

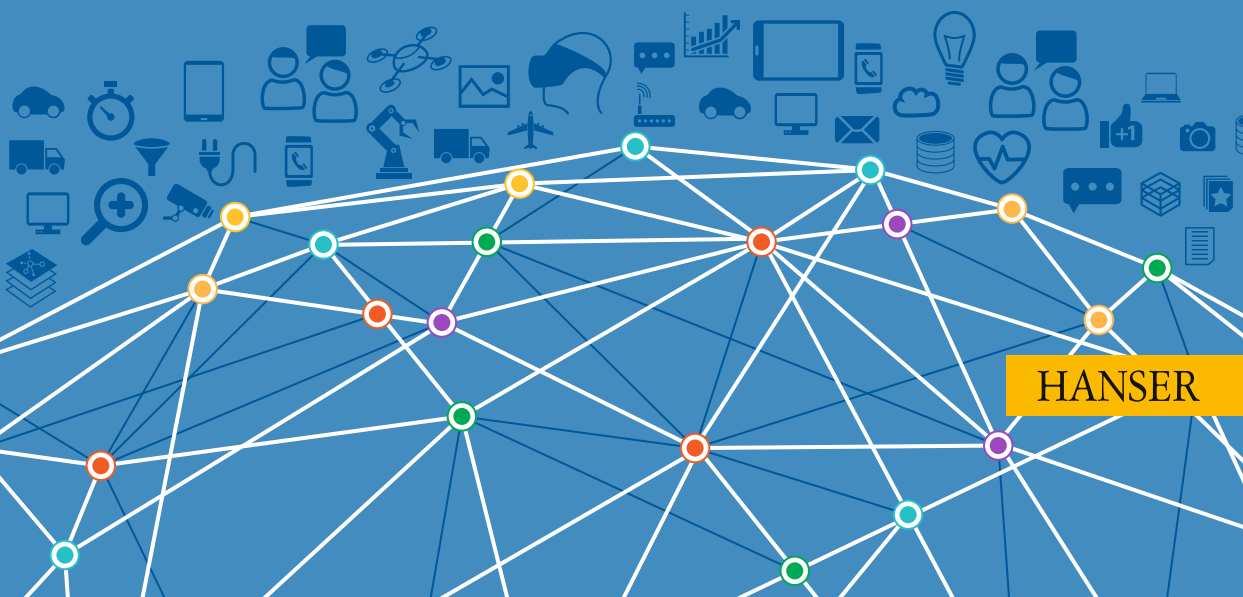
Arndt Borgmeier
Alexander Grohmann
Stefan F. Gross

Smart Services und Internet der Dinge

Geschäftsmodelle, Umsetzung
und Best Practices

Industrie 4.0, Big Data, Machine Learning, Blockchain,
Additive Fertigung, Kooperations-Ökosysteme

2., vollständig überarbeitete Auflage



HANSER

Borgmeier/Grohmann/Gross

**Smart Services und Internet der Dinge:
Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices**

Arndt Borgmeier
Alexander Grohmann
Stefan F. Gross

Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices

Industry 4.0, Big Data, Machine Learning, Blockchain,
kollaborative Ökosysteme, Human Centricity

2., vollständig überarbeitete Auflage

HANSER



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Print-ISBN 978-3-446-46925-9

E-Book-ISBN 978-3-446-47140-5

ePub-ISBN 978-3-446-47305-8

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 Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen dargestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen.

Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Darstellungen und Daten mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen in folgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Darstellungen oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Rechte aller Grafiken und Bilder liegen bei den Autoren.

© 2022 Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, München

www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Lisa Hoffmann-Bäumel

Herstellung: Carolin Benedix

Satz: Eberl & Koesel Studio, Altusried-Krugzell

Coverrealisation: Max Kostopoulos

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

Inhalt

Vorwort	XV
TEIL A: Smart Services und Internet der Dinge: State of the art	1
1 Digitale Transformation, Digitalisierung, das Internet der Dinge und Geschäftsmodelle	3
<i>Alexander Grohmann, Arndt Borgmeier, Stefan Hable</i>	
1.1 Digitalisierung und digitale Transformation	3
1.1.1 Digitalisierung	4
1.1.2 Digitale Transformation	5
1.1.3 Modelle und Elemente der digitalen Transformation	7
1.1.4 Status Quo	10
1.2 Technologische Konzepte	11
1.2.1 Das Internet der Dinge	13
1.2.2 Die Industrie 4.0	14
1.2.3 Big Data	15
1.2.4 Machine Learning	15
1.2.5 Blockchain	17
1.3 Smart Services	18
1.3.1 Daten als Basis neuer Services	18
1.3.2 Transformation von Geschäftsmodellen durch Data Driven Services	19
1.4 Kooperationsökosysteme	20
1.4.1 Definition und Funktionsweise	20
1.4.2 Wirtschaftlicher Nutzen der Plattformökonomie	21
1.5 Fazit	23
1.6 Literatur	24

2	Smart Products und Smart Services entwickeln – Herausforderungen und Erfolgsfaktoren	29
	<i>Alexander Grohmann, Michael Jungmann, Roman Wambacher</i>	
2.1	Herausforderungen und Erfolgsfaktoren	29
2.1.1	Paradigmenwechsel beim Leistungsangebot	30
2.1.2	Paradigmenwechsel bei der Wertschöpfung	31
2.1.3	Umsetzungsstrategie	32
2.1.4	Neue Kompetenzen und digitale Kultur	33
2.1.5	Lebenszyklen von Technologien und Produkten	35
2.1.6	Unternehmensorganisation und -prozesse	35
2.1.6.1	Vertriebsorganisation	36
2.1.6.2	After Sales oder Kundendienst	37
2.1.6.3	Verwaltung	38
2.1.6.4	Wandel der Organisation	38
2.1.7	Amortisation der Investition	39
2.2	Methodik zur Entwicklung von Smart Services	39
2.2.1	Gestaltung von Products und Smart Services	40
2.2.2	Organisationsentwicklung	41
2.2.3	Vertriebsentwicklung	41
2.2.4	Lösungsumsetzung	41
2.2.5	Markteintritt und Feedback	42
2.3	Zusammenfassung	42
2.3.1	Beeinflussbare und nicht-beeinflussbare Erfolgsfaktoren bei der Digitalisierung	42
2.3.2	Der Produktlebenszyklus als weitere Einflussgröße auf den Erfolg der Digitalisierung	43
2.4	Fazit	44
2.5	Literatur	44
3	Kollaborative Ökosysteme – Grundlagen, Governance kollaborativer Wertschöpfung und Best Practice	45
	<i>Sebastian Pforr</i>	
3.1	Digitalisierung, Value Proposition und kollaborative Wertschöpfung ...	45
3.2	Ökosysteme: Governance innovativer Wertschöpfungsräume	49

3.3	Wertschöpfung neu gedacht – ganz praktisch	51
3.4	Die Zukunft ist dezentral	54
3.5	Fazit	55
3.6	Literatur	56
TEIL B: Systeme, Methoden und Prinzipien		59
4	Sechs Prinzipien für datenbasierte Dienstleistungen der Industrie	61
	<i>Tobias Harland, Marco Husmann, Philipp Jussen, Achim Kampker, Volker Stich</i>	
4.1	Einleitung	61
4.1.1	Problemstellung aus Theorie und Praxis	61
4.1.2	Vorgehensweise und Methodik	63
4.2	Sechs Prinzipien erfolgreicher Dienstleistungsentwicklung	63
4.2.1	Prinzip 1: Kunden beteiligen, um eine kundenzentrierte Value Proposition zu entwickeln	64
4.2.2	Prinzip 2: Nutzung vielfältiger Quellen, um neue Ideen zu generieren	65
4.2.3	Prinzip 3: Risikominimierung durch kollektiven Bewertungsprozess	67
4.2.4	Prinzip 4: Validierung von Konzepten im Markt mit Minimum Viable Services	68
4.2.5	Prinzip 5: Systematisches Lernen, basierend auf Erfahrungen am Markt	70
4.2.6	Prinzip 6: Formalisierter iterativer Innovationsprozess	71
4.3	FIR-Service-Innovation-Zyklus zur Entwicklung industrieller, datenbasierter Dienstleistungen	72
4.4	Fazit	76
4.5	Literatur	77
5	Smart Service Lifecycle Management in der Luftfahrtindustrie	79
	<i>Mike Freitag, Oliver Hämmerle, Carl Hans</i>	
5.1	Einleitung	79
5.2	Smart Services als neue Herausforderung	80

5.3	Smart Service Lifecycle Management	81
5.3.1	Smart Services	81
5.3.2	Prozessmodell	83
5.4	Service Lifecycle Management im Unternehmen FTI	84
5.4.1	Entwicklung eines Smart Services	88
5.4.2	Auswahl von Prozessmodulen bei FTI	90
5.5	Fazit	93
5.6	Literatur	94

TEIL C: Die menschliche Komponente im digitalen Kontext 95

6 Leadership 4.0: Erfolgreiche Führung in Zeiten des digitalen Wandels 97

Stefan F. Gross

6.1	Die Welt ändert sich, Führung auch: der Bedarf an Leadership 4.0	97
6.2	Eine Welt permanenten Wandels: Disruption als Normalität	99
6.2.1	Zentrale Treiber des technologischen Wandels	99
6.2.2	Zentrale Treiber des gesellschaftlichen Wandels	100
6.2.3	Die Tiefenwirkung der Transformation: Der digitale Wandel ist ein kultureller Wandel	102
6.3	Fünf zentrale Herausforderungen für Unternehmen	103
6.3.1	Verstehen und Integrieren digitaler Technologien	104
6.3.2	Gestalten zukunftsfähiger Geschäftsmodelle	104
6.3.3	Gestalten zukunftsfähiger Kundenbeziehungen	105
6.3.4	Steigern der Transformationskompetenz und Transformationsgeschwindigkeit	105
6.3.5	Anpassung von Strukturen und Prozessen	106
6.4	Fünf zentrale Herausforderungen für Führung	107
6.4.1	Initiieren und Leiten der digitalen Transformation des Unternehmens	107
6.4.2	Umgehen mit Diversität	108
6.4.3	Umgehen mit der Veränderung von Machtverhältnissen	108
6.4.4	Aufbauen und Führen von Teams und Netzwerken	109
6.4.5	Gesteigerte Bedeutung der Persönlichkeit des Führenden	110

6.5	Die Merkmale und Prinzipien von Leadership 4.0: Eine Handlungsanleitung	111
6.5.1	Digitaler Mindset	111
6.5.2	Digitale Kompetenz	112
6.5.3	Erwartungen der Digital Natives	113
6.5.4	Sinnstiftung	114
6.5.5	Freiheit	115
6.5.6	Die Bausteine von Vertrauen	116
6.5.7	Teams und Netzwerke	118
6.5.8	Mutual Mentoring	119
6.5.9	Emotionen: Der Mensch im Mittelpunkt	120
6.6	Fazit	121
6.7	Literatur	121
7	Smart Services im Customer Service Management	123
	<i>Claus W. Gerberich</i>	
7.1	Megatrends in Gesellschaft, Technologie und Wirtschaft	123
7.1.1	Die Nutzenkategorien für den Kunden	124
7.1.2	Die Digitalisierung der Werkzeuge – Service Management in der Zerspannung	125
7.1.3	Der Wandel im Customer Service	126
7.1.4	Der Einfluss des Internet of Things auf Unternehmen	126
7.1.5	Der Wandel vom Produkthanbieter zum Lösungsanbieter	126
7.2	Aktives Service Management	128
7.2.1	Die Etablierung einer Servicekultur	129
7.2.2	Vier Grundsätze im Service Management	130
7.2.3	Wertschöpfungsketten	130
7.2.4	Internet of Things	131
7.3	Umsätze und Monetarisierung	132
7.3.1	Subscription-Modelle	133
7.3.2	Predictive Maintenance – Der neue individuelle Service in Echtzeit	133
7.3.3	Innovatives Pricing – Pay per Use	133
7.3.4	Die Customer Journey	134

7.4	Customer Service Management	135
7.4.1	Robotic Process Automation	136
7.4.2	Kundenkontakte konsolidieren	136
7.4.3	Chatbots	137
7.4.4	Technologie und Service Mindset	138
7.5	Fazit	139
7.6	Literatur	139
8	Potenziale von Messenger Bots für Social Media	141
	<i>Ralf-Christian Härting, Philipp Weller und Jörg Büechl</i>	
8.1	Einführung	141
8.2	Künstliche Intelligenz	142
8.3	Messenger Bots auf Facebook	144
8.4	Messenger Marketing	145
8.5	Anwender und Anbieter	146
8.6	Fallstudie	149
8.7	Fazit	151
8.8	Literatur	152
	TEIL D: Best Practices	155
9	Digitale Servicelösungen und intelligente Instandhaltung am Beispiel „Rittal Smart Service“	157
	<i>Judith Köttsch</i>	
9.1	Einleitung	157
9.2	Vernetzung als Basis für intelligente Instandhaltung	158
9.2.1	Von Big Data zu Smart Data	159
9.2.2	Kunden-Use-Cases und Nutzen	161
9.2.3	Vorteile und Nutzen von Smart Service aus Herstellersicht	164
9.3	Technische Voraussetzungen und Architektur	165
9.3.1	Zentrale Elemente der Digitalisierung	165
9.3.2	Hybrid Cloud – individuelle Abwägungen sind erforderlich	171
9.3.3	Vorteile einer Edge-Lösung	171
9.4	Vorgehensweise bei der Umsetzung	172
9.4.1	Ermittlung der Kundenbedürfnisse	172

9.4.2	Pilotkunden für Proof of Concept-Phase gewinnen	172
9.4.3	Geschäftsmodellentwicklung und Monetarisierung	173
9.5	Handlungsempfehlungen und Lessons Learned	178
9.5.1	Schaffung organisatorischer Voraussetzungen und Berücksichtigung der Digitalisierungsstrategie bei der Produktentwicklung	178
9.5.2	Aufbau von Kernkompetenz	179
9.5.3	Schaffen der Vertriebsstrukturen für den Verkauf von digitalen Lösungen	179
9.6	Fazit	180
9.7	Literatur	181
10	Digitalisierung und Komplexitätsmanagement im B2B-Einkauf – Vorstellung der Methode „Variance Cube of Purchasing“	183
	<i>Christian Uhl</i>	
10.1	Problemstellung aus Theorie und Praxis	183
10.2	Vorgehensweise und Methodik	184
10.3	Der B2B-Einkauf als Kontrollzentrum für Varianz innerhalb des Unternehmens	185
10.4	Variance Cube of Purchasing (VCP)	189
10.4.1	Funktion des VCP	190
10.4.2	VCP – Produktdimension	190
10.4.3	Kosten- und Varianztreiberanalyse	192
10.5	Fazit	193
10.6	Literatur	193
11	IoT @ Kärcher – vom klassischen Maschinenbau zu Industry as a Service	197
	<i>Friedrich Völker</i>	
11.1	Einleitung	197
11.2	Die Vernetzung der Reinigung am Beispiel von „Kärcher Fleet“	198
11.2.1	Nutzen für Kunden	198
11.2.2	Nutzen für das Unternehmen	200
11.2.3	Technische Infrastruktur	200

11.3	Herausforderungen bei der Einführung von IoT-Lösungen	202
11.3.1	Kundenfokussierte Produktdefinition	202
11.3.2	Projektmanagement	203
11.3.3	Hard- und Softwareentwicklung	204
11.3.4	Geschäftsmodell und Return on Investment	205
11.3.5	Organisation, Prozesse und Unternehmenskultur	206
11.4	Fazit und Ausblick	206
12	Modell zur Entscheidungsfindung zum Schutz von geistigem Eigentum digitaler Produkte und Smart Services	209
	<i>Edda Celine Müller, Anja Mergheim, Boris Alexander Feige, Jörg Niemann</i>	
12.1	Einleitung	210
12.1.1	Schutzrechte für die Software digitaler Produkte und Smart Services	211
12.1.2	Methodik	211
12.2	Entscheidungsmodell im Patentmanagement	212
12.2.1	Strategie	213
12.2.2	Entwicklung	215
12.2.3	Validierung	217
12.2.4	Ausführung	219
12.3	Fazit und praktische Implikation	221
12.4	Literatur	222
	TEIL E: Lessons Learned: Die erfolgreiche Umsetzung	223
13	Digitale Transformation erfolgreich meistern: Ein Werkzeug zur systematischen Vorbereitung	225
	<i>Gerhard Gudergan, Boris A. Feige, Ruben Conrad und Alexander Kwiatkowski</i>	
13.1	Einleitung	225
13.2	Grundlagen und Konzepte	226
13.2.1	Unternehmerische Handlungsdimension	228
13.2.2	Handlungsdimensionen und -felder für die digitale Transformation	231

13.3	Umsetzung eines Werkzeugs zur systematischen Vorbereitung	233
13.4	Praktische Anwendung des Werkzeugs	234
13.5	Fazit	237
13.6	Literatur	238
14	Leitfaden zur Entwicklung von innovativen digitalen Services für die Industrie	241
	<i>Stephan Verclas</i>	
14.1	Thesen und Prognosen zur Digitalisierung und zur digitalen Transformation	241
14.1.1	Digitalisierung und digitale Transformation	241
14.1.2	Die Digitalisierung im Alltag ist heute allgegenwärtig	242
14.1.3	Prognosen zur Zukunft	243
14.1.4	Thesen zur Digitalisierung	243
14.2	Innovationsmethoden für die Entwicklung von digitalen Services	244
14.3	Ideen generieren – Ideation	249
14.3.1	Pain Points identifizieren	249
14.3.2	Kundenanforderungen erfassen	250
14.3.3	Geschäftsmodell analysieren	251
14.3.4	Status der Digitalisierung analysieren	252
14.3.5	Analyse des digitalen Reifegrades	253
14.3.6	Digitale Vision entwickeln	253
14.4	Ideen evaluieren	254
14.4.1	Greenfield-Ansatz	254
14.4.2	Ideen entwickeln	255
14.4.3	Digitale Potenziale ermitteln	255
14.4.4	Best Practices analysieren	256
14.4.5	Draft des neuen, idealen Soll-Prozesses	256
14.5	Ideen validieren und Lösungsideen beschreiben	257
14.5.1	Brownfield-Reflektion	257
14.5.2	Ideen bewerten anhand klarer Kriterien	257
14.5.3	Business Model	258
14.5.4	Kosten-Nutzen-Analyse	258
14.5.5	Ideen priorisieren	259

14.5.6 Strategischer Fit	259
14.5.7 Lösungsideen beschreiben	260
14.6 Fazit	261
14.7 Literatur	262
15 Erfolgreicher Vertrieb digitaler Dienstleistungen	265
<i>Arndt Borgmeier, Christina Buchholz, Alexander Grohmann, Manuel Nagel und Tim Schöllkopf</i>	
15.1 Dienstleistungen und seine anspruchsvollen Konsequenzen aus Vertriebssicht	266
15.2 Vielfältige Herausforderungen für den Vertrieb	269
15.3 Abgeleitete Lösungsansätze für den Vertrieb von Smart Services	270
15.4 Fazit und Ausblick	276
15.5 Literatur	279
Anhang	
Abkürzungsverzeichnis	283
Community	287
Die Herausgeber	287
Die Autoren	289
Index	303

Vorwort

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

Sie halten die vollständig überarbeitete 2. Auflage unseres Werkes in Händen. Seit dem Erscheinen der 1. Auflage in 2017 hat sich die digitale Transformation weiter beschleunigt und alle Industrien und Branchen erfasst. Erweiterte oder neue Technologiefelder und Anwendungsmöglichkeiten bieten Unternehmen zusätzliche Chancen, verschärfen gleichzeitig aber auch den Wettbewerb und Innovationsdruck.

Der vorliegende, entsprechend aktualisierte Sammelband soll Ihnen vor diesem Hintergrund weiterhin ein fundierter und umfassender Ratgeber sein. Er liefert Ihnen einen „State of the art“-Überblick über die Bereiche Industrie 4.0, Big Data, Machine Learning, Blockchain, kollaborative Ökosysteme und Human Centricity und zeigt Ihnen, wie es im digitalen Zeitalter gelingt, profitable Geschäftsmodelle und Smart Services zu entwickeln und umzusetzen. Erfasst werden der B2B- und der B2C-Bereich.

Dabei wird im Buch der Tatsache Rechnung getragen, dass sich, dem typischen Entwicklungsmuster von Innovationen folgend, die praktischen Aufgaben für Unternehmen in vielen Fällen verschieben. Die Herausforderungen liegen nicht mehr allein oder hauptsächlich im Bereich der eigenen technischen Befähigung, sondern zunehmend auf Feldern wie dem Aufbau erfolgreicher Serviceorganisationen, der Verknüpfung unterschiedlicher Systemelemente, der Interaktion beteiligter Partner oder der erfolgreichen Vermarktung und Kundeneinbindung. Entsprechend werden verstärkt auch Aspekte wie Leadership, interaktionsspezifisches Verhalten oder Governance betrachtet.

Großen Wert haben wir dabei auf die Verbindung wissenschaftlicher Fundierung und hoher Praxisorientierung gelegt, was in der Einbeziehung einer Vielzahl an Best Practices und konkreter Lösungs- und Handlungsanleitungen zum Ausdruck kommt.

Besonderer Dank gilt dabei den an diesem Werk beteiligten Autoren und Experten. So umfasst das Werk 15 Beiträge, an denen 33 Autorinnen und Autoren mitgewirkt haben, die Herausgeber eingeschlossen. Die Autorinnen und Autoren vertre-

ten eine große Vielfalt unterschiedlicher Organisationen, darunter fünf namhafte Forschungsinstitute und Transfereinrichtungen, sieben Lehrstühle als Professoren sowie Bestsellerautoren, erfahrene Coaches und viele Unternehmen. Die Bandbreite und Positionierung der Autoren-Community belegt die in diesem Buch gebündelte Wissenschafts- und Praxiskompetenz auf dem Feld der digitalen Transformation und der Smart Services (einen Überblick über unsere Community finden Sie am Ende des Buches).

Beim Studium des vorliegenden Werkes wünschen wir Ihnen eine inspirierende Lektüre und wertvolle Einsichten und Erkenntnisse!

Prof. Dr. Arndt Borgmeier, Prof. Dr. Alexander Grohmann, Dipl.-Kfm. Stefan F. Gross

TEIL A:

**Smart Services und
Internet der Dinge:
State of the art**

1

Digitale Transformation, Digitalisierung, das Internet der Dinge und Geschäftsmodelle

Alexander Grohmann, Arndt Borgmeier, Stefan Hable



Abstract

Obwohl wir erst am Anfang stehen, ist eines schon jetzt klar: Die vierte industrielle Revolution, auch digitale Transformation genannt, ist der größte Wandel, den die menschliche Zivilisation je erlebt hat [Wel 18]. Doch wir fangen gerade erst an zu begreifen, welche Potenziale und Möglichkeiten sich daraus ergeben. Um diese entfesseln, nutzen und gestalten zu können, ist es wichtig, sich mit allen Aspekten dieser vierten industriellen Revolution auseinanderzusetzen.

In diesem Kapitel wird aus techno-kommerzieller Sicht zunächst geklärt, welche technologischen Entwicklungen wegbereitend dazu beigetragen haben, dass digitale Transformation überhaupt entstehen konnte. Dann wird auf die Frage eingegangen, was damit genau gemeint ist und was sie bedeutet. Es wird untersucht, wie sie sich genau zusammensetzt, welche Potenziale und Möglichkeiten sich besonders aus wirtschaftlicher Sicht daraus ergeben und wie die digitale Transformation umgesetzt werden kann. Anschließend werden einige der technologischen Konzepte beleuchtet, die maßgeblich zu ihrer Leistungsfähigkeit beitragen. Dass die digitale Transformation neue Möglichkeiten bereithält, Werte zu schaffen und neue Produkte sowie Dienstleistungen entstehen zu lassen, zeigen die Smart Services. Sie ändert aber nicht nur, wie Werte heute und zukünftig generiert werden, sondern auch, wie diese Werte durch neue Formen der Kollaboration entstehen können.

■ 1.1 Digitalisierung und digitale Transformation

Über 20 Jahre vor der Entwicklung des World Wide Web, also Anfang der 1960er-Jahre, entstanden die ersten Vernetzungen zwischen Rechnern. Dies sind die Geburtsjahre des Internets, das bisher nicht, wie von Robert Metcalfe 1996 prognostiziert, wie eine spektakuläre Supernova in einem katastrophalen Kollaps unterging, sondern präsent ist wie nie. Heute gibt es in Deutschland 62,4 Millio-

nen Internetnutzer [Sta 21]. Dies entspricht 81,7% der Bevölkerung [Sta 21a]. Im Jahr 1997 waren es gerade einmal 4,1 Millionen Menschen, also 6,5% der damaligen Bevölkerung in Deutschland [ARD 14]. Wir sind in der „digitalen Realität“ [Sch 17] angekommen. Dies zeigt auch der folgende Blick: Monatlich erscheinen im deutschsprachigen Raum rund 15 neue Bücher zu sämtlichen Facetten der Digitalisierung, Konferenzen finden dazu statt, und renommierte Wissenschaftsjournale rufen überproportional oft zu Forschungsbeiträgen ausgewählter Fragestellungen im Kontext der Digitalisierung auf. Eine weitere Feststellung darf gemacht werden: Die Einschränkungen durch COVID-19 auf unser gesellschaftliches Leben und unser Sein wirkt auf die Digitalisierung wie ein Katalysator [Bit 1]: extrem beschleunigend, ohne dass sie dabei selbst verpufft. Ob das gut oder schlecht ist, lässt sich aktuell schwer einordnen. Zieht man auch hier einige renommierte Publikationen heran, finden wir Reflektierendes, teils Kritisches zum Thema: Harari beispielsweise schreibt in seiner umfassenden „Geschichte von Morgen“ vom Homo Deus, von Datenreligion und in diesem Zusammenhang davon, dass der Homo sapiens die Kontrolle verliert [Hom 16]. Auffallend oft wird derzeit unsere wirtschaftliche Entwicklung im digitalen Wandel diskutiert und die Sinnfrage gestellt. Wie sieht der Weg zu einer neuen Wirtschaft aus [Maz 12]? Wie werden und sollen wir uns im Kontext der Digitalisierung als Gesellschaft entwickeln [Nas 12]? Welche ethischen Folgen hat unser wirtschaftliches Denken im Kontext zunehmender Ungleichheit in der Welt, befeuert durch Automatisierung und Künstliche Intelligenz [Ald 19], bis hin zu Ratgebern über die Kunst des digitalen Lebens und wie wir die Informationsflut als Folge der Digitalisierung meistern [Dob 13]?

Dieses Buch wirft nun in seiner zweiten, vollständig überarbeiteten Auflage mit vielen neuen wissenschaftlichen Beiträgen und Best Practices den techno-kommerziellen Blick auf die Digitalisierung und den digitalen Wandel.

1.1.1 Digitalisierung

Digitalisierung wird zumeist mit der Überführung von analogen Daten und Zuständen in ein digitales, also elektronisches Format beschrieben, wie beispielsweise der Wechsel von einer analogen Kundenkartei zu einer digitalen Datenbank [Heu 18]. Eine weitere Darstellung beschreibt sie als wertefreie Wandlung bestehender Prozesse respektive das Schaffen neuer Prozesse, Produkte und Technologien durch den Einsatz von Informationstechnologie [Sch 16, S. 38]. Dabei lässt sich sofort feststellen, dass der deutsche Begriff der Digitalisierung gleich zwei angloamerikanische Pendanten bedient; die „Digitization“ und die „Digitalization“. „Digitization“ steht in diesem Fall nun für die bereits erwähnte Umwandlung analoger Daten in digitale Zustände. Diese digitalisierten Daten sind in den meisten Fällen leichter und schneller aufzubewahren, zu teilen und zu verarbeiten als ihre analogen Vorgänger. Dadurch wird der Prozess per se digitalisiert, was der „Digita-

lization“ entspricht, also dem Überführen von Prozessen in eine digitale Version ihrer selbst. So kann optimiert und effizienter gearbeitet werden. Diese Möglichkeit allein schafft jedoch neben Effizienzgewinnen und Ressourceneinsparungen keine weiteren wirtschaftlichen Vorteile und steht fernab der sogenannten „digitalen Transformation“.

Die Digitalisierung ist also ein technologiegetriebener, systematischer und stetig voranschreitender Prozess. Das bedeutet, dass die Möglichkeiten, welche Daten wie, in welcher Geschwindigkeit für welchen Zweck umgewandelt und verwertet werden können, von den zur Verfügung stehenden Technologien abhängen. Solche Technologien gibt es viele, in unterschiedlichsten Stadien der Entwicklung, und es kommen stetig neue hinzu. In diesem Buch wird den folgenden „Technologien“ stellvertretend besondere Aufmerksamkeit geschenkt: dem Internet der Dinge, der Industry 4.0, der Big Data, dem Machine Learning und der Blockchain.

1.1.2 Digitale Transformation

Die digitale Transformation beschreibt einen Veränderungsprozess, welcher durch die Digitalisierung per se, deren digitale Technologien und den daraus resultierenden Möglichkeiten, neue Werte zu schaffen, angetrieben wird.



Die digitale Transformation einer Organisation ist ebenso komplex und vielschichtig wie sie selbst. Veränderungsprozesse müssen deshalb auf vielen Ebenen zumeist parallel ablaufen. Dies resultiert in der digitalen Transformation von Daten, Prozessen, Produkten, Geschäftsmodellen und der Organisation mit all seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern selbst.

In einer vom BDI beauftragten Studie stellen Roland Berger Strategy Consultants das in Bild 1.1 dargestellte Modell vor, welches die verschiedenen Ebenen der Transformation in einen anschaulichen Zusammenhang stellt und zeigt, wie sich die digitale Transformation zusammensetzen kann [Blo 15]. Nach Roland Berger wirkt die digitale Transformation aus den vier „Kernhebeln“ digitale Daten, Automatisierung, Vernetzung und digitaler Kundenzugang (innerer Kreis) heraus bis hin zu marktseitig nutzbaren Anwendungen und Applikationen (äußerer Kreis). Der erste dieser Kernhebel, die digitalen Daten, stellt die digitale Transformation eben dieser dar. Dabei werden digitale Daten erfasst, verarbeitet, ausgewertet und so aufbereitet, dass sie möglichst immer und von überall verfügbar sind. Daraus ergeben sich große Mengen an nützlichen Informationen über alle Unternehmensbereiche hinweg. Die daraus nutzbaren Erkenntnisse können Entscheidungsprozesse beeinflussen oder dazu dienen, Prognosen aufzustellen. Der nächste Kernhebel in diesem Modell heißt Automatisierung. Er bezieht sich auf die digitale Transformation von Prozessen. Durch die Verbindung klassischer mit moderneren

Technologien wie etwa der künstlichen Intelligenz (KI) entstehen autonome und äußerst effiziente Systeme und Prozesse mit deutlich weniger Ausfallzeiten, Fehlerquoten und Betriebskosten. Zusätzlich zur digitalen Transformation der Daten und der Prozesse nennt das Modell von Roland Berger noch die Vernetzung als weiteren Kernhebel. Erst durch die Vernetzung, ob mobile oder kabelgebunden, entsteht die Kommunikation, mit welcher Daten und Informationen übertragen und genutzt werden können. Als vierten Kernhebel nennt die Studie den digitalen Kundenzugang. Dieser ermöglicht neue Arten der Interaktion und Leistungsbereitstellung mit und für Kunden wie etwa in den Bereichen E-Commerce oder Infotainment. Die digitale Transformation baut auf jedem dieser Kernelemente auf, keines dieser vier Kernelemente funktioniert ohne ein anderes. Ohne die digitale Transformation von Daten ist weder die digitale Transformation von Prozessen noch die Vernetzung oder der digitale Kundenzugang möglich und vice versa [Blo 15].

Eine schöne Erkenntnis des Modells liegt noch darin, dass jedem dieser vier Kernelemente bestimmte Enabler-Technologien zugrunde liegen, welche die digitale Transformation sowohl im Einzelnen als auch im Ganzen ermöglichen. Es existieren viele solcher Technologien in unterschiedlichen Stadien der Entwicklung und mit unterschiedlichen Reifegraden. Eine Auswahl dieser Technologien ist in Abschnitt 1.2 ausführlich beschrieben. Einen Sonderfall dieser Enabler-Technologien stellt das Internet der Dinge dar, welches durch die Digitalisierung von Produkten entsteht und auf den Kernelementen der Vernetzung und der digitalen Daten beruht. Dieses Internet der Dinge besteht aus Produkten beziehungsweise Dingen, die in der Lage sind, Daten zu sammeln, zu verarbeiten und zu teilen (siehe Abschnitt 1.2.1) [Blo 15].

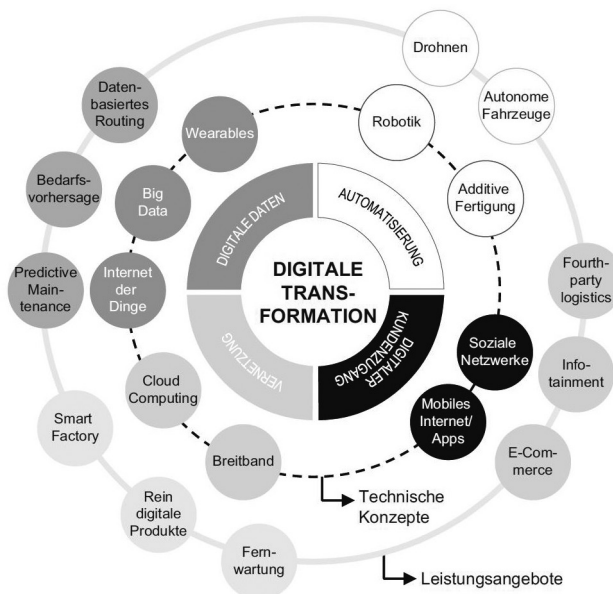


Bild 1.1

Elemente, technische Lösungen und Leistungsangebote in der digitalen Transformation [Sch 21]

Die dritte und letzte Ebene ist die der digitalen Transformation der Geschäftsmodelle, der Anwendungen und Applikationen. Dabei werden die Kernhebel des Modells mit den dazugehörigen Technologien und technologischen Konzepten genutzt, um bestehende Formen der Wertschöpfung weiterzuentwickeln und um gänzlich neue Wege der Wertschöpfung zu entwickeln und umzusetzen.



Beispiel eines Geschäftsmodells

Die sogenannte *Predictive Maintenance* basiert auf den beiden Kernelementen digitale Daten und Vernetzung und damit verbundenen technologischen Konzepten wie Big Data und dem Internet der Dinge und je nach Art der Umsetzung auch dem Machine Learning, der künstlichen Intelligenz und weiteren.

Was auffällt, ist das Fehlen der Organisation und der Menschen selbst im Modell von Roland Berger. Dabei geht es um Veränderungsprozesse, die vom Management getragen und angestoßen werden müssen, um die digitale Transformation zu ermöglichen, erfolgreich umzusetzen und langfristig im Unternehmen und bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Unternehmen zu verankern. Dazu muss eine digitale Kultur durch die gezielte Förderung von Innovationen, die Digitalisierung der Arbeit, Weiterbildungsmöglichkeiten und datengetriebener Entscheidungen geschaffen werden (siehe Abschnitt 1.1.3).

1.1.3 Modelle und Elemente der digitalen Transformation

Pierre Nanterme, der frühere CEO der Unternehmensberatung Accenture, soll einmal gesagt haben: „Digital ist the main reason just over half of the companies on the Fortune 500 have disappeared since the year 2000“ [Wel 16a]. Bezugnehmend auf die digitale Transformation wird dabei auch vom digitalen Darwinismus gesprochen [Kre15]. Doch wie sollte dieses „survival of the fittest“, die „digitale Transformation“ eines Unternehmens aussehen? Dazu existieren einige Modelle wie die von Deloitte, des Marktforschungsunternehmens Forrester oder der Digitalisierungsagentur AGILERO [Del 18, Gil 16, Agi 19].

Vergleicht man die gängigsten Modelle der digitalen Transformation, so fällt auf, dass sich gewisse Redundanzen ergeben. Jene Redundanzen scheinen, logisch betrachtet, also eine gewisse Relevanz zu haben. Gehen wir also auf die Unternehmenselemente ein, denen im Rahmen der digitalen Transformation in der Organisation jeweils besonders Beachtung geschenkt werden sollte. Das Modell von Smarter Service vereint die meisten dieser Elemente (auch aus anderen Modellen) und nennt die Folgenden:

- *Strategy*: Hierbei geht es um die Entwicklung von Vision, Mission und einer Roadmap für die digitale Transformation.

- *Leadership*: In dieser Ebene wird das Management adressiert. Die digitale Transformation ist wie schon beschrieben ein Prozess, der von sogenannten „Leadern“ (eine Definition zur Führungspersönlichkeit der Zukunft und was Führung zukünftig bedeutet, bleiben wir hier schuldig) angestoßen, gestützt und auch gelebt werden muss.
- *Products and Services*: Wie aus dem vorherigen Abschnitt hervorgeht, ist die digitale Transformation der Produkte und der Services ein wichtiger Teilbereich der digitalen Transformation. Deshalb muss dies auch während der Transformation eines Unternehmens berücksichtigt und umgesetzt werden.
- *Operations*: Die Prozesse und Vorgänge sowie die Organisationsstruktur sind vergleichbar mit einer Straße für die Digitalstrategie, ohne diese gibt es kein Vorankommen und Umsetzen der festgelegten Ziele. Sie bilden das Fundament für agiles und kundenorientiertes Wertschöpfen, sie dienen als Grundlage für zielorientiertes Handeln im digitalen Zeitalter.
- *Culture*: Die Kultur einer Organisation ist wohl jenes Element, welches dem „digital clash“ die meiste Angriffsfläche bietet. So treffen doch zwei Komponenten gegenläufiger Dynamik aufeinander. Ist Kultur etwas „Stabiles“, etwas, das sich mit der Zeit anpasst und Funktionierendes „konserviert“, etwas das sich entwickelt, so prescht hingegen die Digitalisierung mit ihren Technologien stoßwellenartig vor. Organisationen verändern sich im transformativsten Wandel dahingehend, dass sie agiler und netzwerkorientierter arbeiten. Unternehmensgrenzen verblassen, und wo einst Mitbewerber gesehen wurden, entwickeln sich heute Kooperationen und Partnerschaften. All dies muss die Organisationskultur tragen und verankern.
- *People*: Die Mitarbeiter sind wohl das wichtigste Element der digitalen Transformation in Organisationen. Sie entscheiden, ob etwas angenommen wird und nicht. Mit zunehmender Digitalisierung verändert sich das Arbeitsumfeld immer weiter; in der vierten industriellen Revolution stellt sich die Frage, wo der Mensch langfristig in der Arbeitswelt seinen Platz einnimmt. Im Fortschritt des Prozesses ist der Erfolg eines Unternehmens abhängig von der Kommunikation zwischen Menschen. Denn sie führen aus, was in Strategiewerkshops besprochen wurde. Deswegen sind Empowerment, Schulungen und Freistellung von Ressourcen erforderlich, um die Akzeptanz der Veränderungen als Antrieb für die Umsetzung der Ziele zu nutzen.
- *Governance*: Die Definition von Regeln und Verfahren in Unternehmen sind durch digitale Veränderungen und deren Veränderungsgeschwindigkeit einer besonderen Herausforderung ausgesetzt. Die Governance muss heute beispielsweise definieren, was noch nicht real, aber mit dem Marker „Potenzial“ versehen ist. Sie entgegnet der zuvor beschriebenen Agilität, auf die der Erfolg im digitalen Wandel aufbaut, mit Klarheit und Struktur und bedarf einer konsequenten Neuausrichtung.

- *Technology*: Digitalisierung ist immer verbunden mit dem Einsatz neuer oder der Kollaboration bestehender Technologien. Ausschlaggebend für den Erfolg einer digitalen Strategie ist somit auch der Einsatz digitaler Technologien, deren Nutzung als auch der darauf aufbauenden Datenintelligenz.

Zur Messbarmachung dieser dargestellte Elemente, quasi zur Ermittlung des Status Quo, bieten Modelle (beispielsweise Deloitte oder Forrester) eine sogenannte „Digital Maturity“-Komponente an, welche die Ist-Situation des Unternehmens bezüglich seiner digitalen Reife, also dem Grad der bisherigen Umsetzung der digitalen Transformation beschreibt [Del 18, Gil 16]. Nach der Feststellung des Ist-Zustandes wird der angestrebte Soll-Zustand für jede Ebene möglichst detailliert beschrieben. Dazu werden die angestrebten Teil- und Gesamtziele definiert, um den Fortgang der digitalen Transformation in Umsetzung, Durchsetzung und einer abschließenden Kontrolle einzugliedern. Während die Umsetzung eine reine sachbezogene Aufgabe darstellt, geht es bei der Durchsetzung darum, die tiefgreifenden Lern- und Veränderungsprozesse in das Unternehmen zu tragen und dort nachhaltig zu verankern. Ein abschließender Soll-Ist-Vergleich zeigt auf, inwiefern die Umsetzung der einzelnen Aufgaben erfolgreich war [Hab 21]. Wichtig zu erwähnen ist hierbei, dass die Definition des Soll-Zustandes kein Selbstläufer ist. Wie etwas im Kontext der digitalen Transformation in einem Unternehmen zukünftig sein soll, wird durch vielerlei Kriterien und Strategien definiert. So lässt sich konstatieren, dass die Definition wie das „Soll“ sein kann und wie man als Unternehmen dorthin gelangt, in der aktuellen Forschungsdiskussion stark unterrepräsentiert ist.

In einer Sonderausgabe des MIT Sloan Management Review, die im Frühjahr 2021 erschien, beschreiben Bonnet und Westerman, dass in Sachen Transformation bereits fortgeschrittene Unternehmen nun an der Schwelle zu einer zweiten Phase stehen. Technologien und technologische Konzepte, die zumeist das technologische Fundament der Digitalisierung bilden, entwickeln sich stetig weiter und werden durch neue Technologien ergänzt. Somit ergeben sich nun auch im selben schnellen Rhythmus stetig neue Möglichkeiten für Unternehmen, ihre Prozesse und internen Strukturen zu optimieren, um sich selbst und ihre Methoden zur Wertschöpfung ständig neu zu erfinden. Dazu müssen die Potenziale eines Unternehmens unter dem Licht der neu entstandenen Möglichkeiten und Technologien fortlaufend evaluiert und bestmöglich eingesetzt werden. Im oben genannten Artikel beschreiben die Autoren fünf Bereiche der digitalen Transformation, die sich durch den stetigen technologischen Fortschritt in der zweiten Phase erneut digital transformieren lassen. Diese sind die Customer Experience, die digitalen Prozesse, die Employee Experience, die Geschäftsmodelle und die digitalen Plattformen [Bon 21].

Dies zeigt deutlich – und wiederholt, was schon in Abschnitt 1.1.1 beschrieben wurde –, dass es in Zukunft nicht nur unumgänglich sein wird, vorhandene Technologien zu nutzen, sondern selbst aktiv durch die richtige Kombination der technologischen Konzepte neue Möglichkeiten zu schaffen und somit Potenziale zu er-

öffnen. Diese Kombinationsfähigkeit scheint ein wesentlicher Wettbewerbsvorteil zu werden.

1.1.4 Status Quo

Wie steht es um die digitale Transformation in der deutschen Wirtschaft? Genau diese Frage soll der Digitalisierungsindex des Ministeriums für Wirtschaft und Energie klären (Bild 1.2). Das Ziel ist, ein Lagebild zur Digitalisierung (digitale Transformation) der deutschen Unternehmen zu erstellen. Dieser Digitalisierungsindex wurde Ende des Jahres 2020 zum ersten Mal veröffentlicht und soll von nun an jährlich erscheinen, um Fortschritte und Entwicklungen aufzuzeigen. Er misst dabei anhand von 37 einzelnen unternehmensinternen und externen Indikatoren, ähnlich wie die in Abschnitt 1.1.3 angesprochenen Modelle, den Grad der digitalen Transformation (*digital maturity*) eines Unternehmens auf Basis eines Punktesystems. Kategorisiert ist er nach Branchen, Unternehmensgröße, Bundesländern und Regionen, um innerhalb dieser Gruppen Unterschiede feststellen zu können. Diese können dann dazu genutzt werden, Ursachenforschung zu betreiben und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Aufgrund der regelmäßigen Erhebung kann der Digitalisierungsindex in Zukunft auch Entwicklungen innerhalb der oben genannten Kategorien aufzeigen und so weitere Informationen zu Handlungsfeldern, Hürden, Vorreitern und Best Practices liefern [BMWi 20, BMWi 20a].

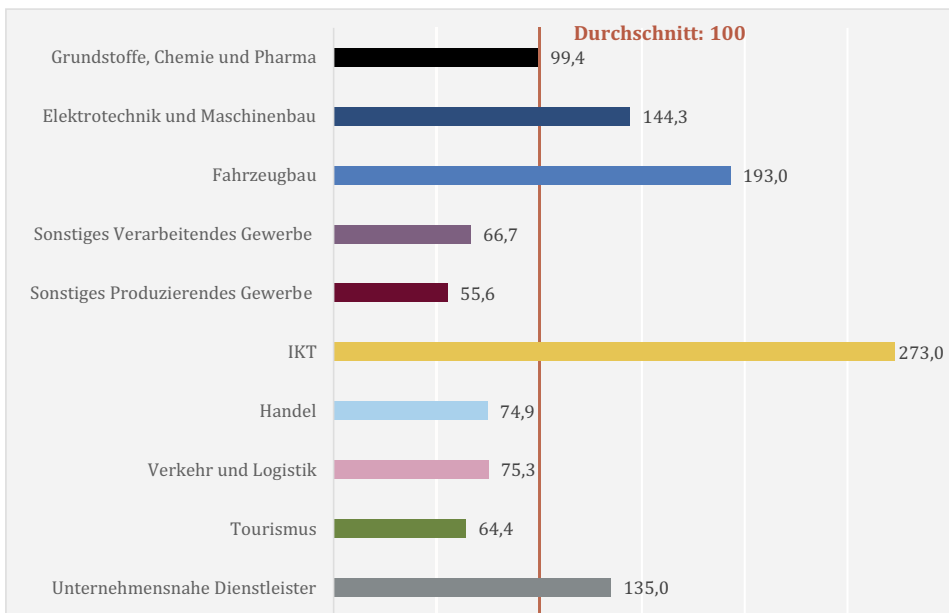


Bild 1.2 Der Digitalisierungsindex 2020 des BMWi nach Branchen [BMWi 20]

Betrachtet man die Ergebnisse des Branchenvergleichs, fällt auf, dass die Informations- und Kommunikationsbranche (IKT), der Fahrzeugbau sowie die Branchen Elektrotechnik und Maschinenbau die höchsten Werte aufweisen, also in ihrer digitalen Transformation weiter fortgeschritten sind. Das könnte unter anderem daran liegen, dass diese Branchen, aus ihrer Natur heraus, früher mit neuen Technologien in Verbindung treten als beispielsweise der Tourismus. Außerdem ist zu erkennen, dass auch der Grad der digitalen Transformation mit der Größe (Anzahl der Mitarbeiter) der Unternehmen steigt. So liegen die Großunternehmen vor dem Mittelstand und den kleinen Unternehmen. Im regionalen Vergleich steht Süddeutschland mit Abstand an der Spitze. Zudem geht aus dem Digitalisierungsindex 2020 hervor, dass Unternehmen in Ballungsräumen die Möglichkeiten zur digitalen Transformation häufiger genutzt haben als Unternehmen aus geringer besiedelten Gegenden [BMWi 20, BMWi 20a].

Die COVID-19-Pandemie sorgt auf humanitärer und sozialer Seite für viel Leid und für erhebliche finanzielle Einbußen auf wirtschaftlicher Ebene. Doch sie hat trotz allem die Vorteile der digitalen Transformation aufgezeigt, die nicht nur dabei helfen, gut mit den neuen Gegebenheiten umzugehen, sondern auch langfristig zur Steigerung von Produktivität, Effektivität und Erfolg beitragen. So gaben in einer Umfrage des Bundesverbandes Bitkom 94 % der befragten Unternehmensvertreter an, dass sie die Industrie 4.0 als eine Voraussetzung zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie sehen [Bit 20]. Während also (Groß-)Unternehmen aus den traditionell starken Branchen wie beispielsweise dem Fahrzeugbau, die in wirtschaftlich dynamischeren Regionen angesiedelt sind, die Spitzengruppe bilden, zählen kleinere Unternehmen in wirtschaftlich schwächeren Regionen – zumindest heute – zu den Nachzüglern. Die digitale Transformation muss man sich also auch leisten können. Das haben auch Bund und Länder verstanden und schaffen mittels Förderprogrammen Anreize und finanzielle Unterstützungsmöglichkeiten im Rahmen der digitalen Transformation [Gem 21]. Eine neue Regierungskoalition wird in Deutschland weitere Impulse setzen müssen.

■ 1.2 Technologische Konzepte

Basierend auf dem Gesetz von Moore (Moore's Law) und dem von Ray Kurzweil aufgestellten „Law of Accelerating Returns“ entwickeln sich digitale Technologien in exponentieller Geschwindigkeit, weil immer mehr immer leistungsstärkere Rechner dazu eingesetzt werden, noch leistungsstärkere zu entwickeln, die dann dazu genutzt werden, neue Technologien zu entwickeln. So entstanden seit den 1960er-Jahren eine Vielzahl an Technologien und Innovationen, welche die Digitalisierung in unterschiedlich starkem Maße vorantreiben und die digitale Transfor-

mation möglich machen. Der jährlich erscheinende „Gartner Hype Cycle For Emerging Technologies“ zeigt auf, welche neuen Technologien entstanden sind und wie sich sowohl diese als auch bestehende relevante Technologien bezüglich der an sie gestellten Erwartungen über die Zeit entwickeln werden [Hau 16].

Häufig sind die Enabler-Technologien, welche die digitale Transformation antreiben, jedoch viel mehr technologische Konzepte, die sich aus mehreren Technologien zusammensetzen. Ein Beispiel dafür ist das Internet der Dinge (engl. Internet of Things, kurz IoT), das sich aus den drei Technologiebereichen Software, Hardware und Connectivity, also Verbindungs- und Übertragungstechnologien, zusammensetzt (Storage, wie bspw. Cloud Based Services oder IaaS [Infrastructure as a Service] ist hier bewusst ausgeklammert). Eine Übersicht über die in 2019 existierenden Technologien dafür liefert IOT ANALYTICS in dem in Bild 1.3 dargestellten Modell [IOT 19]. In ihrem Buch „The Future Is Faster Than You Think“ schreiben Diamandis und Kotler, dass in Zukunft jene Unternehmen am erfolgreichsten sein werden, welche es verstehen, die richtigen Technologien zu kombinieren, um neue technologischen Konzepte und Formen der Wertschöpfung zu entwickeln [Dia 20].

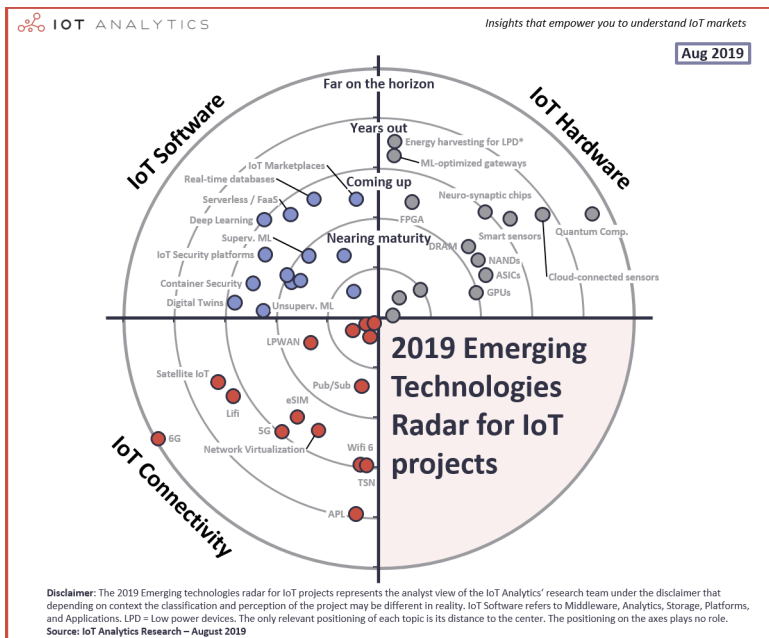


Bild 1.3 2019 Emerging Technologies Radar for IoT projects [IOT 19]

1.2.1 Das Internet der Dinge

Das Internet der Dinge (engl. Internet of Things, kurz IoT) ist ein dynamisches Netzwerk, bestehend aus eindeutig identifizierbaren physischen und virtuellen Objekten oder „Dingen“, die über eine integrierte Technologie zur Kommunikation, Wahrnehmung oder Interaktion ihrer internen Zustände oder dem externen Umfeld in der Lage sind [Sch 21]. Der Zweck dahinter besteht darin, ein Netzwerk aus weitestgehend autonomen Objekten zu schaffen, die dazu in der Lage sind, ein gemeinsames Ziel zu erreichen [Atz 10]. Der wissenschaftliche Dienst des deutschen Bundestages spricht in diesem Zusammenhang auch vom „Allesnetz“ [Wis 16]. Eine erstmalige Erwähnung des Begriffs geht vermutlich auf Kevin Ashton zurück, der 1999 im Zusammenhang mit einer Studie zu RFID bei Procter & Gamble vom Internet of Things sprach [Ash09]. Wie zuvor schon erwähnt stellt das Internet der Dinge eine Besonderheit unter den Enabler-Technologien dar.

Die Architektur des IoT besteht je nach Modell aus mindestens vier verschiedenen Schichten mit unterschiedlichen, aufeinander aufbauenden Funktionen und Aufgaben. Die erste dieser Ebenen ist die Hardwareebene. Dazu zählt das eigentliche, in das IoT einzubindende Objekt, welches durch Elemente wie RFID-Tags, Kameras, GPS, Barcode-Etiketten, Sensoren oder ähnliches „Werkzeuge“ erhält, welche es ihm ermöglichen, Informationen aus der Umgebung zu empfangen bzw. wahrzunehmen [Mei 21]. Die zweite Ebene ist die Softwareebene. Sie erst sorgt durch die Verarbeitung der Daten aus der vorherigen Ebene dafür, dass das Objekt „smart“ werden kann. Die Software interpretiert sowohl die eigens erzeugten Daten als auch Daten, die von außen kommen, und ermöglicht so die Interaktion mit der Umwelt. Diese Software kann zum einen auf dem Objekt selbst implementiert sein oder auch in Verbindung mit der dritten Ebene außerhalb des Objektes liegen. Zusätzlich zur Gerätehardware und -software gibt es eine weitere Schicht, welche den intelligenten Objekten Mittel und Wege bietet, Informationen mit dem Rest der IoT-Welt auszutauschen. Die Kommunikationsmechanismen sind stark von der Gerätehard- und -software abhängig, aber es ist wichtig, sie als separate Schicht zu betrachten. Denn diese Kommunikationsschicht umfasst sowohl physische Kommunikationsmöglichkeiten als auch bestimmte Kommunikationsprotokolle, die in Abhängigkeit der IoT-Umgebungen verwendet werden. Die Auswahl der Kommunikationslösung ist einer der wichtigsten Bestandteile beim Aufbau jeder IoT-Technologiearchitektur. Die gewählte Technologie bestimmt nicht nur die Art und Weise, wie Daten an den Empfänger (bspw. die cloudbasierte Plattform) gesendet bzw. von ihr empfangen werden, sondern auch, wie die Geräte verwaltet werden und wie sie mit Geräten von Drittanbietern kommunizieren. Die letzte Ebene ist die Plattform oder Cloud-Ebene. Wie bereits erwähnt, ist das Objekt dank der „intelligenten“ Hardware und der installierten Software in der Lage zu „spüren“, was um es herum vor sich geht, und dies über einen bestimmten Kommunikationskanal an

den Benutzer zu kommunizieren. Eine IoT-Plattform ist der Ort, an dem all diese Daten gesammelt, verwaltet, verarbeitet, analysiert und in einer benutzerfreundlichen Weise präsentiert werden. Was eine solche Lösung also besonders wertvoll macht, ist nicht nur ihre Fähigkeit, Daten zu sammeln und IoT-Geräte zu verwalten, sondern vielmehr ihre Fähigkeit, die von den Geräten über die Kommunikationsschicht bereitgestellten Daten zu analysieren und nützliche Erkenntnisse zu gewinnen und in Form von Handlungsanweisungen an das Gerät oder Objekt zurückzusenden.

1.2.2 Die Industrie 4.0

Der Begriff Industrie 4.0 wurde auf der Hannover Messe 2011 erstmals in der Öffentlichkeit verwendet [Bmbf 16]. „Industrie 4.0 bezeichnet die intelligente Vernetzung von Maschinen und Abläufen in der Industrie mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie.“ Sie beschreibt die digitale Transformation der Produktion [Fra 20], getrieben von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und dem IoT. Mit ihrem Fokus auf die Industrie ist sie damit als industrieller Teilbereich des Internets der Dinge zu verstehen, in welchem moderne Technologien und Trends aus dem Internet der Dinge zielführend für industrielle Zwecke eingesetzt werden. Sie reiht sich in die industriellen Revolutionen seit dem 18. Jahrhundert ein. Dort löste die Erfindung der Dampfmaschine die erste industrielle Revolution aus, welche zur Mechanisierung der Landwirtschaft und zur industriellen Produktion führte. Der flächendeckende Zugang zur Elektrizität prägte Ende des 19. Jahrhunderts die zweite industrielle Revolution und ermöglichte somit die Massenproduktion. Fortan wurden Verbrennungsmotoren eingesetzt. Auch die Entwicklung von Telegrafen und Telefonen fand zu dieser Zeit statt. Der Impulsgeber der dritten industriellen Revolution war die Erfindung des Computers und die daraus resultierende Automatisierung der Produktion [Bit 14].

International versteht man unter Industrie 4.0 die Digitalisierung der Industrie, mit dem Ziel einer horizontalen und vertikalen Integration der Wertschöpfungsketten, innerhalb derer sowohl die Wertschöpfungskette mit Zulieferern und Kunden als auch die Kommunikation zwischen Mensch, Maschine und Ressourcen vollkommen automatisiert stattfinden soll. Die Idee von sich selbstständig steuernden und optimierenden Produktionssystemen sowie intelligenten Werkstücken sind wesentlicher Bestandteil der sogenannten Smart Factory. Die technologischen Voraussetzungen hierfür sind die sogenannten cyber-physischen Systeme (CPS) [BMWi 15a].

1.2.3 Big Data

Digitalisierte Daten bilden einen wichtigen Baustein im Kontext der Digitalisierung und der digitalen Transformation. Das Consulting Unternehmen IDC gibt an, dass in 2020 weltweit etwa 59 Zettabyte an digitalen Daten generiert wurden und in den nächsten drei Jahren mehr digitale Daten generiert werden als in den 30 Jahren zuvor [IDC 20]. Angesichts dieser Dimensionen wird schnell deutlich, dass auch wenn die Datenflut im Einzelnen nicht ganz so ungeheuer ist, diese Mengen nicht mehr mit herkömmlichen Datenbanksystemen bewältigt werden können.

Big Data beschreibt zum einen das Vorhandensein und Sammeln sehr großer Datenmengen, die sowohl strukturiert (also bereits in einer Datenbank abgelegt) als auch unstrukturiert (wie sie beispielsweise während der Produktion eines Gutes entstehen) vorliegen können. Und zum anderen, unter dem Begriff Big Data Analytics, die Verarbeitung und das Speichern eben dieser Daten mittels Softwarelösungen. Diese sind in der Lage, aus den Daten Informationen zu gewinnen, die zur Entscheidungsfindung oder der weiteren Wertschöpfung (Abschnitt 1.3) eingesetzt werden können. Die Themenbereiche, die zu Big Data bzw. Big Data Analytics gehören, werden oftmals die V's genannt. Dabei bezieht sich das V auf die Anfangsbuchstaben der englischen Wörter, welche die Dimensionen von Big Data beschreiben können. Diese sind Volume (das Datenvolumen), Velocity (die Geschwindigkeit der Datengenerierung und -verarbeitung), Variety (das Spektrum der Arten der Daten und ihrer Herkunft), Value (die Qualität der Daten und der Mehrwert den diese bergen) sowie Veracity (die Aussagekraft der Daten). Auch hier handelt es sich nicht um eine einzelne Technologie, sondern um ein technologisches Konzept, das verschiedene Technologien in sich vereint, welche das Sammeln, Aus- bzw. Verwerten und Speichern ermöglichen. Dazu gehören zum Beispiel das Data Mining, In-Memory oder auch Machine Learning [Hau 18, Don 21].

1.2.4 Machine Learning

Laut Huber ist Machine Learning eine der wichtigsten Universaltechnologien im Kontext von Industrie 4.0. Machine Learning (maschinelles Lernen) soll Maschinen in die Lage versetzen, eigene Kompetenzen aufzubauen. Das Ziel ist die Erkennung von Mustern und kausalen Zusammenhängen in Datensätzen, um Vorhersagen zu treffen, Optimierungen vorzunehmen oder Aufgaben zu lösen. Daten bilden also auch hier die Grundlage der Technologie. Es geht im Wesentlichen darum, Systemen das mehr oder weniger selbständige Lösen von Problemen beizubringen (unterschiedliche Grade des maschinellen Lernens, vom überwachten zum unüberwachten Lernen). Den Grad der „Intelligenz“, der einem System dabei zukommt, ist abhängig vom Grad der Selbständigkeit, der Komplexität der Probleme,