- und Identifikationstechnologien gehören zu den wichtigsten technischen Voraussetzungen der „Machine to Machine“-Kommunikation. So ist es vor allem der Radio Frequency Identification (RFID) als intelligenter Lokalisierungstechnik zu verdanken, dass Objekte sich im Bereich der Nahfeldkommunikation selbst identifizieren und steuern können.

Während der Begriff des IoT eher aus dem Themenumfeld der RFID-Technologie entstand, gab es bereits 1991 die weitergehende Definition des „Ubiquitäres Computings“. Der Begriff wurde von Mark Weiser¹⁰ eingeführt. Er beschreibt 1991 „den allgegenwärtigen Computer, der unsichtbar und unaufdringlich den Menschen bei seinen Tätigkeiten unterstützt und ihn von lästigen Routineaufgaben weitestgehend befreit“ (Weiser 1991, S. 94–104). Im Folgenden wird der Begriff des IoT in diesem weiteren Sinne verwendet.

⁹„Die Nahfeldkommunikation (Near Field Communication, abgekürzt NFC) ist ein auf der RFID-Technik basierender internationaler Übertragungsstandard zum kontaktlosen Austausch von Daten per elektromagnetischer Induktion mittels loser gekoppelter Spulen über Strecken von wenigen Zentimetern und einer Datenübertragungsrate von maximal 424 kBit/s“ abgerufen bei: https://de.wikipedia.org/wiki/Near_Field_Communication. Zugegriffen 25.01.2018.

¹⁰Mark Weiser war als leitender Wissenschaftler am Xerox-Forschungszentrum im Silicon Valley tätig.

Ziel des IoT ist es, automatisch relevante Informationen aus der realen Welt zu erfassen, miteinander zu verknüpfen und im Netzwerk verfügbar zu machen, indem reale Dinge die eigenen Zustandsinformationen für die Weiterverarbeitung im Netzwerk zur Verfügung stellen. „Solche Zustandsinformationen können Informationen über die aktuelle Nutzung, über Alterung, aber auch über besondere Umweltbedingungen an dem Ort des Teilnehmers sein“ (wikipedia, Internet der Dinge, o. S.). Anhand dieser Aussage lässt sich bereits erahnen, welche Datenmengen in Zukunft zu verarbeiten sind und was das für die Anforderungen an Datenübertragungswege, Prozessoren und Energieversorgung bedeuten wird. Allerdings bedarf es zur geräteübergreifenden Nutzung gemeinsamer Schnittstellen und Standards.

Im Abschlussdokument „European Policy Outlook“ der Konferenz der deutschen Ratspräsidentschaft 2007 wird das Internet der Dinge beschrieben als „die technische Vision, Objekte beliebiger Art in ein universales digitales Netz zu integrieren. Dabei haben die Objekte eine eindeutige Identität und befinden/bewegen sich in einem ‚intelligenten‘ Umfeld“ (Gabriel et al. 2010, S. 7). Welche Auswirkungen diese Technologie für Unternehmen haben kann und noch haben wird, zeigt die von The Economist veröffentlichte Studie „The Internet of Things Business Index 2017“. Dort heißt es: „*The Internet of Things (IoT) is a key driver of the digital transformation that will enable businesses to reinvent products, services, internal operations and business models. As a result, the majority of executives surveyed by The Economist Intelligence Unit (EIU) for this report believe that following an IoT technology path is crucial to their long-term success.*“ (The Economist 2017) Rund drei Viertel der befragten Führungskräfte gaben auf die Frage, welche Auswirkungen das IoT bislang auf das allgemeine Geschäft hat, an, dass Auswirkungen bereits zu spüren sind und dass auch in Zukunft mit weiteren Auswirkungen zu rechnen ist. Lediglich 6 % nehmen an, dass das IoT weder heute noch in der Zukunft Auswirkungen auf das Geschäft haben wird.

2.3.2 Anwendungen und aktuelle Entwicklungen

Ein erster wirtschaftlicher Einsatzbereich des IoT war die Logistik: Die RFID-Technik ermöglicht eine durchgängige Steuerung und Kontrolle des traditionellen Warenverkehrs, womit Informationsflüsse zwischen den Betrieben, wie beispielsweise Abrechnungen und der Abgleich verschiedener Daten zum Warentransfer und -verbleib, entscheidend vereinfacht werden konnten (Gabriel et al. 2010, S. 8). Neben Kostensenkungspotenzialen, einer größeren Flexibilisierung und der Möglichkeit neuer Services, geht es auch um die eindeutige Identifikation und Zuordnung, was das Erkennen von Fälschungen erleichtert.

Große Potenziale werden auch im Bereich der Energiewirtschaft gesehen. Durch den Einsatz intelligenter Verbrauchszähler werden Außendienstmitarbeiter, die regelmäßig den Zählerstand vor Ort ablesen müssen, überflüssig. Der genaue Verbrauch kann rund um die Uhr durch „Smart Meter“ erfasst werden. So können problemlos Zwischenabrechnungen erstellt werden, oder der Versorger kann dem Verbraucher Tipps zum Sparen geben und in bestimmten Fällen den Strom abschalten. Auch kann die Koordination unterschiedlicher Energieproduzenten unter Einbeziehung dieser Daten gesteuert werden, sodass ein „Smart Grid“ entsteht.

Erhebliche Veränderungen zeichnen sich bereits in der Automobil- und Verkehrswirtschaft ab: Autonomes Fahren erfordert eine ständige Erfassung der Umgebung (Smart Traffic). Situationen müssen zu jedem Zeitpunkt neu bewertet und Gefahren antizipiert werden können. In einer Innenstadt, in der sich neben PKWs auch Kinder, Fußgänger, Fahrradfahrer, Mopeds, Busse, Straßenbahnen und LKWs etc. bewegen und wo oft schwer überschaubare individuelle Situationen eintreten, ist das bislang nicht zuverlässig und sicher möglich. Damit Maschinen das mindestens genauso gut oder besser können als ein Mensch, müssten wohl sämtliche Personen und Objekte die sich im öffentlichen Verkehrsraum bewegen oder sonst relevant für den Verkehr sind, zum Beispiel Verkehrszeichen und andere Verkehrseinrichtungen, vernetzt sein und miteinander interagieren können. Es gibt Situationen, die weniger komplex und daher zum Teil beherrschbar sind: Auf Autobahnen, wo sich nur Kraftfahrzeuge in eine Richtung bewegen, ist autonomes Fahren in absehbarer Zeit durchaus realisierbar. Ebenfalls gibt es heute schon Unterstützungssysteme, die selbständiges Einparken ermöglichen. Das autonome Fahren wird Prozesse und Geschäftsmodelle vieler Branchen und Lebensbereiche betreffen und sie verändern, wie zum Beispiel Stadtplanung, Straßenbau, Verkehrszeichen, Parkraumbewirtschaftung und die Logistik- oder Taxibranche.

Im Bereich der Gesundheit ergeben sich durch das Internet of Things ebenfalls große Veränderungen: In 2015 wurde in Forbes über eine Studie von MarketResearch.com berichtet, die für das Jahr 2020 einen IoT-Markt von rund 120 Mrd. US\$ allein im Bereich Healthcare prognostiziert (McCue 2015, o. S.). Die Anwendungsbereiche gehen von der Fitnesssteigerung und Gesundheitsvorsorge über die Behandlung akuter Krankheiten bis hin zur Rehabilitation. Sensoren, die entweder am oder künftig auch im Körper getragen werden, können vitale Körperfunktionen, wie Blutdruck, Puls, Atmung, Blutzucker etc., aber auch den Schlaf überwachen. So kann in dem Fall, dass es zu einer plötzlichen gesundheitlichen Verschlechterung kommt, z. B. durch Unfall oder Herzinfarkt, ein Sensor Alarm schlagen, sodass ein Notfallprozess ausgelöst wird. Ein Rekonvaleszent kann anhand von Daten seinen Genesungsverlauf verfolgen und sich Hinweise geben lassen, wie er zu einer schnelleren Genesung beitragen kann. Ebenfalls werden Assistenzsysteme („Ambient Assisted Living“) zunehmend Verwendung finden, um älteren Menschen Unterstützung im täglichen Leben zu bieten.

Im Bereich der industriellen Fertigung, können durch IoT-Anwendungen Planungs-, Steuerungs- und Überwachungsaufgaben übernommen werden. Denkbar sind künftig dezentrale autonom ablaufende flexible Prozesse, die eine zentrale Planung, Überwachung und Steuerung überflüssig werden lassen. Roboter werden mobil und sicherer. In einer ‚selbstorganisierten Fabrik‘ („Smart Factory“) werden „Werkstücke, Behälter, Fördertechnik, Werkzeugmaschinen, Messgeräte und Anlagen (...) durch die Integration von Informationstechnik zu intelligenten autonomen Fabrikobjekten, die über ein gemeinsames Netzwerk Organisationsaufgaben selbst übernehmen und untereinander regeln“ (Gabriel et al. 2010, S. 8). Diese Entwicklung wird dazu führen, dass Unternehmen nicht nur ihre Aufbau- und Ablauforganisation sondern auch ihre gesellschaftliche Funktion radikal neu denken müssen.

Einsatzbereiche finden sich auch im Haushalt und täglichen Leben: Staubsauger- oder Rasenmähroboter, smarte Kühlschränke und vernetzte Spül- und Waschmaschinen sind bereits im Handel und werden unter dem Begriff „Smart Home“ vertrieben. Hinzu kommen Services und Produkte, die das Thema Sicherheit betreffen: Scanner für die Haustür, vernetzte Brandmelder, automatische Abwesenheitserkennung, Steuern von Licht, Heizung und Belüftung, Bewegungsmelder und Kameras. Eine wesentliche Neuerung sind Spracherkennungssysteme wie sie inzwischen von verschiedenen Internetkonzernen angeboten werden: Sie nehmen Anweisungen auf und können so die bisher erforderliche Bildschirmschnittstelle ersetzen. Eine solche Schnittstelle kann insbesondere für ältere Menschen eine große Hilfe sein. Es bedarf keiner unterschiedlichen Apps mit unterschiedlicher Menüführung über eine grafische Schnittstelle mehr. Das kann sehr hilfreich bei der Nutzung von Online-Shops, Video-On-Demand und Musikangeboten oder auch dem Onlinebanking sein.

2.3.3 Chancen und Risiken

Die Chancen, die sich durch das IoT bieten, scheinen im Grunde unbegrenzt. Die Prognosen zeigen das große Potenzial. Einsatzmöglichkeiten bieten sich grundsätzlich in allen Branchen. In den Bereichen der Fertigung und im B2B-Segment werden IoT Anwendungen vor allem durch weitere Prozessautomatisierungen zu erheblichen Kosteneinsparungen und Effizienzsteigerungen führen. Eine detaillierte Analyse der Liefer-, Produktions- und Wertschöpfungsketten kann aber auch nur dann Potenziale aufzeigen, wenn ein Verständnis darüber besteht, welche technologischen Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Große Mittelständler und Konzerne sind sich dessen inzwischen meist bewusst. Aber gerade bei kleineren mittelständischen Unternehmen gibt es oft Berührungsängste und Ressourcenengpässe, die die notwendige, offene und kritische Auseinandersetzung mit dem Thema blockieren. Für die Verbraucher werden sich in Zukunft viele neue Bequemlichkeiten auf tun. Produkte, die das tägliche Leben vereinfachen, sind gefragt. Dabei ist davon auszugehen, dass die Akzeptanz der Vernetzung auch künftig in einigen Lebensbereichen und Kundensegmenten höher und in anderen Bereichen eher niedriger sein wird.

Von der Entwicklung profitieren können Hardware-, Middleware- und Softwareanbieter im Bereich der Infrastruktur sowie Netzbetreiber. Systemintegratoren und die Implementierung von Anwendersystemen werden unverzichtbarer Bestandteil. Anbieter von Verbrauchs- und Konsumgütern sowie langlebiger Gebrauchsgüter müssen sich künftig enger an Kundenprozessen und -wünschen orientieren. Kurze Lebenszyklen werden dabei zur Herausforderung für kleinere Unternehmen. Die kommerzielle Chance ist sehr groß: Neue Produkte lassen sich gut verkaufen, wenn sie den Nutzern eine Erleichterung versprechen und der Preis massenmarkttauglich ist.

Da das wirtschaftliche Potenzial des IoT so erheblich ist und für viele Unternehmen eine große unternehmerische Chance bietet, gibt es bislang seitens der Industrie nur ein wenig ausgeprägtes Interesse, die Risiken offen und transparent darzulegen. So äußerte sich mir gegenüber noch 2016 der Chief Digital Officer eines großen deutschen IoT Produzenten im Bereich Smart Home im Kontext vernetzter Kühlschränke: „Es gibt keine Risiken“.

Allein aus Gründen der Risikoversicherung und der Haftung beschäftigen sich nicht nur Unternehmen, sondern auch Regierungen und Interessensverbände mit folgenden Fragestellungen:

- Netz- und Systemsicherheit: Angriffe auf die Systeme durch Unbefugte
- Systemstabilität/Verfügbarkeit: Temporärer oder kompletter Ausfall des Systems
- Energie: Abbruch der Energieversorgung z. B. Unterbrechung der Stromzufuhr/Blackout
- Datensicherheit/Datenschutz: Unbefugte Nutzung, Missbrauch, Verarbeitung, Speicherung oder Weitergabe von persönlichen Daten sowie Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen

Im Bereich des IoT bestehen für viele Unternehmen jedoch noch weitere Herausforderungen. Während Start-ups ihr Geschäft von der „grünen Wiese“ aufbauen, müssen bereits existierende Unternehmen die erforderlichen Veränderungen im laufenden Geschäftsbetrieb und unter politischen, rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen vornehmen. Dabei kann es organisatorisch zu tiefgreifenden Veränderungsprozessen mit Auswirkungen auf das gesamte Geschäftsmodell kommen. Ein weiterer Aspekt ist die Unsicherheit: Eine Veränderung von politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen kann ein Unternehmen schnell an den Rand des Ruins bringen. Das Management steht oft vor dem „Innovators Dilemma“¹¹, da es entweder auf neue innovative Technologien setzen kann, oder Bestandsprodukte verbessern und sie wettbewerbsfähig weiterentwickeln muss.

2.3.4 Ausblick

Das Internet der Dinge bietet erhebliches Effizienzsteigerungspotenzial in vielen Bereichen. Viele Branchen werden früher oder später diese Veränderung zu spüren bekommen. Sofern irgendwann einmal jedes Objekt vernetzt sein sollte, wäre es auch lokalisierbar. Ein Verlieren oder Verlegen von Dingen wäre dann nur noch ein temporärer, unproblematischer Zustand, der durch intelligente Vernetzung und Sprachassistenzsysteme schnell gelöst werden könnte. Da Sensoren aber nicht nur den eigenen Zustand erkennen können (z. B. warm/kalt, voll/leer, senkrecht/waagrecht, stationär/in Bewegung) sondern auch in der Lage sind, miteinander zu kommunizieren, können Maschinen ohne jegliches menschliches Zutun bereits im Vorfeld erkennen, was, wann und wo etwas in welcher Menge gebraucht wird und Handlungen auslösen. Diese Handlungen werden deutlich komplexer und anspruchsvoller sein, als die Messung des „Befüllungsstands“ eines Kühlschranks mit automatisierter Nachbestellung, oder der automatischen Vereinbarung von

¹¹Das „Innovators Dilemma“ beschreibt Clayton Christen in seinem 2011 veröffentlichten Buch: „The Innovators Dilemma: Warum etablierte Unternehmen den Wettbewerb um bahnbrechende Innovationen verlieren“ ausführlich (Christen 2011).

Wartungsterminen bei Autos: Es können durchaus komplexe organisatorische oder logistische Prozesse sein. Der Fantasie sind im Grunde keine Grenzen mehr gesetzt.

Ein wesentlicher Aspekt in der weiteren Entwicklung des IoT wird das Thema der Standardisierung sein. Je mehr unterschiedliche Systeme es gibt, desto schwerer wird deren Vernetzung. Zur Beantwortung solcher Fragen gibt es bereits eine Vielzahl von Gremien. Zum Teil werden Standards aber nicht durch den Markt, sondern durch die Schaffung eines rechtlichen Rahmens gesetzt, um Verbraucherinteressen zu schützen.

Zurzeit ist die Entwicklung in vielen Bereichen schneller als die Politik und Gesetzgebung. Bei geringer Planungssicherheit scheuen viele Manager größere Investitionen. Die Energieproduzenten haben das 2015 mit der unerwarteten Energiewende zu spüren bekommen. Ein verlässlicher gesetzlicher Rahmen ist in der Zeit des Wandels jedoch schwer zu garantieren. Wie schnell das gehen kann, zeigen der Regierungswechsel in den USA 2017 und die Veränderung der politischen Stimmung in Europa.

2.4 Cloud Computing

Die schnelle Entwicklung von Speicherkapazität, Rechenleistung und Übertragungsgeschwindigkeit hat auch Raum für neue Geschäftsmodelle geschaffen. Damit Unternehmen und Privatpersonen nicht ständig neue kostspielige Hard- und/oder Software anschaffen müssen, bieten viele IT-Dienstleister Services als Netzdienst an. Solche Netzdienste werden als „Cloud Services“ oder „Cloud Computing“ bezeichnet.

2.4.1 Begriff und Historie

Die sogenannten „Cloud Services“ werden bereits seit Jahren angeboten und sind inzwischen ein etabliertes Produkt. Flächendeckender Netzausbau, schnelle Übertragungsraten und die Entwicklung des Internets waren die Grundlage zur Entwicklung netzbasierter Geschäftsmodelle. So wurde es möglich, IT-Dienstleistungen auch virtuell bereitzustellen und nach Aufwand abzurechnen. Hinter den Cloud Services steht also im Grunde der Plattformgedanke. Insbesondere aufgrund der Skalierbarkeit und bedarfsorientierter Geschäftsmodelle wurden so andere Nutzungsformen und vergleichsweise starre IT-Outsourcing-Modelle zunehmend vom Markt verdrängt (Fraunhofer 2018). Einer der Pioniere im Cloud Computing war Salesforce, die bereits 1999 Customer Relationship Management (CRM) on demand als „Software as a Service“-Anwendung über eine einfache Webseite anboten (Szer 2014, S. 50).

Das Bundesamt für Informationstechnik und Sicherheit (BSI) verwendet den Begriff nach folgender Definition:

Cloud Computing bezeichnet das dynamisch an den Bedarf angepasste Anbieten, Nutzen und Abrechnen von IT-Dienstleistungen über ein Netz. Angebot und Nutzung dieser Dienstleistungen erfolgen dabei ausschließlich über definierte technische Schnittstellen und

Protokolle. Die Spannbreite der im Rahmen von Cloud Computing angebotenen Dienstleistungen umfasst das komplette Spektrum der Informationstechnik und beinhaltet unter anderem Infrastruktur (z. B. Rechenleistung, Speicherplatz), Plattformen und Software.¹²

Es geht also um eine Anbieter-Nutzer Konstellation, bei der der Anbieter einen Service bietet, den der Nutzer auf Basis einer vertraglichen Grundlage – üblicherweise gegen Gebühr – in Anspruch nehmen kann. Der Vorteil dieser Angebote liegt in der hohen Flexibilität, kurzfristiger Skalierbarkeit, professioneller Handhabung und einem hohen Dynamisierungsgrad.

Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Anbietern: Zu den Marktführern zählen Amazon, Google, IBM und Microsoft. Es gibt aber auch alternative Dienstleister wie die Deutsche Telekom, 1&1 und Strato sowie weniger bekannte und zum Teil spezialisierte Anbieter wie Adacor, Cloudsigma, Host Europe oder Root 360.¹³ Synergy Research Group schätzt den Jahresumsatz 2015 in der Cloud Service-Branche auf annähernd 20 Mrd. US\$. Dabei stammt mehr als die Hälfte des Umsatzes aus Nordamerika (Meyer 2015, o. S.).

Ein wichtiger Aspekt bei der Auswahl eines Anbieters ist die Verfügbarkeit. Dabei geht es nicht um die Verfügbarkeit von Speicherplatz oder Rechenleistung im Sinne von Kapazität, sondern um die Ausfallzeiten. Eine Ausfallzeit von Null entspricht einer 100 %igen Erreichbarkeit, also 24 h, sieben Tage die Woche und 365 Tagen pro Jahr. Das wird jedoch kein seriöser Anbieter zusichern.¹⁴ Allerdings bedeuten 90 % Verfügbarkeit, dass das System 36,5 Tage pro Jahr nicht erreichbar ist. Für einen Onlineshop sind solche Ausfallzeiten kaum akzeptabel. Die höchste Verfügbarkeit ist die Klasse 6: Das entspricht einer Ausfallzeit von maximal 31,6 Sek pro Jahr; allerdings darf man dabei die Kosten nicht außer Acht lassen, denn je niedriger die Ausfallzeiten, desto höher der Preis, bei exponentieller Steigerung.¹⁵ Die Auswahl der Verfügbarkeitsklasse sollte demnach auf das Geschäftsmodell abgestimmt sein.

¹²Ausgangspunkt ist die Definition der US-amerikanischen Standardisierungsstelle NIST (National Institute of Standards and Technology): „*Cloud Computing ist ein Modell, das es erlaubt bei Bedarf, jederzeit und überall bequem über ein Netz auf einen geteilten Pool von konfigurierbaren Rechnerressourcen (z. B. Netze, Server, Speichersysteme, Anwendungen und Dienste) zuzugreifen, die schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion zur Verfügung gestellt werden können.*“ https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/CloudComputing/Grundlagen/Grundlagen_node.html;jsessionid=C505525DC74F49666744102285648C0D.2_cid351. Zugegriffen 19.01.2018.

¹³Einen Überblick über Cloud Services-Anbieter findet man z. B. bei tn3, vgl. dazu <https://t3n.de/news/cloud-hosting-anbieter-vergleich-865048/>. Zugegriffen 19.01.2018.

¹⁴Einen Überblick über Störungen und Ausfallzeiten gibt der Service: <http://allestörungen.de/>.

¹⁵Vgl. dazu ausführlicher: <https://t3n.de/news/hosting-ratgeber-t3n-580128/>. Zugegriffen 17.01.2018.

Zwingende Voraussetzung für die Nutzung von Cloud-Services sind ausreichend hohe Übertragungsgeschwindigkeiten: Idealerweise gibt es aus Sicht des Anwenders keinen spürbaren Unterschied, ob lokal oder auf entfernten Servern einer Cloud gearbeitet wird, auch nicht bei der Übertragung sehr großer Datenmengen.

2.4.2 Anwendungen und aktuelle Entwicklungen

Im Wesentlichen werden vier Modelle angeboten, die oft auch als Layer-System betrachtet werden:

- „Infrastructure as a Service“ (IaaS), stellt Hardware-Ressourcen über das Internet bereit und ist als unterster Layer zu betrachten. Der Anbieter stellt Server, Speicherkapazität oder Bandbreite zur Verfügung. IaaS-Kunden sind häufig Hightech-Unternehmen, die selbst über gute IT-Kenntnisse verfügen. Sie wollen Zugriff auf mehr Rechenkraft, sich aber nicht selbst um Installation und Wartung kümmern (McAfee 2012, o. S.).
- „Platform as a Service“ (PaaS) bietet vorgefertigte Arbeitsumgebungen, mit denen Anwendungen entwickelt werden können und baut auf dem Layer IaaS auf. PaaS-Dienste bringen Software-Entwicklungsumgebungen wie z. B. Java oder Python mit, sodass Kunden unverzüglich mit dem Programmieren beginnen können. PaaS nutzen häufig etablierte Unternehmen, die einen Teil ihrer Infrastruktur auslagern wollen (McAfee 2012, o. S.).
- „Software as a Service“ (SaaS), ist der oberste Layer. Er ermöglicht die Nutzung fertiger Software über das Netz. Es geht dabei um Anwendungen, die statt auf der Festplatte eines Nutzers oder im Rechenzentrum in der Cloud laufen. Beispiele sind Salesforce oder Microsoft Office 365 (McAfee 2012, o. S.).
- Ein weiteres Cloud-Geschäftsmodell ist „Business Process as a Service“ (BPaaS). Es erlaubt dem „Kunden, komplette Geschäftsprozesse zu einem Cloud-Anbieter auszulagern und durch den Einsatz von Geschäftsprozessstechnologien umzusetzen“ (Gabler Wirtschaftslexikon). Der Anbieter bietet also sowohl alle IT-Ressourcen aber auch nicht IT-basierte Dienstleistungen an, die für die Unterstützung von Geschäftsprozessen benötigt werden.

Als sogenannte „Liefermodelle“ werden die „private cloud“ und „public cloud“ differenziert: Dabei bietet die „public cloud“ Zugang für die breite Öffentlichkeit, während die „private cloud“ ausschließlich für eine Organisation betrieben wird und auch nur für diese ein Zugriffsrecht einräumt. Sogenannte „community clouds“ begrenzen sich dagegen auf einen bestimmten Anwenderkreis, wie z. B. Kommunen, Behörden oder Universitäten. Eine Mischform ist die „hybrid cloud“, sie wird kombiniert, und über standardisierte Schnittstellen von verschiedenen Institutionen gemeinsam genutzt.

Das Bundesamt für Informationstechnik und Sicherheit stellt darüber hinaus folgende fünf Eigenschaften dar, die gemäß der NIST-Definition einen Cloud Service charakterisieren:

- **On-demand Self Service:** Die Provisionierung der Ressourcen (z. B. Rechenleistung, Storage) läuft automatisch ohne Interaktion mit dem Service Provider ab.
- **Broad Network Access:** Die Services sind mit Standard-Mechanismen über das Netz verfügbar und nicht an einen bestimmten Client gebunden.
- **Resource Pooling:** Die Ressourcen des Anbieters liegen in einem Pool vor, aus dem sich viele Anwender bedienen können (Multi-Tenant Modell). Dabei wissen die Anwender nicht, wo die Ressourcen sich befinden, sie können aber vertraglich den Speicherort, also z. B. Region, Land oder Rechenzentrum, festlegen.
- **Rapid Elasticity:** Die Services können schnell und elastisch zur Verfügung gestellt werden, in manchen Fällen auch automatisch. Aus Anwendersicht scheinen die Ressourcen daher unendlich zu sein.
- **Measured Services:** Die Ressourcennutzung kann gemessen und überwacht werden und entsprechend bemessen auch den Cloud-Anwendern zur Verfügung gestellt werden.

Aber auch für kleine und mittelständische Unternehmen, können Cloud Lösungen eine gute Alternative gegenüber teurer eigener IT bieten: Bei diesen können einerseits hohe Fix- und Personalkosten anfallen, andererseits kann ein Ausfall der eigenen IT zu hohen Kosten und Kollateralschäden führen.

2.4.3 Chancen und Risiken

Für Unternehmen ist der Einsatz von Cloud Computing unter anderem wegen der kurzfristigen Anpassung von Kapazitäten (Spitzenlast), der flexiblen Nutzung und Bezahlung sowie in der Regel hoher Ausfallsicherheit interessant. Auch sind Sicherheitsstandards der großen Cloud-Anbieter den eigenen IT-Lösungen von kleinen oder mittelständischen Unternehmen meist weit überlegen und ein hoher Standardisierungsgrad bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die Effizienz zu steigern. Orts- und geräteunabhängige Services mit barrierefreiem Zugriff erweitern auch die Anwendungsfelder und den Radius von Unternehmen. Hohe Rechen- und Speicherleistung lassen es zudem zu, die an einem Ort gebündelten Daten besser und effizienter zu nutzen, statt auf fragmentierte Datensätze an unterschiedlichen Orten zugreifen zu müssen.

Aber auch in den Fragen nach der Verfügbarkeit menschlicher Ressourcen und schnellen Produktions- und/oder Bearbeitungszeiten können Cloud-Lösungen helfen. Eine dezentrale Arbeit an Projekten mit unterschiedlichen Endgeräten wie PC, Notebook, Tablet und Smartphone ist ebenso möglich wie der Einsatz von Anwendern und Entwicklern in verschiedenen Zeitzonen. So können Stillstand- und Ruhezeiten minimiert oder sogar ganz ausgeschlossen werden. Aber auch für Unternehmen, die in verschiedenen Ländern aktiv sind, bieten sich Cloud Lösungen an. Immer wichtiger wird daher auch bei der Standortwahl ein zuverlässiger, schneller und sicherer Netzzugang.

Darüber hinaus kann Cloud Computing auch aus einer bilanzieller Betrachtung interessant sein: Statt selber hohe Summen in IT-Infrastruktur zu investieren und damit gebundenes Anlagevermögen zu schaffen, sind die Kosten für den Einkauf von Cloud Services flexibel und als Betriebsausgaben anzusetzen. Gerade kleine Unternehmen und Start-ups haben so Zugriff auf professionelle Infrastruktur und Software, für die eine eigene Anschaffung zu teuer wäre und können ihren Bedarf an Rechenleistung flexibel abrufen. Dafür werden auch „pay as you grow“-Modelle angeboten.

Auch wenn es nicht eines der primären Entscheidungskriterien ist: Durch Senkung des Stromverbrauchs, weniger Ressourceneinsatz bei Endgeräten, niedrigere Transport- und Fahrkosten etc. bietet Cloud Computing aber auch die Möglichkeit, die Ökobilanz eines Unternehmens zu verbessern (Froböse 2012, o. S.).

Ein Risiko, gerade für größerer Unternehmen die Ihre IT ganz oder teilweise in Cloud Services outsourcen wollen, ist die Migration von der eigener IT in die Cloud sowie die damit verbundenen und erforderlichen Anpassungen betrieblicher Aufgaben und Prozesse. Da mit der Nutzung von Cloud Services auch ein gewisser Kontrollverlust einhergeht, sind im Vorfeld einer Migration Aspekte wie zum Beispiel die Abhängigkeit von den Vertrags- und Nutzungsbedingungen sowie die Preisentwicklung bzw. -prognose des jeweiligen Anbieters zu prüfen. Aber auch Vorschriften der Compliance sowie die rechtlichen und gesetzlichen Rahmenbedingungen, das Marktumfeld, die finanzielle Solidität sowie die politische Situation und Stabilität im Land des Anbieters sollten genau geprüft werden: Wo stehen die Server, wer hat welche Zugriffsrechte? Das ist auch vor dem Hintergrund gezielter Industriespionage eine relevante Frage. Eine Rückmigration auf eigene Systeme oder die Systeme eines anderen Anbieters ist sehr aufwendig und teuer: Es besteht die Gefahr eines Anbieter Lock-In Effekts: „Der Wechsel von einem Cloud Anbieter zu einem anderen gestaltet sich aufgrund der derzeit fehlenden Standards als sehr schwierig“ (Szer 2014, S. 50).

Die Risiken werden von Nutzern aber vor allem in den Bereichen Datenschutz, Datensicherheit und Verfügbarkeit/Stabilität gesehen. Wobei es oft bei ersteren auch zu nicht rationalen Entscheidungen kommt: Die Sicherheitssysteme und Standards von Cloud Anbietern sind in der Regel extrem hoch, da Vertrauen die Grundlage für das Geschäftsmodell ist. Eigene Systeme zu betreiben und abzusichern erfordert nicht nur das entsprechende Know-how, sondern ist auch in Betrieb und Wartung sehr aufwendig. Andererseits sind Angriffe auf Cloud Anbieter für kriminelle Organisationen deutlich interessanter, weil dort auch mehr zu holen ist oder, je nach Absicht, auch größerer Schaden angerichtet werden kann. Je mehr Services am Markt über die Cloud genutzt werden, desto höher das Risiko, dass ein Ausfall oder ein böswilliger Angriff fatale Folgen hat. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn ein Anbieter große Marktmacht hat.

2.4.4 Ausblick

Als flexible, dynamische und leistungsstarke Infrastruktur sind Cloud Services ein wesentlicher Treiber der Digitalisierung. Diese Entwicklung wird sich fortsetzen, denn der Digitalisierungsgrad vieler Unternehmen ist noch ausbaufähig. Viele kleine und

mittelständische Unternehmen nutzen zwar bereits digitale Produkte, aber oft fehlen durchgängige Standards. Auch bei großen Unternehmen besteht noch viel Potenzial.

Besseres Know-how in Bezug auf Anwendungsmöglichkeiten sowie Chancen und Risiken, Angebot an Fachpersonal, Planbarkeit von Implementierung und Betriebskosten, Datensicherheit, Rechtssicherheit und politische Stabilität und Unabhängigkeit von Anbietern bieten unternehmerisches Potenzial für Anbieter und Anwender von Cloud Services. Insbesondere die Entwicklungen im Bereich des IoT, gerade bei komplexen Prozessen wie dem autonomen Fahren, erfordern darüber hinaus immer höhere Anforderungen an Cloud Services, wobei hohe Rechenleistung, stabile Performance und zuverlässige, sichere und schnelle Datenübertragung entscheidende Erfolgsfaktoren sein werden.

2.5 Big Data

Im Gegensatz zu den Rohstoffen und Bodenschätzen dieser Erde, die allesamt knapp sind, verhält es sich bei den digitalen Daten anders: Täglich werden neue Bits und Bytes in Form von Fotos, Texten jeglicher Art, Sprache, Zahlen, Videos sowie animierten Formaten geschaffen, was zu einem massiven Anstieg verfügbarer Informationen führt. Keines der „In-Out Prinzipien“ muss angewendet werden, denn digitale Daten werden heute aufgrund der verfügbaren und kostengünstigen Speicherplätze kaum noch gelöscht, es sei denn gesetzliche Regelungen sehen etwas Anderes vor. Auch wenn das Handling dieser Daten eine Herausforderung darstellt, steigt der Wert von Daten trotz inflationärer Entwicklung an.

2.5.1 Begriff und Historie

Big Data steht im weitesten Sinne für jegliche Form von großen digitalen Datenmengen, die mit konventionellen Methoden nicht mehr auszuwerten sind, zumindest nicht mit einem angemessenen Aufwand. Bei Big Data geht es um die Erfassung, zielgerichtete Verarbeitung und Nutzung von Massendaten. Mit Hilfe von Programmen können diese Datenmengen strukturiert, prozessiert, transportiert, verteilt, analysiert und gespeichert werden.

Mit den Enthüllungen von Edward Snowden über die systematische Erfassung von Daten durch die Geheimdienste der USA und anderer Länder wurde der Begriff der Big Data populär. Durch die Aufdeckung der Aktivitäten von Geheimdiensten und staatlichen Organen rund um die Programme PRISM und XKeystore wurde transparent, mit welchen riesigen Datenmengen gearbeitet wird und was alles damit gemacht wird bzw. werden kann. Dabei ging es zunächst um das willkürliche Erfassen, Sammeln, Speichern und Auswerten großer Datenmengen. Nachweisliches Ziel war es jedoch, *alle* Daten zu erfassen (Greenwald 2014, S. 147). Bereits „Mitte 2012 bearbeitete die NSA über 20 Mrd. Kommunikationsereignisse (im Internet und per Telefon) auf der ganzen Welt – pro Tag!“ (Greenwald 2014, S. 148).

Während Regierungen und Militär bei der Nutzung von Big Data vorwiegend Interesse an Themen wie der nationalen Sicherheit haben mögen, verfolgen die großen Internetkonzerne