

Wieland Appelfeller  
Carsten Feldmann

# Die digitale Transformation des Unternehmens

Systematischer Leitfaden mit zehn  
Elementen zur Strukturierung  
und Reifegradmessung



Springer Gabler

---

# Die digitale Transformation des Unternehmens

---

Wieland Appelfeller · Carsten Feldmann

# Die digitale Transformation des Unternehmens

Systematischer Leitfaden mit zehn  
Elementen zur Strukturierung und  
Reifegradmessung

Wieland Appelfeller  
Münster School of Business  
Fachhochschule Münster  
Münster, Deutschland

Carsten Feldmann  
Münster School of Business  
Fachhochschule Münster  
Münster, Deutschland

ISBN 978-3-662-54060-2      ISBN 978-3-662-54061-9 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-54061-9>

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 2018

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.

Lektorat: Susanne Kramer

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

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

---

## Vorwort

„Alles, was digitalisiert werden kann, wird digitalisiert. Und alles, was vernetzt werden kann, wird auch vernetzt. Das betrifft Menschen, Maschinen und Produkte gleichermaßen.“ Dieses Zitat von Timotheus Höttges, dem aktuellen Vorstandsvorsitzenden der Deutschen Telekom AG, beschreibt sehr gut, welche Entwicklung sich gegenwärtig abzeichnet. Im Rahmen der digitalen Transformation werden der Mensch und seine Lebens- und Arbeitswelt sukzessive in eine digitale Ebene überführt. Das bedeutet einen Wechsel von einer analogen, lokalen Offline-Welt zu einer vernetzten, digitalen „always-on“-Welt mit vielen Chancen und Risiken. Für Unternehmensinhaber, Führungskräfte und Mitarbeiter stellt die beschriebene Entwicklung eine sehr große Herausforderung dar. Alle sprechen über Digitalisierung und digitale Transformation, doch versteht fast jeder etwas Anderes unter diesen Begriffen. In einem Unternehmen kann exemplarisch folgende Situation vorliegen: Der Produktionsleiter möchte seine Produktion zur Smart Factory umbauen; das Innovationsmanagement will die aktuellen Produkte um digitale Dienstleistungen ergänzen und ins Internet of Things (IoT) einsteigen; der Vertrieb hat von der Möglichkeit gehört, über Big-Data-Auswertungen Kundenabwanderungen reduzieren zu können; die Kreditorenbuchhalter möchten die Rechnungsprüfung auf eine voll digitalisierte dunkle Verarbeitung umstellen; diverse Prozessverantwortliche wollen die Prozesse durch Digitalisierung in ihrer Effizienz weiter steigern; der IT-Leiter mahnt die immer noch schlechte Qualität der Stammdaten an.

Bei allen beschriebenen Themen und Sichtweisen geht es um digitale Transformation. Dieses Buch ist der anwendungsorientierten Forschung zuzuordnen, deren Fragestellungen sich aus den Erfordernissen der Praxis herleiten. Was sowohl für Unternehmen als auch für Studierende dringend benötigt wird, ist ein Rahmenwerk, das die oben beschriebene Situation und die verwendeten Begriffe verständlich erklärt, einordnet und strukturiert, die Abhängigkeiten deutlich macht und eine Basis für die notwendigen Entscheidungen im Unternehmen liefert.

Das Buch erläutert unter dem Oberbegriff digitales Unternehmen die unterschiedlichen Entwicklungen, die für ein Unternehmen im Bereich der digitalen Transformation von Bedeutung sind. Hierzu wird ein Unternehmen in zehn einzelne Elemente wie beispielsweise Geschäftsprozesse, Produkte, Daten, Mitarbeiter, Geschäftsmodell unterteilt.

Diese stellen die Eckpfeiler des digitalen Unternehmens dar. Für jedes Element wird die digitale Transformation anhand von Reifegrad-Modellen erklärt, auf deren Basis dann Entscheidungen für die Digitalisierungsschwerpunkte in Unternehmen getroffen werden können. Insbesondere wird herausgestellt, welche Stufen der Transformation tatsächlich neu und welche schon seit vielen Jahren erreicht sind. Dabei werden die oben aufgelisteten Schlagworte eingeordnet und erläutert. Auf diese Weise soll die digitale Transformation greifbar gemacht und konkretisiert werden.

Praxisbeispiele vereinfachen sowohl für Praktiker als auch für Studierende den Zugang zum Thema. So stellt die wissenschaftliche Fundierung des Buches sicher, dass hier nicht etwa ein Hype weiter „gepusht“, sondern vielmehr sachlich dargestellt wird, wie Unternehmen bestehende Ansätze weiterverfolgen und gleichzeitig neue Themen sinnvoll priorisiert angehen können.

Die Zielgruppen des Buches sind sowohl Praktiker, die mit der digitalen Transformation aus einer Gesamtunternehmensperspektive zu tun haben als auch Studierende und Wissenschaftler aus betriebswirtschaftlichen und angrenzenden Studiengängen. Technische Aspekte werden hier auf einem Level betrachtet, der für Leser aus den genannten Bereichen verständlich bleibt. Im Fokus stehen die erwähnten zehn Eckpfeiler der digitalen Transformation aus einer betriebswirtschaftlichen Sichtweise. Das Buch stellt Ergebnisse der anwendungsorientierten Forschung dar, die auf den Transfer in die Praxis ausgerichtet ist. Die Autoren haben bei der Bearbeitung immer wieder die Anforderungen des Transfers (Umsetzbarkeit, Verständlichkeit, Komprimiertheit, Pragmatismus) gegen die Erfordernisse der Wissenschaft (klare Forschungsmethodik, exakte Zitation, Wissenschaftlichkeit der Quellen, klare Definition von verwendeten Begriffen) abgewogen. Hiermit wurde gewährleistet, die Ausführungen für Praktiker nicht zu theoretisch und für Wissenschaftler nicht zu oberflächlich zu gestalten.

Wieland Appelfeller dankt seiner Frau Christel für die Rücksichtnahme und Unterstützung während des Buchprojekts. Carsten Feldmann dankt seiner Frau Catrin und seinen Söhnen für ihren Verzicht auf wertvolle Familienzeit. Für wichtige Hinweise zur Verbesserung des Buches danken die Autoren Gisela und Heinz Feldmann, Torben Tietz, Holger Wulff, Colin Schulz, Sabine Sprenger und Kevin Ueckert. Julia Gmeiner, Roman Hinrichsmeyer und Anna Segger sei für die Erstellung der Abbildungen gedankt.

Prof. Dr. Carsten Feldmann  
Prof. Dr. Wieland Appelfeller

---

# Inhaltsverzeichnis

- 1 Einführung, Motivation und Überblick . . . . . 1**
- 2 Der Weg zum digitalen Unternehmen . . . . . 3**
  - 2.1 Zehn Elemente des digitalen Unternehmens – Ein Referenzmodell . . . . 3
    - 2.1.1 Zehn Elemente im Überblick . . . . . 3
    - 2.1.2 Rollen und Clusterung der zehn Elemente . . . . . 9
  - 2.2 Vier Stufen zur Messung der digitalen Transformation in Unternehmen – Ein Reifegradmodell . . . . . 13
  - 2.3 Fünf Phasen zur Umsetzung der digitalen Transformation in Unternehmen – Ein Vorgehensmodell . . . . . 16
- 3 Stufenweise Transformation der Elemente des digitalen Unternehmens . . . 19**
  - 3.1 Digitale Prozesse . . . . . 19
    - 3.1.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . 19
    - 3.1.2 Arten von digitalen Prozessen . . . . . 20
    - 3.1.3 Stufen der digitalen Transformation und Assessments . . . . . 24
    - 3.1.4 Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . . 30
    - 3.1.5 Beispiel . . . . . 33
  - 3.2 Digitale Anbindung von Kunden . . . . . 35
    - 3.2.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . 35
    - 3.2.2 Stufen der digitalen Transformation und Assessments . . . . . 41
    - 3.2.3 Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . . 48
    - 3.2.4 Beispiel . . . . . 50
  - 3.3 Digitale Anbindung von Lieferanten . . . . . 52
    - 3.3.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . 52
    - 3.3.2 Stufen der digitalen Transformation . . . . . 56
    - 3.3.3 Assessments . . . . . 59
    - 3.3.4 Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . . 61
    - 3.3.5 Beispiel . . . . . 62

3.4	Digitalisierter Mitarbeiter . . . . .	63
3.4.1	Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . .	63
3.4.2	Stufen der digitalen Transformation . . . . .	65
3.4.3	Assessments . . . . .	69
3.4.4	Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . .	70
3.4.5	Beispiel . . . . .	73
3.5	Digitale Daten . . . . .	78
3.5.1	Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . .	78
3.5.2	Stufen der digitalen Transformation und Assessments . . . . .	91
3.5.3	Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . .	94
3.5.4	Beispiel . . . . .	95
3.6	Produkte und Dienstleistungen . . . . .	96
3.6.1	Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . .	96
3.6.2	Stufen der digitalen Transformation und Assessments . . . . .	102
3.6.3	Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . .	105
3.6.4	Beispiele . . . . .	107
3.7	Digitalisierte Maschinen und Roboter . . . . .	110
3.7.1	Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . .	110
3.7.2	Anforderungen an Maschinen und Roboter zur Umsetzung der Smart Factory . . . . .	117
3.7.3	Stufen der digitalen Transformation und Assessments . . . . .	123
3.7.4	Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . .	124
3.7.5	Beispiel . . . . .	125
3.8	IT-Systeme . . . . .	126
3.8.1	Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . .	126
3.8.2	Stufen der digitalen Transformation und Assessments . . . . .	141
3.8.3	Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . .	145
3.9	Digitale Vernetzung . . . . .	150
3.9.1	Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . .	150
3.9.2	Stufen der digitalen Transformation und Assessments . . . . .	164
3.9.3	Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . .	167
3.9.4	Beispiel . . . . .	171
3.10	Digitalisiertes Geschäftsmodell . . . . .	173
3.10.1	Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen . . . . .	173
3.10.2	Stufen der digitalen Transformation . . . . .	175
3.10.3	Assessments . . . . .	186
3.10.4	Handlungsempfehlungen und Vorteile . . . . .	186
3.10.5	Beispiel . . . . .	190



**4 Barrieren der digitalen Transformation und Handlungsempfehlungen zur Überwindung** ..... 193

4.1 Überblick ..... 193

4.2 Vision, Strategie und Führung ..... 193

4.3 Wissen und Fähigkeiten der Mitarbeiter ..... 195

4.4 Aufbau- und Ablauforganisation ..... 197

4.5 Daten ..... 198

**5 Forschungsmethodik** ..... 201

5.1 Überblick ..... 201

5.2 Zielsetzungen und Anforderungen wissenschaftlichen Arbeitens ..... 201

5.3 Stand der Forschung und Ableitung der Forschungslücke ..... 203

5.4 Modelle als strukturerhaltende Abbilder realer Systeme ..... 203

5.4.1 Grundlagen ..... 203

5.4.2 Relevante Modelltypen ..... 204

5.4.3 Modellbildungsprozess ..... 207

5.4.4 Anforderungen an die Modellbildung ..... 207

5.5 Kritische Reflexion und Ansatzpunkte für die weitere Forschung ..... 209

**6 Fazit und Ausblick** ..... 213

**Literaturverzeichnis** ..... 215

**Sachverzeichnis** ..... 227

---

## Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
AR	Augmented Reality
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
Banf	Bestellanforderung
BI	Business Intelligence
BLE	Bluetooth Low Energy
CAD	Computer-Aided Design
CI	codierte Informationen
CIO	Chief Information Officer
CMMI	Capability Maturity Model Improvement
CMO	Chief Marketing Officer
CNC	Computerized Numerical Control
CPFR	Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment
CPS	Cyber-physische Systeme
CRM	Customer Relationship Management
CSS	Customer Self Service
DMS	Dokumentenmanagement-Systeme
DPS	Desktop Purchasing System
EAI	Enterprise Application Integration
ECM	Enterprise Content Management
E-Commerce	Electronic Commerce
EDM	Electronic Data Interchange
e-RFI	electronic Request for Information
e-RFP	electronic Request for Proposal
e-RFQ	electronic Request for Quotation
e-RFx	electronic Request for x
ERP	Enterprise Resource Planning
FPY	First Pass Yield

GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communication
IDS	Industrial Data Space
IIoT	Industrial Internet of Things
IoD	Internet der Dinge
IoT	Internet of Things
IT	Informationstechnologie
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
M2H	Machine-to-Human
M2M	Machine-to-Machine
MDM	Master Data Management
MOM	Message-Oriented Middleware
MQTT	Message Queue Telemetry Transport
MVP	Minimum Viable Product
NB	Narrowband IoT
NCI	nicht codierte Informationen
NFC	Near-Field Communication
OCR	Optical Character Recognition
OLAP	Online Analytical Processing
OLTP	Online Transaction Processing
PIM	Product Information Management
POS	Point-of-Sales
QR	Quick Response
RFID	Radio Frequency Identification
RPC	Remote Procedure Call
SCM	Supply Chain Management
SLA	Service Level Agreement
SPICE	Software Process Improvement and Capability Determination
SQL	Structured Query Language
SRM	Supplier Relationship Management
VMI	Vendor-Managed Inventory
VR	Virtual Reality
WFMS	Workflowmanagement-System
WLAN	Wireless Local Area Network
WWW	World Wide Web

---

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1	Elemente des digitalen Unternehmens (Referenzmodell). . . . .	4
Abb. 2.2	Rollen der Elemente des digitalen Unternehmens . . . . .	10
Abb. 2.3	Referenz-, Reifegrad- und Vorgehensmodell für das digitale Unternehmen . . . . .	14
Abb. 2.4	Spinnennetz-Diagramm mit Ist- und Soll-Profil des digitalen Unternehmens . . . . .	15
Abb. 3.1	Das Element Prozesse im digitalen Unternehmen . . . . .	19
Abb. 3.2	Arten von digitalen Prozessen. . . . .	21
Abb. 3.3	Rechnungsprüfungsprozess in verschiedenen Varianten . . . . .	34
Abb. 3.4	Das Element Kunden im digitalen Unternehmen . . . . .	36
Abb. 3.5	Customer Journeys im Cross-Channel-Management . . . . .	37
Abb. 3.6	Digitaler Reifegrad bzw. Integrationspotenzial des Kunden bzw. eines Kundensegments . . . . .	42
Abb. 3.7	Das Element Lieferanten im digitalen Unternehmen . . . . .	52
Abb. 3.8	Digitale Anbindung von Lieferanten im Überblick . . . . .	60
Abb. 3.9	Lieferanten-Clusterung hinsichtlich der digitalen Anbindung . . . . .	61
Abb. 3.10	Digitalisierungsanalyse für die Anbindung eines Lieferanten . . . . .	62
Abb. 3.11	Das Element Mitarbeiter im digitalen Unternehmen . . . . .	63
Abb. 3.12	Auswirkungen der digitalen Transformation auf Arbeitsplätze . . . . .	64
Abb. 3.13	Veränderungen von Arbeitsplätzen bei Mitarbeitern mit vorwiegend geistiger Tätigkeit . . . . .	66
Abb. 3.14	Veränderungen von Arbeitsplätzen bei Mitarbeitern mit vorwiegend körperlicher Tätigkeit . . . . .	68
Abb. 3.15	Das Element Daten im digitalen Unternehmen . . . . .	79
Abb. 3.16	Quellen für digitale Daten. . . . .	81
Abb. 3.17	Bisherige Auswertung von Daten und Auswertung von Big Data . . . . .	85
Abb. 3.18	Das Element Produkte im digitalen Unternehmen . . . . .	96
Abb. 3.19	Produkt-Typen in Abhängigkeit vom Digitalisierungsgrad . . . . .	97
Abb. 3.20	Überblick der grundlegenden Begriffe und Zusammenhänge . . . . .	99

Abb. 3.21	Beispiel für Steuerungs- und Optimierungspotentiale der Digitalisierung von Produkten: Gasversorgung mit Datafer. . . . .	108
Abb. 3.22	Das Element Maschinen und Roboter im digitalen Unternehmen . . . . .	110
Abb. 3.23	Überblick über die Ableitung von Anforderungen an Maschinen und Robotern im Rahmen von Industrie 4.0 bzw. einer Smart Factory . . . . .	111
Abb. 3.24	Das Element IT-Systeme im digitalen Unternehmen . . . . .	127
Abb. 3.25	Orientierungsrahmen zu Arten von IT-Systemen . . . . .	128
Abb. 3.26	Anforderungen an IT-Systeme und daraus resultierende Kriterien zur Reifegradmessung . . . . .	135
Abb. 3.27	Das Element Vernetzung im digitalen Unternehmen . . . . .	150
Abb. 3.28	Eine generische IoT-Architektur. . . . .	155
Abb. 3.29	Entwicklungspfad vom einzelnen, physischen Produkt zum Wertschöpfungssystem der Systeme. . . . .	163
Abb. 3.30	Vernetzung des Ersatzteilgeschäfts im Anlagenbau auf Basis des Industrial Data Space . . . . .	172
Abb. 3.31	Das Element Geschäftsmodell im digitalen Unternehmen. . . . .	173
Abb. 3.32	Konstituierende Merkmale eines Geschäftsmodells. . . . .	174
Abb. 3.33	Digitalisierungsgrade von Geschäftsmodellen . . . . .	175
Abb. 5.1	Modellbildungsprozess . . . . .	207

---

# Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Reifegradmodell für das Element Prozesse . . . . .	25
Tab. 3.2	Gering digitalisierter Beschaffungsprozess . . . . .	26
Tab. 3.3	Stark digitalisierter Beschaffungsprozess . . . . .	27
Tab. 3.4	Vorteile der Graderhöhungen . . . . .	33
Tab. 3.5	Reifegradmodell für das Element Kundenanbindung . . . . .	45
Tab. 3.6	Phasenmodell für die Zusammenarbeit mit dem Lieferanten . . . . .	54
Tab. 3.7	Reifegradmodell für das Element Lieferantenanbindung . . . . .	57
Tab. 3.8	Reifegradmodell für das Element Mitarbeiter (Mitarbeiter mit überwiegend geistiger Tätigkeit) . . . . .	70
Tab. 3.9	Reifegradmodell für das Element Mitarbeiter (Mitarbeiter mit überwiegend körperlicher Tätigkeit) . . . . .	71
Tab. 3.10	Recruitment-Prozess mit Personalmitarbeiter in Stufe 2 . . . . .	74
Tab. 3.11	Recruitment-Prozess mit Personalmitarbeiter in Stufe 3 . . . . .	76
Tab. 3.12	Reifegradmodell für das Element Daten . . . . .	92
Tab. 3.13	Reifegradmodell für das Element Produkte . . . . .	103
Tab. 3.14	Reifegradmodell für das Element Maschinen und Roboter . . . . .	119
Tab. 3.15	Reifegradmodell für das Element IT-Systeme . . . . .	142
Tab. 3.16	Reifegradmodell für das Element Vernetzung . . . . .	165
Tab. 3.17	Potenzielle Anwendungsbereiche für IoT zur systematischen Prüfung für das eigene Unternehmen. . . . .	170
Tab. 3.18	Reifegradmodell für das Element Geschäftsmodell. . . . .	187

Das Thema Digitalisierung beschäftigt die Gesellschaft schon seit einigen Jahren. „Analog ist das neue Bio“, so lautet der Titel eines von Andre Wilkens veröffentlichten Buches aus dem Jahr 2015, das sich mit den Begleiterscheinungen der Digitalisierung befasst. Manfred Spitzer warnt in seinem Buch „Digitale Demenz“ vor den Folgen übermäßigen Konsums digitaler Medien insbesondere bei jungen Menschen. Verschiedene Studien befassen sich damit, welche Auswirkungen die Digitalisierung auf die Anzahl und Art von Arbeitsplätzen hat und thematisieren die Ängste von Beschäftigten. Trotz aller berechtigten Hinweise auf ihre Risiken nimmt die Digitalisierung kontinuierlich zu. Im Jahr 2018 ist das Thema Digitalisierung bzw. digitale Transformation omnipräsent.

In der Gesellschaft wird das Thema aus unterschiedlichen Perspektiven intensiv diskutiert. Ein Zitat aus einem ZEIT-Artikel aus dem Jahr 2017 macht deutlich, wie die digitale Transformation das gesellschaftliche Leben verändert und welche Art von Unternehmen in Zukunft immer gefragter sein werden: „Früher war ich mehr unterwegs. An einem normalen Samstag fuhr ich in die Stadt, bummelte durch Läden, aß einen Happen, ging später vielleicht noch ins Kino. Das gleiche Programm 2017: Zalando, Netflix, Foodora.“ (Michael Allmaier, 2017).

In diesem Buch steht die digitale Transformation von Unternehmen im Fokus. Die Perspektive auf Staat und Gesellschaft wird demzufolge nur am Rande thematisiert.

Was bedeutet es, ein Unternehmen digital zu transformieren? Welche Elemente eines Unternehmens sind von der Transformation betroffen? Wie können die Elemente strukturiert werden? Wie sieht die Transformation der einzelnen Elemente aus? In welchen Stufen kann sie erfolgen? Diese und weitere Fragen soll das Buch klären, so die digitale Transformation von Unternehmen begreifbar machen und gleichzeitig aufzeigen, wie in einem Unternehmen der Transformationsprozess realisiert werden kann.

Zu diesem Zweck wird in Kap. 2 zunächst ein **Referenzmodell für das digitale Unternehmen** überblicksartig vorgestellt. Dieses Modell enthält zehn Elemente, wie

etwa Prozesse, Produkte und Daten, die bei der digitalen Transformation von Unternehmen zu betrachten sind. Es folgt die strukturelle Beschreibung eines **Reifegradmodells**, mit dem über jeweils vier Stufen die Digitalisierung der zuvor genannten Elemente gemessen werden kann. Beispielsweise wird für das Element Prozesse gemessen, in welchem Umfang sie IT-unterstützt (IT=Informationstechnologie) und automatisiert durchgeführt werden. Ein **Vorgehensmodell** beschreibt abschließend, wie die digitale Transformation von Unternehmen sukzessive unter Zugriff auf das Referenzmodell und das Reifegradmodell realisiert werden kann. In der Gesamtbetrachtung zeigen die drei oben genannten Modelle den Weg zum digitalen Unternehmen auf. Kap. 3 betrachtet die Details pro Element. Für jedes Element der digitalen Transformation erfolgen zunächst grundlegende Erläuterungen und eine Beschreibung der **Rolle**, die das Element im digitalen Unternehmen einnimmt. Hierauf folgend werden die einzelnen **Transformationsstufen** des Elements (z. B. analog, teildigitalisiert, digital) und deren Messung über **Assessments** bzw. Reifegrad-Bewertungen erläutert. Abschließend werden jeweils **Handlungsempfehlungen** gegeben und durch Beispiele verdeutlicht. Kap. 4 bietet einen Überblick über potenzielle **Barrieren** der digitalen Transformation des Unternehmens. Außerdem werden konkrete Handlungsempfehlungen zum Überwinden der Barrieren gegeben. Kap. 5 beschreibt die angewendete **Forschungsmethodik**. Kap. 6 schließt mit einem **Fazit** und einem Ausblick auf zukünftige Entwicklungen.



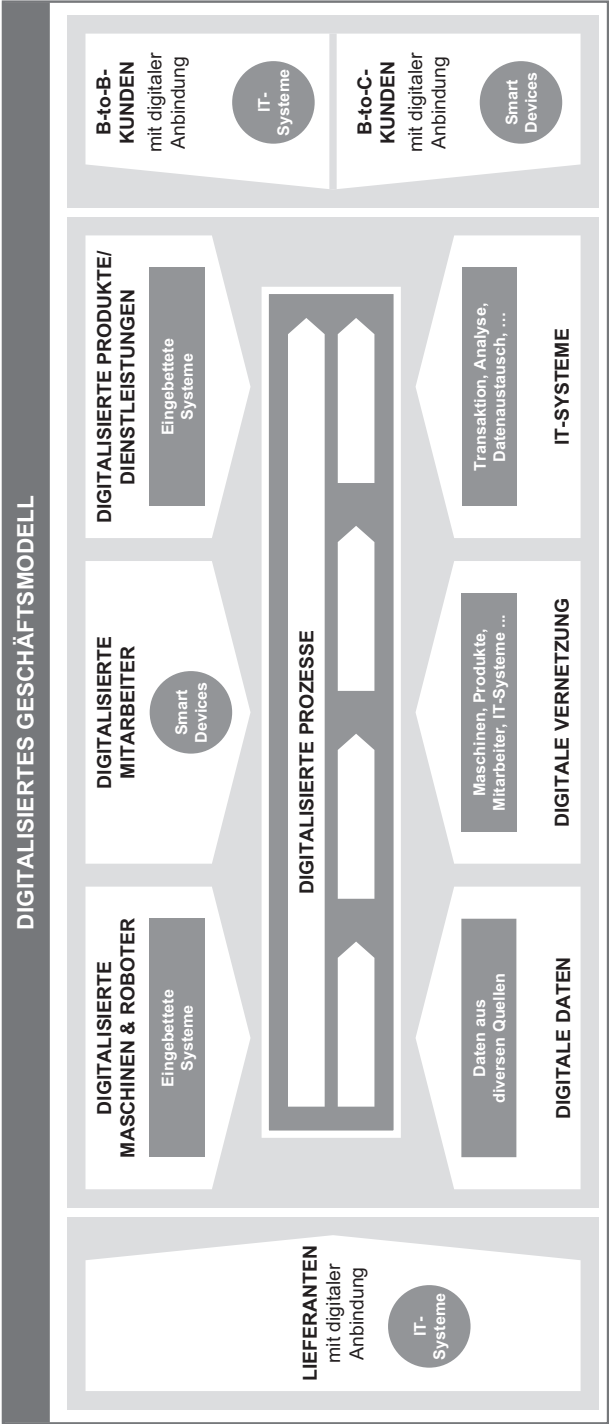
---

## 2.1 Zehn Elemente des digitalen Unternehmens – Ein Referenzmodell

### 2.1.1 Zehn Elemente im Überblick

Was genau meint digitale Transformation? In einem engeren Sinne werden bei der digitalen Transformation analoge in digitale Objekte, also in eine Folge von Nullen und Einsen umgewandelt. Die Objekte können zum Beispiel papierbasierte Text- und Zahlendokumente sein. In einem weiten Sinn kann digitale Transformation auch bedeuten, dass in ein Objekt eine digitale Technologie integriert wird. Das Objekt könnte in diesem Fall zum Beispiel ein Kleidungsstück sein, das durch einen RFID-Chip (RFID=Radio Frequency Identification) identifiziert wird. Diverse weitere Interpretationen der digitalen Transformation sind aktuell in der Diskussion. Den Autoren hat vor allem die im Vorwort bereits genannte Definition des Telekomvorstands gefallen: „Alles, was digitalisiert werden kann, wird digitalisiert. Und alles, was vernetzt werden kann, wird auch vernetzt. Das betrifft Menschen, Maschinen und Produkte gleichermaßen.“ Das hat nachfolgend dazu geführt für ein Unternehmen zu überlegen, was digitalisiert und vernetzt werden kann und was hierfür benötigt wird. Das Ergebnis ist das in Abb. 2.1 dargestellte **Referenzmodell für ein digitales Unternehmen**.

Referenzmodelle dienen der Strukturierung eines Problems oder Themas, sie geben einheitliche und eindeutige Termini vor. Auf diesem Weg wird bei den Handelnden ein gemeinsames Grundverständnis erzeugt. Referenzmodelle werden als Ausgangspunkt bzw. „state-of-the-art“ genutzt, um darauf aufbauend unternehmensspezifische Modelle zu generieren. Mit der Entwicklung des vorliegenden Referenzmodells für die digitale Transformation von Unternehmen wird zunächst das Ziel verfolgt, das Thema mit seinen vielen einzelnen Elementen zu strukturieren, die Wirkungsbeziehungen zwischen



**Abb. 2.1** Elemente des digitalen Unternehmens (Referenzmodell)

den Elementen deutlich zu machen und eine einheitliche Begriffswelt zu schaffen. Auf diese Weise soll konkretisiert werden, was die digitale Transformation von Unternehmen meint beziehungsweise beinhaltet. In weiteren Schritten wird das Modell in Verbindung mit einem Reifegradmodell (vgl. Abschn. 2.2) und einem Vorgehensmodell (vgl. Abschn. 2.3) genutzt, um die digitale Transformation in Unternehmen zu realisieren. Abb. 2.1 zeigt das digitale Unternehmen mit den einzelnen Elementen, die entweder selbst digitalisiert und vernetzt werden oder aber hierfür die Voraussetzung schaffen. Im Folgenden werden die Elemente der digitalen Transformation aus Abb. 2.1 in einem Überblick kurz erläutert.

### **Digitalisierte Prozesse**

Im Zentrum des digitalen Unternehmens stehen digitalisierte Prozesse. Ein Prozess ist eine Folge logisch zusammenhängender Aktivitäten, der Input zu Output transferiert. Prozesse sind das Herzstück jedes Unternehmens, da mit ihnen die Wertschöpfung direkt realisiert oder indirekt unterstützt wird. Beispiele sind etwa der Produktions-, Beschaffungs- oder Personalentwicklungsprozess. Wird die Durchführung der einzelnen Aktivitäten eines Prozesses von einem IT-System unterstützt, handelt es sich um einen digitalisierten Prozess. Führt das IT-System einzelne Aktivitäten eigenständig durch, entsteht ein automatisierter Prozess. Das Hauptziel der Digitalisierung von Prozessen besteht darin, die Prozesse in ihrer Effizienz zu steigern.

### **Digital angebundene Lieferanten**

Auf der Beschaffungsseite werden über die digitalisierten Prozesse die Lieferanten angebunden. In digitalen Unternehmen erfolgt diese Anbindung auf digitalem Weg. Das kann etwa der Austausch von Daten per Email oder über ein Lieferantenportal, auf das der Lieferant über das Internet zugreift, sein. Ferner lässt sich der Lieferant per EDI (Electronic Data Interchange) anbinden. Dann sind die IT-Systeme des beschaffenden Unternehmens und des Lieferanten so miteinander verknüpft, dass sie Dokumente direkt austauschen können. So wird etwa eine per EDI versendete Bestellung direkt zu einem Auftrag im System des Lieferanten. Das Ziel der digitalen Lieferantenanbindung besteht wie bei digitalen Prozessen in der Effizienzsteigerung. In diesem Fall aber nicht auf interne, sondern auf unternehmensübergreifende Prozesse fokussiert. Eine weitere Intention der digitalen Lieferantenanbindung besteht häufig darin, die gemeinsame Entwicklung von Produkten zu vereinfachen.

### **Digital angebundene Kunden**

Auf der Vertriebsseite werden über die digitalisierten Prozesse die Kunden angebunden. Analog zu den Lieferanten erfolgt diese Anbindung auf digitalem Weg über die oben beschriebenen Kanäle. Beim Kunden muss zwischen Business-to-Customer (B2C) und Business-to-Business (B2B) Kunden unterschieden werden. Bei erstgenannten steht der immer verfügbare, internetgestützte, digitale Kundenzugang durch Smart Devices – mobile Endgeräte wie Smartphones, Tablets und Smart Watches – im Vordergrund. Die

digitale Anbindung der B2C Kunden hat primär einen personalisierten Austausch mit dem Kunden zu jeder Zeit und an jedem Ort zum Ziel. Bei B2B Kunden richtet sich die digitale Anbindung analog zum Lieferanten vorrangig auf eine Effizienzsteigerung bei der Abwicklung unternehmensübergreifender Prozesse. Bei beiden Arten von Kunden soll durch die digitale Verknüpfung die Kundenbindung erhöht werden.

### **Digitalisierter Mitarbeiter**

Die Mitarbeiter des Unternehmens werden neben klassischen Computern mit Smart Devices wie Smartphones, Tablets oder Smart Glasses ausgestattet und damit zum digitalisierten Mitarbeiter. Die Zielsetzung der Digitalisierung besteht darin, Mitarbeiter durch die IT-Unterstützung effizienter tätig werden zu lassen. Ferner sollen Mitarbeiter durch einen mobilen Zugriff auf IT-Systeme bzw. digitale Daten flexibler eingesetzt werden können. Im Fall von Smart Glasses sollen sie beispielsweise durch das Einblenden von Bearbeitungsschritten in der Brille bei der Wartung und Reparatur von Maschinen genaue Instruktionen erhalten, die eine schnelle und fehlerfreie Durchführung der Arbeit begünstigen.

### **Digitale Daten**

Digitale Daten entstehen insbesondere durch die Überführung von analogen Größen in digitale Größen, also in eine Folge von Nullen und Einsen. Die im Unternehmenskontext relevanten Größen sind die vielfach noch analog in Papierform vorliegenden Daten wie Zahlen, Texte oder Zeichnungen. Genauso können hier auch analoge Ton- und Filmaufnahmen als Objekte der digitalen Transformation gesehen werden, da auch diese in digitale Daten transformiert und für ein Unternehmen relevant sein können. Viele digitale Daten werden, ohne erst schriftlich bearbeitet zu werden, von Mitarbeitern direkt in IT-Systeme eingegeben oder aus anderen IT-Systemen über eine Schnittstelle übernommen. Ihre Speicherung erfolgt in strukturierten Tabellen mit Feldern von definiertem Typ und Länge. Neben den beschriebenen, seit vielen Jahren relevanten digitalen Daten, bekommen auch digitale Daten aus digitalisierten Maschinen, Produkten, Smart Devices oder sozialen Medien zunehmend Bedeutung. Gemeint sind hier beispielsweise durch Sensoren erfasste Drücke oder Temperaturen in Maschinen, der Füllzustand eines Materialbehälters, der aktuelle Standort von Personen oder Fahrzeugen oder ein Eintrag auf einer sozialen Plattform wie Facebook. Diese Daten können insbesondere unstrukturiert sein und sind häufig um ein Vielfaches umfangreicher als die bisher in Unternehmen bearbeiteten Daten. Sie werden als **Big Data** bezeichnet. Das Bestreben der Digitalisierung von Daten besteht darin, die Verarbeitung mit IT-Systemen zu ermöglichen und hierdurch die Effizienz zu steigern. Das Ziel der Sammlung und Auswertung bereits digital vorliegender Big Data ist das Anbieten neuer Dienstleistungen und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, wie Abschn. 3.10 aufzeigen wird.

### **Digitalisierte Produkte**

Die Digitalisierung von Produkten erfolgt durch das „Implantieren“ digitaler Technologien. Dies können hier neben Prozessoren und Speicherchips insbesondere RFID-Chips sein, die die Möglichkeit bieten, Daten zu empfangen und zu senden sowie mit Maschinen, Produktions- und Transportmitteln zu kommunizieren. So kann ein mit vielen digitalen Technologien ausgestattetes Auto neue zusätzliche Features, wie zum Beispiel eine automatisierte Scheinwerfer- und Scheibenwischersteuerung oder auch das weitgehend autonome Fahren, anbieten. Durch Digitalisierung werden hybride Produkte möglich. Diese bestehen aus einem physischen Produkt, das um eine Dienstleistung ergänzt wird. Ein Beispiel liefert ein Kühlschrank, der die aktuelle Bestandshöhe an Lebensmitteln erkennt und diese bei Bedarf automatisch nachbestellt.

### **Digitalisierte Maschinen und Roboter**

Maschinen und Roboter werden durch den Einbau von Kleinstcomputern (Prozessoren, Speicherchips etc.), die man auch als eingebettete Systeme bezeichnet, digitalisiert. Die Aufgaben dieser in einer technischen Umgebung eingebauten Systeme bestehen im Regeln, Steuern und Überwachen der Maschinen und Roboter. Sie arbeiten hierzu mit Sensoren, die Daten liefern und mit Aktoren, die bestimmte Aktionen durchführen können und von den eingebetteten Systemen gesteuert werden, zusammen. Die Digitalisierung der Maschinen und Roboter erfolgt also durch das Implantieren von digitaler Technologie. Ein wichtiges Ziel der Digitalisierung ist in diesem Fall ein sich selbst steuernder Produktionsprozess, der eine wirtschaftliche Produktion kleiner Stückzahlen bis hin zur Losgröße eins erlaubt.

### **Digitale Vernetzung**

Auf Basis des Elements Vernetzung werden mindestens zwei Elemente des digitalen Unternehmens verbunden, um Daten auszutauschen. Werden die Daten digital übertragen, wird von digitaler Vernetzung gesprochen. Digitale Vernetzung ist nicht neu, sie wird seit vielen Jahren durchgeführt. Die beschriebene digitale Anbindung von Lieferanten und Kunden mit den IT-Systemen des eigenen Unternehmens liefert dafür ein Beispiel. Einen neuen Aspekt der digitalen Vernetzung liefert aber der oben erwähnte Sachverhalt, dass alles, was vernetzt werden kann, in Zukunft tatsächlich vernetzt wird. Betrachtet wird also nicht mehr nur die Vernetzung eigener IT-Systeme oder die Vernetzung mit Kunden und Lieferanten. Es geht vielmehr darum, zwischen allen Elementen des digitalen Unternehmens, die Daten austauschen können, diesen Austausch tatsächlich auch vorzunehmen. Im Fokus stehen hierbei häufig die Vernetzung von Maschinen, Robotern, Transportmitteln, Werkstücken, Produkten und Mitarbeitern. Die digitale Vernetzung ist eine wichtige Grundlage für die oben beschriebenen, sich selbst steuernden Produktionsprozesse. Ebenso kann die Vernetzung von Produkten im Zentrum der Betrachtung stehen. Der digitalisierte Thermostat kann beim Erreichen einer bestimmten Temperatur mit der vernetzten digitalisierten Markise kommunizieren und das Herausfahren der Markise initiieren. In den beschriebenen Kontexten wird auch von der Smart

Factory und dem Internet of Things (IoT) gesprochen, die in Abschn. 3.8 genauer erläutert werden. Das übergeordnete Ziel der herkömmlichen digitalen Vernetzung besteht in der Regel in einer Effizienzsteigerung, die insbesondere durch einen gemeinsamen Datenbestand beziehungsweise die Vermeidung von Doppeleingaben erreicht werden soll. Die zuletzt beschriebene digitale Vernetzung hat oftmals die Entwicklung neuer oder veränderter Geschäftsmodelle zum Ziel.

### IT-Systeme

IT-Systeme sind per definitionem ein digitales Element. Ihre richtige Auswahl und die sukzessive Einführung sind grundlegend für die digitale Transformation von Unternehmen. In der Vergangenheit standen IT-Systeme wie ERP-, SCM-, CRM- SRM-Systeme<sup>1</sup>, Data Warehouse- und Dokumentenmanagement-Systeme (DMS) bei der Einführung im Fokus. Sie werden auch in Zukunft für die Unterstützung der operativen und strategischen betriebswirtschaftlichen Prozesse von hoher Bedeutung sein. In vielen Unternehmen ist ihre Implementierung nach wie vor nicht abgeschlossen. Seit einigen Jahren werden die beschriebenen Systeme erheblich ergänzt und nicht mehr nur in den nutzenenden Unternehmen selber auf eigener Hardware (on-premise), sondern über verschiedene Arten von Clouds bereitgestellt (vgl. Abschn. 3.8). Die Ergänzung liefern z. B. Frameworks wie Hadoop für das Thema Big Data oder die oben erwähnten eingebetteten Systeme für die Realisierung des Internet of Things. Eine Anforderung, die in den letzten Jahren immer stärker berücksichtigt wurde und das Thema Digitalisierung nachhaltig geprägt hat, ist der mobile Einsatz von IT-Anwendungen. Sowohl für den Kunden als auch für den Mitarbeiter werden immer mehr Applikationen (Apps) für mobile Geräte wie Smartphones bereitgestellt. Die Hauptziele des Einsatzes von IT-Systemen bestehen darin, Prozesse effizienter, sicherer und schneller abzuwickeln und fundierte Grundlagen für Entscheidungen bereitzustellen. Die mobilen Applikationen zielen darauf ab, Mitarbeiter ortsunabhängig arbeiten zu lassen und mit Kunden direkt, an jedem Ort, zu jeder Zeit personalisiert zu kommunizieren.

### Digitalisiertes Geschäftsmodell

Ein Geschäftsmodell beschreibt, wie ein Unternehmen Werte schöpft bzw. Nutzen generiert und hierdurch Geld verdient. Bei einem **digitalisierten Geschäftsmodell** wird die Digitalisierung genutzt, um das Leistungsspektrum des Unternehmens zu erweitern. Es wird z. B. ergänzend zum bisherigen physischen Produkt eine Dienstleistung angeboten. Zu einer elektrischen Zahnbürste könnte eine App bereitgestellt werden, mit der visualisiert wird, welche Zähne bereits ausreichend geputzt wurden.

---

<sup>1</sup>ERP=Enterprise Resource Planning, SCM=Supply Chain Management, CRM=Customer Relationship Management, SRM=Supplier Relationship Management. Es handelt sich um IT-Anwendungssysteme zur Steuerung des gesamten Unternehmens (ERP), der logistischen Prozesse (SCM), der kundenbezogenen Prozesse (CRM) und der lieferantenbezogenen Prozesse (SRM).

Bei einem **digitalen Geschäftsmodell** beruhen die komplette Geschäftsidee und die Wertschöpfung des Unternehmens auf der Digitalisierung. Ein Beispiel liefern digitale Plattformen wie etwa Airbnb, Booking.com oder Lieferando. Diese Unternehmen generieren Werte und Umsatz, indem sie Anbieter und Nachfrager auf Basis digitaler Plattformen zusammenführen. Abschn. 3.10 erläutert anhand verschiedener Beispiele, wie die neue digitale Wertschöpfung funktioniert.

Zusammenfassend bedeutet **digitale Transformation** die Überführung der vorgestellten Elemente eines Unternehmens auf eine digitale Ebene. In den einzelnen Unterkapiteln von Kap. 3 werden die zu überführenden Elemente im Detail beschrieben und dabei genau herausgearbeitet, was die Überführung auf die digitale Ebene bedeutet.

### 2.1.2 Rollen und Clusterung der zehn Elemente

Wie wirken die verschiedenen Elemente, die für die digitale Transformation zu betrachten sind, zusammen? Welche Rolle haben die einzelnen Elemente? Wie lassen sie sich ggf. clustern? Abb. 2.2 gibt Antworten auf diese Fragen. Für die Elemente der digitalen Transformation lassen sich fünf Kategorien unterscheiden: Enabler, Gegenstände, Akteure und Verwender. Diese Cluster bzw. Kategorien werden im Folgenden erläutert.

#### Enabler der digitalen Transformation

Die Enabler der digitalen Transformation legen als Befähiger die Grundlage dafür, dass digitale Transformation realisiert werden kann. In diese Kategorie gehören die IT-Systeme und die digitale Vernetzung. Die **IT-Systeme** transformieren analoge Daten zu digitalen Daten. Digitale Daten werden von den IT-Systemen bei der Verarbeitung und Auswertung erneut digital transformiert und es entstehen neue digitale Daten. In Bezug auf die Prozesse sind die IT-Systeme ebenfalls die Enabler. Durch ihren Einsatz werden die Prozesse digitalisiert und möglicherweise automatisiert. Für Produkte, Maschinen und Roboter sind die eingebetteten IT-Systeme die Enabler. Durch sie wird die Digitalisierung dieser Elemente möglich. Grundlage für die digitale Anbindung von Kunden und Lieferanten ist ebenfalls der Einsatz von IT-Systemen.

Die digitale **Vernetzung** ist im Modell des digitalen Unternehmens der zweite Enabler. Durch die Vernetzung werden, wie oben beschrieben, jeweils mindestens zwei Elemente des digitalen Unternehmens miteinander verbunden, um Daten auszutauschen. Dieser Datenaustausch ist eine notwendige Voraussetzung für digitale Prozesse, die von verschiedenen IT-Systemen unterstützt werden. Insbesondere für die Anbindung der Kunden und Lieferanten sowie die unternehmensübergreifende Abwicklung von digitalen Prozessen mit ihnen ist die Vernetzung grundlegend. Die weiterführende Verknüpfung von Maschinen, Werkstücken, Produkten, Mitarbeitern und IT-Systemen liefert die Grundlage für die digitalen, vernetzten Prozesse in einer Smart Factory oder auch für die ebenfalls digitalen, vernetzten Prozesse im Internet of Things. Auf einem höheren Abs-

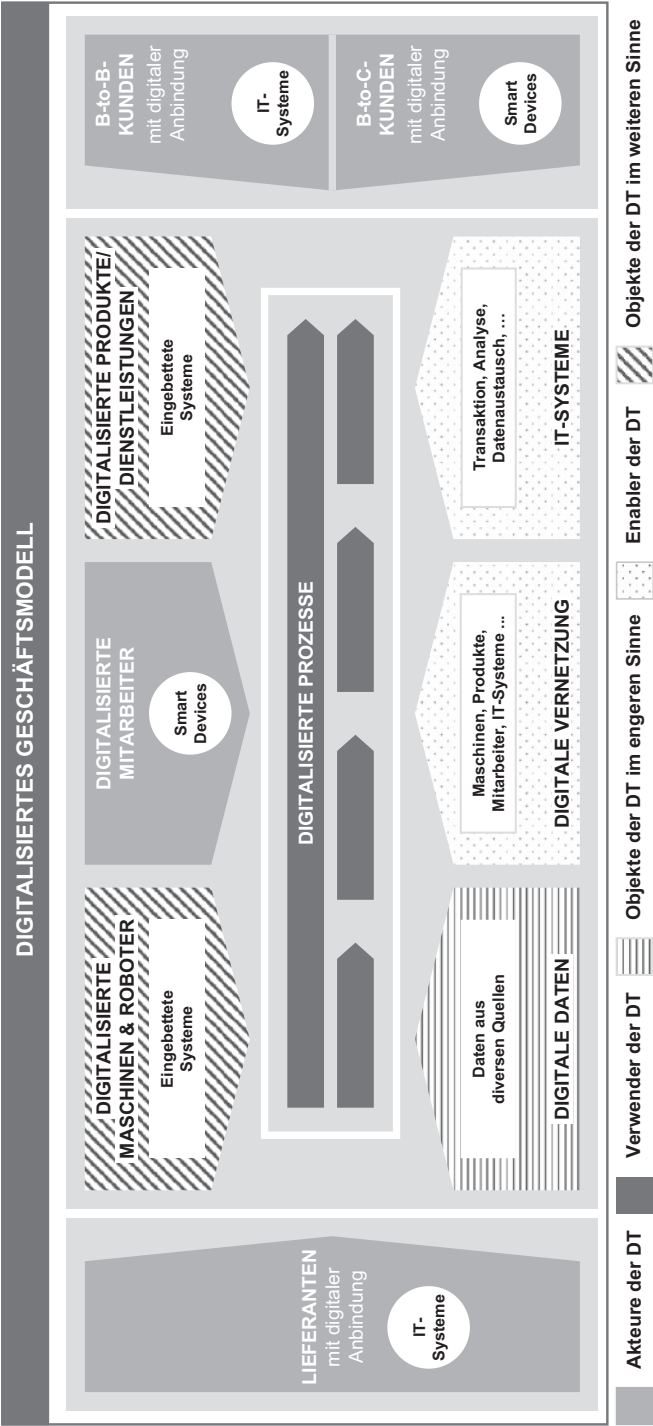


Abb. 2.2 Rollen der Elemente des digitalen Unternehmens



traktionsniveau kann die Vernetzung auch als Enabler für die Entwicklung neuer, digitalisierter Geschäftsmodelle interpretiert werden.

### **Gegenstände der digitalen Transformation**

Gegenstände der digitalen Transformation sind in einem engeren Sinne die **Daten** und in einem weiteren Sinne **Maschinen** und **Roboter** sowie die **Produkte**. Daten werden als **Gegenstand der digitalen Transformation im engeren Sinne** bezeichnet, da sie, wie oben beschrieben, von einer analogen Form in eine digitale Form umgewandelt werden, das heißt sie erfahren eine digitale Transformation. Beispielsweise werden die Daten aus einer papierbasierten Rechnung mit einem OCR-Scanvorgang (**Optical Character Recognition**) in eine Datei (Folge von Nullen und Einsen) transformiert, die dann von einem IT-System elektronisch weiterverarbeitet werden kann. Die so erzeugten digitalen Daten erfahren ggf. weitere digitale Transformationen, die dann aber nicht von analog zu digital, sondern von digital zu digital erfolgen. Zum Beispiel können über alle elektronisch verfügbaren Rechnungen Auswertungen gemacht werden, die ermitteln, welche Beschaffungsvolumen in bestimmten Zeiträumen realisiert wurden. Maschinen, Roboter und Produkte sind **Gegenstände der digitalen Transformation im weiteren Sinn**. Sie werden nicht selbst digital transformiert, ihnen werden vielmehr digitale Technologien, die eingebetteten Systeme, implantiert.

### **Akteure der digitalen Transformation**

Unter Akteuren der digitalen Transformation werden **Mitarbeiter**, **Kunden** und **Lieferanten** verstanden. Hinter diesen drei Elementen stehen handelnde Menschen. Das unterscheidet sie von den Maschinen, Robotern und Produkten. Gemeinsam mit diesen haben sie jedoch, dass sie ebenfalls mit IT-Systemen ausgestattet werden.

### **Verwender der digitalen Transformation**

Verwender der digitalen Transformation sind die **Prozesse** und die **Geschäftsmodelle**. Sie nutzen die Möglichkeiten der Digitalisierung aus, sie generieren die Vorteile der Digitalisierung. Anders formuliert: Sie verwenden die Möglichkeiten, welche die oben beschriebenen Elemente des Clusters Enabler bieten. Für die Prozessdurchführung etwa werden IT-Systeme und digitale Netze verwendet, um diese effizienter durchzuführen. Für ein digitales Geschäftsmodell wie beispielsweise das Betreiben einer Internetplattform wie Airbnb werden ebenfalls digitale Prozesse und Netze eingesetzt.

Die Ausführungen zu den **Clustern** werden im Folgenden **kritisch reflektiert**. Für die beschriebene Kategorisierung haben die Autoren eine Vielzahl an Diskussionen geführt, Cluster aufgestellt, verworfen und umbenannt und immer wieder neu gestaltet. Auch nach dieser Fülle von Durchläufen bleibt die Clusterung angreifbar. Die Basis für Diskussionen boten exemplarisch folgende Fragen: Warum nennt man die Verwender nicht Nutzer? Weil sie dann von den Akteuren nicht mehr abgrenzbar sind. Sind die digitalisierten Produkte oder Roboter nicht auch Enabler? Nein, weil nur die in ihnen implantierten digitalen Technologien die Funktion des Enablers haben. Warum gehört

ein Roboter nicht ins Cluster der Akteure? Weil die Akteure auf handelnde Menschen begrenzt wurden.

Ebenso ist der **Neuigkeitscharakter** der Digitalisierung **kritisch** zu **hinterfragen**. Was ist nun wirklich neu? Dass analoge Daten in digitale Daten umgewandelt und dann durch IT-Systeme weiter transformiert werden, ist kein Novum. Das gleiche gilt für die Digitalisierung von Prozessen. Diese war in den letzten Jahrzehnten ein Schwerpunktthema für Unternehmen, als flächendeckend ERP-Systeme und ergänzende IT-Systeme wie z. B. CRM-Systeme eingeführt wurden. Diese Art der Digitalisierung ist auch noch nicht abgeschlossen. Gleichzeitig sind aber neue Themen nach und nach präsent geworden: Die Digitalisierung von Maschinen und Produkten, die Ausstattung der Mitarbeiter und Kunden mit Smart Devices, die Vernetzung der genannten Elemente, die in diesem Zusammenhang entstehenden Big Data und die sich hieraus ergebenden neuen Prozesse, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle können als die neue Form der digitalen Transformation angesehen werden.

Um den Begriff „alt“ zu vermeiden, unterscheidet dieses Buch zwischen **traditioneller** und **neuer digitaler Transformation**. Eine exakte Abgrenzung erscheint dabei kaum möglich zu sein, da sich die verschiedenen Aspekte sowohl inhaltlich als auch zeitlich teilweise überschneiden. Gleichzeitig ist diese aber auch nicht zwingend erforderlich, da die zwei Begriffe lediglich verdeutlichen sollen, dass das Thema digitale Transformation nicht neu ist und verschiedene Facetten hat, die es in einem Gesamtkontext zu betrachten gilt. Für Unternehmen stellt sich die Frage, worin investiert werden soll. Weiter in die traditionelle digitale Transformation, in die neue Form der digitalen Transformation oder in beides gleichzeitig? Wo sind die größeren Potenziale zu realisieren? Wie bleibt das Unternehmen wettbewerbsfähig? Wie digital sollte ein Unternehmen überhaupt sein? Auch ohne digitale Produkte und Dienstleistungen mag ein Unternehmen sehr erfolgreich sein, wenn sich an diesen Stellen eine Digitalisierung überhaupt nicht anbietet. Das Unternehmen könnte dann die Prozessdigitalisierung fokussieren, falls dies bisher noch nicht ausreichend geschehen ist.

Es gilt nicht: Je digitaler, desto besser. **Digitalisierung ist kein Selbstzweck**, sondern verfolgt auch den Zweck, die Strategie des Unternehmens zu unterstützen und es effizienter zu gestalten. Das vorliegende Modell des digitalen Unternehmens bietet ein Rahmenwerk, um systematisch zu überprüfen, welche Potenziale das Unternehmen bei welchen Elementen der Digitalisierung realisieren kann. Hierzu wird in den folgenden Kapiteln durch ein weiteres Analysieren der Elemente der digitalen Transformation eine Grundlage geschaffen. Zudem werden ein Reifegradmodell und ein Vorgehensmodell entwickelt, auf deren Basis die digitale Transformation eines Unternehmens durchgeführt werden kann.

## 2.2 Vier Stufen zur Messung der digitalen Transformation in Unternehmen – Ein Reifegradmodell

Auf welche Weise kann gemessen werden, welchen Status ein Unternehmen beim Thema digitale Transformation bereits erreicht hat, und wie lässt sich festlegen, wie es sich in Zukunft weiterentwickeln soll? Dieses Buch nutzt hierzu Reifegradmodelle. Reifegradmodelle stammen ursprünglich aus dem Qualitätsmanagement und weisen insbesondere für die Evaluation und Verbesserung von Prozessen einen hohen Durchdringungsgrad in der Unternehmenspraxis auf. Bekannte Beispiele sind CMMI (Capability Maturity Model Improvement) und SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination).

Abb. 2.3 zeigt, wie sich Reifegradmodelle im Kontext der digitalen Transformation einsetzen lassen. Pro Element des Referenzmodells des digitalen Unternehmens wird eine Matrix aufgestellt, in der die Spalten für die Reifegradstufen von eins bis vier stehen. Die niedrigste Stufe steht hierbei für eine analoge Ausprägung und die höchste Stufe für eine volle Digitalisierung des Elements. Die Zwischenstufen beschreiben Teil-digitalisierungen.

Für das Element Geschäftsmodell ergeben sich beispielhaft die Stufen analoges Geschäftsmodell (1), analoges Geschäftsmodell mit digitalen Prozessen (2), digital erweitertes Geschäftsmodell (3) und digitales Geschäftsmodell (4). Für das Element Lieferant reichen die Stufen vom analog angebundenen Lieferanten (1) bis zum digital angebundenen beidseitig integrierten Lieferanten (4). Für die Einordnung der Unternehmen hinsichtlich ihres digitalen Reifegrads wird festgestellt, auf welcher Stufe das Unternehmen in Bezug auf die zehn Elemente steht. Pro Element ist die erreichte Stufe zu bestimmen. Dies erfolgt über die in den Zeilen aufgeführten Kriterien. Pro Kriterium werden in jeder Stufe Eigenschaften oder Anforderungen definiert, die das Unternehmen hinsichtlich des Elements haben muss, um der Stufe zugeordnet werden zu können. Bei dieser qualitativen Bewertungsmethode können im Rahmen von Assessments durch Prüfung der Übereinstimmung mit den vorgegebenen Anforderungen und Eigenschaften die Einstufungen durch Fachexperten erfolgen. Für die Einstufung des Elements Geschäftsmodell gibt es zum Beispiel das Kriterium „Bedeutung der Digitalisierung für die Leistungserstellung“. Bei einem digitalen Geschäftsmodell muss die Anforderung erfüllt sein, dass der Kern der Leistungserstellung digital erfolgt. Beim digital erweiterten Geschäftsmodell besteht lediglich die Anforderung, dass eine bestehende Leistungserstellung durch die Möglichkeiten der Digitalisierung erweitert wird. Die Fachexperten haben im Rahmen des Audits zu entscheiden, welche Anforderungen erfüllt werden und können so die Einstufung vornehmen. Wird die Einstufung des Unternehmens im Hinblick auf ein Element für alle Kriterien (Zeilen) vorgenommen, entsteht eine Profil-Linie, die den Ist-Status des Unternehmens beim jeweiligen Element beschreibt und hiermit Schwachstellen aufdeckt. Diesem Ist-Status wird dann im Rahmen der Zielformulierung für das jeweilige Element ein Soll-Profil gegenübergestellt. Auf diese Weise können angestrebte Entwicklungspfade der digitalen Transformation pro Element des Referenzmodells für ein Unternehmen entwickelt werden.

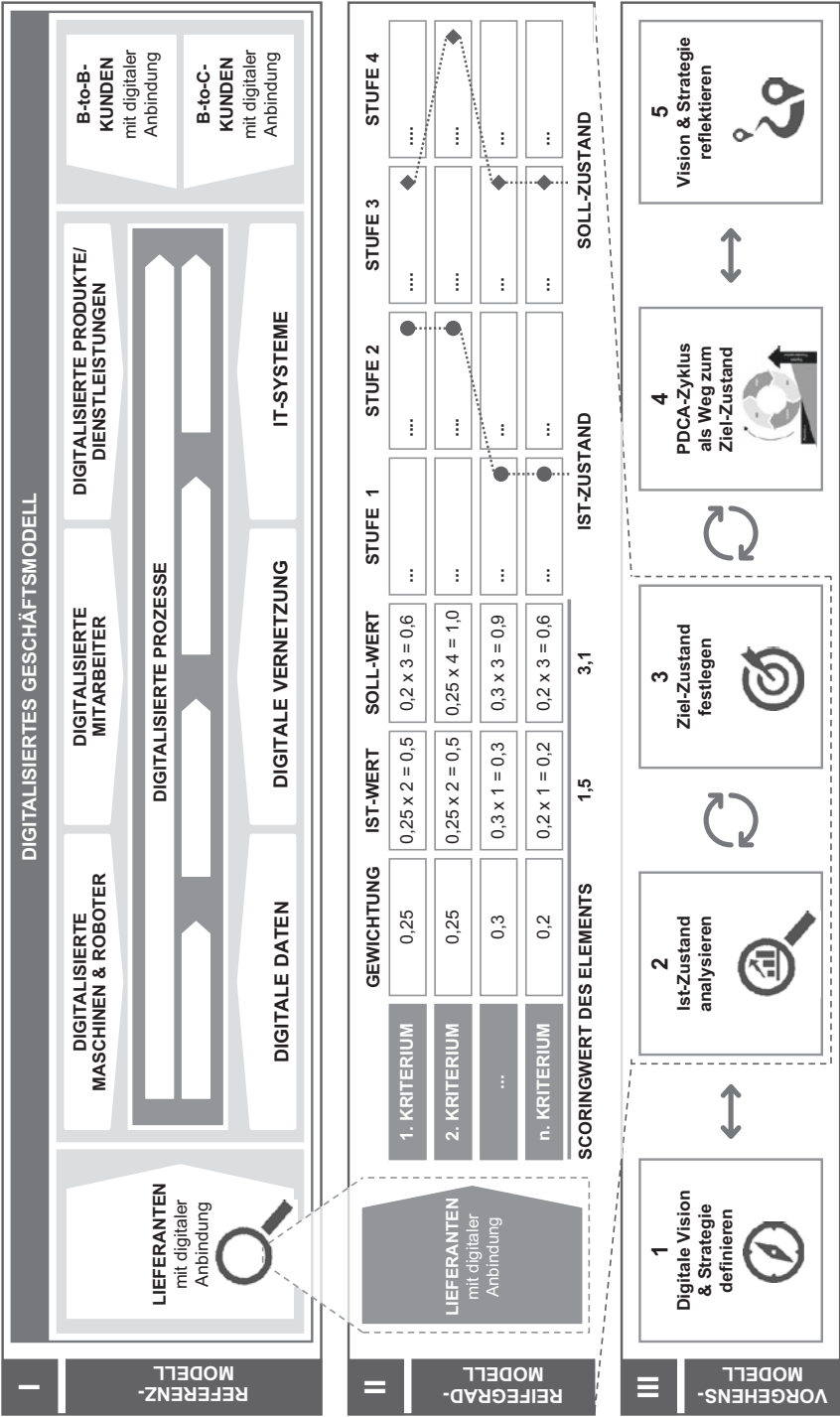
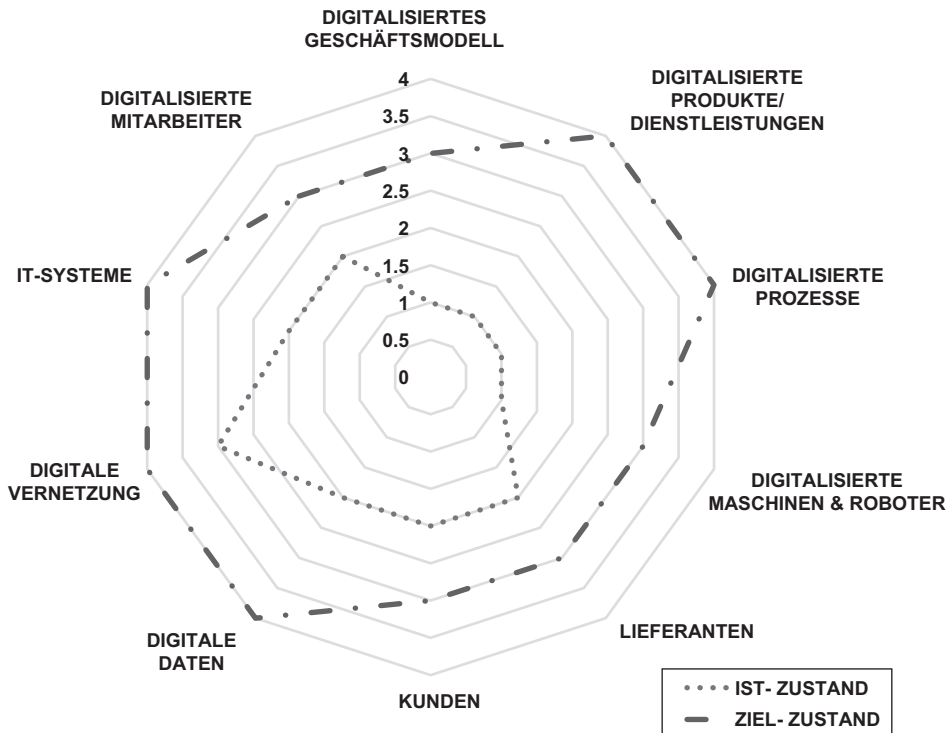


Abb. 2.3 Referenz-, Reifegrad- und Vorgehensmodell für das digitale Unternehmen



**Abb. 2.4** Spinnennetz-Diagramm mit Ist- und Soll-Profil des digitalen Unternehmens

Die beschriebene qualitative Untersuchung im vorgestellten Reifegradmodell kann um eine quantitative Bewertung ergänzt werden. Die qualitativen Einschätzungen der jeweiligen Kriterien werden dabei in quantifizierbare Werte, den Werten der jeweiligen Stufe, überführt. Die Kriterien (Zeilen) können bei Bedarf unterschiedlich gewichtet werden; die Summe der Kriterien-Gewichtungen muss den Wert eins ergeben. Pro Element des Referenzmodells werden die Gewichte der Kriterien mit dem Wert der erreichten Stufe (1 bis 4) multipliziert und die entstehenden Produkte aufsummiert (vgl. Abb. 2.3). Die Summe ergibt den sogenannten Scoring-Wert des Elements, der dann zwischen den Werten eins und vier liegt. Die einzelnen Scoring-Werte lassen sich zur Visualisierung der Ergebnisse in ein Spinnennetz-Diagramm (Radar-Chart) überführen (vgl. Abb. 2.4). Dabei werden die quantifizierten Reifegrade der Elemente auf den jeweiligen Achsen eingetragen und mit Linien verbunden: Je weiter die daraus resultierende Fläche vom Mittelpunkt entfernt ist, desto höher ist der Reifegrad. Neben dem Ist-Zustand kann ebenso ein Ziel-Zustand je Element auf den Achsen abgebildet werden. So lässt sich die Visualisierung des Assessments als Führungsinstrument nutzen: Auf Basis der Ausgangsbewertung stellen Führungskräfte den Reifegrad (die Leistungsfähigkeit) fest und geben eine Zielstufe vor, die innerhalb eines zeitlichen Rahmens zu erreichen ist.

### **Kritische Reflexion**

In den einzelnen Abschnitten von Kapitel drei wird für jedes Element der digitalen Transformation eine wie oben beschriebene Matrix erstellt. Anschließend werden Hinweise zur Durchführung der Assessments und Handlungsempfehlungen gegeben. Bereits an dieser Stelle soll übergreifend darauf hingewiesen werden, dass der Begriff des Reifegradmodells hier kritisch hinterfragt werden muss. Reifegrad suggeriert: „Je höher, desto besser“. Dies gilt im Rahmen der digitalen Transformation aber nicht zwangsläufig. So kann für ein Unternehmen aufgrund seiner Produkte und der bestehenden Wertschöpfung eine Weiterentwicklung in Richtung digitalisiertes oder auch digitales Geschäftsmodell eventuell gar nicht möglich oder nicht sinnvoll sein. Ebenso mag bei den Prozessen eine digitale Automatisierung für viele Prozesse nicht wirtschaftlich sein, da die Investitionskosten in keinem adäquaten Verhältnis zur Anzahl der Prozessdurchläufe stehen. Unternehmen haben im Kontext des Reifegradmodells deshalb kritisch zu hinterfragen, welche Stufe für ein bestimmtes Element für sie die sinnvolle Maximalausprägung darstellt. Diese muss keineswegs immer beim maximalen Wert vier liegen. Es geht bei dem Reifegradmodell also nicht darum, einem Trend folgend, möglichst digital zu sein. Vielmehr ist basierend auf dem Modell systematisch und sachlich begründet zu entscheiden, wie Digitalisierung im betrachteten Unternehmen konkret aussehen sollte. Das Modell ist branchenneutral aufgesetzt. Es erlaubt aber bei gleichbleibendem Rahmen im Bedarfsfall ausgewählte Kriterien und deren Ausprägungen branchenspezifisch anzupassen. Im Hinblick auf die Abstufungen in den einzelnen Reifegradmodellen sind die Kriterienvarianten nicht immer quantifizierbar oder exakt abgrenzbar. Hier ist gegebenenfalls im Rahmen der Anwendung der Reifegradmodelle eine weitere Operationalisierung vorzunehmen.

---

## **2.3 Fünf Phasen zur Umsetzung der digitalen Transformation in Unternehmen – Ein Vorgehensmodell**

Ein Vorgehensmodell ist die modellhafte Darstellung der im Rahmen einer Gesamtaufgabe durchzuführenden Aktivitäten. Die Gesamtaufgabe – in diesem Fall die Analyse, Planung, Umsetzung und kontinuierliche Weiterentwicklung der digitalen Transformation eines Unternehmens – wird in hierarchisch aufeinander aufbauende Teilaufgaben gegliedert und systematisch abgearbeitet. Auf Basis eines Vorgehensmodells verläuft die Erfüllung der Gesamtaufgabe strukturiert und der Fortschritt lässt sich nachvollziehen und dokumentieren. Ein standardisiertes Vorgehen fördert ein gemeinsames Prozessverständnis und die funktionsübergreifende Zusammenarbeit der Fachabteilungen. Die Entwicklung eines Vorgehensmodells ist sinnvoll, wenn sich eine Gesamtaufgabe im Zeitablauf wiederholt und somit ein Standardvorgehen als Leitfaden definierbar ist. Diese Situation liegt bei der digitalen Transformation vor, da sie nicht durch ein einmaliges Projekt realisiert werden kann. Vielmehr handelt es sich um einen kontinuierlichen, evolutionären Prozess, der im Folgenden skizziert wird.

Der Grundgedanke beruht auf dem japanischen Managementkonzept „Kaizen“. **Kaizen** (deutsch: Verändern zum Guten) ist eine prozessorientierte Denkweise im Sinne einer Geisteshaltung. Sie beruht auf der Überlegung, dass alle Aktivitäten nie optimal seien und somit ein einmal erreichter Zustand immer einer Weiterentwicklung bedürfe. Entsprechend sind alle Elemente des digitalen Unternehmens ständig zu hinterfragen und positiv im Hinblick auf die strategischen Ziele bzw. die Vision zu verändern. Kaizen setzt den Fokus auf umsetzbare Veränderungen in kleinen Schritten – im Gegensatz zu sprunghaften Weiterentwicklungen durch Großprojekte. Dies bedeutet jedoch nicht, dass bestimmte größere Innovationssprünge im Rahmen der digitalen Transformation wie beispielsweise die Implementierung eines neuen IT-Systems nicht durch größere Projekte abzubilden sind.

Das im unteren Bereich der Abb. 2.3 unter III dargestellte Vorgehensmodell zur kontinuierlichen digitalen Transformation beruht auf fünf Phasen. In der **ersten Phase** ist eine digitale Vision abzuleiten, die als Ausrichtung auf einen Ideal-Zustand verstanden werden kann. Eine solche Vision könnte z. B. das papierlose Unternehmen darstellen, das in allen Prozessen vollständig auf papierbasierte Aktivitäten verzichtet. In der **zweiten Phase** wird der Ist-Zustand jedes der zehn Elemente des digitalen Unternehmens anhand der Reifegrade analysiert. Diese Reifegrade werden in den folgenden Kapiteln je Element differenziert vorgestellt. Anhand der Reifegrade lässt sich nicht nur der Ist-Zustand analysieren, sondern ebenso in der **dritten Phase** ein Ziel-Zustand der digitalen Transformation für jedes Element definieren (vgl. Abb. 2.3 und 2.4). Die Beschreibung der Reifegrade liefert bereits erste Handlungsempfehlungen, wie sich der Ist-Zustand über Projekte oder Maßnahmen zu einem Ziel-Zustand weiterentwickeln lässt. Trotz einer Vision als Ziel-Zustand der digitalen Transformation ist der Weg zu diesem Ziel nicht unbedingt klar, die einzelnen Schritte dorthin können noch im Dunklen liegen. Insofern ist der vorgenannte Ziel-Zustand nicht gleichbedeutend mit dem Erreichen der Vision. Vielmehr handelt es sich um ein **erreichbares Zwischenziel** auf dem Weg zur Vision. Die Taschenlampen-Analogie von Rother ist hier hilfreich für das Verständnis dieser Denkweise: Das Unternehmen hat eine Taschenlampe, die allerdings nur ein kurzes Stück des Wegs in der Finsternis erhellt. Der Ziel-Zustand liegt außerhalb des Lichtkegels der Taschenlampe, sodass der Weg dorthin nicht exakt vorhergesagt werden kann. Um weiter zu sehen und in der Dunkelheit verborgene Hindernisse zu identifizieren, muss das Unternehmen einen Schritt vorwärtsgehen. Übersetzt in die Unternehmenspraxis bedeutet dies, dass der Weg der Transformation zum Großteil durch mehrere einzelne Schritte erfolgen muss und nach jedem Schritt zu prüfen ist, ob das Zwischenziel erreicht wurde. Ein einzelner Schritt wird hierbei in der **vierten Phase** nach dem bewährten **PDCA-Zyklus** (Plan, Do, Check, Act) durchgeführt. Dabei handelt es sich um die (ggf. wiederkehrende) Abfolge der folgenden Schritte:

- Planen (**Plan**): Konkretisierung des in der dritten Phase definierten Zielzustandes und Festlegung von passenden Transformations- bzw. Weiterentwicklungsmaßnahmen.
- Umsetzen (**Do**): Durchführung der Maßnahmen.
- Überprüfen (**Check**): Bewertung der neuen Ist-Situation im Vergleich zum angestrebten Zielzustand.
- Über den nächsten Schritt bzw. das nächste Zwischenziel entscheiden (**Act**): Auf Basis der Daten aus Schritt „Überprüfung“ entscheiden: Entweder Transformation stabilisieren bzw. standardisieren oder PDCA-Zyklus wieder von vorne starten.

Über den PDCA-Zyklus wird ein Regelkreis zum Erreichen des jeweils nächsten Zwischen-Ziels der digitalen Transformation etabliert. Damit lässt sich der Reifegrad des digitalen Unternehmens kontinuierlich in Richtung des Zielbilds der Vision weiterentwickeln. Dabei ist allerdings nicht zu vergessen, dass die jeweils neue Situation mit der Vision beziehungsweise der Strategie rückgekoppelt werden muss, um diese eventuell anzupassen (**Phase 5**). Dies ist bedingt durch sich ständig ändernde Umweltbedingungen und Marktanforderungen, zum Beispiel durch neue Kundenbedürfnisse, Verhalten des Wettbewerbs oder neue Gesetze.



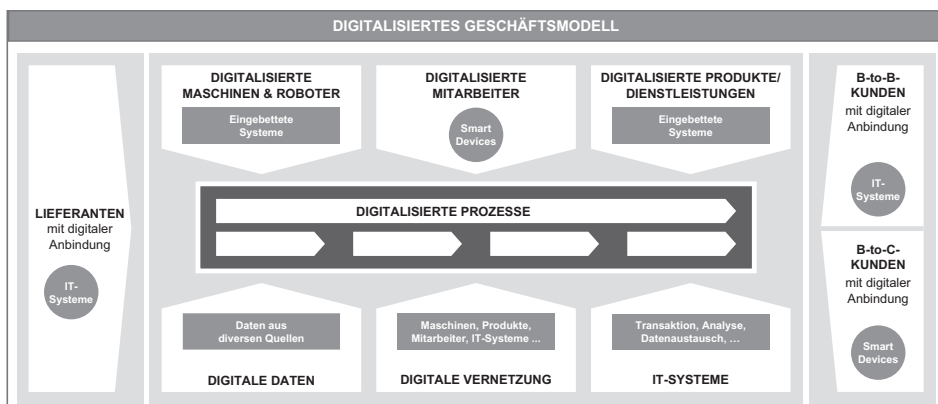
# Stufenweise Transformation der Elemente des digitalen Unternehmens

## 3

### 3.1 Digitale Prozesse

#### 3.1.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

Im digitalen Unternehmen werden die Prozesse als Verwender interpretiert und stehen im Zentrum der Betrachtung (vgl. Abb. 3.1 und Abschn. 2.2). Die zentrale Rolle der Prozesse scheint angemessen zu sein, da durch sie die direkte Wertschöpfung im Unternehmen erfolgt oder unterstützt wird. Die Einordnung als Verwender ist gewählt worden, da die Prozesse die Enabler der digitalen Transformation verwenden bzw. benutzen, um effizient und übergreifend durchgeführt werden zu können. Ebenso verwenden die Prozesse die Daten, die als Objekte der digitalen Transformation im engeren Sinne definiert worden sind.



**Abb. 3.1** Das Element Prozesse im digitalen Unternehmen

Ein Prozess wird, wie in der Literatur üblich, als Folge von logisch zusammenhängenden Aktivitäten gesehen, die Inputs zu Outputs transferieren. Die im Modell nicht visualisierten Inputs kommen vom gegebenenfalls digital angebundenen Lieferanten und können informationeller oder materieller Art sein. Die ebenfalls nicht visualisierten Outputs können gleichermaßen die beiden genannten Formen annehmen. Führt das Unternehmen beispielsweise einen Produktionsprozess durch, so ist der Output ein materielles Gut. Handelt es sich um Dienstleistungsunternehmen, so ist der Output je nach Dienstleistung auch ein materielles Gut, wie zum Beispiel ein repariertes Auto, oder aber der Output hat informationellen Charakter, wie etwa eine Zimmerbuchung über eine Online-Plattform. Der Empfänger des Outputs ist der digital angebundene Kunde, der bei informationellen Outputs diese eventuell direkt auf sein Smart Device bekommt, in diesem Fall eine digitale Auftragsbestätigung der Zimmerbuchung.

Die Rolle der Prozesse als Verwender der digitalen Transformation soll an einem Beispiel nochmals verdeutlicht werden: Erhält ein Unternehmen bestimmte Materialien, die eingelagert werden sollen, so wird diese Aktivität im IT-System durch eine entsprechende Wareneingangsbuchung abgebildet, und der Lagerbestand im IT-System wird automatisch angepasst. Diese IT-Unterstützung ermöglicht, dass der aktuelle Bestand des Materials von beliebigen Standorten aus abgefragt werden kann. Bei einer Nachbestellung kann automatisch berücksichtigt werden, wie viele Einheiten noch auf Lager sind. Bei der Rechnungsprüfung kann sehr einfach überprüft werden, was genau geliefert wurde. Der Prozess verwendet also das IT-System mit seinen Speicherungs- und Verarbeitungskapazitäten, um den informationellen Anteil des Prozesses transparent zu machen und um einzelne Prozessschritte zu vereinfachen ggf. sogar zu automatisieren. Bei modernen Produktionsprozessen wird die Rolle als Verwender der digitalen Transformation nochmals klarer. Hier werden nicht nur die IT-Systeme für die Abwicklung der Prozesse genutzt, vielmehr kommen auch die in Maschinen und Produkten eingebetteten IT-Systeme zum Einsatz. Wie der nachfolgende Abschnitt zeigen wird, begünstigt dies eine wirtschaftliche Produktion kleiner Serien bis hin zur kundenindividuellen Losgröße eins.

### 3.1.2 Arten von digitalen Prozessen

Wie kann die digitale Transformation von Prozessen kategorisiert werden? Abb. 3.2 gibt durch die vier dargestellten Arten digitaler Prozesse Antworten auf diese Frage: Ganz unten in der Abbildung werden als **erste Art** die **digitalisierten Prozesse** vorgestellt. Ein digitalisierter Prozess liegt vor, wenn einzelne oder alle Aktivitäten in einem Prozess mit der Unterstützung eines IT-Systems durchgeführt werden und ebenso einzelne oder alle Daten für den Prozess in digitaler Form vorliegen. Digitalisierte Prozesse können sich hinsichtlich ihres **Digitalisierungsgrades** unterscheiden. Dieser gibt an, wie viel Prozent der Aktivitäten im Prozess mit IT-Unterstützung durchgeführt werden. Bei **volldigitalisierten Prozessen** werden alle Aktivitäten mit Unterstützung von IT durchgeführt

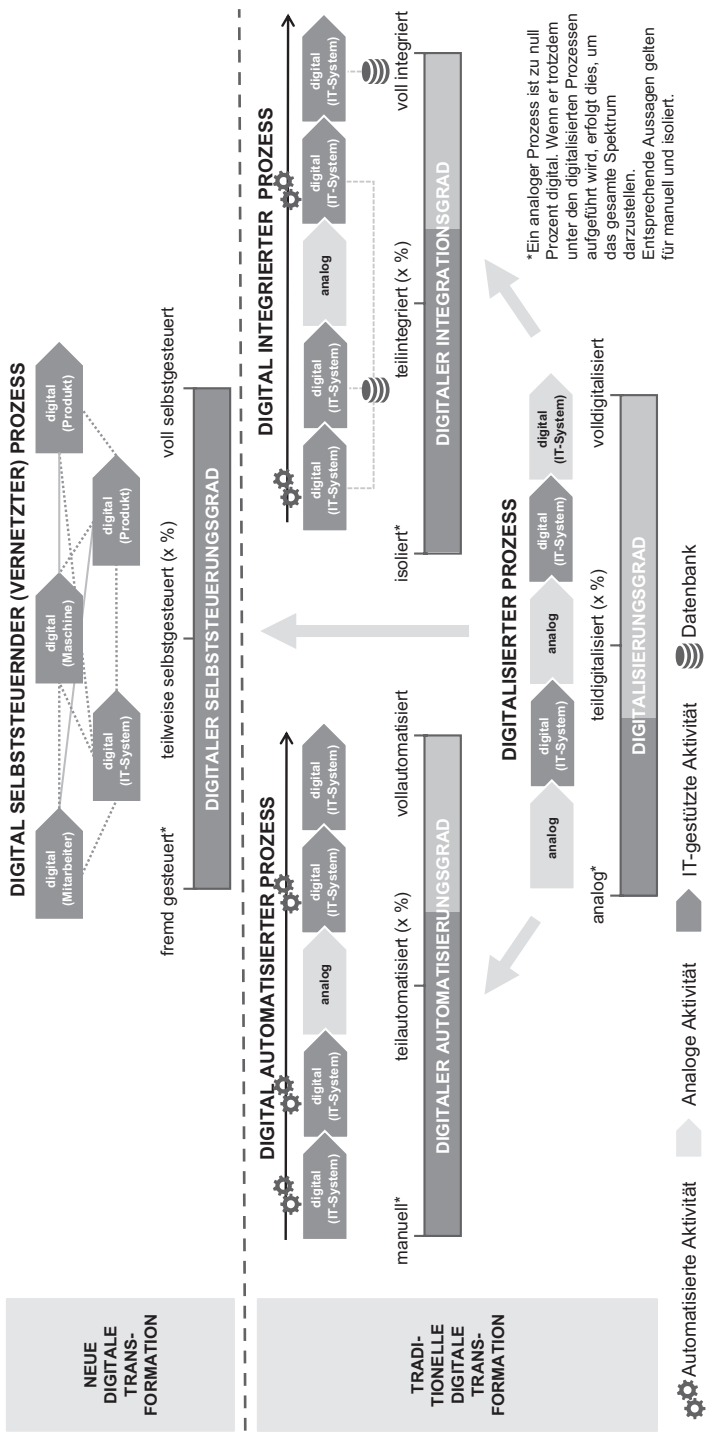


Abb. 3.2 Arten von digitalen Prozessen

und sämtliche Daten liegen digital vor. Bei **teildigitalisierten Prozessen** gilt dies nur für einige Aktivitäten und Daten. Wird keine Aktivität IT-unterstützt durchgeführt und komplett papierbasiert gearbeitet, so wird der Prozess als **analoger Prozess** bezeichnet.

Die **zweite Art** digitaler Prozesse stellen die **digital automatisierten Prozesse** dar. Bei der Automatisierung werden Aktivitäten im Prozess ohne Eingriff eines Mitarbeiters insgesamt durch das IT-System durchgeführt. Es kann sich zum Beispiel um eine im Batch durchgeführte Auswertung handeln, deren Ergebnis ausgewählten Mitarbeitern mit einem Workflow übermittelt wird. Die Automatisierung von Prozessen setzt deren zumindest teilweise Digitalisierung voraus. Deshalb stehen diese Prozesse in der Abb. 3.1 oberhalb der digitalisierten Prozesse. Analog zum Digitalisierungsgrad lässt sich der **digitale Automatisierungsgrad** bestimmen. Er gibt an, wie viel Prozent der Prozessschritte automatisiert durchgeführt werden. Bei einem voll automatisierten Prozess werden alle Schritte zu hundert Prozent automatisiert durchgeführt. Dies setzt voraus, dass alle relevanten Daten digital vorliegen. Bei einem teilautomatisierten Prozess gilt dies nur für einige Schritte. Ein manueller Prozess kann in keiner Aktivität automatisiert sein. Ein manueller und ein teilautomatisierter Prozess können in den nicht automatisierten Aktivitäten sowohl analog als auch digitalisiert sein. Manuell bedeutet hier, dass ein Mensch die Aktivität durchführt oder begleitet; dies kann ohne oder mit Unterstützung eines IT-Systems erfolgen.

Ein aktueller Ansatz, der die Automatisierung von Prozessen forcieren soll, ist die **Robotic Process Automation (RPA)**. Hierbei kommen IT-Systeme zum Einsatz, die wie ein menschlicher Anwender eines IT-Systems Daten über die Benutzerschnittstelle eingeben. Die auch als Softwareroboter bezeichneten Systeme ahmen die menschliche Interaktion mit der Benutzerschnittstelle nach. Der Softwareroboter hat hierbei eine Benutzer-ID und arbeitet regelbasierte Routineprozesse entweder teilweise oder komplett automatisiert ab. Kündigt etwa der Kunde einem Energieversorgungsunternehmen, so können die Softwareroboter wichtige Vorarbeiten leisten, um den entsprechenden Sachbearbeiter mit Informationen zu versorgen. Auf Basis dieser Informationen kann der Sachbearbeiter dann eine Kundenrückgewinnung starten oder die für die Kündigung erforderlichen Schritte durchführen. Je nach Komplexität kann ggf. auch der Roboter diese Schritte übernehmen. Dort, wo in der Vergangenheit IT-Systeme von Mitarbeiter bedient wurden, können in der Zukunft Softwareroboter diese Bedienung übernehmen. Dies gilt vor allem für einfache Anwendungsfälle, die sich häufig und in großer Anzahl wiederholen und durch gesetzliche oder Geschäftsregeln gesteuert werden. Der Mitarbeiter kommt hier nur in Ausnahmefällen, die vom Standard abweichen, zum Einsatz.

Die **dritte Art** digitaler Prozesse sind die **digital integrierten Prozesse**. Auch hier wird die zumindest teilweise Digitalisierung vorausgesetzt. Bei der digitalen Integration geht es um die Art der unterstützenden IT-Systeme. Werden alle Aktivitäten eines Prozesses durch ein einheitliches, integriertes IT-System mit einer zentralen Datenbank unterstützt oder automatisiert durchgeführt, wird von einem **voll integrierten digitalen Prozess** gesprochen. Der **digitale Integrationsgrad** beträgt hier hundert Prozent. Diese Prozessart liegt zum Beispiel bei einem komplett ERP-unterstützten Prozess vor.

Ebenso liegt ein vollintegrierter digitaler Prozess vor, wenn in der obigen Situation unterschiedliche IT-Systeme wie etwa ERP, CRM und SCM zum Einsatz kommen, diese aber für den erforderlichen Datenaustausch über IT-Schnittstellen verfügen. Unter einem **teilintegrierten digitalen Prozess** ist ein Prozess zu verstehen, bei dem nicht alle Aktivitäten IT-unterstützt sind oder bei dem die obigen Aussagen nur für einige, nicht aber alle Aktivitäten zutreffen. Ein Beispiel für diese Prozessart liefert ein Einkaufsprozess, der die Angebote mit einem Tabellenkalkulationsprogramm erfasst und vergleicht und die Bestellung nach manueller Übernahme ausgewählter Daten im ERP-System erfolgt. Die anschließende Wareneingangsbuchung möge ebenfalls im ERP-System durchgeführt werden. Der digitale Integrationsgrad gibt in diesem Fall an, wie viel Prozent aller Aktivitäten des Prozesses in einem integrierten System oder in über Schnittstellen verbundenen Systemen erfolgt. Werden die Aktivitäten eines Prozesses abwechselnd durch unterschiedliche, nicht miteinander vernetzte **IT-Systeme** unterstützt, so liegt keine Integration der IT-Systeme vor. In diesem Fall beträgt der **digitale Integrationsgrad** null Prozent.

Die bisher dargestellten Arten digitaler Prozesse sind der traditionellen digitalen Transformation zuzuordnen. Die beschriebenen Ansätze zur Digitalisierung, Automatisierung und Integration beschäftigen Unternehmen bereits seit vielen Jahren. Trotzdem sind insbesondere im Mittelstand häufig lediglich geringe bis mittlere Durchdringungsgrade erreicht.

Als **vierte Art** digitaler Prozesse werden die **digital selbststeuernden, vernetzten Prozesse** betrachtet. Erst an dieser Stelle beginnt die neue digitale Transformation. Bei der Digitalisierung geht es jetzt nicht mehr nur um die Unterstützung eines Prozesses durch ein IT-System. Vielmehr werden nun die Objekte der digitalen Transformation im weiteren Sinne gleichermaßen in den Fokus gerückt. Digitalisierte Produkte, Maschinen und Mitarbeiter sind mit den IT-Systemen und untereinander vernetzt und kommunizieren miteinander. Diese Art von Prozessen ist zum Beispiel in der Produktion vorzufinden und ermöglicht hier die wirtschaftliche Fertigung einer kundenindividuellen Losgröße eins. Vom Grundprinzip her laufen solche Prozesse wie folgt ab: Der Rumpf des zu produzierenden Guts, dies könnte z. B. die Sohle oder der Rahmen eines Schuhs sein, wird mit einem RFID-Chip ausgestattet. Dieser Chip, der als eingebettetes System bezeichnet wird, erhält die Informationen über die Konfiguration des Produktes und die einzelnen erforderlichen Produktionsschritte inklusive ihrer Reihenfolge. Anschließend wird der so digitalisierte Rumpf automatisch in eine flexible Produktion weitergeleitet. Hier kommuniziert er autonom über Sensoren und Aktoren (vgl. Abschn. 3.7) mit den digitalisierten Maschinen bzw. Robotern. Die Sensoren der Maschinen/Roboter respektive die in sie eingebetteten Systeme erkennen den Rumpf und führen nacheinander je nach Verfügbarkeit und erforderlicher Reihenfolge über die Aktoren die notwendigen Produktionsschritte am Rumpf durch. Nach jedem Produktionsschritt wird dieser an den RFID-Chip zurückgemeldet, sodass der erweiterte Rumpf jederzeit weiß, welche Schritte für ihn noch erforderlich sind bzw. wie weit seine Fertigung bereits abgeschlossen wurde. Schritt für Schritt entsteht so ein individuelles Produkt, beispielsweise ein maßgefertigter Schuh mit

Zusammenstellung der einzelnen Teile nach Kundenwunsch. Mitarbeiter agieren in diesem Prozess entweder überwachend oder arbeiten mit den Robotern Hand in Hand und übernehmen Aufgaben, die die Roboter gar nicht oder nicht wirtschaftlich durchführen können. Im Überwachungsfall bekommen die Mitarbeiter von den Maschinen oder Robotern Informationen auf ihre Smart Devices, wenn Probleme im Prozess aufgetreten sind oder bestimmte Vorgänge abgeschlossen wurden.

Der beschriebene Prozess kann als **digital** bezeichnet werden, da er sämtliche Enabler aus Abb. 2.2 nutzt. Die **Vernetzung** besteht zwischen den Produkten, Maschinen und Mitarbeitern auf Basis der eingesetzten IT-Systeme. Die **Selbststeuerung** wird möglich, da die Produkte durch die eingebetteten Systeme die Informationen für ihre Produktion dezentral erhalten und mit den Maschinen über deren eingebettete Systeme kommunizieren können. Der **digitale Selbststeuerungsgrad** liegt im betrachteten Fall bei hundert Prozent, da keinerlei Fremdsteuerung bzw. zentrale Steuerung erfolgt. Das zu produzierende Objekt, hier der Schuh, steuert sich komplett eigenständig durch die Produktion; deshalb wird von einer **vollen Selbststeuerung** gesprochen. Erfolgen nur einige Schritte selbststeuernd, so wird dies als **teilweise Selbststeuerung** bezeichnet. Enthält das zu produzierende Objekt kein eingebettetes System, so kann keine Vernetzung und damit nur eine Fremdsteuerung erfolgen. Ein solcher fremd gesteuerter Prozess kann auch vollautomatisch ohne Eingriff eines Mitarbeiters durchgeführt werden, weist aber nicht dessen Flexibilität auf. Wo genau ist nun der Unterschied? Bei Fremdsteuerung koordiniert ein übergeordnetes zentrales IT-System den gesamten Produktionsprozess, indem es die Maschinen ansteuert und den gesamten Prozess koordiniert. Die in den Maschinen und in den Produkten eingebetteten Systeme sowie deren Vernetzung ermöglichen eine dezentrale Selbststeuerung.

In der Literatur werden neben den oben beschriebenen Prozessarten noch weitere Arten von Prozessen unterschieden (vgl. z. B. Jodlbauer 2018). Insbesondere werden in diesem Kontext **autonome Prozesse** diskutiert. An diese werden die Anforderungen Selbstständigkeit, Reaktionsfähigkeit, Anpassungsfähigkeit und Fähigkeit zur Kollaboration gestellt. Die oben beschriebenen sich selbst steuernden, vernetzten Prozesse erfüllen diese Ansprüche weitgehend und sind dementsprechend den autonomen Prozessen sehr ähnlich.

### 3.1.3 Stufen der digitalen Transformation und Assessments

Der vorangegangene Abschnitt hat auf der Grundlage von vier Arten digitaler Prozesse gezeigt, wie die Digitalisierung von Prozessen über den Digitalisierungsgrad, den Automatisierungsgrad, den Integrationsgrad und den Autonomiegrad beschrieben werden kann. Tab. 3.1 schlägt für die Messung dieser vier Grade ein Stufensystem mit Stufen von jeweils 25 % vor.

Das Assessment ist anzuwenden auf einzelne Prozesse, die hinsichtlich ihrer Digitalisierung bewertet und ggf. miteinander verglichen werden sollen. Die Stufen können

**Tab. 3.1** Reifegradmodell für das Element Prozesse

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
<b>Digitalisierungsgrad</b>	0 % bis 25 % weitgehend analog	25 % bis 50 % gering digitalisiert	50 % bis 75 % über- wiegend digitalisiert	75 % bis 100 % fast voll digita- lisiert
<b>Digitaler Automatisierungsgrad</b>	0 % bis 25 % weitgehend manuell	25 % bis 50 % gering automa- tisiert	50 % bis 75 % überwiegend auto- matisiert	75 % bis 100 % fast voll automa- tisiert
<b>Digitaler Integrationsgrad</b>	0 % bis 25 % weitgehend isoliert	25 % bis 50 % gering integriert	50 % bis 75 % über- wiegend integriert	75 % bis 100 % fast voll integ- riert
<b>Digitaler Selbststeuerungsgrad</b>	0 % bis 25 % weitgehend fremdgesteuert	25 % bis 50 % gering selbst gesteuert	50 % bis 75 % über- wiegend autonom	75 % bis 100 % fast vollautonom

alternativ noch feiner mit kleineren Intervallen gebildet werden. Im Extremfall werden pro betrachtetem Grad genaue Prozentwerte ermittelt und die Stufung vollständig weggelassen. Vor der Durchführung der Assessments sollte auf jeden Fall überlegt werden, welchem Zweck sie dienen sollen. Geht es darum, Prozesse hinsichtlich des Handlungsbedarfs zu priorisieren, reicht eine auf Basis einer Schätzung vorgenommene Einordnung in das vorgestellte grobe Raster aus – es sei denn, alle Prozesse werden dem gleichen Intervall zugeordnet. In diesem Fall ist ein feineres Raster zu wählen oder aber die möglichst exakten Prozentwerte zu ermitteln. Geht es darum, nach einem Digitalisierungsprojekt den Fortschritt bei der Digitalisierung zu validieren, bieten sich genauere Messungen an. In jedem Fall ist wichtig, Aufwand und Nutzen eines Assessments immer gegeneinander abzuwägen. Wie kann die Messung durchgeführt werden, wenn möglichst genaue Prozentwerte ermittelt werden sollen? Für die Ermittlung der vier beschriebenen Grade ist grundsätzlich eine Modellierung des Prozesses vorzunehmen. Die Modellierung sollte mit der Sicht auf die Prozesslogik, der Datensicht, der IT-Sicht und der Organisationssicht erfolgen.

Bei der **Prozesslogik** wird modelliert, welche Aktivitäten in welcher Reihenfolge und unter welchen Bedingungen ausgeführt werden. In der Datensicht wird ergänzend beschrieben, welche Daten in die Aktivitäten ein- und ausgehen. Dabei wird zwischen analog und digital vorliegenden Daten unterschieden. Die **IT-Systemsicht** stellt pro Aktivität dar, mit welchem IT-System die Aktivität durchgeführt wird, sofern es eine IT-Unterstützung für die Aktivität gibt. In der **Organisationssicht** wird pro Aktivität dargestellt, welche Organisationseinheit die Aktivität realisiert. Wird die Aktivität ohne Unterstützung eines Mitarbeiters durch ein IT-System automatisch ausgeführt, so wird das entsprechende IT-System in der Organisationssicht eingetragen.

Die Prozessmodellierung ist in verschiedenen Detaillierungen möglich. Der Prozess kann in Teilprozesse, diese in Aktivitäten und die Aktivitäten wiederum in Elementaraktivitäten zerlegt werden. So entsteht eine immer genauere Beschreibung des Prozesses.

In der Literatur werden bis zu sechs Ebenen für die Prozessmodellierung beschrieben. In der Praxis wird die Beschreibung häufig auf zwei bis drei Ebenen begrenzt, eine Modellierung in der vierten Ebene ist eher selten vorzufinden. Für die angestrebten Assessments sind je nach Umfang des Prozesses die Ebenen zwei oder drei angemessen. Auf diesen Ebenen lassen sich die eingesetzten IT-Systeme sowie die analog oder digital vorliegenden Daten (Belege) den Aktivitäten in der Regel klar zuordnen und hierauf basierend eine Berechnung der verschiedenen Grade vornehmen.

Die Tab. 3.2 und 3.3 zeigen in zwei Varianten einen auf Ebene 2 modellierten Beschaffungsprozess für indirekte Materialien wie Büromaterialien, Arbeitskleidung oder ähnliches, die typischerweise von Fachabteilungen benötigt werden. Der Prozess ist

**Tab. 3.2** Gering digitalisierter Beschaffungsprozess

Nr.	Tätigkeit	IT	Daten	Organisationseinheit
1	Banf (Bestellanforderung) ausfüllen	–	Banf/Papier	Bedarfsträger
2	Banf freigeben	–	Banf/Papier	1. Führungskraft
3	Banf freigeben	–	Banf/Papier	2. Führungskraft
4	Banf freigeben	–	Banf/Papier	3. Führungskraft
5	Bestellung erzeugen	ERP	Bestellung/Digital – Banf/Papier als Vorlage	Einkäufer
6	Bestellung drucken	ERP	Bestellung/Digital/Papier	Einkäufer
7	Ware entgegennehmen zum Empfänger bringen	–	Lieferschein/Papier	Mitarbeiter Poststelle
8	Waren prüfen und entgegennehmen	–	Lieferschein/Papier	Bedarfsträger
9	Rechnung entgegennehmen und an Kreditorenbuchhaltung weiterleiten	–	Rechnung/Papier	Mitarbeiter Poststelle
10	Rechnung vorerfassen und prüfen	ERP	Rechnung/Papier/Digital	Kreditorenbuchhalter
11	Rechnung weiterleiten	–	Rechnung/Papier	Kreditorenbuchhalter
12	Rechnung fachtechnisch prüfen	–	Rechnung/Papier	Bedarfsträger
13	Rechnung weiterleiten	–	Rechnung/Papier	Bedarfsträger
14	Rechnung preislich prüfen	ERP	Rechnung/Papier	Einkäufer
15	Rechnung weiterleiten	–	Rechnung/Papier	Einkäufer
16	Rechnung abschließend prüfen, buchen und freigeben	ERP	Rechnung/Papier/Digital	Kreditorenbuchhalter
17	Rechnung zahlen	ERP	Rechnung/Digital	ERP



**Tab. 3.3** Stark digitalisierter Beschaffungsprozess

Nr.	Tätigkeit	IT	Daten	Organisationseinheit
1	Banf ausfüllen	ERP	Banf/Digital	Bedarfsträger
2	Banf freigeben	ERP	Banf/Digital	1. Führungskraft
3	Banf freigeben	ERP	Banf/Digital	2. Führungskraft
4	Banf freigeben	ERP	Banf/Digital	3. Führungskraft
5	Bestellung erzeugen	ERP	Bestellung/Digital – Banf/Digital als Vorlage	Einkäufer
6	Bestellung versenden	ERP EDI	Bestellung/Digital/Papier	ERP/EDI
7	Ware entgegennehmen und zum Empfänger bringen	–	Lieferschein/Papier	Mitarbeiter Poststelle
8	Waren prüfen, entgegen- nehmen und Wareneingang buchen	ERP	WE-Buchung/Digital – Lieferschein/Papier als Vorlage	Bedarfsträger
9	Rechnung entgegenneh- men, einscannen und an Kreditorenbuchhaltung per Workflow weiterleiten	ERP DMS	Rechnung/Papier/Digital	Mitarbeiter Poststelle
10	Rechnung vorerfassen	ERP	Rechnung/Digital	Kreditorenbuchhalter
11	Rechnung weiterleiten	WFMS <sup>a</sup>	Rechnung/Digital	WFMS
12	Rechnung fachtechnisch prüfen	WFMS	Rechnung/Digital	Bedarfsträger
13	Rechnung weiterleiten	WFMS	Rechnung/Digital	WFMS
14	Rechnung preislich prüfen	WFMS ERP	Rechnung/Digital	Einkäufer
15	Rechnung weiterleiten	WFMS	Rechnung/Digital	WFMS
16	Rechnung abschließend prü- fen, buchen und freigeben	ERP	Rechnung/Digital	Kreditorenbuchhalter
17	Rechnung zahlen	ERP	Rechnung/Digital	ERP

<sup>a</sup>WFMS = Workflowmanagement-System. Ein WFMS ist ein IT-Anwendungssystem, das auch als Vorgangssteuerungssystem bezeichnet wird und dem Anwender die durchzuführenden Aufgaben in seinen elektronischen Eingangskorb legt

in den beiden Tabellen mit den vier oben beschriebenen Sichtweisen modelliert. Diese Modellierung abstrahiert von den Details der Prozesslogik, stellt aber für die Ermittlung der genannten Grade alle Informationen bereit. Die Unterschiede zwischen den beiden Tabellen bestehen darin, dass der Prozess in der ersten Variante deutlich weniger IT-unterstützt ist als in der zweiten Variante. Durch die erhöhte Digitalisierung wird der Prozess optimiert. Die vorgenommene Optimierung steht hier aber nicht im Vordergrund. Bei der Betrachtung soll es im Kern um die Ermittlung der verschiedenen Grade gehen.

Tab. 3.2 zeigt den gering digitalisierten Beschaffungsprozess.

### Messung des Digitalisierungsgrades

Eine Aktivität in einem Prozess gilt als digitalisiert, wenn sie mit Unterstützung eines IT-Systems durchgeführt wird. Dabei können die eingehenden und die ausgehenden Daten beide digital, beide analog oder digital und analog sein:

- Der erste Fall tritt z. B. im Prozess in Tab. 3.3 für die Aktivitäten 10 bis 17 auf. Die Rechnung geht in digitaler Form als Input ein und ist gleichzeitig ggf. nach Ergänzung der digitale Output der Aktivitäten.
- Einen analogen Input und analogen Output hat der Prozess in Tab. 3.2 in Aktivität 14 – Rechnung preislich prüfen. Die papierbasierte Rechnung stellt den Input und ergänzt um einen Kommentar (korrekt/nicht korrekt) gleichzeitig den Output dar. Das IT-System wird lediglich eingesetzt, um die korrespondierende Bestellung einzusehen.
- Einen analogen Input und digitalen Output hat der Prozess in Tab. 3.2 in Aktivität 5 – Bestellung erzeugen. Die papierbasierte Bestellanforderung stellt den Input dar und die digital im ERP-System vorliegende Bestellung den Output.

Die Digitalisierung von Daten lässt also keinen grundsätzlichen Rückschluss auf die Digitalisierung der Aktivitäten im Prozess zu. In der ersten Variante des Beschaffungsprozesses (vgl. Tab. 3.2) ergibt sich ein Digitalisierungsgrad von etwa 35 %. Sechs von 17 Aktivitäten werden hier IT-unterstützt durchgeführt. In der zweiten Variante ergibt sich ein Digitalisierungsgrad von etwa 94 %. 16 von 17 Aktivitäten werden hier IT-unterstützt abgewickelt. Schaut man sich die Daten, bzw. Belege (Bestellanforderung, Bestellung, Lieferschein, Rechnung) an und rechnet für den Fall eines sowohl analog als auch digital vorliegenden Belegs mit einer 50-prozentigen Digitalisierung, so sind die Belege (Daten) im ersten Fall zu 25 % und im zweiten Fall zu 62,5 % digitalisiert. In der Regel wird also mit einem höheren Digitalisierungsgrad des Prozesses auch die Digitalisierung der Daten zunehmen. Dies gilt aber nicht zwangsläufig.

Bei einer kritischen Betrachtung der Ermittlung des Digitalisierungsgrades fällt auf, dass sich für diesen bei einer anderen Aufteilung der Aktivitäten abweichende Werte ergeben. Fasst man z. B. in der Prozessvariante 1 (vgl. Tab. 3.2) die Aktivitäten des Weiterleitens der Rechnung mit den jeweiligen Prüfkaktivitäten zusammen, so ergibt sich ein Digitalisierungsgrad von etwa 43 %. Um Prozesse hinsichtlich ihrer Digitalisierung miteinander vergleichen zu können, empfiehlt es sich, für diesen Effekt sensibilisiert zu sein und bei der Modellierung der Aktivitäten eine vergleichbare Granularität anzustreben.

### Messung des digitalen Automatisierungsgrades

Eine Aktivität in einem Prozess wird automatisiert genannt, wenn ein IT-System ihre Durchführung übernimmt. In der Literatur wird zusätzlich zwischen der Automatisierung der Auslösung und der Automatisierung der Steuerung einer Aktivität unterschieden. Aus pragmatischen Erwägungen wird an dieser Stelle auf diese Unterscheidung verzichtet und auch bei einer manuellen Auslösung und Steuerung von einer automatisierten Aktivität gesprochen.

In der ersten Prozessvariante des betrachteten Beispiels ist nur Schritt 17, die Bezahlung der Rechnung, automatisiert. Es soll angenommen werden, dass alle in Schritt 16 gebuchten Rechnungen wöchentlich über einen eingeplanten, automatisch startenden Batch-Job, der die Zahlungen automatisch erzeugt, beglichen werden. Es ergibt sich ein Automatisierungsgrad von sechs Prozent; nur eine von 17 Aktivitäten wird automatisiert durchgeführt. In der zweiten Prozessvariante sind zusätzlich die Schritte 6, 11, 13 und 15 automatisiert. Die Bestellung wird automatisch per EDI an den Lieferanten übertragen und die interne Weiterleitung der Rechnung erfolgt über ein Workflowmanagement-System ebenfalls automatisiert, ohne dass ein Mitarbeiter tätig wird. Es ergibt sich ein Automatisierungsgrad von 29 %; fünf von 17 Aktivitäten werden hier automatisiert durchgeführt. Zur Genauigkeit der Messung gelten die gleichen Hinweise wie beim Digitalisierungsgrad.

### **Messung des digitalen Integrationsgrades**

Der digitale Integrationsgrad gibt an, wie viel Prozent der Aktivitäten eines Prozesses von einem integrierten IT-System oder über für den Datenaustausch miteinander verbundene IT-Systeme abgewickelt werden. Im betrachteten Beispiel beträgt der Integrationsgrad in der ersten Prozessvariante 35 % und in der zweiten Prozessvariante 94 %. Dies sind die gleichen Werte wie beim Digitalisierungsgrad. Im ersten Fall werden alle IT-unterstützten Aktivitäten vom ERP-System durchgeführt. Da dies ein integriertes System darstellt, resultiert daraus ein mit dem Digitalisierungsgrad identischer Wert. Im zweiten Fall sind ERP-System, DMS-System und EDI-System im Einsatz. Da diese für den Datenaustausch über Schnittstellen verfügen und die Daten deshalb nicht manuell zwischen ihnen übertragen werden müssen, handelt es sich um miteinander vernetzte IT-Systeme. Dies erklärt, warum auch bei der zweiten Prozessvariante die Werte für den Digitalisierungsgrad und den Integrationsgrad gleich sind.

### **Messung des digitalen Selbststeuerungsgrades**

Der digitale Selbststeuerungsgrad gibt an, zu wie viel Prozent die Aktivitäten eines Prozesses autonom, ohne eine zentrale Steuerung realisiert werden. Eine solche Selbststeuerung ist oben im Rahmen von Produktionsprozessen beispielhaft erklärt worden. Ein Werkstück bekommt über einen RFID-Chip alle Informationen über seinen Produktionsprozess und steuert sich so eigenständig durch die Produktion, wo es dezentral mit Maschinen, Robotern und Mitarbeitern kommuniziert. Im betrachteten Fall liegt eine solche Situation nicht vor. Die bearbeiteten Objekte sind Belege wie Bestellungen und Rechnungen, die nach einem fest vorgegebenen Prozess vom ERP-Systems und/oder Workflowmanagement-Systems bearbeitet werden. Sie steuern sich nicht selbst durch den Prozess. Der digitale Selbststeuerungsgrad liegt also bei null Prozent.

Anmerkung: Das vorgestellte Assessment ist abweichend von dem in Abschn. 2.3 beschriebenen Vorgehen nicht auf Basis einer qualitativen Experteneinschätzung, sondern auf der Grundlage einer Messung quantitativ durchgeführt worden. Die weitere quantitative Verdichtung zu einem Scoringwert kann hier, wie in Abschn. 2.3 beschrieben,

erfolgen. Es ergibt sich für die erste Prozessvariante (vgl. Tab. 3.2) bei einer Gleichgewichtung der Kriterien der Scoringwert 1,5 ( $0,25 \cdot 2 + 0,25 \cdot 1 + 0,25 \cdot 2 + 0,25 \cdot 1 = 1,5$ ) und für die zweite Prozessvariante (vgl. Tab. 3.3) der Scoringwert 2,75 ( $0,25 \cdot 4 + 0,25 \cdot 2 + 0,25 \cdot 4 + 0,25 \cdot 1 = 2,75$ ).

### 3.1.4 Handlungsempfehlungen und Vorteile

Das beschriebene Assessment liefert eine essenzielle Grundlage, um bei der digitalen Transformation der Prozesse die richtigen Maßnahmen einzuleiten. Vor der Durchführung der Assessments ist die Frage zu klären, welche Prozesse hierfür ausgewählt werden. Eine pragmatische Herangehensweise ist, die Prozesse zu betrachten, die im Unternehmen den höchsten Leidensdruck erzeugen und/oder deren Digitalisierung nach einer groben Abschätzung noch wenig erfolgt ist. Ein Ausgangspunkt für die Prozessauswahl kann in diesem Kontext eine Prozesslandkarte darstellen, sofern diese vorhanden ist. Sind bereits umfangreiche Analysen von Prozessen beispielsweise im Rahmen von ABC-Analysen oder Geschäftsprozess-Gewichtungsportfolios abgewickelt worden, liegt es nahe, hier hoch priorisierte Prozesse für die Assessments auszuwählen. Grundsätzlich ist bei der Abgrenzung der Prozesse darauf zu achten, nicht an den Abteilungsgrenzen halt zu machen, sondern abteilungsübergreifende Prozesse in den Fokus zu nehmen, da insbesondere an den Abteilungsgrenzen häufig Medienbrüche vorzufinden sind. Sind die Assessments durchgeführt worden, ergeben sich pro Prozess vier Werte für die oben definierten Grade. Diese Werte können in dem in Tab. 3.1 dargestellten Stufenmodell als Digitalisierungsprofile grafisch dargestellt und um den Scoringwert ergänzt werden.

Welche konkreten Empfehlungen können nun auf Basis der Profile gegeben werden? Dies wird im Folgenden für die Erhöhung des Digitalisierungs-, Integrations-, Automatisierungs- und des Selbststeuerungsgrades dargestellt. Die **Erhöhung des Digitalisierungsgrades** eines analogen oder eines mäßig digitalisierten Prozesses ist in aller Regel anzustreben. Eine zusätzlich digitalisierte Aktivität in einem Prozess lässt sich leichter nachvollziehen, sie ist einfacher zu standardisieren, in vielen Fällen effizienter, zeit- und ortsunabhängig durchführbar und Voraussetzung für die Erhöhung der drei anderen betrachteten Grade. Darüber hinaus lassen sich durch die Prozessdigitalisierung auch Fehler reduzieren. Dies gilt beispielsweise, wenn sich mit der Digitalisierung die Anzahl manueller Datenübertragungen verringert. Trotzdem wird ein Prozess, der suboptimal gestaltet ist, durch seine Digitalisierung nicht automatisch wesentlich besser. Betrachtet man die beiden Varianten des Beschaffungsprozesses in Tab. 3.2 und 3.3, so kann die in der zweiten Variante digitalisierte dreifache Freigabe der Bestellanforderung den Prozess auch bei zunehmender Digitalisierung nicht maßgeblich beschleunigen: Wird ein schlecht konzipierter Prozess digitalisiert, so erhält das Unternehmen einen schlecht konzipierten, digitalen Prozess. Eine Optimierung hätte sich durch Wegfall der Freigabeschritte oder durch die Reduktion auf einen digitalisierten Freigabeschritt ergeben.

Die Erhöhung des Digitalisierungsgrads eines überwiegend oder sehr stark digitalisierten Prozesses scheint mit der zuvor ausgeführten Argumentation ebenfalls sinnvoll zu sein. Dessen ungeachtet sind hier weitere Aspekte zu berücksichtigen. Die verbleibenden digitalisierbaren Schritte weisen mit hoher Wahrscheinlichkeit ein geringeres Effizienzsteigerungspotenzial auf als die bereits digitalisierten. Andernfalls hätte man die Digitalisierung wahrscheinlich mit ihnen begonnen. Vor einer weiteren Digitalisierung ist der digitale Integrationsgrad zu beachten. Ist der Integrationsgrad deutlich geringer als der Digitalisierungsgrad, so kann eine **Erhöhung des Integrationsgrades** möglicherweise größere Effekte bringen als die weitere Digitalisierung.

Insbesondere in mittelständischen Unternehmen wird oft mit sogenannter Schatten-IT gearbeitet (vgl. Abschn. 3.8). Dies sind IT-Systeme wie Tabellenkalkulations-, Textverarbeitungsprogramme oder kleinere Datenbank Anwendungen, die nicht unter der Obhut der IT-Abteilung stehen, sondern von Fachabteilungen zum Teil inoffiziell genutzt werden. In solchen Fällen sind zwar ERP-Systeme oder andere Transaktionssysteme im Einsatz, für einzelne Aktivitäten im Prozess werden diese aber aus verschiedenen Gründen nicht genutzt und als Schatten-IT eingesetzt. Dies führt insbesondere an Abteilungsgrenzen zu Medienbrüchen, die die Doppelerfassung von Daten mit entsprechenden Fehlerquellen und Effizienzverlusten zur Folge haben. Die Vorteile eines hohen digitalen Integrationsgrades bestehen in der Vermeidung von Übertragungsfehlern und einer erhöhten Effizienz. Ist mit der Erhöhung des Integrationsgrads die Reduktion oder Abschaffung von Schatten-IT verbunden, so ist dies unter Compliance- und Sicherheitsaspekten von Vorteil. Mitarbeiter können Arbeitsergebnisse nicht mehr auf ihrer lokalen Festplatte speichern und Prozesse hochindividuell und intransparent durchführen. Daten und Systeme sollten der Obhut der IT-Abteilung unterliegen und damit deren IT-Strategie und Sicherheitsstandards.

Aufgrund der genannten Vorteile ist die **Erhöhung des Integrationsgrades** nicht nur im oben beschriebenen Fall, sondern generell anzustreben, wenn dieser im Ist-Profil in den unteren Stufen angesiedelt ist. Es bestehen zwei Möglichkeiten der Integration: Erstens kann das entsprechende IT-System über Schnittstellen mit den anderen Prozess unterstützenden Systemen zum Datenaustausch verbunden werden. Zweitens kann je nach Ausgangssituation versucht werden, isolierte IT-Systeme durch das IT-System abzulösen, das bereits für einen großen Teil der Aktivitäten im Prozess eingesetzt wird. In letzterem Fall ergibt sich der zusätzliche Vorteil, dass der Prozess komplett in einem IT-System realisiert wird, auf das alle Prozessbeteiligten Zugriff haben. Hierdurch wird dann wiederum das Statustracking für den Prozess vereinfacht. Darüber hinaus wird die Systemkomplexität reduziert. Dies erleichtert die Arbeit der IT-Abteilung und vereinfacht die Standardisierung des Prozesses.

In Bezug auf die **Erhöhung des Automatisierungsgrades** sind bei Ausprägungen in den unteren Stufen die Möglichkeiten zur weiteren Automatisierung zu prüfen. Im Gegensatz zur „einfachen Digitalisierung“, die eine IT-Unterstützung einer Prozessaktivität meint, ist eine Automatisierung in der Regel deutlich aufwendiger und wird in der Praxis noch selten durchgeführt. Das Beispiel mit den beiden Prozessvarianten

des Beschaffungsprozesses macht diesen Sachverhalt transparent. Beim Übergang von der ersten zur zweiten Variante steigt der Digitalisierungsgrad bei geringem Aufwand stark, der Automatisierungsgrad hingegen nur moderat an. Eine weitere Automatisierung ist zwar möglich, aber sehr aufwendig. Auf Basis elektronischer Kataloge im Intranet und unter Nutzung eines internetgestützten Desktop-Purchasing-Systems (DPS) könnten die Mitarbeiter einen Einkaufskorb füllen, der nach Freigabe im DPS automatisch in eine Bestellung umgewandelt und per EDI an den Lieferanten geschickt würde. Die per Papier oder Email gesendete Rechnung könnte per sog. dunkler Verarbeitung (vgl. nächster Abschnitt), automatisch geprüft und gebucht werden. Die weiteren Automatisierungen erfordern die Einführung zusätzlicher Systeme und eine sehr hohe Stamm- und Bewegungsdatenqualität. Tendenziell sind Aktivitäten dann automatisierbar, wenn sie stark standardisierbar sind und die Daten digitalisiert vorliegen. Oftmals ist eine solche Situation in administrativen operativen Prozessen vorzufinden. Der Beschaffungs- und Rechnungsprüfungsprozess lieferte bereits ein Beispiel. In Behörden, Versicherungen und Banken gibt es eine Vielzahl von Prozessen mit hohem Automatisierungspotenzial. Anträge werden ähnlich wie bei der Rechnung mit dem OCR-Verfahren ausgelesen, automatisch in die entsprechenden Systeme übertragen und in einfachen Fällen komplett automatisiert bearbeitet. So kann etwa ein Rentenantrag im Standardfall vollständig dunkel verarbeitet werden. Ähnliches streben Versicherungen bei der Schadensabwicklung an. Die im ersten Schritt durchgeführte Digitalisierung der Daten kann entfallen, wenn der Kunde die Daten über ein Self-Service-System selbst eingibt. Einige Versicherungsunternehmen bieten beispielsweise internetgestützt automatische Angebote nach Eingabe der relevanten Daten an. Die Vorteile der Prozessautomatisierung sind ohne weiteres ableitbar. Da das System die Prozessaktivitäten insgesamt eigenständig durchführt, werden die Prozesse immer dem gleichen Algorithmus folgend standardisiert abgewickelt – es sei denn, das Programm bildet mehr Prozessvarianten ab, als manuell durchgeführt wurden. Die Fehler werden durch die IT-systemseitige Durchführung reduziert und die Effizienz aufgrund der Reduktion der eingesetzten Mitarbeiter erhöht.

Im Hinblick auf Digitalisierungs-, Integrations- und Automatisierungsgrad lässt sich zusammenfassend ganz allgemein die Regel ableiten, diese Grade möglichst zu erhöhen, solange dies wirtschaftlich ist. Eine **Erhöhung des Selbststeuerungsgrads** wird sinnvollerweise auch nur dann vorgenommen, wenn die erforderlichen Investitionen kurzfristig einen entsprechenden Rückfluss versprechen. Zusätzlich gilt hier aber, dass viele Prozesse für eine Selbststeuerung von vornherein nicht infrage kommen. Die oben beschriebenen, gut standardisierbaren operativen Prozesse etwa erreichen durch die zentrale Fremdsteuerung und gegebenenfalls Automatisierung eines integrierten IT-Systems eine Effizienz, die kaum noch zu steigern ist. Flexibilität hat in solchen Prozessen vielfach eher im Einzelfall eine Bedeutung. Ein sich selbst steuernder Prozess ist in einem solchen Kontext aktuell kaum vorstellbar. Anders sieht dies bei Produktionsprozessen aus. Hier gilt oftmals auch, dass diese durch Automation bereits eine sehr hohe Effizienz besitzen. Durch eine Flexibilisierung könnten dem Kunden hier aber noch individuellere Produkte bis zur Stückzahl eins angeboten werden, woraus sich eventuell

**Tab. 3.4** Vorteile der Graderhöhungen

Erhöhung Digitalisierungsgrad	Erhöhung Automatisierungsgrad	Erhöhung Integrationsgrad	Erhöhung Selbststeuerungsgrad
<ul style="list-style-type: none"><li>• Effizienzerhöhung</li><li>• Fehlerreduktion</li><li>• Vereinfachte Prozessstandardisierung</li><li>• Vereinfachter orts- und zeitunabhängiger Zugriff auf Daten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Effizienzerhöhung</li><li>• Fehlerreduktion</li><li>• Vereinfachte Prozessstandardisierung</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Effizienzerhöhung</li><li>• Fehlerreduktion</li><li>• Vereinfachte Prozessstandardisierung<sup>a</sup></li><li>• Einfacheres Status-tracking<sup>a</sup></li><li>• Reduzierte Systemkomplexität<sup>a</sup></li></ul>	Erhöhte Flexibilität

<sup>a</sup>Gilt nur bei Systemvereinheitlichung

Alleinstellungsmerkmale für das Unternehmen generieren lassen. Ist dies das erklärte Ziel eines Unternehmens, so ist der digitale Selbststeuerungsgrad für die entsprechenden Prozesse zu erhöhen.

Die Vorteile der Erhöhungen der beschriebenen Grade stellt Tab. 3.4 zusammenfassend dar.

**3.1.5 Beispiel**

Die in Abb. 3.3 dargestellten Varianten des Rechnungsprüfungsprozesses zeigen die verschiedenen Arten der Digitalisierung von Prozessen gemäß Abb. 3.2 auf der linken Seite und die genauen durch Assessments erhobenen Werte für die hiermit in Verbindung stehenden Grade auf der rechten Seite.

Der **Rechnungsprüfungsprozess in Variante 1** verfügt über keinerlei IT-Unterstützung und wird komplett papierbasiert und manuell abgewickelt: Die mit der Post eingehende papierbasierte Rechnung wird hinsichtlich des Preises mit der ebenfalls in Papierform vorliegenden Bestellung und hinsichtlich der Menge mit dem physisch vorliegenden Lieferschein abgeglichen. Danach erfolgt erneut ohne Einsatz eines IT-Systems die rechnerische Prüfung. Anschließend wird die Rechnung in entsprechenden Büchern gebucht und ein Zahlungsauftrag für die Bank durch das Ausfüllen eines Überweisungsträgers erstellt. Der beschriebene analoge Prozess ist in dieser extremen Form heute selbst bei einem Kleingewerbetreibenden kaum noch denkbar. Alle oben definierten Grade sind mit null Prozent ausgeprägt. Der Scoringwert beträgt 1.

Der **Rechnungsprüfungsprozess in Variante 2** nutzt für die letzten Aktivitäten ein IT-System. Der Eingang der Rechnung sowie die Preis- und Mengenprüfung erfolgen auch hier rein papierbasiert. Die rechnerische Prüfung und die Verbuchung der Rechnung führt ein Mitarbeiter in einem Buchhaltungssystem durch. Das gleiche gilt für den letzten Schritt des Zahllaufs, dessen Ergebnis eine Datei mit den Zahlungsaufträgen ist. Der beschriebene teildigitalisierte Prozess ist heute so oder ähnlich sicher in manchen KMUs

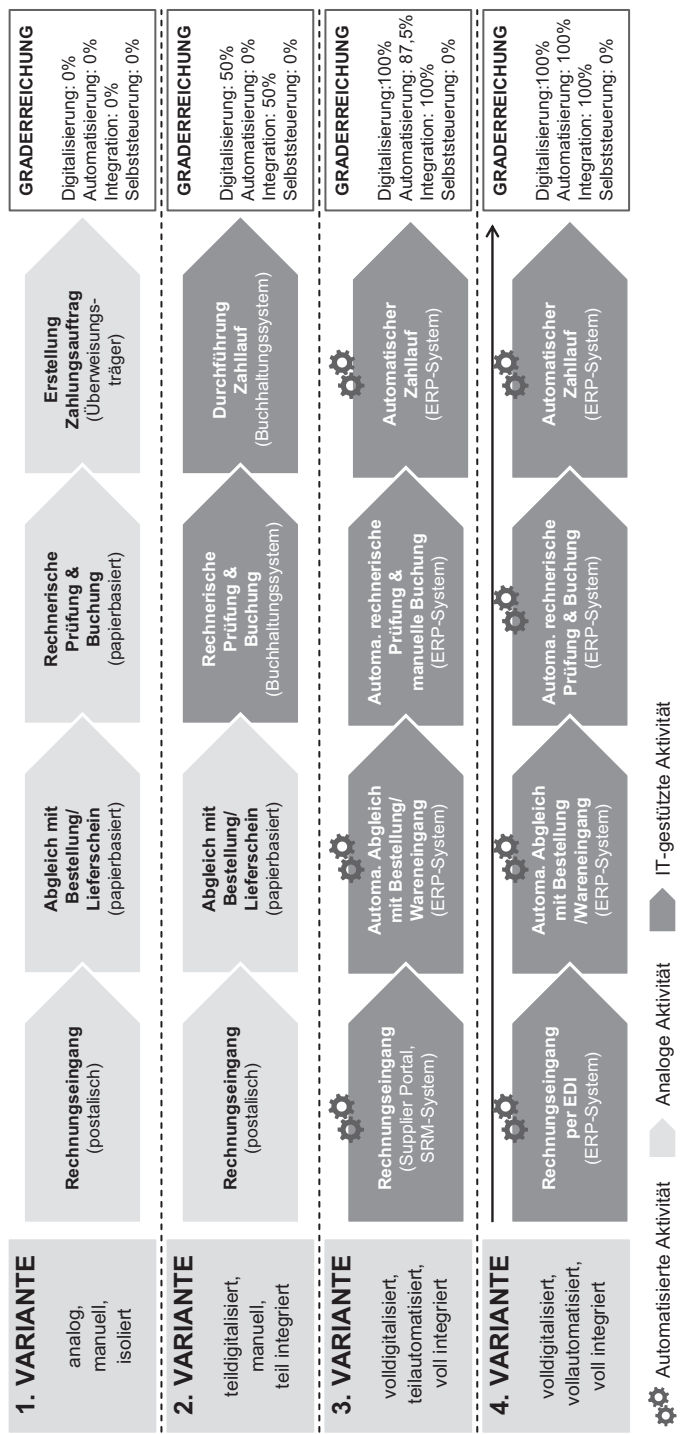


Abb. 3.3 Rechnungsprüfungsprozess in verschiedenen Varianten



noch zu finden (KMU = kleine und mittlere Unternehmen). Digitalisierungs- und Integrationsgrad liegen bei 50, der Automatisierungsgrad beträgt null Prozent. Der Scoringwert beträgt 2.

Der **Rechnungsprüfungsprozess in Variante 3** setzt für die verschiedenen Schritte zwei unterschiedliche IT-Systeme ein: Der Lieferant pflegt die Rechnung über ein Portal in das sogenannte Supplier-Relationship-Management-System (SRM-System) seines Kunden ein, was dazu führt, dass dieser die Rechnung sofort digital vorliegen hat. Über eine Schnittstelle wird die Rechnung automatisch ins ERP-System übertragen. In diesem System wird ebenfalls automatisch die preis- und mengenmäßige Prüfung durch einen Abgleich mit dem Bestellbeleg und dem Wareneingangsbeleg durchgeführt. Die rechnerische Prüfung erfolgt erneut automatisch im System; lediglich die Verbuchung der Rechnung wird noch durch einen Mitarbeiter manuell abgewickelt. Der automatische Zahllauf beendet den Prozess. Der beschriebene volldigitalisierte Prozess ist so oder ähnlich in vielen Unternehmen seit mehreren Jahren vorzufinden. Er unterstreicht, dass digitale Prozesse schon lange nicht mehr neu sind und liefert ein Beispiel für die traditionelle digitale Transformation. Digitalisierungs- und Integrationsgrad haben hier bereits 100 % erreicht, der Automatisierungsgrad beträgt 88,5 %. Der Scoringwert beträgt 3.

Im **Rechnungsprüfungsprozess in Variante 4** wird die Rechnung per EDI empfangen und die letzte in Variante drei manuell realisierte Aktivität ebenso automatisiert durchgeführt. Der Prozess ist damit nicht nur voll digitalisiert und -integriert, sondern zusätzlich voll automatisiert. Die drei korrespondierenden Grade betragen dementsprechend 100 %, und der Scoringwert beträgt 3.

Die Rechnung wird für den Fall, dass keine Abweichungen bestehen, von keinem Mitarbeiter mehr geprüft; man spricht deshalb auch von sogenannter dunkler Verarbeitung. Dieser Prozess ist in einigen Unternehmen für ausgewählte Rechnungen bereits seit einigen Jahren im Einsatz. Er ist der traditionellen digitalen Transformation zuzuordnen.

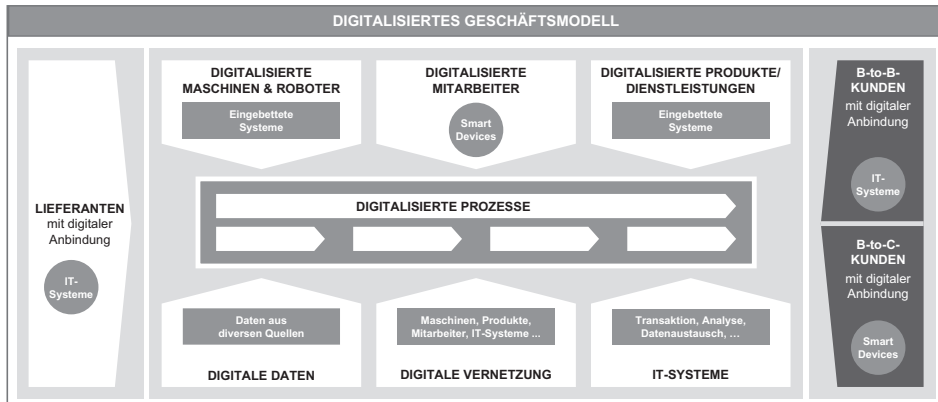
---

## 3.2 Digitale Anbindung von Kunden

### 3.2.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

Der Kunde zählt neben Mitarbeitern und Lieferanten zu den Akteuren der digitalen Transformation (vgl. Abb. 3.4 und Abschn. 2.2). Im Kaufprozess von der ersten Wahrnehmung des Leistungsangebots bis zum After-Sales-Service interagiert der Kunde mit dem digitalen Unternehmen. Im Folgenden steht – analog zum Lieferanten – seine digitale Anbindung im Fokus.

Die digitale Kundenintegration bei Produktentwicklung, Beratung, Kauf und After-Sales-Service ist in vielen Branchen bereits weit fortgeschritten. Im Bereich der Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen und Privatpersonen (Business-to-Consumer, B2C) ist es für viele Kunden längst eine Selbstverständlichkeit, die Einkäufe mittels mobiler Endgeräte wie etwa eines Smartphones zu erledigen, insbesondere bei



**Abb. 3.4** Das Element Kunden im digitalen Unternehmen

Konsumgütern wie Büchern, Kleidung oder Elektronik. Auch Online-Banking hat generationenübergreifend einen hohen Durchdringungsgrad erreicht. Im Bereich der Leistungserstellung von Unternehmen an Unternehmen (Business-to-Business, B2B) ist die digitale Kundenintegration in vielen Branchen ebenso weit vorangeschritten. Beispiele sind das digitale Übermitteln von Prognose-, Verkaufs- oder Bestandsdaten vom Point-of-Sale (POS) an Lieferanten, die Nutzung elektronischer Marktplätze für den Vertrieb von Produkten und Dienstleistungen sowie etablierte Logistikkonzepte wie Vendor-Managed-Inventory (VMI), bei denen Auftragnehmer über direkten Zugriff auf die IT-Systeme des Kunden ihre Aufträge generieren. Einschränkend ist anzumerken, dass es sich bei den vorgenannten Beispielen für die digitale Integration des Kunden vielfach nur um Insellösungen handelt. Jedoch ist für eine erfolgreiche digitale Kundenintegration nicht nur die Digitalisierung einzelner Kontaktpunkte mit dem Kunden entscheidend, sondern die Ausgestaltung und das Management der gesamten sog. Customer Journey von Anfang bis Ende.

Für ein gemeinsames Verständnis der Integration von Kunden in das digitale Unternehmen sind im Folgenden relevante Begriffe zu erläutern und Zusammenhänge aufzuzeigen. Nach einer Erläuterung des zentralen Begriffs Customer Journey sind verschiedene Möglichkeiten zur Ausgestaltung der Vertriebskanäle wie Multi-, Cross- und Omni-Channel-Ansätze darzustellen. Darauf aufbauend wird die Bedeutung digitaler Technologie erklärt, um die Potenziale einer integrierten Customer Journey zur Optimierung der Marktorientierung des Unternehmens zu erkennen und zu nutzen. Als Beispiel wird anschließend die Transformation des Einkaufsprozesses privater Endkunden dargestellt.

### Customer Journey

Der Begriff **Customer Journey** (vgl. Abb. 3.5) beschreibt die „Reise“ des Kunden im Zeitablauf als Kontaktstrecke, beziehungsweise die kumulierten Erfahrungen, die ein bestehender oder potenzieller Kunde über die verschiedenen Touch Points mit einem



hat. Gab es beispielsweise früher nur den stationären Einzelhandel und wenige Fernsehsender, so gibt es heute eine Vielzahl von Touch Points über Social Media sowie zahlreiche analoge und digitale Vertriebskanäle. Für die integrierte und gezielte Ausrichtung der Customer Journey auf die Kundenbedürfnisse sind zwei Faktoren ausschlaggebend: Zum einen die Verknüpfung stationärer und digitaler Vertriebskanäle. Zum anderen der systematische Einsatz digitaler Technologien, welche die Potenziale einer integrierten Customer Journey wie beispielsweise das Empfehlungsmarketing erkennen und nutzen

### **Multi, Cross und Omni Channel als Ansätze zur Organisation der Vertriebskanäle**

Im Folgenden sind zunächst die oft synonym verwendeten Begriffe Multi Channel, Cross Channel und Omni Channel zu erläutern. **Multi Channel** bzw. Mehrkanal-Vertrieb ist ein Ansatz zur Organisation der Vertriebs- und Servicekanäle. Bei diesem existieren die Kanäle wie beispielsweise stationärer Einzelhandel, Online-Shop oder Versandhandel nebeneinander. Die separaten Kanäle sind jedoch nicht aufeinander abgestimmt. Aufgrund der mangelnden Integration der Vertriebskanäle können Kunden nicht kanalübergreifend mit dem Unternehmen interagieren. **Cross Channel** stellt eine Weiterentwicklung des Multi-Channel-Vertriebes dar. Es handelt sich dabei um einen Mehrkanal-Vertrieb, bei dem die Vertriebskanäle nicht separat nebeneinanderstehen, vielmehr sind die Leistungen und Aktivitäten der verschiedenen Kanäle über Prozesse bzw. Daten miteinander verzahnt. Aus Kundenperspektive verschwimmen damit die Übergänge zwischen den Vertriebskanälen.

Ziele sind sowohl eine einheitliche Kundenwahrnehmung der nahtlos über alle Kanäle integrierten Unternehmensleistungen (sog. Cross Channel Experience) als auch die Option des Kunden, im Kauf- bzw. Vertriebsprozess (vgl. Abb. 3.5) zwischen den Kanälen zu wechseln. So kann ein Endkunde etwa Produkte über ein mobiles Endgerät zeit- und ortsunabhängig im Online-Shop bestellen und diese später im stationären Ladengeschäft abholen (sog. Click & Collect; vgl. Customer Journey 3 in Abb. 3.5). Die Informationen aller Kanäle werden zentral konsolidiert. Informationen und Kundeninteraktionen werden bewertet, Kunden automatisiert weitergeleitet und mit zielführenden Informationen versorgt, sodass der einzelne Vertriebskanal aus Kundensicht bei der Kaufentscheidung nicht mehr relevant ist. Vielmehr ist die Wahrnehmung der gesamten Customer Journey entscheidend. Ihre Orchestrierung gelingt nur bei einer funktions- bzw. kanalübergreifenden Prozessorientierung anstelle einer isolierten Optimierung funktionaler Silos und einzelner Kanäle. Die integrierte Analyse der Kundendaten über alle Touch Points hinweg ermöglicht das Heben von Cross-Selling-Potentialen in Bezug auf den Verkauf weiterer oder komplementärer Produkte und Dienstleistungen. Der Begriff **Omni Channel** wird oft synonym zu Cross Channel verwendet. Der Bestandteil Omni (alle) betont, dass aus Kundensicht über alle Vertriebskanäle bzw. an allen Touch Points auf das Leistungsportfolio des Unternehmens zugegriffen werden kann. Dazu müssen Kunden-, Produkt- und Bestandsdaten in jedem Kanal gleichermaßen in Echtzeit verfügbar sein. Es sei darauf hingewiesen, dass die Begriffe Multi, Cross und Omni Channel in der Praxis vielfach synonym verwendet werden.

Die Grundlage für eine hohe Kundenzufriedenheit auf der gesamten Customer Journey bilden kanalübergreifend integrierte Prozesse, gekoppelte IT-Systeme und eine gemeinsame Datenbasis. Daher ist, neben den o. g. Cross-Channel-Ansätzen, der systematische **Einsatz digitaler Technologie** ein zweiter Erfolgsfaktor, um die Potenziale einer integrierten Customer Journey zu erkennen und zu nutzen. Digitale Technologien ermöglichen das Sammeln und Analysieren der Kunden- und Nutzungsdaten an verschiedenen Touch Points. Die Sammlung der Daten erfolgt z. B. mittels Cookies einer Website, Beacons (vgl. Abschn. 3.9) und Gesichtserkennung im stationären Handel oder Sensoren, welche die Nutzung eines Gebrauchsguts erfassen. Relevante Analysefragen zur Ausrichtung der Customer Journey sind beispielsweise, welche Merkmale welche Kundensegmente auszeichnen, wie sie mit dem Unternehmen in welcher Kaufphase interagieren, welche Faktoren ihre Zufriedenheit und ihr Verhalten beeinflussen und wie die Kunden die Customer Journey wahrnehmen. Daraus sind geeignete Maßnahmen zur kundenorientierteren Ausgestaltung der Customer Journey abzuleiten, die die gewünschten Zielhandlungen wie zum Beispiel Anfrage oder Kauf fördern. So kann der Verlauf der Informationssuche eines einzelnen Kunden über Spuren im Internet bzw. Cookies daraufhin analysiert werden, welche weiteren Informationen vergleichbare Käufer zum Kauf animiert haben. Diese Informationen werden dem individuellen Kunden dann zielgerichtet etwa über personalisierte Online-Werbung zur Verfügung gestellt. Im stationären Handel können einzelne Kunden mittels Beacon und Smartphone-App lokalisiert und ortsabhängige Angebote auf das Smartphone geschickt werden. Damit lässt sich die Ausgestaltung der Customer Journey kundenindividuell automatisieren und die Wirksamkeit der Maßnahmen über die gesamte Kontaktstrecke messen.

Erfolgskritisch ist dabei das Datenmanagement oder das Data Blending, also die Frage, wie die Daten aus allen Touch Points systematisch im Zeitablauf miteinander verknüpft werden, um eine ganzheitliche Sicht auf den Kunden – den so bezeichneten Single Customer View – zu erzielen. Auf der Grundlage einer zentralen, kanalübergreifenden Datenbasis lässt sich die Erfolgswirksamkeit von Marketingmaßnahmen messen, zukünftige Maßnahmen wie etwa kundenindividuelle Angebote ableiten und die Preisfindung automatisieren. Für die niedrighschwellige, überall und jederzeit verfügbare Interaktion mit Kunden spielen sowohl mobile Endgeräte als auch Social Media eine zentrale Rolle. Weiterhin ermöglichen sie im Hinblick auf Informationssuche, Transaktionen und Nutzungsverhalten eine durchgängige Datensammlung.

### Einleitendes Beispiel

Als einleitendes Beispiel zur digitalen Kundenintegration dient nachfolgend die Entwicklung des Einkaufsprozesses des privaten Endkunden im Einzelhandel. Dazu werden als aufeinanderfolgende Stufen der Transformation der traditionelle Einkaufsprozess, E-Commerce (Electronic Commerce), Produkt-Service-Kombinationen und der Einsatz von Smart Devices beleuchtet. Beim **traditionellen Einkaufsprozess** wird zum Beispiel vor dem Einkauf im Supermarkt durch den Kunden handschriftlich ein Einkaufszettel mit den zu beschaffenden Waren erstellt. Nach der Auswahl des Anbieters bzw. Supermarktes wird

die Ware beim stationären Einzelhandel vor Ort gekauft. Entscheidungshelfer bzw. Mittler ist der stationäre Einzelhandel, in diesem Fall der Supermarkt. Dies hat sich im Zeitalter des **E-Commerce**, das heißt der elektronischen Anbahnung, Aushandlung und Abwicklung von Handelstransaktionen im Internet, geändert: Nicht nur der stationäre Einzelhandel agiert als Mittler zwischen Kunden und Hersteller. Internet-Akteure wie beispielsweise Google vermitteln den Zugang zu elektronischen Marktplätzen und Online-Shops. Insbesondere die orts- und zeitunabhängige Verfügbarkeit (24/7) hat den Siegeszug des elektronischen Handels begünstigt. Diese Entwicklung wurde durch die verstärkte Nutzung mobiler Endgeräte wie etwa Smartphones und Tablet-PCs für das Online-Shopping weiter vorangetrieben.

Neuere Entwicklungen sind gekennzeichnet durch die Kopplung des physischen Produkts mit komplementären, digitalen Zusatzdienstleistungen, sog. **Produkt-Service-Kombinationen** (vgl. Abschn. 3.6). Dies verfolgt auch den Zweck, den Wettbewerb bei anderen Produkten auszuhebeln. Als Beispiel sei die Entwicklung des populären Dienstleistungsangebots von Amazon Prime genannt. Im Jahre 2007 bot Amazon seinen Kunden gegen Aufpreis eine kürzere Lieferzeit an. 2012 wurde das Angebot zusätzlich um den Zugang zur Leihbücherei der Kindle eBooks erweitert. Ab 2014 kamen der Zugang zu Prime Instant Video für das Streaming von Filmen und sukzessive weitere Dienstleistungen hinzu. Durch die Erweiterung der originären Leistung (kürzere Lieferzeit) um die oben genannten Zusatzleistungen konnte Amazon den Wettbewerb auch bei anderen Produkten aushebeln: Wenn ein Kunde bereits auf ein inklusives Streaming-Angebot zugreifen kann, sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass er bei der initialen Produktauswahl alternative Angebote des Wettbewerbs in Erwägung zieht. Im Vergleich zum traditionellen Einkaufsprozess werden die Phasen des Einkaufsprozesses zugunsten von Amazon auf die Produktauswahl und den Kauf verkürzt – die Anbieterauswahl entfällt.

Durch den Einsatz sog. **Smart Devices**, d. h. intelligenter Geräte im Haushalt des Endkunden, lässt sich der Wettbewerb im Einkaufsprozess sogar komplett ausschalten, da die über diese Geräte ausgelöste Bestellung nur an den vordefinierten Anbieter gesendet wird. Ein Beispiel ist Amazon Dash: Über eine elektronische Bestellvorrichtung (z. B. installiert auf einer Waschmaschine) wird auf Knopfdruck über das Internet bei Amazon ein bestimmtes Produkt (z. B. eine vordefinierte Menge einer vorausgewählten Waschmittelmarke) bestellt. Ein weiteres Beispiel bietet Amazon Echo, bei dem über ein Mikrofon und Stimmerkennung Waren beim Anbieter Amazon bestellt werden. Durch die aus Kundensicht bequeme und schnelle Bestellung des Warenbedarfs entsteht durch einen sog. Lock-in-Effekt („Einsperr-Effekt“) eine sehr hohe Kundenbindung. In diesem Fall bedingt durch die hohe Wechselbarriere der Bequemlichkeit bzw. der Zeitersparnis für Produktauswahl und -kauf.

Eine Vision für die (ferne?) Zukunft: Kunden bestellen lediglich mittels ihrer Gedanken und interagieren mit dem Unternehmen über einen im Körper implementierten Chip, der neuronale Daten erfasst. An dieser Stelle zeigt sich ein zentraler Aspekt der digitalen Kundenintegration: Der Digitalisierungsgrad der Schnittstelle zum Kunden muss auf den digitalen Reifegrad der Kunden bzw. eines Kundensegments abgestimmt sein. Im oben

genannten Beispiel Amazon Echo ist seitens der Nutzer große Offenheit in Bezug auf den Datenaustausch mit Unternehmen bzw. ein großes Vertrauen in die Datenschutzvereinbarung erforderlich, da neben Bestellungen auch andere Audio-Daten wie private Gespräche an das Unternehmen übermittelt und dort ausgewertet werden können. Somit ist es nicht das Ziel, einen maximalen Digitalisierungsgrad der Schnittstelle zum Kunden zu ermöglichen. Vielmehr ist ein optimaler „Fit“ im Hinblick auf die Kundenbedürfnisse bezüglich Information und Transaktion zu erreichen. Diese hängen zum einen von der Einstellung des Kunden z. B. zum Datenschutz bzw. der Offenheit in Bezug auf Datenaustausch ab. Zum anderen sind die technischen Voraussetzungen beim Kunden zu berücksichtigen, die ihm Zugang zum digitalen Angebot erlauben. Dies kann beispielsweise mobile Endgeräte für Apps, Internetzugang zu Diensten oder Geräte mit entsprechender Sensorik umfassen.

Die (teilweise unbewussten) Erwartungen der **B2C**-Kunden an eine schnelle und nahtlose Customer Journey steigen. Die dortigen Erfahrungen der Kunden werden zunehmend auf den **B2B**-Bereich übertragen. Jedoch sind Customer Journeys im B2B komplexer, da die Unternehmen vielfach kundenindividuell ein Leistungsbündel aus Produkten und Dienstleistungen erstellen. Ein Beispiel ist die Entwicklung und Herstellung einer auftragsspezifischen Verpackungsmaschine sowie deren Installation und Wartung beim Kunden vor Ort. Die Customer Journey ist lang und komplex, da sie sich über zahlreiche Abteilungen und Standorte erstreckt. Zudem wird beim B2B eine bestimmte Customer Journey in vielen Fällen nur ein einziges Mal von einem Kunden durchlaufen – im Gegensatz zum B2C, bei dem regelmäßig eine größere Anzahl Customer Journeys von bestimmten Kundensegmenten durchlaufen werden.

Nachdem in diesem Kapitel ein gemeinsames Verständnis von theoretischen Grundlagen wie zum Beispiel Customer Journey und Cross Channel geschaffen wurde, werden im folgenden Abschnitt die Stufen der digitalen Transformation der Kundenintegration vorgestellt. Diese werden durch ein Reifegradmodell zur Aufnahme des Ist-Zustands und zur digitalen Weiterentwicklung der Kundenintegration konkretisiert.

### 3.2.2 Stufen der digitalen Transformation und Assessments

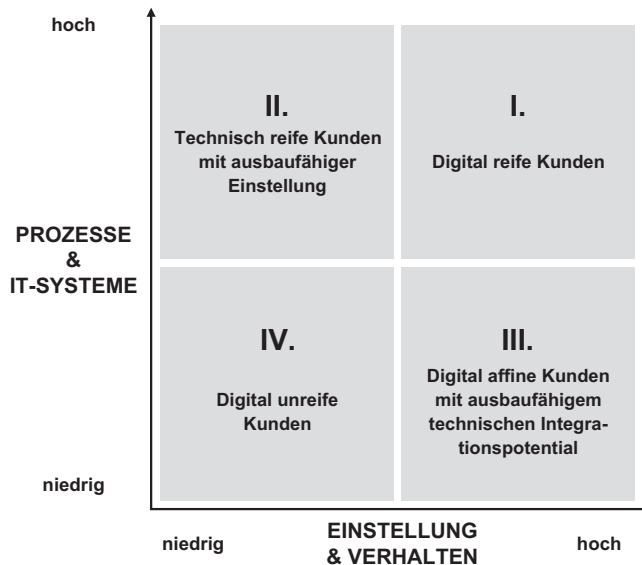
Im Folgenden bieten zwei Bewertungsschemata Orientierung, um zum einen die Ist-Situation des eigenen Unternehmens beurteilen zu können. Zum anderen lassen sich anhand der Klassifizierungen Maßnahmen ableiten, die die Ist-Situation zu einer Ziel- beziehungsweise Soll-Situation der digitalen Kundenintegration weiterentwickeln. Dabei ist zu beachten, dass der Digitalisierungsgrad der Kundenschnittstelle zum digitalen Reifegrad der Kunden oder eines Kundensegments passen muss: Die Touch Points sind auf den digitalen Reifegrad des Kunden abzustimmen, um die Kundenbedürfnisse im Hinblick auf den Digitalisierungsgrad bei Information und Kauf bestmöglich zu erfüllen. Insofern ist nicht ein maximaler Digitalisierungsgrad der Kundenintegration zur Steigerung der Prozesseffizienz beziehungsweise Reduktion interner Kosten das ausschließliche Ziel.



Vielmehr ist ein Soll-Digitalisierungsgrad der Kundenintegration in Abhängigkeit des digitalen Reifegrads der Kunden abzuleiten, der einen optimalen „Fit“ im Hinblick auf die Kundenbedürfnisse gewährleistet. Allerdings ist die Übereinstimmung von Digitalisierungsgrad des Unternehmens und des Kunden keine hinreichende Bedingung, um aus Kundensicht einen Nutzen bzw. Mehrwert der Digitalisierung zu generieren: Auf jeder Stufe ist daher eine Prüfung durchzuführen, ob ein aus Kundenperspektive bedeutsamer Nutzen entsteht. Anstelle eines Nutzens aus Kundensicht kann auch ein singulärer Mehrwert aus Unternehmenssicht vorhanden sein, zum Beispiel ein effizienterer Prozess.

Somit erfolgt die Messung des Reifegrads der digitalen Kundenintegration in zwei Schritten. Vor der Festlegung eines Soll-Digitalisierungsgrads des eigenen Unternehmens ist in einem ersten Schritt der digitale Reifegrad des Kunden oder des Kundensegments mittels eines Portfolio-Ansatzes zu bestimmen. Erst im zweiten Schritt ist der passende Grad der Digitalisierung der unternehmensseitigen Schnittstellen zum Kunden abzuleiten. Um beim ersten Schritt einen Kunden oder eines Kundensegmentes im Hinblick auf das digitale Integrationspotenzial zu bewerten, sind für die Klassifizierung des Kunden die beiden Dimensionen **Prozesse und IT-Systeme** sowie **Verhalten und Einstellungen** zu untersuchen (vgl. Abb. 3.6).

Bei der Bewertung der beiden Dimensionen ist zwischen B2B- und B2C-Kunden zu differenzieren. Bei **B2B-Kunden** ist ein niedriger digitaler Reifegrad in Bezug auf **Prozesse und IT-Systeme** zum Beispiel gekennzeichnet durch vorrangig manuelle Prozesse beziehungsweise IT-Insellösungen ohne technische Schnittstellen für unternehmensübergreifenden



**Abb. 3.6** Digitaler Reifegrad bzw. Integrationspotenzial des Kunden bzw. eines Kundensegments



Datenaustausch. Demgegenüber sind bei einem hohen Reifegrad die Prozesse durchgängig digitalisiert und unternehmensübergreifend integriert; Datenmodelle für das Mapping von Daten aus verschiedenen Quellen sind definiert. Die Aspekte Datenschutz und -sicherheit sind professionalisiert. Ein B2B-Kunde mit einem niedrigen digitalen Reifegrad im Hinblick auf die Dimension **Verhalten und Einstellung** zeichnet sich durch rudimentär vorhandenes IT-Know-how und geringe IT-Affinität aus – eine „Digitalkultur“ ist nicht zu identifizieren. Hingegen ist ein digital reifer Kunde offen für unternehmensübergreifende Kooperation und digitalen Datenaustausch, nicht zuletzt aufgrund positiver Erfahrungen bezüglich des Nutzens. Bei **B2C-Kunden** lässt sich die Dimension **Prozesse und IT-Systeme** mittels der technischen Voraussetzungen zur Installation von Apps auf mobilen Endgeräten und dem Nutzungsgrad der Plattformen zum Datenaustausch wie etwa Facebook beschreiben. Die Dimension **Verhalten und Einstellung** ist gekennzeichnet durch den Grad des technischen Know-hows im Umgang mit mobilen Endgeräten und Online-Plattformen für Informationssuche und Kauf. Außerdem ist der Grad der Bereitschaft zur Preisgabe von Daten zu bewerten.

Bei digital unreifen Kunden (Quadrant IV) kann seine digitale Integration aufgrund der technischen und kulturellen Voraussetzungen nur unvollständig erfolgen. Demgegenüber bieten digital reife Kunden das Potenzial einer durchgängigen Integration in die komplette Customer Journey. Ein **Beispiel zur Anwendung der Vierfelder-Matrix im B2B**: Die Schnittstelle zu einem Kunden ist durch viele manuelle Prozesse wie z. B. Koordination mittels Email und Fax gekennzeichnet. Sein IT-Anwendungssystem weist keine IT-Schnittstellen für unternehmensübergreifenden Datenaustausch auf. Entsprechend wird dieser Kunde die Dimension „Prozesse und IT-Systeme“ betreffend mit einem niedrigen digitalen Reifegrad bewertet. Im Hinblick auf sein Verhalten oder seine Einstellung zur Digitalisierung weist er jedoch ein fortgeschrittenes Integrationspotenzial auf, da er mittels Email regelmäßig seine Verkaufs- und Bestandsdaten übermittelt. Insofern kann zumindest Offenheit für unternehmensübergreifende Kooperation und Datenaustausch konstatiert werden. Damit hat er hinsichtlich der Dimension „Einstellung und Verhalten“ einen hohen digitalen Reifegrad. In der Gesamtschau ist dieser Kunde im Quadranten III zu verorten: Der Kunde bzw. das Segment ist als digital affin mit ausbaufähigem technischen Integrationspotenzial zu klassifizieren. Der Portfolio-Ansatz zur Kategorisierung des digitalen Reifegrads des Kunden bietet zwar keine mathematische Exaktheit, wohl aber handfeste Anhaltspunkte zur Klassifizierung eines Kunden beziehungsweise eines Kundensegments.

Darüber hinaus lassen sich strategische Stoßrichtungen zur gezielten Weiterentwicklung der digitalen Integration eines Kunden(-segments) ableiten: So kann beispielsweise der Digitalisierungsgrad des o. g. Beispielkunden mit der Implementierung einer IT-Schnittstelle zu seinem ERP-System weiter in Richtung des Quadranten I „Digital reife Kunden“ ausgebaut werden. Mittels des beschriebenen Portfolio-Ansatzes lassen sich nicht nur die Ist-Situation und strategische Stoßrichtungen ableiten, sondern ebenso die Anteile unterschiedlicher Kundensegmente abbilden.

Nachdem im ersten Schritt der digitale Reifegrad der Kunden oder eines Kundensegments ermittelt wurde, ist mithilfe der Tab. 3.5 der aktuelle Ist-Digitalisierungsgrad aus individueller Sicht des verkaufenden Unternehmens im Hinblick auf die Integration des Kunden zu identifizieren. Im Rahmen der Ableitung eines zukünftigen Soll-Digitalisierungsgrads ist zu prüfen, ob eine weitere Digitalisierung einen Mehrwert für den Kunden und das Unternehmen bietet. Hier ist auf Passgenauigkeit von Digitalisierungsgrad des Unternehmens und des Kunden zu achten.

Dabei dienen die **Phasen des Kaufprozesses** für B2B- und B2C-Kunden als Orientierungsrahmen für die Messung des Reifegrads der digitalen Kundenintegration auf vier Stufen mit aufsteigendem digitalen Reifegrad. Der Kaufprozess umfasst die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen, die Vorverkauf-Phase (Pre-Sales), den Kauf und die Phase nach dem Kauf (After Sales). In jeder Phase werden Messindikatoren zur Bewertung des digitalen Reifegrads formuliert. Ergänzt werden diese durch phasenübergreifende Messindikatoren wie Durchgängigkeit der Customer Journey, Analyse der Kundendaten und Integration mit IT-Systemen des Kunden.

Für die Bewertung des Digitalisierungsgrads beim Kauf (Phase 3) ist – neben Aspekten wie Auftragseingangskanäle und Bezahlssysteme – die Ausprägung des Customer Self Service (CSS) ein Messindikator. CSS bezeichnet Informations- und Transaktionsdienstleistungen, die im Rahmen einer Selbstbedienung durch Kunden und Interessenten über interaktive Medien (z. B. Internet, Callcenter und mobile Dienste) eigenständig genutzt werden können. Viele dieser Selbstbedienungslösungen zeichnen sich durch eine zeit- und ortsunabhängige Nutzung aus. Einen relativ niedrigen Digitalisierungsgrad weist eine CSS-Lösung auf, die nur online über Internet-Plattformen angeboten werden, zum Beispiel das Auslösen einer Bestellung oder der Download einer Bedienungsanleitung. Der Digitalisierungsgrad des Messindikators CSS wird entsprechend in der Ist-Situation mit der Stufe 2 klassifiziert. In Abhängigkeit des digitalen Integrationspotenzials bzw. des Reifegrads der Kunden (s. o.) kann der Digitalisierungsgrad gezielt in Richtung Stufe vier erhöht werden.

Zum einen ist zusätzlich zu einer Online-Bestellplattform die Abbildung der Informations- und Bestellprozesse über unternehmenseigene Apps auf mobilen Endgeräten denkbar. Zum anderen lässt sich der CSS im stationären Einzelhandel ausweiten: Beispiele sind Smartphone-Check-out, d. h. Bezahlvorgänge mittels Scanning eines QR-Codes (Quick Response) oder Mobile-Wallet-Lösungen, und digitale Avatare, die den Kunden am Point-of-Sale (POS) statt menschlichen Verkaufsberatern zur Verfügung stehen. Hier wird ebenso die Relevanz der richtigen „Passgenauigkeit“ von digitalem Reifegrad des Kunden und Digitalisierungsgrad der Kundenintegration deutlich: Eine Bedingung zur Nutzung solcher Touch Points durch die Kunden sind einerseits das Vorhandensein technischer Voraussetzungen (z. B. eine App auf einem mobilen Endgerät) und das Know-how zur Nutzung derselben. Zudem ist eine positive Einstellung zur digitalen Interaktion bzw. Bereitschaft zur Preisgabe von Daten erforderlich. Dies allein reicht jedoch nicht: Kunden werden digitale Angebote nur annehmen, wenn sie einen Nutzen respektive Mehrwert für sich erkennen. Dies ist nicht in jedem Fall gegeben. Ein Negativ-Beispiel sind

**Tab. 3.5** Reifegradmodell für das Element Kundenanbindung

Phase im Kaufprozess	Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
<b>Phase 1: ENTWICK- LUNG von Produkten und Dienst- leistungen</b>	<b>Entwick- lung neuer Produkte und Dienstleistun- gen</b>	Integration durch Einbindung des Kunden als Ideengeber, z. B. durch Befragung (online, offline)	Digitale Sammlung und Analyse von Spuren im Internet, z. B. über Cookies; Einbindung bei Ideengenerierung und beim Testen neuer Produkte	Digital integrierte Aus- wertung von Nutzungs- und Befragungsdaten der Kunden: Ableitung von Hypothesen für die Produktentwicklung und digitales Testen mit Kunden	Digitale Integration von Kundenressourcen für Ide- engenerierung, Entwicklung gemeinsam mit Kunden als (Co-) Designer und Tester (z. B. über IT- Groupware), Multiplikatoren, 1-to-1 Kommunikation
<b>Phase 2: VORVER- KAUF (PRE- SALES)</b>	<b>Vertriebsum- terstützung für Neukun- den durch Bestandskun- den</b>	Keine Integration	Digitale Bewertung der Pro- dukte bzw. Dienstleistungen	Digitale Bewertung und explizite Weiterempfeh- lung der Produkte bzw. Dienstleistungen an ausgewählte Kunden	Beratung neuer Kunden durch bestehende Kunden über digitale Kanäle, z. B. Chat-Räume einer geschlossenen Community auf einer unternehmenseigenen Inter- net-Plattform
	<b>Prognose der Nachfrage</b>	Keine Integration	Analyse der POS-Daten der Kunden (z. B. Durchschnitts- wert eines Einkaufs, Laufwege, Verweilzeiten)	Analyse der POS-Daten und der Prognosen der Kunden	Analyse der POS-Daten und gemeinsame Prognose mit Kunden, z. B. CPFR (Collabo- rative Planning, Forecasting and Replenishment)

(Fortsetzung)

Tab. 3.5 (Fortsetzung)

Phase im Kaufprozess	Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Phase 3: KAUF	Kanäle zur Information	Begrenzung der Information auf bestimmte Kanäle; Medienbrüche	Multi Channel: Kanäle wie z. B. stationärer Einzelhandel und Online-Shop existieren nebeneinander, sind jedoch nicht aufeinander abgestimmt; begrenzte IT-Integration	Multi Channel mit kanalübergreifender IT-Integration einiger Kanäle zur durchgängigen Analyse des Suchverhaltens	Cross Channel mit kanalübergreifender IT-Integration aller Kanäle zur durchgängigen Analyse des Suchverhaltens
	Kanäle für Auftrags-eingang	Begrenzung des Auftrags-eingangs auf bestimmte Kanäle; Medienbrüche	Multi Channel mit begrenzter IT-Integration	Cross Channel mit umfangreicher IT-Integration	Cross Channel mit direktem Zugriff auf die IT-Systeme des Kunden (z. B. Vendor Managed Inventory [VMI]). Rückgriff auf Anmelde- und Bestelldaten anderer Plattformen
	Bezahlungssysteme	Bargeld, Vorkasse, Lastschrift, Rechnung und Überweisung, Nachname	EC- bzw. Kreditkarte	Payment-Service-Provider (z. B. PayPal)	Mobiltelefon (z. B. mit Near-Field-Communication-Chip [NFC]; z. B. Google Wallet, Payback Pay) oder Scanning des QR-Codes zum Bezahlen
	Customer Self Service (CSS)	Kein CSS	CSS online über Internet-Plattform(en)	CSS online über Internet-Plattform(en) und stationär, z. B. über digitale Terminals im Ladengeschäft zur Information und Bestellung	Breiter und tiefer CSS online und stationär über mobile Endgeräte; Augmented Reality (AR), Social Media und Avatare/Chat-Bots
	Kunden beraten Kunden	Klassische Erfahrungsberichte	Aufbau und Förderung von Internetforen	Online über Internet-Plattformen und stationär	Bereitstellung von Peer-to-Peer Plattformen

(Fortsetzung)

Tab. 3.5 (Fortsetzung)

Phase im Kaufprozess	Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Phase 4: NACH DEM KAUF (AFTER SALES)	After Sales	Keine Integration	Multi-Channel-Vertrieb von After-Sales-Dienstleistungen (online und produkt-integriert); ggf. Online-Produktregistrierung für personalisierten Service	Nutzung von Produkt- bzw. Nutzungsdaten (z. B. Telematik-Dienste) zur Analyse wartungs- und reparaturrelevanter Parameter; präventive und kundenindividuelle Services	Drahtlose Diagnose, Predictive Maintenance, Services on Demand oder Online-Wartung bzw. Updates Digitale Integration der After-Sales-Aktivitäten mit Qualitätsmanagement- und Entwicklungsaktivitäten Vernetzung der (internen, externen) Reparaturpartner
	Durchgängigkeit der Customer Journey („Reise des Kunden“)	Isolierte, nicht-digitale Touch Points	Isolierte digitale Touch Points. Manuelle interne Brüche bei der Bearbeitung	Teil-integrierte digitale Touch Points. Teilkundenreisen sind vollständig digital inkl. automatisierten Standard-Entscheidungen und Aussteuerung bei komplexen Fällen	Digitalisierte Customer Journey end-to-end („von Awareness bis Conversion“) über den kompletten Lebenszyklus des Kunden; alle Entscheidungen werden komplett automatisiert getroffen (Basis: Machine Learning)
	Analyse des Informations-, Kauf- und Nutzungsverhaltens der Kunden	Keine Datenanalyse	Isolierte Datenanalyse auf Basis der Daten transaktionaler ERP-/CRM-Systeme (OLTP)	Integrierte Datenanalyse strukturierter Daten aus diversen Quellen (OLAP)	Automatische Individualisierung, Cross Selling und Kundenbindung auf Basis der Analyse strukturierter und unstrukturierter Daten. Big Data/Smart Data in Echtzeit
Phasenübergreifende Kriterien	Integration mit IT-Systemen des Kunden	Keine Integration	Einseitiger Datenaustausch	Bidirektionaler, regelmäßiger Datenaustausch	Direkter Zugriff auf IT-Systeme des Kunden bzw. POS-/Prognose-Daten; Integration mobiler Endgeräte (z. B. Standortdaten); Cloud-Lösungen; Software-as-a-Service (SaaS)

die Anfänge des Online-Banking. Einige Kunden hatten die Vorstellung, dass sie nun z. B. bei Überweisungen und Geldabhebungen die Arbeit ihres Kundenbetreuers übernehmen sollten. Erst im Laufe der Zeit änderte die Unabhängigkeit der Dienstleistung von Zeit und Ort ihre Einstellung und daraus ergab sich die Akzeptanz digitaler Banktransaktionen.

### 3.2.3 Handlungsempfehlungen und Vorteile

Die vorangegangene Beschreibung der Stufen der digitalen Kundenintegration und die jeweiligen Messindikatoren zur Bewertung der Reifegrade haben bereits zahlreiche konkrete Handlungsoptionen zur Erhöhung des Digitalisierungsgrads bzw. Optimierung der Passgenauigkeit zum digitalen Reifegrad des Kunden aufgezeigt. Im Folgenden werden die **Vorteile** einer Beschäftigung von Unternehmen mit der Digitalisierung der Kundenintegration zusammengefasst. Dabei handelt es sich vor allem um die Erhöhung der Prozesseffizienz im Kaufprozess und die Steigerung des Umsatzes.

Zum einen bieten die vorgestellten Ansatzpunkte das Potenzial, die **Prozesseffizienz im Kaufprozess** signifikant zu steigern. Kosten lassen sich senken, indem zeit- und kostenintensive manuelle Prozesse bzw. Prozesse mit zahlreichen Medienbrüchen durch digitale Prozesse substituiert werden. Insbesondere die Automatisierung personalintensiver Aktivitäten und die Implementierung von Customer Self-Services für Informationsdienstleistungen und Transaktionen führen zu niedrigerem Personaleinsatz und entsprechend verringerten Fixkosten.

Zum anderen resultiert aus der Digitalisierung der Kundenintegration erhebliches Potenzial zur **Umsatzsteigerung**, die sich vor allem aus einer höheren Kundenzufriedenheit ergibt (sog. Customer Lifetime Value). Basis für eine bessere Erfüllung der Kundenbedürfnisse ist die integrierte Datensammlung und -analyse aller Kundendaten über alle Touch Points der Customer Journey. Beispiele sind Informationssuche, Kauf, Nutzungsverhalten und After Sales Service. Dies ermöglicht mittels Prozess- und Wissensmanagement eine kundenorientierte Marketing- und Vertriebsausrichtung, sodass die Produkte (die Marke) als vertraut oder präferiert im Bewusstsein des Kunden verankert sind (sog. Evoked Set). Nutzungsdaten geben Impulse für die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen. Kunden lassen sich digital in den Entwicklungsprozess etwa zur Ideengenerierung und zum Testen einbeziehen, sodass die Kundenbedürfnisse bei Neuentwicklungen berücksichtigt werden. Die Vertriebsunterstützung durch digital integrierte Kunden, die z. B. auf Internet-Portalen Produkte bewerten und andere Kunden beraten, steigert den Umsatz und substituiert die Kosten alternativer Marketingmaßnahmen.

Die Verknüpfung analoger und digitaler Vertriebskanäle im Rahmen eines Cross-Channel-Ansatzes ermöglicht die Potenziale einer integrierten Customer Journey zu identifizieren und Maßnahmen abzuleiten: Kunden wechseln zeit- und ortsunabhängig zwischen den Kanälen (vgl. Channel Hopping in Abb. 3.5). Dabei erlaubt die konsolidierte Datensammlung eine ganzheitliche Sicht auf den Kunden und seine aktuellen und zukünftigen Bedürfnisse (Single Customer View). Dies steigert nicht nur die

Kundenbindung durch eine kanalübergreifende und personalisierte Customer Experience, sondern identifiziert ebenso kundenindividuelle Cross-Selling-Potentiale. Insbesondere die Auswertung der Daten der Customer Journey mit Methoden des Machine Learning, das heißt der maschinellen Generierung von Wissen über das aktuelle und zukünftige Informations- und Kaufverhalten des Kunden, spielt eine große Rolle. Damit lassen sich automatisiert Entscheidungen über individuelle Angebote und andere Unterstützungsleistungen im Kaufprozess ableiten. Die Kundenbindung wird durch das Aushebeln des Wettbewerbs mittels der Kopplung von Leistungsbündeln (vgl. Beispiel Amazon Prime) und dem Schaffen von Lock-in-Effekten über anbieterspezifische Smart Devices (vgl. Beispiel Amazon Dash/Echo) intensiviert. Dabei sind Wechselbarrieren wie hohe Bequemlichkeit der Nutzung und geringer Zeitbedarf für Produktauswahl und -bestellung zu schaffen.

Welche **Handlungsempfehlungen** sind zu beachten? Die **Daten** eines bestimmten Kunden sind **konsolidiert** zu **speichern** – unabhängig von der Vertriebskanalquelle wie Filiale oder Online-Shop. Somit erfordert die **IT-Infrastruktur** (vgl. Abschn. 3.8) eine zentrale Kundendatenbank bzw. ein Data Warehouse, über das andere IT-Systeme wie etwa CRM und ERP auf die konsolidierten Daten aller Kanäle zugreifen können. Dafür sind Insellösungen abzubauen und IT-Lösungen mit Funktionalitäten auszuwählen, die kanalübergreifende Prozesse abbilden. Über ein zentrales PIM-System (Product Information Management) bzw. Produkt-/Katalogmanagement-System werden Artikelstammdaten angelegt und den Vertriebskanälen koordiniert zur Verfügung gestellt. Beispielsweise lassen sich so preisbasierte Verkaufsaktionen zentral und kanalübergreifend steuern. Eine App kann das Bedürfnis vieler Kunden nach zeit- und ortsunabhängiger Informationssuche und Kauf befriedigen. Im Rahmen der App können QR-Code-Scanner oder Augmented Reality (AR) den Kaufprozess in allen Phasen digital unterstützen. Für die Analyse großer Mengen strukturierter und unstrukturierter Daten ist ggf. ein System zum Data Mining erforderlich. Aus den Daten lassen sich sowohl kundenindividuelle Informationen generieren als auch Kapazitäten für Kundeninteraktionen im Voraus planen und bereitstellen.

Bei der **Implementierung** der vorgestellten Ansätze ist darauf zu achten, dass hinreichende Kommunikationsmaßnahmen nicht nur die Kunden, sondern auch externe Partner und die eigenen Mitarbeiter auf den neuen Nutzen hinweisen. Anreize motivieren „digital unreife“ Kundensegmente zum Wechsel von analogen auf digitale Kundenschnittstellen. Beispiele sind Rabatte im digitalen Kanal oder kostenlose digitale Servicedienstleistungen im Internet versus kostenpflichtige Nutzung des Call-Centers. Die neuen digitalen Kanäle sollten aus Kundensicht so attraktiv und Nutzen stiftend sein, dass die Kunden diese zukünftig bevorzugen. Eventuell ist der Zugang der Kunden zu kostenintensiven analogen Vertriebskanälen, die Risiken der Kannibalisierung neuer digitaler Kanäle bergen, sukzessive einzuschränken. Bei der Implementierung der digitalen Ansätze sind interne Richtlinien im Hinblick auf Inhalte und Organisation zur abteilungs- und unternehmensübergreifenden Verzahnung der Prozesse festzulegen, um eine nahtlose Kanalintegration aus Kundensicht sicherzustellen. Zudem sind Konfliktpotenziale zwischen



Führungskräften der verschiedenen Kanäle in Bezug auf Strategie und Ziele frühzeitig zu adressieren, um ein egoistisches „Silodenken“ in den einzelnen Vertriebskanälen zu vermeiden. Dies kann über kanalübergreifende Zielvereinbarungen oder Bonus- und Umsatzverrechnungssysteme erfolgen.

### 3.2.4 Beispiel

Als abschließendes Beispiel für die Vorteile der digitalen Kundenintegration dient im Folgenden die Küchenmaschine „Thermomix TM5“ der Firma Vorwerk, die Lebensmittel zerkleinern, mixen, erwärmen und kochen kann. Die vorgenannten „analogen“ Funktionen der Küchenmaschine wurden um digitale Leistungen erweitert. Die so bezeichnete „Guided-Cooking-Funktion“ bietet ein digitales Kochbuch, das Rezepte auf dem Display der Küchenmaschine anzeigt. Über ein Internet-Portal bzw. eine App für mobile Endgeräte besteht die Möglichkeit zum Zugriff auf weitere Rezepte, die über WLAN (Wireless Local Area Network) auf die Küchenmaschine übertragbar sind. Mit einem sogenannten Wochenplaner lassen sich tageweise Rezepte wählen und automatisiert digitale Einkaufslisten erstellen. Über das Rezept-Portal besteht die Möglichkeit, die Zutaten für ein Rezept (und weitere) direkt online bei einem Lieferservice zu bestellen und nach Hause liefern zu lassen. Der **Reifegrad des Kundensegments**, der die digitalen Komplementärangebote der Küchenmaschine nutzt, lässt sich durch Merkmale der Stufen drei respektive vier (fortgeschrittenes Integrationspotenzial bzw. hoher Reifegrad) beschreiben: Zum einen sind es intensive Nutzer von IT-Plattformen, die Datenaustausch ermöglichen. Zum anderen zeichnen sie sich durch Offenheit für die Preisgabe privater Daten im Austausch für einen Nutzen aus.

In Phase 1 des Kaufprozesses, der **Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen**, lässt die Datenschutzvereinbarung des Unternehmens darauf schließen, dass Vorwerk die Nutzungsdaten und Befragungsdaten bereits integriert für diesen Zweck auswertet (Stufe 3). Aktuell werden in der Online-Community die Rezepte unternehmensseitig zur Verfügung gestellt. Denkbar ist hier eine Weiterentwicklung zu Stufe vier, indem die Kunden mittels der Internet-Plattform in die Entwicklung und das Testen neuer Rezepte digital integriert werden. Auch in der **Vorverkaufsphase (Pre-Sales, Phase 2)** können Kunden zur Vertriebsunterstützung digital eingebunden werden. Dies kann wie auf zahlreichen anderen elektronischen Marktplätzen über die digitale Bewertung und explizite Weiterempfehlung der Rezepte erfolgen. Eine Weiterentwicklung in Richtung der Stufe vier könnte die Beratung von (Neu-)Kunden durch (Bestands-)Kunden sein, beispielsweise über Chat-Räume der Online-Community. Beim **Kauf (Phase 3)** nutzt das Unternehmen ggf. sowohl konventionelle als auch digitale Touch Points als Informations- und Transaktionskanäle. Das Analyseraster zur Reifegradmessung bietet hier Anregungen, den bestehenden Multi-Channel-Ansatz weiterzuentwickeln. So kann die IT-Integration zwischen den Touch Points intensiviert werden, um eine durchgängige Datenanalyse der Customer Journey im Zeitablauf zu ermöglichen.



Nach dem Kauf (**After-Sales, Phase 4**) können Kunden aktuell bei Fehlermeldungen auf dem Display der Küchenmaschine den Fehlercode im Internet eingeben und so automatisiert Hinweise zur Behebung des Problems erhalten (Stufe 2). Auch hier bieten die Indikatoren der Reifegradmessung Impulse, um eventuell den Digitalisierungsgrad zu erhöhen: Es können Produkt- bzw. Nutzungsdaten über das WLAN, über das die Küchenmaschine kommuniziert, zur Sammlung und Analyse wartungs-, reparatur- und entwicklungsrelevanter Parameter erhoben werden. Auf dieser Basis lassen sich zum einen präventive Online-Wartungsdienstleistungen entwickeln. So können etwa kundenindividuelle Updates der Software ohne stationäre Wartung „over the air“ erfolgen. Zum anderen kann die Auswertung der Produkt- und Nutzungsdaten über den Lebenszyklus der Küchenmaschine wertvolle Impulse für Qualitätsmanagement- und Entwicklungsaktivitäten liefern (vgl. Abschn. 3.6). Die Kundenbindung wird durch die Online-Community für die Rezepte und die Kopplung mit dem Zutatenlieferservice erhöht. Neben diesem Online-Angebot bestehen konventionelle Touch Points wie Kochbücher und Telefonberatung parallel weiter, um das Geschäft mit „digital unreifen“ Kunden nicht zu gefährden. Die Generierung rezeptindividueller Einkaufslisten durch den Nutzer und die Auslösung der entsprechenden Bestellung der Zutaten bei einem Online-Lieferservice ist dem Customer Self Service zuzurechnen. In Zukunft könnte vor einer Bestellung der Rezeptbestandteile die digital generierte Einkaufsliste vor der Übermittlung an den Lieferservice automatisiert mit dem (digital erfassten) Warenbestand im heimischen Kühlschrank abgeglichen werden, sofern dieser mit entsprechender Sensorik ausgestattet ist (vgl. Abschn. 3.6).

Durch eine Verknüpfung der Daten, die über die verschiedenen Touch Points über den Kunden und die laufende Nutzung der Küchenmaschine gesammelt werden, wird eine **digitalisierte Customer Journey** über den gesamten Lebenszyklus eines Kunden (vom ersten Interesse über den Kauf bis zur Verschrottung) ermöglicht. Die Analyse der Kundendaten ist im besten Falle nicht durch die isolierte Analyse der Daten aus transaktionalen IT-Systemen wie ERP und CRM gekennzeichnet. Vielmehr können nun Daten aus verschiedenen Quellen wie unternehmensinterne IT-Systeme, Online-Community, Online-Lieferservice und Küchenmaschine in einer zentralen Datenbank verknüpft werden. Dies gestattet eine automatisierte Individualisierung von Angeboten für einzelne Kunden und eine Erhöhung der Kundenbindung.

Insbesondere die **Datenanalyse des Nutzungsverhaltens** der Küchenmaschine bietet ein großes Potenzial. So lassen sich individuelle Angebote wie etwa Rezeptvorschläge für den Kunden auf Basis persönlicher Vorlieben erstellen. Die Daten über das kundenindividuelle Nutzungsverhalten erlauben zudem Rückschlüsse über das Potenzial zum Cross Selling weiterer Produkte und Dienstleistungen im Rahmen der bestehenden Kundenbeziehung. Das Portfolio der Firma Vorwerk umfasst bereits spezielle Diät- und Ernährungsprogramme, sodass der Kunde vielleicht nicht nur die Küchenmaschine kauft, sondern für die Dienstleistung einer definierten Gewichtsreduktion bezahlt. Des Weiteren kann eine Datenanalyse für andere Unternehmen interessant sein. Beispielsweise könnte eine regionale Grippewelle die Anzahl der gekochten Suppen in der Region

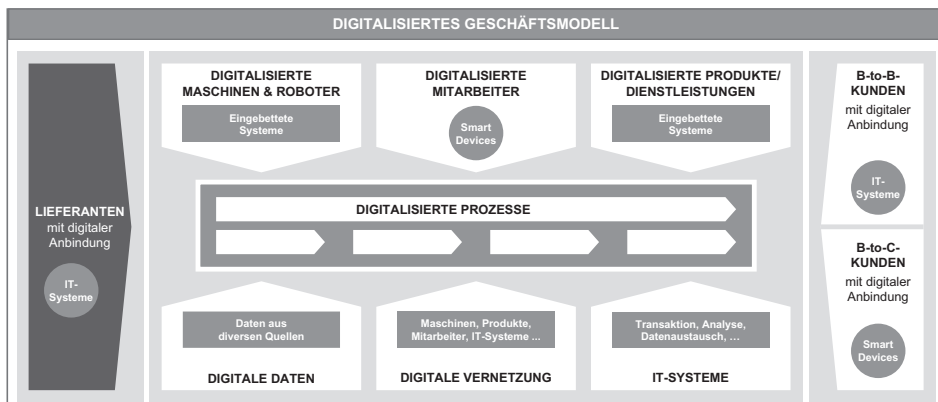
erhöhen. Über einen solchen Zusammenhang ließen sich z. B. gezielte Marketing-Maßnahmen für Grippe-Medikamente ableiten. Versicherungen könnten an Daten über Ernährungsgewohnheiten interessiert sein.

### 3.3 Digitale Anbindung von Lieferanten

#### 3.3.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

Der Lieferant gehört als handelndes Subjekt neben den Mitarbeitern und Kunden zu den Akteuren der digitalen Transformation (vgl. Abb. 3.7). Seine Aktivitäten dienen im Kern dazu, dem einkaufenden Unternehmen die benötigten Güter und Dienstleistungen nach einer möglicherweise schon in der Entwicklung erfolgten Zusammenarbeit zur Verfügung zu stellen. Im Weiteren soll nicht etwa der digitale Lieferant untersucht werden, da die Elemente des digitalen Unternehmens in diesem Fall ein zweites Mal erklärt würden. Vielmehr soll es darum gehen, die digitale Anbindung und Zusammenarbeit mit dem Lieferanten zu beschreiben. Dieses Thema ist überwiegend dem Bereich der traditionellen digitalen Transformation zuzuordnen und gleichzeitig ein Aspekt des sogenannten **Supplier Relationship Management**, in dem es im Wesentlichen um IT-gestütztes Beschaffungs- und Lieferantenmanagement geht.

Die IT-Unterstützung der Beschaffungsprozesse und des Lieferantenmanagements werden aktuell auch als **digitaler Einkauf** oder **Einkauf 4.0** bezeichnet. Letzterer Begriff ist dabei kritisch zu sehen, da die IT-Unterstützung des Einkaufs lange vor der



**Abb. 3.7** Das Element Lieferanten im digitalen Unternehmen

aktuellen Diskussion um Industrie 4.0<sup>1</sup> begonnen hat. Das Phänomen, Entwicklungen, die überwiegend nicht neu sind, als 4.0 zu bezeichnen, tritt aktuell auch bei anderen Themen wie zum Beispiel in der Logistik oder dem Personalwesen auf. Hier ist kritisch zu hinterfragen, welcher Zusammenhang mit der vierten industriellen Revolution tatsächlich besteht, was wirklich neu oder schon seit langem bekannt ist, und welche Maßnahmen sinnvoll abgeleitet werden können. Für die digitale Anbindung von Lieferanten hat die vierte industrielle Revolution die Bedeutung eines Treibers. Sich selbst steuernde autonome Prozesse lösen eigenständig Bestellungen aus, die dann an den Lieferanten digital zu übertragen sind. Die Möglichkeit der digitalen Anbindung besteht schon seit Jahren. Insofern fordert Industrie 4.0 auch verstärkt die Nutzung der bestehenden Möglichkeiten, führt aber nicht zu einer neuen Form der Anbindung. Andere Veränderungen in der Beschaffung, wie sie etwa der 3D-Druck auslöst, und Möglichkeiten der Nutzung von Big Data in der Beschaffung, werden hier nicht erörtert, da sie nicht direkt mit der digitalen Anbindung der Lieferanten in Verbindung stehen.

Für die weitere Betrachtung der digitalen Lieferantenanbindung wird das Phasenmodell aus Tab. 3.6 zugrunde gelegt. In der Literatur werden leicht differierende Phasenmodelle beschrieben. Das gewählte Modell orientiert sich an den von Appelfeller/Buchholz genutzten Phasen und ergänzt diese um das Lieferantenmanagement als letzter Phase, wie es z. B. das Modell von McKinsey vorsieht. Das Modell startet, nachdem das Unternehmen einen Gesamtbedarf für einen längeren Zeitraum ermittelt hat, mit der **Anbahnungsphase**, in der nach geeigneten Lieferanten gesucht und Angebote von diesen eingeholt werden. In der **Vereinbarungsphase** wird der Preis mit den infrage kommenden Lieferanten verhandelt und anschließend werden mit einem oder mehreren Lieferanten Rahmenverträge abgeschlossen. Die **Abwicklungsphase** kann im ersten Schritt gemeinsame Entwicklungsarbeiten mit dem Lieferanten beinhalten, bevor in dieser Phase dann der typische „demand-to-pay“ Prozess – also alle Schritte von der Bedarfsermittlung bis zur Bezahlung der gelieferten Güter – durchgeführt werden. Im anschließenden Prozess des **Lieferantenmanagements** werden Audits durchgeführt, die Lieferanten bewertet und bei wichtigen Lieferanten ein Entwicklungsprozess geplant.

Tab. 3.6 stellt die beschriebenen Aktivitäten in der ersten und letzten Zeile jeweils aus der Sicht des Kunden bzw. aus der Lieferantenperspektive genauer dar. In der zweiten und vierten Zeile sind die vom jeweiligen Partner in den einzelnen Phasen bereitzustellenden Daten bzw. Dokumente aufgelistet. Die mittlere Zeile enthält die Tools, die für die digitale Anbindung des Lieferanten und die Zusammenarbeit mit ihm erforderlich sind. Der Umfang des Einsatzes dieser Tools liefert die Grundlage für die im nächsten Abschnitt dargestellten Stufen der digitalen Anbindung von Lieferanten.

---

<sup>1</sup>Industrie 4.0 beschreibt eine Form industrieller Wertschöpfung, die durch die Digitalisierung und die Automatisierung von Produktionsprozessen sowie die Vernetzung von Maschinen, Robotern, Werkstücken und Mitarbeitern gekennzeichnet ist. Das Ziel sind dezentral gesteuerte, autonome Prozesse, die eine wirtschaftliche Produktion in Losgröße eins ermöglichen. In diesem Kontext wird auch von der vierten industriellen Revolution gesprochen (vgl. Abschn. 3.7).

**Tab. 3.6** Phasenmodell für die Zusammenarbeit mit dem Lieferanten

	<b>Anbahnung</b>	<b>Vereinbarung</b>	<b>Abwicklung</b>	<b>Lieferantenmanagement</b>
<b>Aktivitäten beim Kunden</b>	Nach geeigneten Lieferanten suchen, Informationen über Lieferanten sammeln, Angebote einholen und vergleichen	Preisverhandlungen durchführen, Verträge abschließen	Gemeinsam mit Lieferanten entwickeln, Bestellung erzeugen und versenden, Waren entgegennehmen, prüfen und ggf. reklamieren, Rechnung prüfen und bezahlen	Lieferanten bewerten und klassifizieren, Audits durchführen, Lieferanten entwickeln
<b>Vom Kunden bereitzustellende Daten</b>	Unternehmensdaten, Benötigte Warengruppen, Anfragen	Rahmenvertragsdaten	Entwicklungsdokumente, Zeichnungen, Prognosen und Bestände, Bestellungen und Reklamationen	Auditergebnisse, Lieferantenbewertungen, Entwicklungsmaßnahmen
<b>Digitale Tools</b>	e-RFI, e-RFQ, e-RFP, e-Marktplätze, e-Supplier Directory, Supplier-Portal, Tools für das Supplier Life Cycle Management	Rahmenvertragsdaten	Produktdaten, Auftragsbestätigungen, Lieferscheine, Lieferavisen, Leistungserfassungsblätter, Rechnungen	Erledigte Maßnahmen
<b>Vom Lieferanten bereitzustellende Daten</b>	Unternehmensdaten, Zertifikate, Lieferantenstammdaten, Angebote ggf. mit Zeichnungen	Rahmenvertragsdaten	Produktdaten, Auftragsbestätigungen, Lieferscheine, Lieferavisen, Leistungserfassungsblätter, Rechnungen	Erledigte Maßnahmen
<b>Aktivitäten beim Lieferanten</b>	Als Anbieter präsentieren, Informationen bereitstellen, Beim Kunden registrieren, Angebote abgeben	Preisverhandlungen durchführen, Verträge abschließen	Gemeinsam mit Kunden entwickeln, Bestellungen entgegen nehmen und Auftrag bestätigen, Waren versenden, Rechnungen erstellen, versenden und Zahlungseingänge überwachen, Reklamationen bearbeiten	Bewertungen und Klassifikationen einsehen und reagieren, Entwicklungsmaßnahmen durchführen und rückmelden

Für eine Darstellung aller für die Beschaffung relevanten Tools sei auf Appelfeller/Buchholz 2011 verwiesen. Nachfolgend werden die für die digitale Anbindung wichtigsten Tools kurz skizziert:

- Ein **Supplier Relationship Management System (SRM)** ist ein internetfähiges Beschaffungssystem, über das neben vielen weiteren Funktionalitäten mit dem Lieferanten Daten ausgetauscht werden können. Es ergänzt die Funktionalität eines ERP-Systems, mit dem es über Schnittstellen verbunden sein kann. Die nachfolgend beschriebenen Tools sind bis auf EDI häufig Bestandteile eines übergeordneten SRM-Systems. Einen Überblick über die Anbieter von SRM-Systemen stellt etwa der Bundesverband Materialwirtschaft und Einkauf (BME e. V.) bereit.
- **e-RFx** (electronic Request for x) steht für e-RFI (Information), e-RFQ (Quotation) und e-RFP (Proposal). In allen drei Fällen werden Daten von Lieferanten über das Internet eingeholt. Diese Daten reichen von allgemeinen Informationen über das Unternehmen und dessen Produktionsmöglichkeiten beim e-RFI über die eigentliche Ausschreibung des Beschaffungsbedarfes (e-RFQ) bis zum e-RFP, bei dem der Lieferant eine Problemlösung vorschlagen soll. Bei der Nutzung von e-RFx kann im Rahmen der vorausgehenden Beschaffungsmarktanalyse auf **e-Supplier Directories**, wie beispielsweise Wer liefert was?, e-Marktplätze wie SupplyOn oder das cloudbasierte Ariba-Network zugegriffen werden. Diese über das Internet erreichbaren Plattformen enthalten nach verschiedenen Kategorien sortierte Lieferanten, die als Empfänger der e-RFx berücksichtigt werden können und stellen zum Teil gleichzeitig die hier beschriebenen Tools für die Zusammenarbeit mit dem Lieferanten bereit. Mit **e-Auctions** lassen sich über das Internet Preisverhandlungen parallel mit einer Vielzahl von Bietern führen. Für die Beschaffung sind hier besonders die Reverse Auctions interessant, bei denen die Bieter einen vorgegebenen Preis online sukzessive unterbieten sollen.
- Tools für **e-Collaboration** erlauben eine enge Zusammenarbeit mit Lieferanten. So wird z. B. im Rahmen des Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR) dem Lieferanten Einsicht in die Bestände und Forecasts des Abnehmers gegeben und so eine gemeinsame Planung ermöglicht. Auf Basis der zur Verfügung gestellten Daten kann dann ein Vendor Managed Inventory (VMI) erfolgen, in dessen Rahmen der Lieferant ohne explizite Bestellung das Kundenlager auffüllt. Beim Collaborative Engineering führen Lieferant und Kunde auf einer gemeinsamen digitalen Plattform Entwicklungsarbeiten durch.
- Der **Supplier Self Service** ermöglicht die eigenständige Bearbeitung ausgewählter Vorgänge durch den Lieferanten. Er kann hier einerseits etwa Bestellungen mit dazugehörigen Anhängen herunterladen. Andererseits kann der Lieferant die Daten aus Bestellungen, Auftragsbestätigungen und Rechnungen in vordefinierte Felder einpflegen oder in der für ihn einfacheren Variante dem Kunden per Upload bereitstellen.
- **EDI (Electronic Data Interchange)** ist der elektronische Austausch strukturierter Geschäftsdokumente, wie z. B. Bestellungen, Rechnungen oder Lieferscheine zwischen Geschäftspartnern. EDI ermöglicht es, Geschäftsdaten zwischen räumlich getrennten Anwendungssystemen so auszutauschen, dass diese von der Anwendung

des empfangenden EDI-Partners automatisch ohne manuelles Eingreifen verarbeitet werden können. Das Hauptziel von EDI ist die Vermeidung von Medienbrüchen. So wird exemplarisch eine per EDI verschickte Bestellung automatisch zu einem Auftrag im Anwendungssystem des Lieferanten. Für den Austausch der Dokumente zwischen den verschiedenen Systemen müssen Standards festgelegt und Kommunikationsverbindungen etabliert werden.

- Tools für das **Supplier Life Cycle Management** stellen phasenübergreifend unterschiedliche Funktionen, insbesondere für die Zusammenarbeit mit dem Lieferanten bereit. Es beginnt mit Funktionen, die die Prozesse der Lieferantenregistrierung, -selbstauskunft und -qualifizierung und somit den Weg vom potenziellen bis zum freigegebenen Lieferanten unterstützen. Es folgen die Themen Lieferantenbewertung und Lieferantenklassifizierung, bei denen das Tool überwiegend auf die Daten vom ERP- und Data-Warehouse-System zugreift. Der Lieferant kann auf einen Teil der Daten online zugreifen, hierüber seine aktuellen Bewertungen in verschiedenen Kategorien wie Termintreue, Reklamationsquoten und ähnliches einsehen und eventuell direkt reagieren. Die Ergebnisse von Lieferantenaudits und geplanten Maßnahmen zur Lieferantenentwicklung können im Supplier Life Cycle Management Tool abgelegt und ebenfalls vom Lieferanten eingesehen werden. Insgesamt sollte ein Lieferant Cockpit dem Einkäufer ermöglichen, durch wenige Klicks eine integrierte Sicht auf die vielfältigen Informationen zum Lieferanten zu erhalten, um ihn analysieren, steuern und entwickeln zu können.
- In der IT bezeichnet ein Portal den strukturierten Zugang zu Informationen und Systemen über eine Web-Oberfläche. Im betrachteten Fall des **Supplier-Portals** gestattet dieses den Zugang zu ausgewählten Transaktionen der oben beschriebenen anderen Tools.

### 3.3.2 Stufen der digitalen Transformation

Bei der Anbindung des Lieferanten lassen sich diverse Digitalisierungsstufen unterscheiden. Tab. 3.7 stellt die verschiedenen Stufen in den Spalten dar. In den Zeilen wird, orientiert am Phasenmodell, die Form der Zusammenarbeit unter Nutzung der digitalen Tools aus Tab. 3.6 beschrieben.

Im Folgenden werden die Stufen der Transformation der Lieferantenanbindung beschrieben. Hierbei werden nicht alle Details aus den Tab. 3.6 und 3.7 wiederholt, sondern einzelne Aspekte, die besonders relevant für die Abstufung sind, in den Fokus gestellt.

Der **analoge Lieferant** (Stufe 1) übermittelt seinem Kunden Daten und Dokumente lediglich papierbasiert. Der Kunde schickt seine Dokumente ebenfalls papierbasiert oder im Einzelfall per Email. Der Lieferant ist auf e-Marktplätzen und in e-Lieferantenverzeichnissen nicht vertreten. Preisverhandlungen werden telefonisch oder „face-to-face“ durchgeführt. Eine Lieferantenbewertung findet nicht statt. Diese Form der Anbindung

**Tab. 3.7** Reifegradmodell für das Element Lieferantenanbindung

<b>Kriterien (Phasen)</b>	<b>Analog angebundener Lieferant (Stufe 1)</b>	<b>Digital angebundener, nicht integrierter Lieferant (Stufe 2)</b>	<b>Digital angebundener, einseitig integrierter Lieferant (Stufe 3)</b>	<b>Digital angebundener, beid- seitig integrierter Lieferant (Stufe 4)</b>
<b>Anbahnung</b>	Ist auf e-Marktplätzen und in elektronischen Lieferantenverzeichnis nicht vertreten, Anfragen und Angebote werden papierbasiert ausgetauscht	Ist auf e-Marktplätzen und in elektronischen Lieferantenverzeichnis zum Teil vertreten, Anfragen und Angebote werden per Email ausgetauscht	Ist in allen relevanten elektronischen Lieferantenverzeichnis und auf allen relevanten e-Marktplätzen vertreten, stellt Infos zum Unternehmen und Angebote etc. per e-RFx bereit	Ist in allen relevanten elektronischen Lieferantenverzeichnis und auf allen relevanten e-Marktplätzen vertreten, stellt Infos zum Unternehmen, per e-RFI bereit, Anfragen und Angebote werden per EDI ausgetauscht
<b>Vereinbarung</b>	Verhandelt Preise Face-to-Face und telefonisch, überwiegend Einzelbestellungen	Verhandelt Preise Face-to-Face und telefonisch, überwiegend Einzelbestellungen, kaum Rahmenverträge	Verhandelt Preise ggf. auch per e-Auction, häufig Abschluss von Rahmenverträgen	Verhandelt Preise ggf. auch per e-Auction, ausschließlich Abschluss von Rahmenverträgen
<b>Abwicklung</b>	Versendet und erhält auszutauschende Dokumente wie Lieferscheine, Bestellungen etc. papierbasiert	Versendet und erhält auszutauschende Dokumente per Email oder Up- und Download von Dokumenten	Erhält relevante Dokumente durch Zugriff bzw. Download vom Supplier-Portal bzw. Supplier Self-Service und pflegt eigene Daten hier ein	Erhält und versendet relevante Dokumente per EDI mit Ausnahme von Zertifikaten, Zeichnungen o. ä., bei Entwicklungszusammenarbeit wird digitale Plattform genutzt
<b>Lieferanten- management</b>	Keine Aktivitäten durch einkaufendes Unternehmen vorgesehen	Erhält vorgenommene Bewertungen im persönlichen Gespräch und per Email	Kann Bewertungen, Klassifizierungen, Auditergebnisse jederzeit über Supplier-Portal einsehen	Kann Bewertungen, Klassifizierungen, Auditergebnisse und Entwicklungsmaßnahmen jederzeit über Supplier-Portal einsehen und Fortschritt bei Maßnahmen dokumentieren



bzw. Zusammenarbeit ist heute nahezu ausgestorben. Bei sehr kleinen Handwerksbetrieben mag sie in ähnlicher Form noch vorkommen.

Der **digital angebundene, nicht integrierte Lieferant** (Stufe 2) tauscht die in Tab. 3.6 beschriebenen Daten per Email oder über ein Lieferantenportal mit Up- und Download-Möglichkeiten mit dem Kunden aus. Diese Form der Anbindung kann als digital interpretiert werden. Sie hat jedoch den Nachteil, dass die Daten in beiden Unternehmen nicht direkt weiterverarbeitet werden können, da eine Integration mit den hier verwendeten IT-Systemen nicht gegeben ist. Die Anlagen der Emails oder Downloads aus den Portalen müssen in die weiterverarbeitenden Systeme manuell eingegeben werden. Dieser Ablauf ist aufwendig und fehleranfällig und bringt keinen großen Vorteil gegenüber einer papierbasierten Abwicklung.

Beim **einseitig digital integrierten Lieferanten** (Stufe 3) erfolgt die Kommunikation über internetgestützte Tools, wie ein Supplier-Portal, einen Supplier Self Service oder ein e-RFx-Tool. Der Lieferant ist in elektronischen Lieferantenverzeichnissen und auf e-Marktplätzen vertreten. Auf diese Weise kann die Kontaktaufnahme zu ihm erfolgen. Von seinem Kunden wird er in der Anbahnungsphase über dessen e-RFx-Tool aufgefordert, Informationen über sein Unternehmen und konkrete Angebote bereitzustellen. Anschließend verhandeln Lieferant und Kunde den Preis in der Vereinbarungsphase abhängig vom jeweiligen Material entweder per e-Auction-Tool oder „face-to-face“. In der Abwicklungsphase gibt der Lieferant die Daten zu Auftragsbestätigungen, Rechnungen etc. in das Supplier Self Service Tool des Kunden ein, wodurch die Daten dann automatisch in sein weiterverarbeitendes System, in der Regel ein ERP-System, gelangen. Das Supplier-Self-Service-Tool bzw. das Supplier-Portal erlaubt dem Lieferanten, nicht nur die beschriebenen Daten einzupflegen oder im Falle von Zertifikaten hochzuladen, sondern auch umgekehrt diverse Daten abzurufen und herunterzuladen. Dies können zum Beispiel seine Bestellungen, die Bestände und Prognosen des Kunden oder in der Phase des Lieferantenmanagements seine aktuellen Bewertungen sein.

Im betrachteten Fall handelt es sich um einen einseitig digital integrierten Lieferanten. Die Einseitigkeit ist so zu interpretieren, dass der Lieferant die Daten ins Kundensystem eingibt, der Kunde aber seine Daten nicht in die Systeme des Lieferanten einpflegt. Der Lieferant hat häufig doppelte Aufwände, die wie folgt aussehen können: Erstellen eines Angebots mit dem eigenen Kalkulationssystem, Einpflegen der abgeschlossenen Angebotsdaten in das e-RFQ-System des Kunden; Herunterladen einer Bestellung, Einpflegen der Bestelldaten in das eigene Auftragsabwicklungssystem; Erzeugen einer Auftragsbestätigung im eigenen Auftragsabwicklungssystem und Einpflegen der Auftragsbestätigung in das Kundensystem. Diese Form der Anbindung von Lieferanten hat sich seit der stärkeren Nutzung des Internets und der damit einhergehenden Verbreitung von SRM-Systemen in den 2000er Jahren besonders für kleine und mittelgroße Lieferanten immer mehr durchgesetzt. Der Grund hierfür ist leicht nachvollziehbar: Der Lieferant muss lediglich internetfähig sein. Das beschaf-



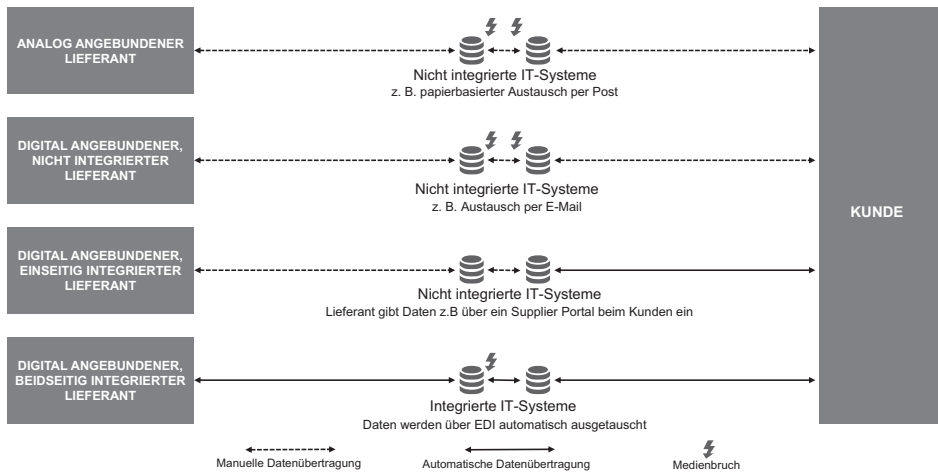
fende Unternehmen profitiert vollumfänglich von der einseitigen Anbindung, da es einen durchgängigen, integrierten und digitalen Prozess bekommt. Alle Daten des Lieferanten gelangen ohne eigene Aktivität in das weiterverarbeitende IT-System des Kunden. Dies bedeutet eine signifikante Effizienzsteigerung und eine Verkürzung der Durchlaufzeit. Für den Lieferanten fallen wie oben beschrieben Doppelarbeiten an. Inwieweit er bereit ist, diese zu übernehmen, ist letztendlich eine Machtfrage zwischen Lieferant und Kunde, die der Kunde häufig gewinnen wird. Der Lieferant profitiert dadurch, dass er den Kunden durch die Zusammenarbeit auf dessen System enger an sich binden kann.

Beim **beidseitig digital integrierten Lieferanten** (Stufe 4) sind die IT-Systeme von Kunde und Lieferant per EDI miteinander verknüpft. Diese IT-seitig aufwendige Verbindung hat wie oben beschrieben die Auswirkung, dass die im IT-System des einen erzeugten Daten in das des anderen automatisch übertragen werden: Die Bestellung im Kundensystem wird automatisch zum Auftrag im Lieferantensystem; die Auftragsbestätigung im Lieferantensystem wird automatisch in die Bestellung des Kundensystems übertragen; die Ausgangsrechnung im Kundensystem wird automatisch zur Eingangsrechnung im Lieferantensystem usw. Diese beidseitige Integration und der damit unternehmensübergreifende digitale Prozess stellt die höchste Stufe der digitalen Anbindung von Lieferanten dar. Im Vergleich zum einseitig digital integrierten Prozess profitieren aufgrund der gestiegenen Prozesseffizienz und der übergreifend reduzierten Durchlaufzeit nun sowohl der Kunde als auch der Lieferant in hohem Umfang. Hinzu kommt aufgrund der unternehmensübergreifend nicht mehr vorhandenen Medienbrüche eine sinkende Fehlerquote in der Prozessdurchführung. Die beschriebene Art der beidseitigen Integration ist deutlich älter als die einseitige Integration. Seit den späten 1980er Jahren wird diese Abwicklung z. B. in der Automobilindustrie durchgeführt. Aufgrund des hohen Aufwandes dieser Art der Integration bleibt sie aber nach wie vor eher der Vernetzung großer Unternehmen vorbehalten. Bei Unternehmen mit sehr komplexen Produkten und hohem Fremdleistungsanteil wird der Lieferant häufig als enger Wertschöpfungspartner gesehen, der bereits in der Entwicklungsphase mit eingebunden werden soll. Um eine solche frühe Einbindung zu ermöglichen, werden Entwicklungsarbeiten im Rahmen des Collaborative Engineerings gemeinsam durchgeführt und auf Basis einer digitalen Plattform abgewickelt. Somit können beide Unternehmen die gleiche Datenbasis zugrunde legen.

Abb. 3.8 stellt die wesentlichen Unterschiede zwischen den vorgestellten Stufen im Überblick dar.

### 3.3.3 Assessments

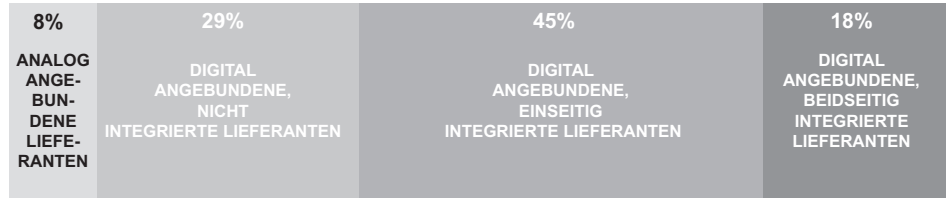
Tab. 3.7 liefert durch die beschriebene Struktur die Basis für Assessments zur Lieferantenanbindung. Die in den Tabellenzellen aufgeführten Merkmale können für einzelne oder mehrere Lieferanten mit gleichen Charakteristika abgeglichen werden. Die



**Abb. 3.8** Digitale Anbindung von Lieferanten im Überblick

sich ergebenden Profile werden dabei nicht immer komplett einer Stufe zuzuordnen sein, wahrscheinlich aber in jeweils einer Stufe ihren Schwerpunkt setzen. Bei der Profilermittlung kann das Problem entstehen, dass ein Lieferant in Abhängigkeit von den auszutauschenden Daten sowohl nicht integriert als auch beidseitig integriert ist. Dies könnte beispielsweise ein Lieferant sein, der Angebote per Email sendet, Bestellungen aber per EDI automatisch als Aufträge in sein System bekommt. In solchen Fällen würde die Zuordnung auf Basis der am häufigsten genutzten Anbindung erfolgen. Mit den in der beschriebenen Weise ermittelten Profilen kann eine Lieferanten-Clustering (Kategorisierung) hinsichtlich der digitalen Anbindung durchgeführt und eine prozentuale Abschätzung der verschiedenen Clusterumfänge vorgenommen werden. Abb. 3.9 stellt ein mögliches Ergebnis der Lieferanten-Clustering dar. Hierbei wird unterstellt, dass die Lieferanten jeweils der Stufe zugeordnet werden, in der sie die meisten Ausprägungen besitzen.

Detaillierter ist das nächste Assessment, mit dem eine genaue Analyse für die Anbindung eines einzelnen Lieferanten durchgeführt wird (vgl. Abb. 3.10). An dieser Stelle ist zunächst genau zu untersuchen, welche Daten bzw. Dokumente (Bestandsdaten, Stammdaten, Rechnung, Auftragsbestätigung, Bestellung etc.) mit dem Lieferanten wie oft ausgetauscht werden. Für jede Art von Daten bzw. Dokumenten wird dann die digitale Anbindungsart (analog, einseitig integriert etc.) zugeordnet. Anschließend wird festgestellt, wie viel Prozent der insgesamt betrachteten Daten bzw. Dokumente mit welcher digitalen Anbindungsart ausgetauscht worden sind. Die Prozentzahlen geben dann an, zu wie viel Prozent der Lieferant einseitig, beidseitig etc. angebunden ist. Auf diese Weise entsteht Transparenz der Anbindung eines einzelnen Lieferanten. Diese Art von



**Abb. 3.9** Lieferanten-Clustering hinsichtlich der digitalen Anbindung

Assessment kann sowohl als Vorstufe für das erste Assessment als auch zu dessen Vertiefung verwendet werden.

**3.3.4 Handlungsempfehlungen und Vorteile**

Aus Basis der beiden oben durchgeführten Assessments lassen sich die Handlungsempfehlungen vergleichsweise einfach ableiten. Ist ein Cluster wie in Abb. 3.9 aufgestellt, so sollte für die analog angebotenen Lieferanten versucht werden, einen Übergang direkt in Stufe 3 zu realisieren. Dasselbe gilt für die Lieferanten auf Stufe zwei. Alternativ kann geprüft werden, ob andere Lieferanten mit einer besseren Anbindung die bereitgestellten Materialien liefern können. Bei Lieferanten in Stufe drei ist zu evaluieren, wie intensiv ein Datenaustausch mit ihnen erfolgt. Bei einem sehr hohen Volumen ist die beidseitige Integration des Datenaustauschs und damit Stufe vier anzustreben, damit Fehler bei der Datenübertragung noch weiter reduziert werden können.

Abb. 3.10 betrachtet die Unterstützung bei der Transformation der Lieferanten in eine höhere Stufe. Sie liefert Transparenz, bei welchen Lieferanten welche Potenziale bestehen. Dadurch kann mit der Transformation der Lieferanten mit den meisten Potenzialen begonnen werden. Pro Lieferant wiederum besteht die Möglichkeit, die mehrheitlich ausgetauschten Dokumente und Daten mit hoher Priorität in die höheren Anbindungsstufen zu überführen.

Die Vorteile der Überführung der Lieferanten in höhere Anbindungsstufen stellen sich wie folgt dar: Durch die Überführung in Stufe zwei können Durchlaufzeiten reduziert, Papier vermieden und Portokosten gespart werden. Dies gilt sowohl für den Lieferanten als auch für das einkaufende Unternehmen. Bei der Transformation zu Stufe drei werden zusätzlich auf der Seite des Kunden Aktivitäten wie das Einpflegen von Daten reduziert. Dadurch entsteht die Möglichkeit, sich stärker auf strategische Aktivitäten zu fokussieren. Der Lieferant hingegen hat Doppelarbeiten durchzuführen, bindet aber gleichzeitig seinen Kunden etwas intensiver an sein Unternehmen. Der Übergang zur vierten Stufe dient beiden Seiten zusätzlich zur Fehlerreduktion, da die Daten und Dokumente nicht mehr doppelt erfasst werden müssen. Für den Lieferanten entsteht in dieser Stufe der Vorteil einer noch höheren Bindung des Kunden, gleichzeitig entfallen für ihn diverse

15%	28 %	38%	19%
ANTEIL ANALOG AUSGETAUSCHTER DOKUMENTE/DATEN	ANTEIL DIGITAL NICHT INTEGRIERT AUSGETAUSCHTER DOKUMENTE/DATEN	ANTEIL EINSEITIG INTEGRIERT DIGITAL AUSGETAUSCHTER DOKUMENTE/DATEN	ANTEIL DIGITAL BEIDSEITIG INTEGRIERT AUSGETAUSCHTER DOKUMENTE/DATEN
Änderungen Stammdaten (820/Jahr)	Auftragsbestätigungen (800/Jahr)	Rechnungen (1900/Jahr)	Bestellungen (1140/Jahr)
Zertifikate (80/Jahr)	Lieferavisen (600/Jahr)	Bewertungsdaten (380/Jahr)	
	Zeichnungen (280/Jahr)		

**Abb. 3.10** Digitalisierungsanalyse für die Anbindung eines Lieferanten

Doppelarbeiten. Zusammengefasst profitieren von Stufe zwei und vier sowohl Kunde als auch Lieferant in etwa im gleichen Umfang. In Stufe drei hingegen überwiegen deutlich die Vorteile auf Kundenseite.

**3.3.5    Beispiel**

Im Weiteren soll ein Unternehmen betrachtet werden, das über ein SRM-System mit den in Abschn. 3.3.1 aufgelisteten Tools sowie über geeignete Tools für die Anbindung von Lieferanten per EDI verfügt. Ein Lieferant des Unternehmens möge der in Abb. 3.10 beschriebenen digitalen Anbindung entsprechen. Für die Optimierung der Anbindung dieses Lieferanten könnte wie folgt vorgegangen werden: Da die Bestellübertragung bereits per EDI stattfindet, ist es naheliegend, die ähnlich häufig ausgetauschten Auftragsbestätigungen, Lieferavise und Rechnungen auch per EDI zu übertragen, da der Lieferant über die entsprechenden Tools für die Bestellungen bereits verfügt und die Fehlerrate reduziert werden kann. Für die Daten zur Lieferantenbewertung soll angenommen werden, dass sie in der Stufe 3 über einen Zugriff auf das Supplier-Portal ausgetauscht werden. Dieser Austausch kann beibehalten werden, da der Lieferant die Daten in seinen Systemen nicht automatisiert weiterverarbeitet und sowohl der Lieferant als auch der Kunde von einer beidseitigen Integration nicht weiter profitieren würde. Für die Lieferantenstammdaten, Zertifikate und Zeichnungen sollte die Anbindung in Stufe 3 erfolgen. Hier können über das Supplier-Portal die Lieferantenstammdatenänderungen direkt eingepflegt und die Zertifikate und Zeichnungen durch den Lieferanten abgelegt werden. Für das einkaufende Unternehmen wird damit der Pflegeaufwand reduziert.

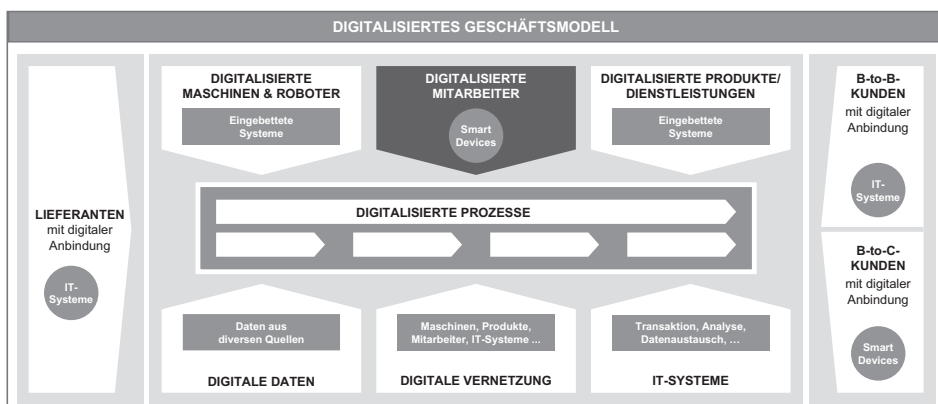
## 3.4 Digitalisierter Mitarbeiter

### 3.4.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

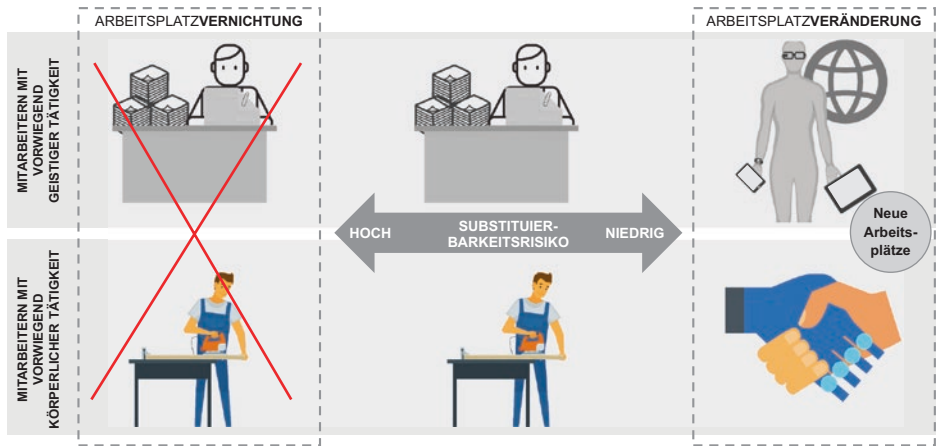
Im digitalen Unternehmen gehören die Mitarbeiter neben Kunden und Lieferanten zu den Akteuren (vgl. Abb. 3.11). Der Begriff des Akteurs ist gewählt worden, um auszudrücken, dass es bei diesem Element um die handelnden Personen geht. Beispielsweise bedient der Mitarbeiter IT-Systeme oder führt Aktivitäten mit oder ohne IT-Unterstützung aus.

Trotz aller Digitalisierung und Automatisierung sind Mitarbeiter im Rahmen der traditionellen digitalen Transformation immer erforderlich gewesen. Zu den Auswirkungen der fortschreitenden Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt gibt es widersprüchliche quantitative Prognosen. Die Studie Arbeitswelt und Arbeitsmarktordnung der Zukunft des Instituts der deutschen Wirtschaft (IdW) aus dem Jahr 2016 kommt zu dem Schluss, dass die Digitalisierung die Anzahl der Arbeitsplätze langfristig nicht verändern werde. Andere Studien prognostizieren weitreichende und dauerhafte Jobverluste. Die unterschiedlichen Ergebnisse sind dabei auf verschiedene methodische Ansätze sowie differierende Annahmen und Szenarien zurückzuführen. Ein wichtiger Aspekt bei den Betrachtungen ist das Substituierbarkeitsrisiko. Dies beinhaltet die Wahrscheinlichkeit, dass die Aktivitäten eines Mitarbeiters durch die Digitalisierung automatisiert werden und damit der Arbeitsplatz wegfallen könne.

Abb. 3.12 visualisiert diesen Sachverhalt. Arbeitsplätze mit **hohem Substituierbarkeitsrisiko** entfallen, Arbeitsplätze mit niedrigem Substituierbarkeitsrisiko verändern sich. Was beeinflusst das Substituierbarkeitsrisiko, die Automatisierungswahrscheinlichkeit? Standardisierte Tätigkeiten bzw. Routinetätigkeiten mit geringer Komplexität haben eine **hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit**. Dies gilt im produzierenden Bereich seit langem und trifft immer mehr auch auf den administrativen Bereich zu. In Abschn. 3.1.5 wurde bereits ausgeführt, wie der Prozess der Rechnungsprüfung durch



**Abb. 3.11** Das Element Mitarbeiter im digitalen Unternehmen



**Abb. 3.12** Auswirkungen der digitalen Transformation auf Arbeitsplätze

moderne IT automatisiert werden kann. Die Arbeitsplätze vieler Kreditorenbuchhalter sind durch diese Automatisierung bedroht. Die sogenannte dunkle Verarbeitung ist aber auch in anderen Prozessen, etwa bei Behörden in der Rentenantragsbearbeitung oder bei Versicherungen in der Schadensabwicklung, zumindest in Standardfällen möglich. Korrespondierende Berufsbilder, die vielfach als Sachbearbeiter einzuordnen sind und eine mittlere Qualifikation erfordern, sind aufgrund dieser Automatisierungsmöglichkeit bereits aktuell bedroht. Beispiele für eher mittel- bis langfristig **bedrohte Berufsbilder** sind die des Lkw-Fahrers, Postboten oder Kassierers im Supermarkt. Das autonome Fahren, der Einsatz von Drohnen und die Abwicklung über einen Self-Service stellen hier die Substitutionsansätze dar.

Ein **niedriges Substituierbarkeitsrisiko** haben kreative und soziale Berufe, Berufe mit komplexen nicht standardisierbaren Aufgaben mit hohen Qualifikationsanforderungen, wissenschaftliche Berufe und auch Berufe mit ausgeprägten sensomotorischen Fähigkeiten (Physiotherapeuten, Zahnärzte etc.). Selbst bei tendenziell sicheren Berufen wird es aber im Rahmen der Digitalisierung zu Veränderungen der Arbeitsplätze kommen. Die Mitarbeiter werden zunehmend IT-unterstützt, weniger papierbasiert, mobiler und in der Produktion langfristig mit Robotern Hand in Hand arbeiten (vgl. Abb. 3.14). Der nachfolgende Abschnitt stellt diese Entwicklung detailliert vor.

Neben den wegfallenden und sich verändernden Arbeitsplätzen wird es auch eine Vielzahl **neuer Arbeitsplätze** geben. Sie werden vor allem für Menschen entstehen, die mit intelligenten Maschinen umgehen können, sie programmieren, bedienen oder ihre Ergebnisse interpretieren können. Zusätzliche Arbeitsplätze entstehen für Softwareentwickler, die z. B. neue mobile Applikationen und die Programme für die in Abschn. 3.1.2 beschriebenen selbststeuernden Prozesse entwickeln. Neue Berufsbilder sind die des Data Analyst oder Data Scientist. Ihre Aufgabe ist es, die zunehmende Menge an Daten

(vgl. Big Data in Abschn. 3.5.1) auszuwerten, bisher unbekannte Beziehungen in den Daten zu erkennen, zu interpretieren und Handlungsempfehlungen zu erstellen. Der Data Scientist setzt hierfür in größerem Umfang statistische Modelle und Methoden ein.

Die Veränderungen im Rahmen der digitalen Transformation erfordert die Durchführung diverser Projekte, in denen neben den technischen Experten Mitarbeiter gesucht sind, die zwischen Technikern bzw. IT-Mitarbeitern und den Fachabteilungen vermitteln und übersetzen und hierdurch die Transformation zum Erfolg bringen können.

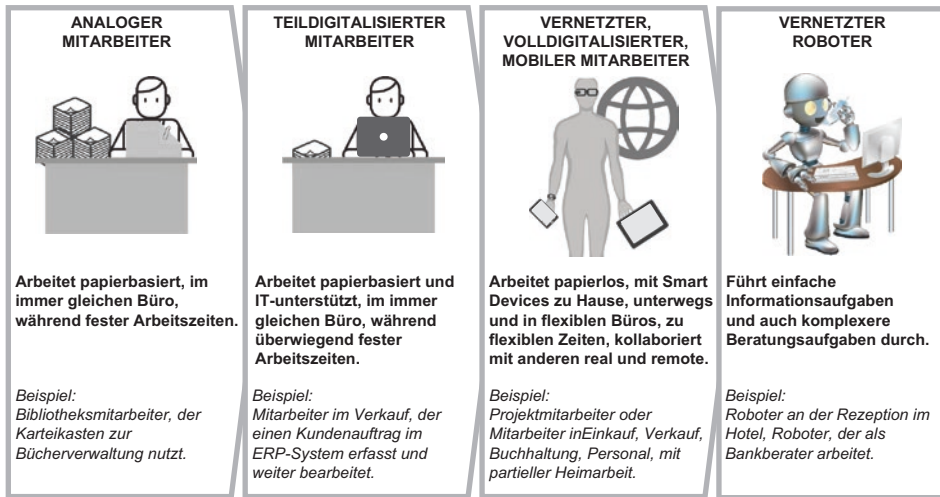
Nicht nur bei der Anzahl der Arbeitsplätze gibt es optimistische und pessimistische Sichtweisen auf die digitale Transformation. Dies gilt auch für weitere Chancen und Risiken. Auf der einen Seite ermöglicht die digitale Transformation orts- und zeitunabhängiges Arbeiten, was zu einer höheren Autonomie und zur besseren Vereinbarkeit von Beruf und Familie beiträgt. Auf der anderen Seite werden die Grenzen zwischen Privat- und Berufsleben aufgeweicht. Es kommt zum sogenannten **Work-Life-Blending**. In Kombination mit einem „always-on“ über die Arbeitszeit hinaus, was die ständige Verbindung zum Internet meint, kann die Digitalisierung zum erschwerten geistigen Abschalten führen. Dies wird von einigen Wissenschaftlern sehr kritisch gesehen. Neben der oben beschriebenen höheren Autonomie kann die Digitalisierung auch zum Gegenteil führen. Werden etwa in Kommissionier-Prozessen Datenbrillen (Smart Glasses) eingesetzt, so bekommt der Mitarbeiter Informationen über die zu verrichtenden Tätigkeiten in seine Datenbrille eingeblendet. Das steuernde IT-System gibt dem Mitarbeiter detailliert vor, welche Aktivität er wann zu verrichten hat. Erfolgen anschließend seine Rückmeldungen, kann er zum gläsernen Mitarbeiter werden. Seine Arbeitsschritte sind detailliert nachvollziehbar, wenn die gesetzlichen Rahmenbedingungen bzw. die Unternehmen dies erlauben. Dies gilt in ähnlicher Weise und schon deutlich länger für den Einsatz von Workflowmanagement-Systemen, die auch als Vorgangssteuerungssysteme bezeichnet werden. Mitarbeiter bekommen hier in administrativen Prozessen, die von ihnen durchzuführenden Aufgaben als sogenanntes Work-Item in ihren elektronischen Eingangskorb übertragen.

### 3.4.2 Stufen der digitalen Transformation

#### 3.4.2.1 Vorwiegend geistig tätige Mitarbeiter

Um die Veränderungen der Mitarbeiter durch die digitale Transformation zu beschreiben, stellt dieser Abschnitt zunächst die Auswirkungen auf vorwiegend **geistig tätige Mitarbeiter** vor. Zu dieser Gruppe zählen zum Beispiel Mitarbeiter in den Bereichen Administration oder Entwicklung.

Abb. 3.13 zeigt, wie sich das Profil von geistig tätigen Mitarbeitern verändert. Als **analoger Mitarbeiter** wird jemand bezeichnet, der komplett ohne IT-Einsatz z. B. papierbasierte Belege abarbeitet und dies in der Regel zu festen Arbeitszeiten bzw. Kernarbeitszeiten in demselben Büro durchführt. Solche Tätigkeiten, die in analogen Prozessen abgewickelt werden, sind heute kaum noch vorzufinden. Ein aktuelles Beispiel



**Abb. 3.13** Veränderungen von Arbeitsplätzen bei Mitarbeitern mit vorwiegend geistiger Tätigkeit

könnte ein Mitarbeiter sein, der die Eingangspost öffnet, stempelt und verteilt. Bis in die 1970er und 1980er Jahre gab es viele analoge Mitarbeiter: Der Rechnungsprüfer, der die papierbasierte Rechnung empfängt und ohne IT-System prüft und bucht. Der Einkäufer, der Bestellungen telefonisch aufgibt oder mit der Schreibmaschine schreibt und per Post verschickt. Der Rezeptionist eines Hotels, der telefonisch Auskünfte über die Verfügbarkeit von Zimmern gibt und die Buchung in einer Kladde einträgt. Bei diesen Berufen wurden größtenteils entweder große Papierstapel abgearbeitet oder viel Papier erzeugt.

Der **teildigitalisierte Mitarbeiter** arbeitet ebenfalls überwiegend zu festen Arbeitszeiten im immer gleichen Büro. Er nutzt aber für einige oder sogar für viele Arbeitsschritte, die Unterstützung von IT-Systemen; er führt teildigitalisierte Prozesse (vgl. Abschn. 3.1.2) aus. Der teildigitalisierte Mitarbeiter war bis in die 2000er Jahre das vorwiegend in den Unternehmen vorzufindende Mitarbeiterprofil. Beispiele aus diesem Bereich sind: Der Sachbearbeiter im Personalbereich, der eingehende Bewerbungen im System vermerkt, Kopien der Bewerbungen erstellt, weiterleitet und mit den Bewerbern per Email kommuniziert. Der Sachbearbeiter im Einkauf, der Bestellungen in Word oder im ERP-System erfasst und per Telefon, Fax oder Email an den Lieferanten schickt. Papier kommt in den Prozessen dieser Mitarbeiter noch vor, wird aber bereits deutlich reduziert eingesetzt.

Der teildigitalisierte Mitarbeiter ist bis in die Gegenwart insbesondere in KMUs weit vertreten. Er wird aber zunehmend durch den **vernetzten, vollen digitalisierten, mobilen Mitarbeiter** verdrängt. Dieser Mitarbeiter hat immer weniger fest vorgegebene, dauerhafte Strukturen. Er arbeitet zu sehr flexiblen Zeiten im Unternehmen, zu Hause und unterwegs. Im Unternehmen hat er einen kleinen abschließbaren Behälter mit persönlichen Dingen und wenigen bis gar keinen Papierbelegen. Er nutzt im Großraumbüro den Arbeitsplatz, der gerade frei ist und deponiert hier tageweise die Inhalte des Behälters.



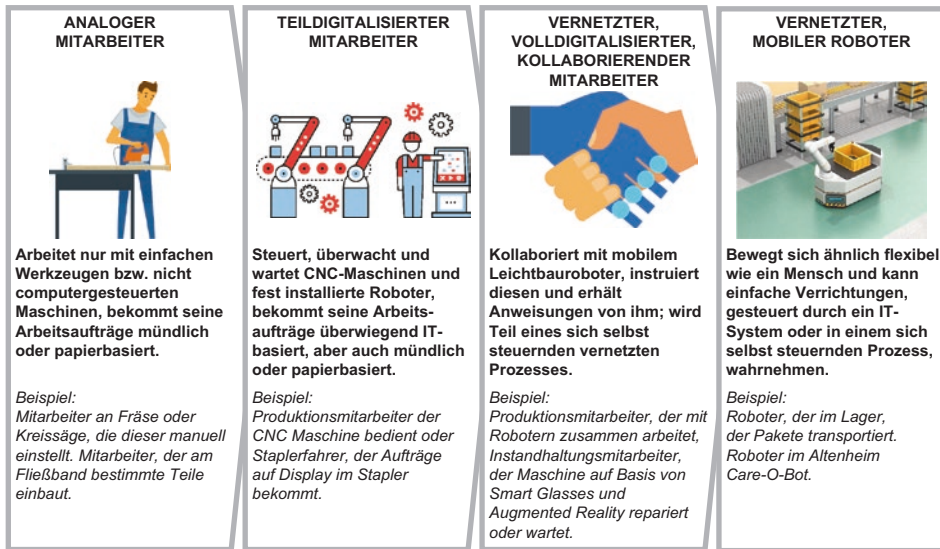
Über seine Smart Devices wie Smartphone, Smartwatch und Tablet-PC ist er mit den IT-Systemen seines Unternehmens und mit Kollegen und externen Partnern vernetzt. Er ist, sofern er seine Geräte nicht abstellt, permanent erreichbar. Er kann vielfach auch zu Hause oder unterwegs arbeiten, da er vernetzt ist und ihm so alle benötigten Informationen digital vorliegen. Diese Rahmenbedingungen geben ihm viel Flexibilität, die eventuell seiner Familie und seinem Privatleben zugutekommen. Gleichzeitig vermischen sich, wie oben beschrieben, aber auch Privat- und Berufsleben. Dies birgt die Gefahr, keinen klassischen Feierabend mehr zu haben und nie vollständig abschalten und regenerieren zu können. Beispiele für dieses Mitarbeiterprofil: Der überwiegend in Projekten tätige Mitarbeiter, der insbesondere standortübergreifende Themen koordinieren muss. Der Vertriebsmitarbeiter, der beim Kunden vor Ort Aufträge akquiriert und die Vor- und Nachbereitungen hierfür von zu Hause, in öffentlichen Verkehrsmitteln wie zum Beispiel der Bahn oder auch an dem oben beschriebenen flexiblen Arbeitsplatz durchführt. Aber auch für Mitarbeiter in anderen Bereichen wie Einkauf, Personal, Buchhaltung oder Marketing wird das beschriebene Profil Realität. Sie alle haben die erforderlichen Daten und Dokumente digital zur Verfügung und können aufgrund der Vernetzung überall tätig werden. Entsprechend müssen die Mitarbeiter nicht mehr 40 h in der Woche vor Ort im Unternehmen sein. Sie arbeiten in flexiblen Zeitfenstern abwechselnd von zu Hause oder im Büro.

Auf der letzten Stufe ist bei den geistig tätigen Mitarbeitern der **vernetzte Roboter** dargestellt. Welche Tätigkeiten kann er sinnvoll übernehmen? Überall dort, wo man es gewohnt ist, mit Menschen zu sprechen und diese nach bestimmten vordefinierten Algorithmen handeln, mag genau dies möglich, vielleicht sogar sinnvoll sein. Beispiele sind: Der Roboter, der an der Hotelrezeption die Gäste in Empfang nimmt; der Verkaufsroboter, der sich im Laden bewegt und die Kunden berät.

### 3.4.2.2 Vorwiegend körperlich tätige Mitarbeiter

In diesem Abschnitt werden die vorwiegend **körperlich tätigen Mitarbeiter** betrachtet. Hierzu zählen z. B. Mitarbeiter in der Produktion oder in der Logistik. Wie haben sich die Profile der **körperlich tätigen Mitarbeiter** geändert? Abb. 3.14 zeigt dies analog zur ersten Gruppe der betrachteten Mitarbeiter auf. Auch hier gibt es die bereits vorgenommenen Abstufungen. Sie haben in diesem Bereich aber eine andere Bedeutung. Der **analoge Mitarbeiter** arbeitet nur mit einfachen Werkzeugen bzw. nicht computergesteuerten Maschinen und bekommt seine Arbeitsaufträge mündlich oder papierbasiert. Alternativ arbeitet er am Fließband und führt hier immer wieder die gleiche Tätigkeit aus. Diese Art eines analogen Mitarbeiters gibt es heute in einem gewissen Umfang nach wie vor. In kleinen Handwerksbetrieben, in denen rein manuelle Aktivitäten im Vordergrund stehen, auf dem Bau, im Straßen- oder im Landschaftsbau sind nicht IT-gestützte Tätigkeiten und entsprechende Mitarbeiterprofile noch vorzufinden.

Der **teildigitalisierte Mitarbeiter** ist nach wie vor beispielsweise in der Produktion an Maschinen tätig und nimmt hier bestimmte Verrichtungen vor. Gleichzeitig wird er aber auch überwachend tätig und steuert z. B. CNC-Maschinen (CNC=Computerized



**Abb. 3.14** Veränderungen von Arbeitsplätzen bei Mitarbeitern mit vorwiegend körperlicher Tätigkeit

Numerical Control) und fest installierte Industrieroboter, die Arbeitsschritte vollautomatisch realisieren (vgl. Abschn. 3.7). Roboter und Mitarbeiter arbeiten in dieser Stufe weitgehend unabhängig voneinander. Der Roboter ist vielleicht durch einen Schutzraum vom Menschen getrennt. Nur für Installation und Wartung kommen Mitarbeiter und Roboter in engen Kontakt. Der Mitarbeiter realisiert und steuert die in Abschn. 3.1.2 vorgestellten teildigitalisierten und teilautomatisierten Prozesse. Ein teildigitalisierter Prozess ist auch die Wartung von Maschinen, die der Mitarbeiter nach dem Ausdrucken von dokumentierten Anleitungen durchführt. Die beschriebene Art von teildigitalisierten Mitarbeitern ist im Umfeld körperlicher Arbeit aktuell vorherrschend.

Der **volldigitalisierte und kollaborierende Mitarbeiter** arbeitet mit flexiblen, mobilen Leichtbaurobotern zusammen, die mit ihm und den digitalisierten Produkten respektive Werkstücken vernetzt sind. Er ist mit Smart Devices ausgestattet, die ihn im Fehlerfall informieren oder mit Auswertungen versorgen. Über anstehende Wartungen wird er von den Robotern, die für die Ersatzteile automatisch Bestellungen auslösen, direkt in Kenntnis gesetzt. Die Wartung der Maschinen nimmt er mit **Smart Glasses** vor, die ihn mit Hilfe von **Augmented Reality (AR)** genau beschreiben, was er zu tun hat. Arbeitet er im Logistikbereich bekommt er seine Kommissionier-Aufträge ebenfalls in die Smart Glasses eingeblendet und meldet hierüber die erledigten Aufträge auch zurück. Im Gegensatz zum teildigitalisierten Mitarbeiter, der die Maschinen und Roboter steuert und kontrolliert und aufgrund seiner Steuerungshoheit über diesen steht, wird der volldigitalisierte, vernetzte Mitarbeiter ein gleichwertiges Element, das in einem sich selbst steuernden Prozess angesprochen werden kann. In diesem Prozess übernimmt er

ausgewählte Aufgaben, die Maschinen entweder gar nicht oder aber nicht wirtschaftlich durchführen können. In die erste Kategorie gehört beispielsweise eine Maschinenwartung mit Einbau eines Verschleißteils, in die zweite Kategorie ein Kommissioniervorgang, der aufgrund zu geringer Stückzahlen oder hoher Anforderungen an die Flexibilität nicht voll automatisiert wird. Eine weitere Arbeitsvariante bei diesem Mitarbeitertyp besteht darin, dass der Mitarbeiter mit den **mobilen und flexiblen Robotern** kollaboriert. In dieser „Königsdisziplin“ teilen sich Mensch und sogenannte **sensitive Roboter** einen gemeinsamen Arbeitsbereich. Teile einer Aufgabe führen Menschen und andere Teile Roboter durch. Dadurch werden ihre komplementären Fähigkeiten optimal genutzt. Der beschriebene volldigitalisierte Mitarbeiter ist im Gegensatz zum administrativen Bereich in der Produktion noch eher selten anzutreffen. Dies hängt damit zusammen, dass die sich selbst steuernden digitalen Prozesse aktuell noch einen sehr niedrigen Durchdringungsgrad aufweisen.

Auch bei den körperlich tätigen Mitarbeitern ist der **vernetzte Roboter** der letzten Stufe zugeordnet. Gemeint ist hier nicht etwa der fest installierte Roboter, der in der Produktion bestimmte Fertigungsschritte übernimmt. Vielmehr ist ein Roboter gemeint, der von seiner Gestalt her einem Menschen sehr ähnelt und ihn in ganz neuen Aufgabefeldern ersetzt. Beispiele sind: Der Roboter, der Kommissionier- oder Auslieferungsvorgänge übernimmt; Roboter, die als Kellner, Pflegekraft oder als Haushaltshilfe agieren; Roboter, die in einem vernetzten Produktionsprozess von Maschinen den Auftrag erhalten, sie mit bestimmten zu verarbeitenden Teilen oder Rohstoffen zu versorgen.

### 3.4.3 Assessments

Die Tab. 3.8 und 3.9 stellen Stufenmodelle für die Digitalisierung von Mitarbeitern vor. Die in den Abb. 3.13 und 3.14 grob beschriebenen Stufen werden nun genauer spezifiziert. Die Tabellen ermöglichen Assessments, die sich für einzelne Mitarbeiter oder Gruppen von gleichartigen Mitarbeitern durchführen lassen. Die Zeilen der Tabellen umfassen sieben Kriterien, die in den Spalten mit jeweils einer Ausprägung versehen sind. Auf diese Weise werden die Digitalisierungsstufen eines Mitarbeiters mit jeweils sieben Ausprägungen beschrieben. Auf eine Erläuterung der einzelnen Einträge wird verzichtet, da diese selbsterklärend sind. Wie erfolgt nun die Zuordnung eines Mitarbeiters zu den Stufen? Für einen Mitarbeiter findet pro Kriterium (Zeile) ein qualitativer Abgleich der Kriterien-Ausprägungen mit den Eigenschaften des Mitarbeiters bzw. seiner Tätigkeiten statt. Die Kriterien-Ausprägung mit der höchsten Übereinstimmung wird markiert und ergibt die Stufenzuordnung für das jeweilige Kriterium. Sukzessive entsteht eine wie in Abb. 2.3 beschriebene Profil-Linie und es kann für einzelne Mitarbeiter oder Gruppen ähnlicher Mitarbeiter ein Scoring-Wert für den Digitalisierungsgrad ermittelt werden.

Tab. 3.9 bildet analog die Reifegrade und ihre Kriterien für Mitarbeiter mit überwiegend körperlicher Tätigkeit ab.

**Tab. 3.8** Reifegradmodell für das Element Mitarbeiter (Mitarbeiter mit überwiegend geistiger Tätigkeit)

Kriterien	Analoger Mitarbeiter (Stufe 1)	Teildigitalisierte Mitarbeiter (Stufe 2)	Vernetzter, volldigitalisierter, mobiler Mitarbeiter (Stufe 3)	Vernetzter, mobiler Roboter (Stufe 4)
<b>Papierverwendung und IT-Unterstützung</b>	Arbeitet papierbasiert ohne IT-Unterstützung	Arbeitet teils papierbasiert und teils papierlos, überwiegend IT-unterstützt	Arbeitet papierlos und IT-unterstützt	Arbeitet papierlos und IT-unterstützt
<b>Prozesscharakter</b>	Analog, manuell	Teildigitalisiert, teilautomatisiert	Volldigitalisiert, teilautomatisiert	Volldigitalisiert, vollautomatisiert
<b>Arbeitszeit</b>	Fix	Teilflexibel	Weitgehend flexibel	Vollflexibel
<b>Hardware</b>	Keine	Fest und teilmobil (Desktop Computer, Notebook)	Mobil (Notebook und Smart Devices wie Smartphone, Smartwatch, Smart Glasses)	Mobil (eingebaute Rechner)
<b>Kollaboration</b>	Mit anderen Mitarbeitern	Mit anderen Mitarbeitern	Mit anderen Mitarbeitern	Mit Mitarbeitern und anderen Robotern
<b>Vernetzung</b>	Offline	Online während der Arbeitszeit	Jederzeit online möglich und zum Teil auch gefordert	Jederzeit online bis auf Wartungsphasen
<b>Arbeitsplatz</b>	Fixer Schreibtisch und fixes Büro im Unternehmen	Fixer Schreibtisch und fixes Büro im Unternehmen	Schreibtisch und Büro variierend, nach Verfügbarkeit im Unternehmen, zusätzlicher Arbeitsplatz zu Hause und unterwegs	Definierte Zonen im Unternehmen

### 3.4.4 Handlungsempfehlungen und Vorteile

Auf Basis der ermittelten Profil-Linie im Ist-Zustand kann, wie bei den anderen Elementen auch, eine Profil-Linie für den Soll-Zustand bestimmt werden. Diese dient als Grundlage für abzuleitende Personalentwicklungsmaßnahmen, die aber weiterer genauer Analysen bedürfen. Generell ist anzumerken, dass der Sollzustand in exakter Abstimmung mit der Entwicklung der Digitalisierung der anderen Elemente zu definieren ist. Insbesondere die Weiterentwicklung der Elemente Prozess, Geschäftsmodell und Daten haben erhebliche Auswirkungen auf die Digitalisierung der Mitarbeiter. Als Grundtendenz lässt sich folgendes feststellen: Die in Stufe vier beschriebenen Roboter befinden sich aktuell weitgehend noch in der Entwicklungsphase und haben überwiegend Prototypencharakter. Ihre Einsetzbarkeit und weitere Entwicklung sollte aber in bereits stark digitalisierten Unternehmen auf jeden Fall im Auge behalten und wenn möglich getestet

**Tab. 3.9** Reifegradmodell für das Element Mitarbeiter (Mitarbeiter mit überwiegend körperlicher Tätigkeit)

Kriterien	Analoger Mitarbeiter (Stufe 1)	Teildigitalisierte Mitarbeiter (Stufe 2)	Vernetzter, volldigitalisierter, mobiler Mitarbeiter (Stufe 3)	Vernetzter, mobiler Roboter (Stufe 4)
<b>Papierverwendung und IT-Unterstützung</b>	Arbeitet nur mit einfachen Werkzeugen bzw. nicht computer-gesteuerten Maschinen	Steuert, überwacht und wartet CNC-Maschinen und fest installierte Roboter	Arbeitet mit mobilem, kollaborativen Roboter, instruiert diesen und erhält Anweisungen von ihm; repariert Maschinen oder kommissioniert Güter unter Nutzung von Smart Glasses	Bewegt sich ähnlich flexibel wie ein Mensch und kann einfache Verrichtungen, gesteuert durch ein IT-System oder in einem sich selbst steuernden Prozess, wahrnehmen
<b>Prozesscharakter</b>	Analog, manuell	Teildigitalisiert, teilautomatisiert	Volldigitalisiert, teilautomatisiert, selbst gesteuert	Volldigitalisiert, vollautomatisiert, selbstgesteuert
<b>Arbeitszeit</b>	Fix	Fix	Fix	Fix
<b>Hardware</b>	Keine	Fest und teilmobil (Desktop Computer, Notebook)	Mobil (Notebook und Smart Devices wie Smartphone, Smartwatch, Smart Glasses)	Mobil (eingebaute Rechner)
<b>Kollaboration</b>	Mit anderen Mitarbeitern	Mit anderen Mitarbeitern	Mit anderen Mitarbeitern und Robotern	Mit Mitarbeitern und anderen Robotern
<b>Vernetzung</b>	Offline	Online während der Arbeitszeit	Jederzeit online möglich und zum Teil auch gefordert	Jederzeit online bis auf Wartungsphasen
<b>Arbeitsplatz</b>	In der Produktion	In der Produktion	In der Produktion für Überwachungsaufgaben auch von zu Hause und unterwegs	Definierte Zonen im Unternehmen

werden. Der körperlich tätige Mitarbeiter in Stufe drei, der mit kollaborativen Robotern zusammenarbeitet, ist ebenfalls eher in der weiteren Zukunft anzusiedeln. Das andere Extremum stellt die Stufe eins dar. Unternehmen, die hier aktuell an ihrem Mitarbeiterstatus festhalten, werden sich in Zukunft in aller Regel nur schwer dem Wettbewerb stellen können. Sie müssen dringend abgestimmt mit den anderen Elementen zu Stufe zwei oder gegebenenfalls auch direkt zu Stufe drei migrieren. Viele Unternehmen finden sich aktuell in Stufe zwei und in Ansätzen in Stufe drei wieder. Die kommenden Jahre werden vielfach dadurch bestimmt sein, die Volldigitalisierung und Vernetzung der Mitarbeiter voranzutreiben. Hierfür müssen Unternehmen nach und nach die Voraussetzungen schaffen.

Diese bestehen in der Weiter- und Neuqualifizierung der Mitarbeiter. Darüber hinaus sind für die Mitarbeiter neue, flexible Gebäude und Bürostrukturen, neue Arbeitszeitmodelle, neue Hardware und leistungsfähige Vernetzungen notwendig.

Im Folgenden wird das Thema Qualifizierung der Mitarbeiter genauer dargestellt. Hier ist zu unterscheiden zwischen Führungskräften und weiteren Mitarbeitern. Bei den Führungskräften insbesondere in KMUs wird es zuallererst darum gehen, sie für das Thema digitale Transformation als Ganzes zu sensibilisieren. Das Institut der deutschen Wirtschaft kommt in seinem Gutachten Arbeitswelt und Arbeitsmarktordnung der Zukunft aus dem Jahr 2016 zu folgendem Ergebnis: „Wenn jedoch die Digitalisierung Geschäftsmodelle und die Organisation, wie wir arbeiten, verändern wird, ist auch die Kompetenz gefragt, dieses Potenzial zu erkennen und am besten für das eigene Unternehmen nutzbar zu machen“. Genau diese Qualifikation müssen die Führungskräfte zunächst erwerben. Anschließend müssen sie Handlungsbedarfe und Projekte ableiten, die das Unternehmen in den verschiedenen Elementen (weiter) digitalisieren. Einer dieser Handlungsbedarfe ist die Definition der neuen Anforderungen an die Mitarbeiter und die resultierenden Qualifikationsbedarfe.

Die Mitarbeiter müssen zunächst die Notwendigkeit der digitalen Transformation für ihre eigene Wettbewerbsfähigkeit und die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens verstehen. Anschließend kann damit begonnen werden, zielgruppenspezifisch die Veränderungen in den Geschäftsprozessen aufzuzeigen. Die Mitarbeiter müssen erkennen, wie sich ihre Aktivitäten eventuell unterstützt durch neue IT-Systeme verändern und warum diese Veränderungen erforderlich sind. Dann wird es darum gehen, die neuen Systeme zu schulen und Feedback zur Einsetzbarkeit von den Mitarbeitern einzufordern, auf dessen Basis dann je nach Bedarf Anpassungen vorgenommen werden können. Aktivitäten, die aufgrund der Automatisierung wegfallen, sollten offen kommuniziert werden. Gleichzeitig muss den Mitarbeitern aufgezeigt werden, welche anderen Aufgaben sie in Zukunft ausführen und welche Trainingsmaßnahmen sie hierfür durchlaufen werden. Häufig liegen die Qualifikationsschwerpunkte in den folgenden Bereichen:

- **Umgang mit spezifischen IT-Systemen:** Dies können neu oder erweitert eingeführte Transaktionssysteme wie z. B. CRM, SRM, ERP oder Workflowmanagement-Systeme sein. Es kann sich um Dokumentenmanagement-Systeme handeln. Portale und Plattformen, auf denen mit Geschäftspartnern zusammengearbeitet wird, können Gegenstand der Qualifikation sein. Vielfach wird es auch um mobile Applikationen gehen, die auf Tablets oder Smartphones z. B. in Vertrieb und Service verstärkt zum Einsatz kommen. Die Nutzung von Smart Glasses stellt genau wie die Nutzung moderner Schnittstellen zur Mensch-Maschine-Kommunikation einen weiteren Qualifikationsbereich dar.
- **Umgang mit digitalisierten Maschinen und Zusammenarbeit mit Robotern:** Die Bedienung, Einstellung und Überwachung vernetzter Maschinen sind hier zu nennen. Ebenso muss die Zusammenarbeit mit sensitiven Robotern geschult und erprobt werden.

- **Interdisziplinäres Denken und Handeln:** Das im vorliegenden Buch beschriebene digitale Unternehmen besteht aus zehn Elementen, deren Digitalisierung nicht unabhängig voneinander vorgenommen werden kann. Mitarbeiter, Maschinen, Roboter, Kunden, Lieferanten und Produkte werden miteinander vernetzt und sollen in übergreifenden Prozessen zusammenarbeiten. Dies kann nur gelingen, wenn interdisziplinär bzw. abteilungsübergreifend gedacht und gehandelt wird. Für die Qualifikationsmaßnahmen bedeutet das, die entlang einer Prozesskette erforderlichen Disziplinen bzw. Mitarbeiter zusammenzusetzen und die Abhängigkeiten aufzuzeigen.
- **Mitwirkung in Innovationsprozessen:** Die Digitalisierung ermöglicht es, neuartige Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu entwickeln (vgl. Abschn. 3.6 und 3.10). Dazu werden die Ideen nicht nur aus den kundennahen Abteilungen und den Entwicklungsabteilungen benötigt. Es ist zunehmend von Bedeutung das kreative Potenzial aller Mitarbeiter abzurufen. So müssen Mitarbeiter darin geschult und ermutigt werden, über unterschiedliche Kanäle ihre Ideen einzubringen, damit auch hier interdisziplinäres Denken und Handeln gewährleistet ist.
- **Datenauswertung und Analyse:** Es werden verstärkt Data Analysts und Data Scientists benötigt, um große Mengen von Daten auszuwerten. Zu diesem Zweck sind entweder neue Mitarbeiter einzustellen oder bestehende Mitarbeiter in diesen Themen zu qualifizieren.

### 3.4.5 Beispiel

In den vorangegangenen Abschnitten sind schon diverse kleine Beispiele gegeben worden, wie Mitarbeiter stufenweise den digitalen Wandel durchlaufen könnten. Im Folgenden soll am Beispiel eines für Recruiting zuständigen Personalmitarbeiters aufgezeigt werden, wie sich ein Berufsbild durch die Digitalisierung verändert. Gleichzeitig liefern die folgenden Ausführungen auch ein weiteres Beispiel für die in Abschn. 3.1 beschriebene voranschreitende Digitalisierung von Prozessen und die in Abschn. 3.5 diskutierte zunehmende Bedeutung von Daten.

Tab. 3.10 stellt einen vereinfachten Recruitment-Prozess in einem fiktiven Unternehmen dar. Bei oberflächlicher Betrachtung kann zunächst der Eindruck entstehen, dass das Unternehmen im digitalen Zeitalter gut angekommen ist. Der Digitalisierungsgrad von gut 70 % unterstreicht diese Vorstellung. Aufgrund der vorliegenden Situation würde man den Personalmitarbeiter in den Abb. 3.13 und Tab. 3.8 der zweiten Stufe zuordnen. Das Beispiel macht bei genauer Untersuchung sehr deutlich, dass das Unternehmen im digitalen Zeitalter zwar angekommen, hier aber keineswegs bestmöglich aufgestellt ist. Der Prozess weist hinsichtlich der digitalen Automatisierung und der digitalen Integration manuelle respektive teilintegrierte Eigenschaften auf: Der Automatisierungsgrad liegt bei null Prozent und der Integrationsgrad ist sehr gering. Keine der aufgelisteten Aktivitäten wird komplett vom IT-System übernommen; die eingesetzten IT-Systeme nutzen alle Prozessbeteiligten mit lokaler Datenhaltung und unabhängig voneinander.



**Tab. 3.10** Recruitment-Prozess mit Personalmitarbeiter in Stufe 2

Nr.	Tätigkeit	IT	Daten	Organisationseinheit
1	Stellenprofil erfassen und per Email an Personalabteilung weiterleiten	Textverarbeitungsprogramm und Email	Stellenprofil	Abteilungsleiter einer Fachabteilung mit Personalbedarf
2	Stellenprofil für Tageszeitung und Homepage aufbereiten sowie einstellen und weiterleiten	Textverarbeitungsprogramm und Homepage	Stellenprofil ergänzt um Unternehmensdaten	Personalmitarbeiter
3	Per Email und Post eingehende Bewerbungen entgegennehmen und sammeln	Email	Bewerbungen	Personalmitarbeiter
4	Tabelle mit allen Bewerbern und deren wichtigsten Daten erstellen	Tabellenkalkulationsprogramm	Ausgewählte Bewerberdaten	Personalmitarbeiter
5	Bewerbungen nach definierten Kriterien vorselektieren	Tabellenkalkulationsprogramm	Ausgewählte Bewerberdaten	Personalmitarbeiter
6	Vorselektierte Bewerbungen kopieren, falls per Post erhalten		Bewerbungen	Personalmitarbeiter
7	Vorselektierte Bewerbungen an Abteilungsleiter per Hauspost oder Email an Abteilungsleiter weiterleiten	Email	Bewerbungen	Personalmitarbeiter
8	Vorselektierte Bewerbungen an zwei weitere Mitarbeiter, die an Bewerbungsgesprächen teilnehmen, per Hauspost oder Email weiterleiten	Email	Bewerbungen	Abteilungsleiter
9	Vorselektierte Bewerbungen prüfen, Kandidaten für Bewerbungsgespräch auswählen		Bewerbungen	Abteilungsleiter und zwei weitere Mitarbeiter, unabhängig voneinander
10	Einzuladende Bewerber und mögliche Termine in einem Meeting festlegen und Personalmitarbeiter telefonisch informieren		Bewerbungen	Abteilungsleiter
11	Termine mit Bewerber abstimmen		Termine	Personalmitarbeiter
12	Bewerbungsgespräche mit ausgewählten Bewerbern führen und dokumentieren	Textverarbeitungsprogramm	Gesprächsnotizen	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter

(Fortsetzung)



**Tab. 3.10** (Fortsetzung)

Nr.	Tätigkeit	IT	Daten	Organisationseinheit
13	Bewerber für die engere Wahl aussuchen, Termine vereinbaren		Termine	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter
14	Bewerbungsgespräche mit Bewerbern der engeren Wahl führen und dokumentieren	Textverarbeitungsprogramm	Gesprächsnotizen	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter
15	Auswahl treffen und Vertragsangebot unterbreiten	Textverarbeitungsprogramm	Arbeitsvertrag	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter
16	Unterschiedenen Vertrag entgegennehmen und ablegen		Arbeitsvertrag	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter
17	Anderen Bewerbern absagen	Email		Personalmitarbeiter

Ist im betrachteten Unternehmen kein ausreichendes Know-how zur digitalen Transformation vorhanden, so wird das Unternehmen hier im schlimmsten Fall auch gar keinen Handlungsbedarf erkennen, da man IT-basiert arbeitet und im Glauben ist, damit gut organisiert zu sein. Aus diesem Grund müssen, beginnend mit den Führungskräften, entsprechende Trainings zur Sensibilisierung durchgeführt werden.

Tab. 3.11 zeigt vereinfacht auf, wie der Prozess durch den Einsatz eines zusätzlichen Systems optimiert wird. Im betrachteten Fall handelt es sich um ein e-Recruitment-System. Ein solches IT-System bildet den gesamten Bewerbungsprozess auf Basis einer zentralen Plattform ab, auf die jeder Prozessbeteiligte über das Internet zugreifen kann. Verfügt die Software zusätzlich über ein integriertes Workflowmanagement-System, so kann sie auch die Prozesssteuerung übernehmen. Oftmals sind die Systeme mit Jobbörsen im Internet koppelbar. Der Einsatz des Systems hat folgende Vorteile:

- Das Stellenangebot wird für viele Bewerber ohne hohen Aufwand und Kosten sichtbar.
- Der Bewerber pflegt seine Daten über das Internet direkt in vordefinierte Felder des Systems ein. Die Bewerbungen müssen nicht im Unternehmen entgegengenommen und erfasst werden.
- Die Bewerbungen können im gewissen Umfang automatisiert ausgewertet werden.
- Alle bisher dezentral vorliegenden Aufzeichnungen werden an zentraler Stelle abgelegt und sind in der aktuellen Version orts- und zeitunabhängig für jeden Prozessbeteiligten mit entsprechender Berechtigung einsehbar.
- Das System automatisiert einige Tätigkeiten, steuert den Prozess und standardisiert diesen.
- Für den Automatisierungsgrad ergibt sich nun ein Wert von über 30 %, der Integrationsgrad liegt bei über 60 %.

**Tab. 3.11** Recruitment-Prozess mit Personalmitarbeiter in Stufe 3

Nr.	Tätigkeit	IT	Daten	Organisationseinheit
1	Stellenprofil erfassen	E-Recruitment-System	Stellenprofil	Abteilungsleiter einer Fachabteilung mit Personalbedarf
2	Stellenprofil freigeben, ggf. ergänzen, Kriterien für Vorselektion einstellen	E-Recruitment-System	Stellenprofil	Personalmitarbeiter
3	Bewerbungen entgegennehmen und sammeln	E-Recruitment-System	Bewerbungen	E-Recruitment-System
4	Tabelle mit allen Bewerbern und deren wichtigsten Daten erstellen	E-Recruitment-System	Ausgewählte Bewerberdaten	E-Recruitment-System
5	Bewerbungen nach definierten Kriterien vorselektieren und anschließend per Workflow automatisch Personalmitarbeiter und Abteilungsleiter informieren	E-Recruitment-System	Ausgewählte Bewerberdaten	E-Recruitment-System
6	Zu Bewerbern der vorselektierten Bewerbungen weitere Infos aus dem Internet einholen und im E-Recruitment-System ablegen	Internet, E-Recruitment-System	Weitere Bewerberdaten	Personalmitarbeiter
7	Vorselektierte Bewerbungen prüfen, Kandidaten für Bewerbungsgespräch auswählen		Bewerbungen	Abteilungsleiter und zwei weitere Mitarbeiter, unabhängig voneinander
8	Einzuladende Bewerber und mögliche Termine in einem Meeting festlegen und ins E-Recruitment-System eintragen	E-Recruitment-System	Bewerbungen	Abteilungsleiter und zwei weitere Mitarbeiter, unabhängig voneinander
9	Termine mit Bewerbern in vordefiniertem Workflow abstimmen		Termine	E-Recruitment-System
10	Bewerbungsgespräche mit ausgewählten Bewerbern führen und dokumentieren, ggf. auf Basis von Videointerviews	E-Recruitment-System	Gesprächsnotizen	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter

(Fortsetzung)

**Tab. 3.11** (Fortsetzung)

Nr.	Tätigkeit	IT	Daten	Organisationseinheit
11	Videointerviews und Nutzung des E-Recruitment-System auswerten, weitere Internet-recherchen zu dem Bewerber durchführen	E-Recruit-ment-System	Video, Nutzungs-daten des E-Recru-itment-Systems	Personalmitarbeiter
12	Bewerber für die engere Wahl aussuchen, Termine vereinbaren		Termine	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter
13	Bewerbungsgespräche mit Bewerbern der engeren Wahl führen und dokumentieren	E-Recruit-ment-System	Gesprächsnotizen	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter
14	Auswahl treffen und Vertragsangebot machen	Textverar-beitungspro-gramm	Arbeitsvertrag	Personalmitarbeiter, Abteilungsleiter, ggf. weitere Mitarbeiter
15	Unterschiedenen Vertrag entgegennehmen und ablegen		Arbeitsvertrag	Personalmitarbeiter
16	Anderen Bewerbern absagen	E-Recruit-ment-System	Absage	E-Recruitment-System

Was bedeuten diese durch die Digitalisierung entstandenen Optimierungen nun für den Personalmitarbeiter? Zunächst ist durch einen Vergleich der beiden Prozessabläufe zu erkennen, dass einige Aktivitäten, wie zum Beispiel das Erfassen ausgewählter Bewerberdaten in der Tabelle eines Tabellenkalkulationsprogramms, wegfallen. Mehrere andere Aktivitäten, wie die Vorselektion und das Erstellen der Absagen, werden vom System automatisiert durchgeführt. Die Abstimmung zwischen den Beteiligten, die im alten Prozess wegen dezentral vorliegender Informationen wahrscheinlich zu vielen Nachfragen führt, wird deutlich vereinfacht. Selbst wenn man unterstellt, dass der Prozess in der Praxis nicht so reibungslos und automatisiert wie beschrieben abläuft, reduziert sich der Arbeitsaufwand für den Personalsachbearbeiter erheblich. Je nach genauer Prozessausprägung in der Ist-Situation, kommt man nach einer ungefähren Abschätzung auf Basis des Vergleichs der beiden Prozessmodelle zu Werten zwischen 25 und 35 %. Der Personalmitarbeiter kann, da er nun alle Informationen digital in einem internetge-stützten System vorliegen hat, vielfach orts- und zeitunabhängig arbeiten. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine Anpassung von Arbeitszeitmodellen und die Ausstattung mit einer entsprechenden Hardware. Er wechselt hiermit in die Stufe 3 des vernetzten, volldigitali-sierten und mobilen Mitarbeiters.

Wie kann der Mitarbeiter die nun frei gewordene Zeit nutzen? Das zweite Prozessmo-dell (vgl. Tab. 3.11) stellt mit Aktivität sechs eine neue Tätigkeit im Prozessverlauf dar: Der Mitarbeiter hat nun die Aufgabe, das Internet nach zusätzlichen Informationen zu den vorselektierten Bewerbern zu durchsuchen, ggf. unterstützt durch weitere Software

oder Dienstleister. Die wichtigsten Datenquellen bieten hierbei die sozialen Netzwerke. Mit welchen anderen Personen steht der Bewerber in Kontakt, welche Inhalte hat er auf welchen Plattformen eingestellt? Gibt es Vorträge, Videos, Bilder, Tweets und ähnliches von ihm? Welche Rückschlüsse lassen diese Informationen zu? Gibt es Widersprüche zu den Aussagen in der Bewerbung? Mit Aktivität 11 hat der Personalmitarbeiter eine weitere neue Aktivität durchzuführen: Nochmals recherchiert er im Internet, um möglicherweise Aussagen aus dem Bewerbungsgespräch zu validieren. Hat ein Videointerview stattgefunden, können Gestik und Mimik in Ruhe analysiert werden. Ein holländisches Start-up hat sich darauf spezialisiert, Mimik auszuwerten. Das Unternehmen analysiert die Mikromimik eines Bewerbers auf Fragen und kann anschließend Aussagen darüber treffen, ob sich der Bewerber verstellt oder die Unwahrheit sagt. Das E-Recruitment-System selbst kann vielleicht auch interessante Daten liefern. Es wertet aus, wie lange der Bewerber vom Öffnen der Email bis zur Beantwortung der ersten Frage gebraucht hat. Es analysiert gleichermaßen, wie oft der Bewerber abgebrochen und neu angesetzt oder ob er alle Fragen in kurzen Zeitfenster oder über mehrere Tage verteilt beantwortet hat. Zusammenfassend ist evident: Der Personalmitarbeiter gibt einfache standardisierte Aktivitäten an das neue System ab. Er wird aber keineswegs arbeitslos. Im Gegenteil: Der Mitarbeiter übernimmt neue, anspruchsvollere und wertschöpfende Tätigkeiten, die er nur auf Basis der Digitalisierung durchführen kann. Dabei wird die in Abschn. 3.5 diskutierte zentrale Bedeutung zusätzlicher, insbesondere unstrukturierter Daten im beschriebenen Beispiel ebenfalls klar. Die Ableitung und Analyse der Daten hilft, die Entscheidungen im beschriebenen Prozess abzusichern. Sie ersetzt aber keineswegs das klassische Bewerbungsgespräch vor Ort.

Was ist im Hinblick auf die Qualifikation des Personalmitarbeiters abzuleiten? Dem Mitarbeiter ist zunächst die Motivation für die oben beschriebene Prozessveränderung zu verdeutlichen. Ihm muss vor allem aufgezeigt werden, dass sein Arbeitsplatz aufgewertet und nicht etwa überflüssig wird. Weiterbildungen können einen Teil der Angst vor den Neuerungen abbauen. Konkret zu trainieren sind die Nutzung des e-Recruitment-Systems und die Durchführung der beschriebenen Analysen eventuell unter Nutzung weiterer Tools.

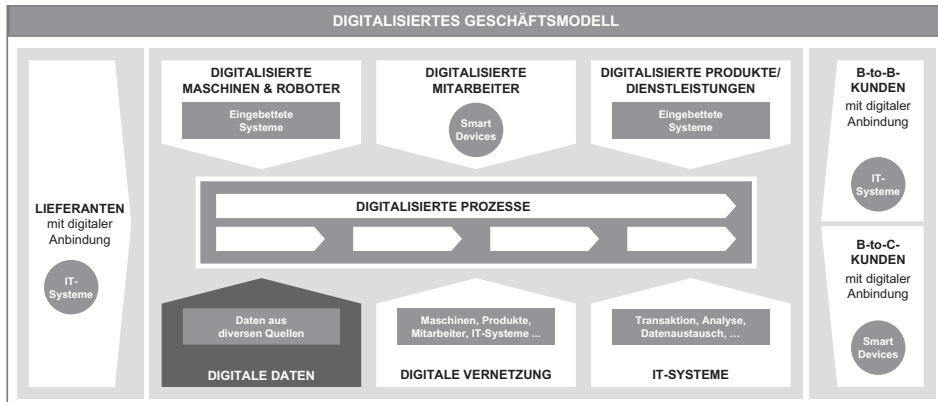
---

## **3.5 Digitale Daten**

### **3.5.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen**

#### **3.5.1.1 Einordnung und Bedeutung von Daten**

Daten sind, wie in Abschn. 2.1.1 beschrieben, die Objekte der digitalen Transformation im engeren Sinn (vgl. Abb. 3.15). Liegen sie in analoger Form vor, so sind sie durch eine Transformation zunächst zu digitalisieren, um anschließend durch ein IT-System weiter bearbeitet werden zu können. Bei der nachfolgenden Bearbeitung erfahren sie erneut eine digitale Transformation, da auf Basis von Daten neue Daten erzeugt werden. Beispielsweise



**Abb. 3.15** Das Element Daten im digitalen Unternehmen

werden auf der Grundlage von eingescannten Rechnungen Buchungssätze erzeugt, die im Rahmen einer Auswertung dann digital verdichtet werden.

Daten werden auch als das „Lebenselixier“ eines Unternehmens in der digitalisierten Wirtschaft betrachtet. Diverse Veröffentlichungen bezeichnen sie als das Gold oder Öl des 21. Jahrhunderts. Warum wird die Bedeutung von Daten so hoch eingeschätzt? Ausgewählte Beispiele verdeutlichen dies:

- Der Betreiber einer Onlineplattform, der diese nutzt, um selbst Handel zu betreiben und gleichzeitig die Plattform auch anderen Händlern mit anderen Sortimenten zur Verfügung stellt, erzeugt sukzessive eine wertvolle Datenbasis. Entwickeln sich gute Umsätze bei den fremden Händlern auf der Plattform, kann der Betreiber überlegen, ob er sein Sortiment erweitert und als Konkurrent der fremden Händler auftritt. Die erforderliche Datenbasis hierfür hat er dann bereits auf seiner Plattform. Dies gilt speziell für die Kundendaten. Der Betreiber der Plattform hat den enorm wichtigen Kundenzugang und kann u. a. deshalb sein Geschäft gut skalieren.
- Andere Plattformbetreiber, die sich darauf beschränken, Anbieter und Nachfrager zusammenzubringen, verdienen ihr Geld auf Basis der von ihnen sukzessive gesammelten Daten von Interessenten und Nachfragern. Für die Vermittlung eines Hotelzimmers berechnet z. B. [Booking.com](https://www.booking.com) etwa 15 % des Zimmerpreises. Die Priceline Group, zu der [Booking.com](https://www.booking.com) gehört, hat mit diesem Geschäftsmodell inzwischen einen höheren Börsenwert als die größten Hotelketten der Welt erreicht.
- Betreiber von sozialen Plattformen sammeln sukzessive große Mengen an Daten. Dies sind zum einen die Daten über ihre Mitglieder und zum anderen die Daten, die durch die Beiträge der Mitglieder erzeugt werden. Für den öffentlichen Teil der Daten bieten die Betreiber der Plattformen den Nutzern oder Dritten gegen Gebühr an, über eine API (Application Programming Interface) auf diese Daten zuzugreifen.

- Ein Unternehmen, das weltweit mehrere operative Systeme für den Einkauf im Einsatz hat, ist gut beraten, diese Daten zu standardisieren und zu verdichten. Wenn das Unternehmen ableiten kann, welches Beschaffungsvolumen es bei einem Lieferanten weltweit für welche Materialien und Dienstleistungen generiert, kann es seine Verhandlungsposition deutlich stärken und ggf. weitere Preisnachlässe erzielen.
- Hat der Betreiber eines Onlineshops die Daten der bereits getätigten Käufe seines Kunden und zeichnet darüber hinaus das Surfverhalten des Kunden auf, so kann er ihm ganz gezielt weitere personalisierte Angebote unterbreiten und so über Cross-Selling seinen Umsatz erhöhen.
- Ein Unternehmen, das neue Mitarbeiter rekrutiert, kann über soziale Medien ggf. weitere Daten seiner Bewerber erheben und so Fehlentscheidungen bei der Personalauswahl reduzieren (vgl. Abschn. 3.4).

Im Folgenden werden die Themen Klassifizierung und Eingabe von Daten, Datenqualität, Daten in traditionellen IT-Landschaften, Big Data und erweiterte IT-Landschaften sowie verschiedene Arten der Datenanalyse detailliert erläutert.

### 3.5.1.2 Klassifizierung und Eingabe von Daten

Daten sind zum Zwecke der Verarbeitung zusammengefasste Zeichen. Sie lassen sich hinsichtlich verschiedener Kriterien klassifizieren.

- Zeichenart bzw. Datentyp: Numerische (Ziffern), alphabetische (Buchstaben) oder alphanumerische (Ziffern, Buchstaben und Sonderzeichen) Daten.
- Erscheinungsform: Akustische, bildliche und schriftliche Daten.
- Strukturierung: Strukturierte Daten<sup>2</sup> (vorgegebene Länge und Zeichenart, z. B. Materialstammsatz mit den Feldern Kurztext, Preis, Gewicht etc.), unstrukturierte Daten (keine vorgegebene Länge und Zeichenart, z. B. formfreie Texte, Graphiken), semistrukturierte Daten (keine strenge Formatierung, z. B. Texte mit Überschriften und Absätzen).
- Stellung im Verarbeitungsprozess: Eingabe- und Ausgabedaten.
- Verwendungszweck: Stammdaten (z. B. Materialstammdaten, Debitorenstammdaten), Bewegungsdaten (z. B. Wareneingänge, Rechnungen), Bestandsdaten (z. B. Materialbestand).
- Personenbezug: Personenbezogene Daten, nicht personenbezogene Daten.

Daten sind die Objekte der digitalen Transformation im engeren Sinn. Liegen sie in analoger Form vor, so müssen sie durch eine Transformation zunächst digitalisiert werden, um anschließend durch ein IT-System weiter bearbeitet werden zu können. Die nachfolgende Auflistung gibt an, wie Daten in die IT-Systeme gelangen bzw. aus welchen Quellen sie kommen (vgl. Abb. 3.16):

---

<sup>2</sup>Synonym wird auch der Begriff „formatiert“ anstelle von „strukturiert“ verwendet.



**Abb. 3.16** Quellen für digitale Daten

- Mitarbeiter geben die Daten direkt über Tastatur, Maus oder Touchscreen in die IT-Systeme ein.
- Mitarbeiter geben die Daten über Sprachsteuerung in das IT-System ein. Hierbei erfolgt eine Transformation von analogen zu digitalen Daten.
- IT-Systeme von Partnern in der Wertschöpfungskette des Unternehmens (z. B. Lieferanten und Kunden) übertragen die Daten per EDI in die IT-Systeme des eigenen Unternehmens.
- Eigene IT-Systeme übertragen die Daten über eine Schnittstelle in ein anderes eigenes IT-System
- Optische Belegleser (Scanner) lesen die Daten von Vorlagen (z. B. papierbasierten Rechnungen) als Grafik-Datei oder im Fall von OCR-Scannern (OCR = Optical Character Recognition) als Schriftzeichen ein und übertragen sie in die IT-Systeme.
- Optische Belegleser lesen in vordefinierten Codes (z. B. QR-Code, Barcode) verschlüsselte Daten ein und übertragen sie nach der Entschlüsselung in die IT-Systeme.
- RFID-Lesegeräte lesen über elektromagnetische Wellen die Daten (Materialnummer etc.) von RFID-Transpondern aus und übertragen diese in die IT-Systeme. Die Transponder sind dabei an den Gütern angebracht.
- Sogenannte Web Crawler, mit Skriptsprachen entwickelte Programme, lesen Daten aus dem Internet (z. B. Kommentare aus sozialen Medien) aus. Einige Webseitenbetreiber, wie z. B. Facebook, stellen unterstützend gegen Gebühr eine API (Application Programming Interface) bereit, um deren Daten für ein Unternehmen auswertbar zu machen.
- Im Rahmen der Streaming-Datenverarbeitung lesen Programme nach dem Push-Prinzip die Daten aus Smart Devices (z. B. Positionsdaten eines Smartphones) oder aus Maschinen, Fahrzeugen, Robotern (z. B. Betriebsdaten, Positionsdaten, zurückgelegte Strecken) aus und übertragen diese in die IT-Systeme des Unternehmens. Die großen Softwarehersteller, aber auch klassische Maschinenbauunternehmen, bieten mittlerweile sogenannte IoT-Plattformen an, die Unternehmen bei der Integration dieser Daten unterstützen sollen (vgl. Abschn. 3.9).

Daten gelangen, wie oben beschrieben, in die IT-Systeme eines Unternehmens und können hier weiterverarbeitet werden, dadurch erfahren sie eine erneute digitale Transformation. Ein weiteres Beispiel soll dies verdeutlichen: Im Rahmen eines automatischen Faktura-Laufs werden auf Basis von eingegebenen Kundenaufträgen die Daten der entsprechenden Debitorenrechnungen erzeugt. Die Debitorenrechnungen wiederum können Basis für eine Auswertung der Kunden nach Umsatzvolumen sein. In beiden Fällen handelt es sich um eine digitale Transformation, die neue digitale Daten erzeugt.

Was ist nun bei der digitalen Transformation von Daten zu beachten? Wann ist ein Unternehmen in Bezug auf dieses Element der digitalen Transformation gut organisiert? Gibt es auch hier mehrere Digitalisierungsstufen, die zu erreichen sind? Die letzte Frage kann einerseits klar verneint werden. Daten können nur analog oder digital sein. Eine Zwischenstufe gibt es hier nicht. Andererseits ist nicht jedes Unternehmen, das seine Daten digitalisiert hat, gleich gut aufgestellt. Neben dem prozentualen Anteil an digital vorliegenden Daten gibt es eine Reihe weiterer Themen, die im Kontext der Digitalisierung beim Element Daten eine wichtige Rolle spielen und sehr wohl zu einer weiteren Abstufung führen können.

### 3.5.1.3 Datenqualität

In der Trendstudie zur Stammdatenqualität der Hochschule Heilbronn geben 79 % der Befragten an, dass sich eine schlechte Datenqualität stark bis sehr stark auf die Rentabilität eines Unternehmens auswirkt. In derselben Studie sagen 50 % der Befragten, dass sie Maßnahmen zur Erhöhung der Stammdatenqualität geplant haben.

Die Qualität von Daten lässt sich über eine Reihe verschiedener Merkmale beschreiben. Hier kann unterschieden werden zwischen Merkmalen, die in der Entwurfsphase und Merkmalen, die in der Nutzungsphase ausgeprägt werden.

#### **Merkmale in der Entwurfsphase:**

- Relevanz:
  - Die Inhalte der einzelnen Felder sind für den Anwender von Nutzen.
  - Negativbeispiel: In einem Materialstammsatz wird in einem Feld die Dichte des Materials abgespeichert, die für die Anwender aber keinerlei Bedeutung hat.
- Eindeutigkeit:
  - Die einzelnen Felder des Datensatzes identifizieren eindeutig ein Objekt der Realität.
  - Negativbeispiel: In einem Materialstammsatz fehlt das Feld Materialstärke, was dazu führt, dass drei Glasscheiben mit, abgesehen von der Materialstärke, gleichen Merkmalen gemeint sein können.

#### **Merkmale in der Nutzungsphase:**

- Richtigkeit:
  - Die Inhalte der einzelnen Felder eines Datensatzes müssen richtig sein.
  - Negativbeispiel: In einem Kundenstammsatz steht im Adressfeld aufgrund einer Verwechslung bei einer Dateneingabe ein falscher Straßenname.



- Aktualität:
  - Die Inhalte der einzelnen Felder eines Datensatzes müssen aktuell sein.
  - Negativbeispiel: Ein Lieferant hat seine Preise erhöht und dies dem Kunden mitgeteilt. Die Pflege des entsprechenden Datensatzes unterbleibt aber aus Zeitgründen.
- Vollständigkeit:
  - Alle für einen Datensatz definierten Felder müssen gepflegt sein.
  - Negativbeispiel: Zu einem Materialstammsatz gehören zwanzig zu pflegende Felder. Aus Verfügbarkeits- oder Zeitgründen werden die Felder Länge und Gewicht nicht gepflegt, obwohl sie eine wichtige Rolle in den Prozessen spielen.
- Konsistenz/Integrität:
  - Ein Datensatz wird in mehreren Systemen redundant gespeichert. In jedem System müssen alle Felder des Datensatzes die gleiche Ausprägung haben. In der Praxis stellt dieses Thema eine große Herausforderung dar, wenn die entsprechenden Systeme nicht über automatische Schnittstellen verfügen, die bei einer Veränderung des Datensatzes diese in die anderen Systeme übertragen.
  - Negativbeispiel: Die Kundenstammdaten werden wegen ausgeprägten Abteilungsdenkens sowohl im Marketing als auch im Vertrieb in einem jeweils separaten System gepflegt. Die nur zum Teil übereinstimmenden Felder werden bei einer Veränderung nicht konsequent sofort in beiden Systemen aktualisiert.

Warum spielt die Datenqualität eine so große Rolle? Die Antwort kann ohne weiteres gegeben werden, wenn man beobachtet, wie ein Prozess mit fehlerhaften Daten ausgeführt wird. Eine Bestellung mit falschen Preisen führt zu abweichenden Rechnungen, deren Prüfung zusätzliche Schritte erfordert. Eine an eine falsche Adresse gelieferte Ware muss rückabgewickelt werden. Falsche Bestände im IT-System können zu Lieferunfähigkeit oder zur Verschwendung von Lagerkapazität führen. In allen Fällen wird der First Pass Yield (FPY), der den Prozentwert der im ersten Durchlauf fehlerfreien Prozessdurchführungen angibt, reduziert. Dies führt zu einer geringeren Prozesseffizienz und damit zu höheren Prozesskosten. Gleichzeitig kann, wie die Beispiele deutlich machen, das Unternehmen im Kundenansehen sinken und im Extremfall sogar Kunden verlieren. Ursache ist die mangelnde Datenqualität. Blickt man weiter in die Zukunft und betrachtet sich selbst steuernde, vernetzte Prozesse, wie sie im Rahmen von Industrie 4.0 realisiert werden sollen, so können diese erst recht nicht ohne hohe Datenqualität funktionieren.

Unternehmen, die die Bedeutung der Datenqualität erkannt haben, versuchen durch die Einführung sogenannter Data-Governance-Richtlinien klar zu beschreiben und vorzugeben, wie Daten im Unternehmen gepflegt werden sollen. Hierzu werden insbesondere die Prozesse der Datenpflege sowie die dafür relevanten Rollen und Verantwortlichkeiten eindeutig definiert.

#### 3.5.1.4 Daten in traditionellen IT-Landschaften

Im Folgenden werden Daten in „traditionellen“ IT-Landschaften dargestellt. Dabei handelt es sich um Transaktions- bzw. OLTP-Systeme, Analyse- bzw. OLAP-Systeme, Master Data Management Systeme und Dokumentenmanagement-Systeme.

Klassische **Transaktionssysteme** wie Enterprise Resource Planing (ERP), Supplier/Customer Relationship Management (SRM/CRM) oder Supply Chain Management (SCM) Systeme erzeugen bzw. verarbeiten **strukturierte Daten**, die den Stamm-, Bewegungs- oder Bestandsdaten zugeordnet werden können (vgl. Abb. 3.16). Die Transaktionssysteme bilden komplette operative Geschäftsprozesse wie z. B. den Auftragsabwicklungsprozess (order-to-cash) ab. Die Systeme werden auch als OLTP (Online Transaction Processing) Systeme bezeichnet (vgl. Abschn. 3.8).

OLTP-Systeme sind aufgrund ihrer Ausrichtung auf einzelne Transaktionen nicht dafür geeignet, eine Basis für komplexe betriebswirtschaftliche Entscheidungen zu bieten. Ein **Data Warehouse** ist ein von operativen OLTP-Systemen getrenntes Datenbanksystem, das der Extraktion, Speicherung und Analyse relevanter Daten aus heterogenen internen und externen Quellsystemen dient. Quellsysteme können dabei zum Beispiel (transaktionale) ERP-Systeme, elektronische Marktplätze oder andere Data Warehouses sein. Die Daten werden im Data Warehouse auf Basis eines Datenmodells homogen und konsistent zusammengeführt, um die Heterogenität der Quellsysteme zu überwinden. Dieser Prozess der Extraktion der Daten aus verschiedenen Quellsystemen und der Ablage in einer Zieldatenbank wird als **ETL-Prozess** (Extraktion, Transformation, Laden) bezeichnet. Im Rahmen der Harmonisierung der unterschiedlichen Daten aus den verschiedenen Quellsystemen bezeichnet die Transformation das Mapping eines Datenformats in ein anderes, insbesondere im Hinblick auf Syntax und Semantik des Datenmodells im Data Warehouse (vgl. Abb. 3.17). Diese **IT-Systeme zur Analyse** werden dem Bereich **Online Analytical Processing (OLAP)** zugeordnet. OLAP zielt auf die Verdichtung von Daten und zeitraumbezogene Analysen ab – im Gegensatz zu OLTP, das zeitpunktbezogene Analysen fokussiert. Bei OLAP können sich die Daten auf einen historischen, aktuellen oder zukünftigen Zeitraum beziehen. Die Zielsetzung besteht darin, auf Basis der bereitgestellten verdichteten Daten schnell die richtigen Entscheidungen treffen zu können und so das Unternehmen zu steuern.

Vor allem wenn ein Unternehmen die Transaktionssysteme mehrfach einsetzt, kann es zu Integritätsproblemen beim Datenbestand kommen. In einem großen Konzern können beispielsweise pro Kontinent oder Land separate ERP-Systeme im Einsatz sein. Werden die Lieferanten historisch gewachsen in den einzelnen Systemen unabhängig voneinander gespeichert, so erfolgt dies für einen einzelnen Lieferanten oftmals unter verschiedenen Nummern und mit uneinheitlichen Feldstrukturen. In einer solchen Ausgangssituation sind übergreifende Auswertungen kaum möglich. Sogenannte **Master Data Management Systeme** (MDM; vgl. Abb. 3.17) können hier Abhilfe schaffen. Sie unterstützen zunächst die Analyse der redundant vorliegenden Daten in den verschiedenen IT-Systemen. Bei redundanten Daten innerhalb eines IT-Systems werden diese bereinigt. Tritt ein Lieferantenstammsatz in fünf verschiedenen ERP-Systemen auf und

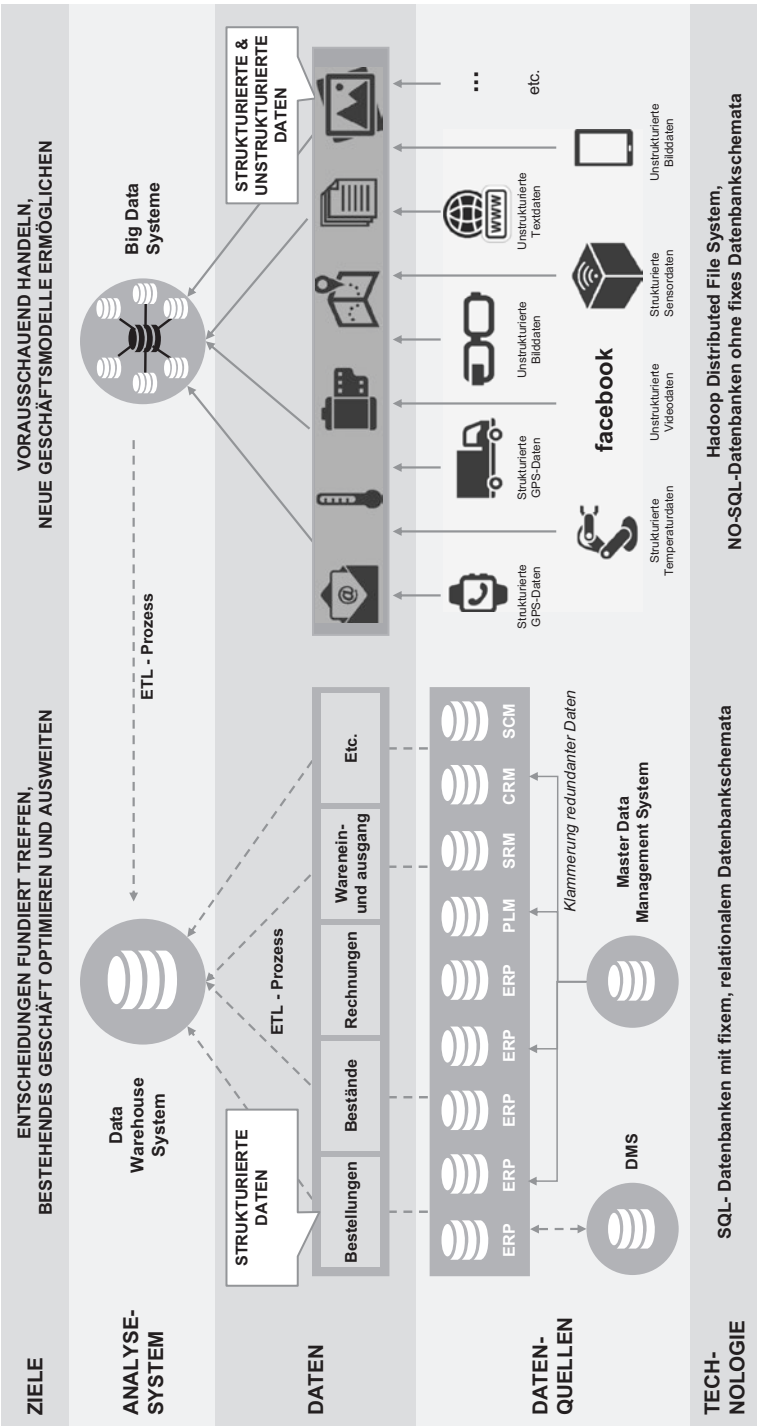


Abb. 3.17 Bisherige Auswertung von Daten und Auswertung von Big Data

muss hier auch dauerhaft vorgehalten werden, übernimmt das Master Data Management System eine „Klammerfunktion“, in dem es verwaltet, welche Sätze übergreifend zusammengehören. Durch diese „Klammer“ können die Daten systemübergreifend zum Beispiel unter Nutzung eines Data Warehouse Systems ausgewertet werden. Bei einer Änderung der Daten erfolgt diese zunächst im zentralen Master Data Management System, das die Änderungen dann an die relevanten Systeme verteilt. Auf diese Weise wird nach der erstmaligen Konsolidierung sichergestellt, dass die Daten dauerhaft widerspruchsfrei bleiben.

**Dokumentenmanagement-Systeme (DMS)** erlauben das Speichern und Wiederauffinden von papierbasierten Dokumenten wie Rechnungen, Lieferscheinen, Verträgen, nachdem diese über einen Scanner in ein elektronisches Dokument umgewandelt worden sind (vgl. Abb. 3.17). Der Scanner liest die Daten als Grafik-Datei oder im Fall von OCR-Scannern als Schriftzeichen ein und überträgt sie in das DMS. Im ersten Fall sind die erzeugten Daten unstrukturiert, im zweiten Fall erhalten sie eine Struktur; man spricht in diesem Kontext auch von nicht codierten Informationen (NCI) und codierten Informationen (CI). In beiden Fällen werden die eingelesenen Daten entweder automatisch oder manuell um sogenannte Metadaten ergänzt. Dies sind begleitende Informationen, wie exemplarisch Erstelldatum, Dokumentart oder Vorgangsnummer, auf deren Basis die Dokumente verwaltet werden. Neben papierbasierten Dokumenten können DMS auch bereits elektronisch vorliegende Daten wie zum Beispiel Emails, Text- oder Tabellendateien administrieren. Darüber hinaus können nicht nur digitalisierte Textdokumente, sondern auch digitalisierte Audio- und Videodokumente aufgenommen werden. Meistens wird zwischen **DMS im engeren Sinne** und **DMS im weiteren Sinne** unterschieden. Im engeren Sinne haben DMS das Speichern und Wiederauffinden von Dokumenten im Fokus. Im weiteren Sinne ordnet man den DMS auch Funktionalitäten wie Scannen, Schriftenerkennung, automatische Indizierung sowie Vorgangssteuerung zu.

DMS nehmen im Rahmen der digitalen Transformation eine wichtige Rolle ein. Sie sorgen dafür, dass Text-, Bild- und Tonaufnahmen nicht mehr physisch hin- und hergereicht werden müssen, sondern zentral zeit- und ortsunabhängig verfügbar gemacht werden. DMS helfen, eine enge Verzahnung von formatierten Daten und digitalisierten, ursprünglich papiergestützten, Dokumenten zu erreichen. So erlauben etwa Links zwischen einer im DMS abgespeicherten Lieferantenrechnung und der entsprechenden im ERP-System erfassten Rechnung, dass bei Anzeige des formatierten Datensatzes im ERP-System gleichzeitig das eingescannte Rechnungsdokument auf dem Bildschirm erscheint. DMS helfen auch, Daten zu bestimmten Themengebieten an zentraler Stelle gemäß rechtlicher Vorgaben abzulegen und jederzeit unproblematisch wiederfinden zu können. Die sogenannte digitale Personalakte kann auf Basis von DMS realisiert werden. Alle für einen Mitarbeiter relevanten Daten wie seine Stammdaten, Gehaltsabrechnungen, Zielvereinbarungen, Bewerbungsunterlagen, Arbeitsverträge und ähnliches werden mit dem DMS in digitaler Form zentral zugänglich gemacht. Aktuell sind DMS häufig Bestandteil von Systemen für das sogenannte **Enterprise Content Management (ECM)**, die zusätzlich insbesondere Webinhalte verwalten.

Die vorgestellten Systeme arbeiten überwiegend mit strukturierten Daten, deren Speicherung in der Regel in relationalen Datenbanken mit fixen Datenbankschemata erfolgt. Das bedeutet, dass die Daten spaltenweise in vorab definierten Feldern mit fester Länge und definiertem Typ (Charakter, Integer, Real etc.) abgelegt werden. Umfangreichere Anpassungen des vordefinierten Schemas sind mit hohen Aufwänden verbunden. Als sogenannte Abfragesprache wird vielfach SQL (Structured Query Language) eingesetzt.

### 3.5.1.5 Big Data und erweiterte IT-Landschaften

Die Menge der für ein Unternehmen relevanten Daten ist in den vergangenen Jahren explosionsartig angestiegen. Das Volumen der oben beschriebenen strukturierten Daten liegt selbst in Großunternehmen überwiegend im Gigabytebereich ( $10^9$ ) oder aber maximal im Terabytebereich ( $10^{12}$ ). In diesem Volumenbereich fängt Big Data erst an. Ihr Volumen reicht bis in den Zettabytebereich ( $10^{21}$ ). Wie kommt es dazu, dass sich die Datenmengen so stark vergrößert haben? Diverse Aspekte der digitalen Transformation haben zur Erhöhung der Datenmenge beigetragen. Die Digitalisierung von Maschinen, Produkten und Mitarbeitern erzeugt sehr große Mengen an Daten, beispielsweise in Form von Sensordaten, Positionsdaten, Clickstreams; das Social Web mit Plattformen wie Facebook, Xing, Twitter, Instagram und ähnlichen generiert sekundlich durch neue Benutzereinträge Millionen von Daten, das gleiche gilt für Plattformen wie Amazon oder You Tube. Ein Unternehmen steht vor der Herausforderung zu den oben beschriebenen vergleichsweise übersichtlichen, strukturierten Daten auch die neu hinzugekommenen, vielfach unstrukturierten Daten für sich verfügbar zu machen, zu verdichten und die richtigen Rückschlüsse zu ziehen.

Für die Definition von Big Data gibt es mehrere V-Modelle, die sich im Laufe der Zeit mit der Anzahl der Vs überboten haben. Der Datenbankspezialist mapR ist bei 10 Vs angekommen, Elder Research kommt aktuell auf 42 Vs. Das ursprüngliche V-Modell aus dem Jahr 2001 von der META Group, die jetzt zu Gartner gehören, ist ein **3V-Modell**:

- **Volume (Datenmenge):** Der Datenbestand ist sehr umfangreich und liegt im Tera- bis Zettabytebereich ( $10^{12}$  bis  $10^{21}$ ).
- **Variety (Datenvielfalt):** Die Daten können strukturiert, unstrukturiert und semistrukturiert sein.
- **Velocity (Geschwindigkeit):** Die Daten sollen (nahezu) in Echtzeit analysiert werden können.

Das **5V-Modell** umfasst zusätzlich:

- **Value (Wert):** Die Analyse der Daten soll Werte für ein Unternehmen schaffen.
- **Veracity (Wahrhaftigkeit):** Algorithmen müssen die Qualität der Daten bewerten und dafür sorgen, dass nur richtige, widerspruchsfreie Daten verwendet werden.

Schon bei diesem Modell müssen sowohl Veracity als auch Value bereits von klassischen Analysen auf Basis kleinerer Datenmengen erfüllt sein und sind insofern für eine Abgrenzung in Frage zu stellen. Für die weitere Betrachtung sollen deshalb die Abgrenzungen durch das 3V-Modell zugrunde gelegt werden.

Abb. 3.17 stellt die bisherigen aus einer Anwendungssicht relevanten Systeme für die Verarbeitung von strukturierten Daten einer erweiterten Sicht im Kontext von Big Data gegenüber. Es kommen viele zusätzliche Datenquellen, die innerhalb und außerhalb des Unternehmens liegen können, für die Extraktion der Daten hinzu. Sie können dabei strukturiert (z. B. Sensordaten, die einen Druck angeben), unstrukturiert (z. B. ein Eintrag in einem Blog oder ein Video) oder semistrukturiert (z. B. ein formatierter Text mit Überschriften und Absätzen) sein. Relationale Datenbanksysteme wie sie in der Vergangenheit überwiegend im Einsatz waren, sind für die Auswertung von Big Data nicht ausgelegt, da sie ihren Fokus auf die strukturierten Daten bis zu einem Volumen im Terabyte-Bereich richten. Trotzdem sind diese Datenbanksysteme in der Zukunft nicht überflüssig, da sie für die Auswertung strukturierter Daten nach wie vor diverse Vorteile wie zum Beispiel einen sehr schnellen Datenzugriff haben und Big Data Architekturen sich nicht eignen, um transaktionsbasierte Geschäftsprozesse abzubilden. In der Literatur werden in diesem Kontext Szenarien beschrieben, in denen sie neben Big Data Stores zum Einsatz kommen beziehungsweise mit diesen zusammenarbeiten.

Was sind nun die für Big Data relevanten Systeme? Es handelt sich dabei vor allem um Hadoop, NoSQL-Datenbanken und In-Memory-Datenbanken. **Hadoop** setzt dort an, wo traditionelle Data-Warehouse-Systeme an ihre Grenzen stoßen. Es handelt sich um ein Framework mit einem verteilten Dateisystem, das das Speichern, Suchen und Analysieren von unterschiedlich strukturierten Daten auf einem Cluster von Standardrechnern ermöglicht. Diese Architektur kann **horizontal** leicht und günstig **skaliert** werden. Das heißt bei wachsendem Datenvolumen werden zusätzliche Standardrechner angebunden. Dies soll die Kosten niedrig halten und ein interessantes Preis-Performance-Verhältnis ermöglichen. Hohe Verarbeitungs- und Analysegeschwindigkeiten werden durch parallele Bearbeitung auf den Clusterrechnern erreicht. Hadoop ist ein **Open-Source-Framework**, das von einigen Anbietern wie etwa Cloudera mit professionellem Support und erweiterten Funktionalitäten angeboten wird. Hadoop ist keine Datenbank, sondern enthält wie beschrieben ein verteiltes Dateisystem.

Hadoop kann zusammen mit bestehenden Data-Warehouse-Datenbanken zum Einsatz kommen. Eine Stärke von Hadoop ist die vergleichsweise günstige Speicherung von Daten. In Hadoop können alle Rohdaten aus den verschiedenen Quellen (vgl. Abb. 3.17) abgelegt werden. Die oben beschriebenen ETL-Prozesse sind auch auf einem Hadoop Cluster durchführbar, somit kann die Vorverarbeitung und Verdichtung von Daten auch hier erfolgen. In einem weiteren ETL-Prozess können die Daten dann ins Data Warehouse geladen werden. Dort können die bereits veredelten Daten anschließend mit allem Komfort eines Data-Warehouse-Systems zusammen mit den Daten aus den Transaktionssystemen weiter analysiert werden. Man spricht in diesem Fall auch von **Data Blending**. Beispielweise könnten Bewertungen von neuen Produkten, die aus sozialen

Medien über eine Hadoop-basierte Auswertung ins Data Warehouse gelangen, mit den Verkaufszahlen der Produkte kombiniert werden, um dann aussagekräftige Prognosen für zukünftige Verkaufszahlen abzuleiten.

Weitere Technologien im Big Data Umfeld sind NoSQL-Datenbanken (Not only SQL Datenbanken) und In-Memory-Datenbanken. Bei **NoSQL-Datenbanken** handelt es sich um nicht relationale Datenbanken, die horizontal skalierbar und schemafrei sind. Wenn starre Tabellen und Relationen nicht passen, kommen häufig NoSQL-Datenbanken zum Einsatz. Eine **In-Memory-Datenbank** ist ein Datenbankmanagementsystem, das für die Datenauswertungen anstelle von Festplattenzugriffen die Daten verdichtet, in den Arbeitsspeicher eines Computers lädt und hierauf zugreift. Der Arbeitsspeicher eines Rechners bietet wesentlich höhere Zugriffsgeschwindigkeiten als Festplattenlaufwerke. Aus diesem Grund sind In-Memory-Datenbanken wesentlich schneller. Für weitere Ausführungen vgl. Abschn. 3.8.

### 3.5.1.6 Verschiedene Arten von Datenanalysen

Wie sehen nun konkrete Anwendungen aus, die auf Basis der oben beschriebenen traditionellen und/oder erweiterten IT-Landschaften durchgeführt werden? Die Anwendungen lassen sich in vier verschiedene Arten von Analysen unterteilen, die nachfolgend beschrieben werden. Dabei handelt es sich um deskriptive, diagnostische, prädiktive und präskriptive Analysen.

#### 1 Deskriptive Analysen – Was ist in der Vergangenheit passiert?

In den Bereich der deskriptiven Analysen fallen Auswertungen, die durch Standardberichte und Ad hoc Abfragen beschreiben, was geschehen ist. Es wird zum Beispiel der Frage nachgegangen, wie viele Einheiten in einem bestimmten Zeitintervall wo und wann verkauft oder gekauft worden sind. In deskriptiven Analysen werden Daten zusammengefasst und für Mitarbeiter verständlich aufbereitet.

#### 2 Diagnostische Analysen – Warum ist es passiert?

Mit diagnostischen Analysen lässt sich erläutern, warum sich etwas ereignet hat. Auch hier ist der Blick wie bei den deskriptiven Analysen auf die Vergangenheit gerichtet. Es wird aber versucht, Begründungen für Ereignisse oder Entwicklungen zu finden. Dies kann etwa durch Drill Down Analysen erfolgen, mit denen „tiefer gebohrt“ wird. Beispielsweise wird genau auf den konkreten Fall übertragen, in welchen Verkaufsgebieten der Umsatz bei welchen Produkten und welchen Verkäufern in welcher Kundengruppe eingebrochen ist. So wird z. B. schrittweise versucht, die Ursache für einen reduzierten Umsatz zu analysieren.

#### 3 Prädiktive Analysen – Was wird in der Zukunft passieren?

Bei der prädiktiven Analyse werden auf Basis von Datenmodellen und statistischen Methoden mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit Voraussagen darüber getroffen, wie sich eine Situation in Zukunft entwickeln wird oder kann. Das Beispiel des oben



bereits erwähnten Landmaschinenherstellers lässt sich hier zuordnen. Aus der Analyse der permanent erhobenen Betriebsdaten seiner verkauften Maschinen und des Ausfalls bestimmter Teile, kann er prognostizieren, welche Teile wann verschlissen sein werden. Aus der Analyse von Kundendaten kann er ableiten, welche Kunden wahrscheinlich verloren gehen. Hierzu werden sowohl interne Daten aus den Transaktions-, Email- und analytischen Systemen als auch externe Daten aus dem Social Web ausgewertet. Vielfach sind insbesondere genaue Absatzprognosen von hohem Interesse: Welches Hemd in welcher Farbe und Größe wird im nächsten Monat im Ladengeschäft überwiegend gekauft, welches Produkt eines Onlinehändlers wird am meisten retourniert, welchen Energieverbrauch haben die Kunden des Energieversorgers in den nächsten Tagen? Unternehmen, die hier exakter prognostizieren können als andere, haben einen klaren Vorteil, da sie ihre Prozesse in Produktion und Logistik effizienter und effektiver gestalten können.

#### 4 Präskriptive Analysen – Was sollte nun getan werden?

Während die deskriptiven Analysen einen Einblick in das geben, was geschehen ist, und die prädiktiven Analysen helfen, mögliche künftige Ereignisse vorauszusagen, empfehlen präskriptive Analysen die optimale Lösung unter verschiedenen zur Auswahl stehenden Möglichkeiten. Es erfolgt also eine direkte Ableitung von Maßnahmen auf Basis der Analysen. Ist im Rahmen präskriptiver Analysen abgeleitet worden, dass ein Kunde mit hoher Wahrscheinlichkeit bald einen anderen Lieferanten wählt, kann die präskriptive Analyse zusätzlich aus den verschiedenen Handlungsoptionen die für das Unternehmen beste herausuchen. Sie entscheidet bei B2C Kunden beispielsweise ob für das Halten des Kunden eine Entschuldigungsemail, ein Umtausch oder ein Gut-schein zielführend ist.

Bei den beschriebenen vier Analysearten nehmen der Skill- und Technologielevel sowie das Datenvolumen sukzessive zu. Während die beiden ersten Analysearten häufig mit der traditionellen IT-Landschaft auskommen, wird bei den beiden letztgenannten in der Regel die erweiterte IT-Landschaft zur Auswertung von Big Data erforderlich. Deskriptive und diagnostische Analysen werden auch dem Begriff **Business Intelligence (BI)** zugeordnet, der seit den 90er Jahren für die Sammlung, Konsolidierung, systematische Analyse und Darstellung von Daten steht. Prädiktive und präskriptive Analysen gehören zu **Business Analytics**, die auch als Advanced Analytics bezeichnet werden. Darunter wird ein aus mehreren Schritten bestehender Datenanalyseprozess verstanden, in dem insbesondere auch Aussagen über die Zukunft getroffen werden. Es geht hier also nicht nur um „Was war?“ sondern auch um „Was wird sein?“. Business Intelligence und Business Analytics können als sich ergänzende Analysearten gesehen werden, die jedoch nicht überschneidungsfrei sind. In der Literatur ist keine einheitliche Begriffsbildung vorzufinden.

Ein weiterer Ansatz zur Datenanalyse ist das **Data Mining**. Data Mining steht als Sammelbegriff für verschiedene rechnergestützte Verfahren, die zur Analyse großer Datenbestände eingesetzt werden. In der Literatur gibt es auch hier keine einheitliche Begriffsbildung. Einen Überblick der verschiedenen Definitionen bietet Felden in der



Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. Im Gegensatz zu den klassischen Datenbankabfragen, bei denen der Benutzer weiß, was er sucht, wird beim Data Mining unvoreingenommen und hypothesenfrei nach auffälligen Datenmustern gesucht. Im Datenbestand einer Bank wird etwa erkannt, dass größere Beträge an einen ausländischen Adressaten überwiesen werden, zu dem jahrelang nur sehr sporadische Beziehungen bestanden. Anschließend wird überprüft, ob es hier Unregelmäßigkeiten gibt. Beim Kunden eines Onlineshops wird erkannt, dass dieser ähnliche Merkmale wie andere Käufer aufweist. Anschließend werden ihm basierend auf diesem Muster Kaufempfehlungen gegeben. Das Data Mining ist bei den obigen vier Analysearten vorwiegend den diagnostischen und prädiktiven Analysen zuzuordnen.

### 3.5.2 Stufen der digitalen Transformation und Assessments

Auf Basis der vorangegangenen grundlegenden Betrachtung können wie bei den anderen Elementen auch nun verschiedene Stufen der Transformation von Daten abgeleitet werden. Man kann an dieser Stelle auch vom Reifegrad der Digitalisierung von Daten sprechen. Tab. 3.12 zeigt in einem Stufenmodell anhand welcher Kriterien eine Zuordnung eines Unternehmens bzw. seiner Daten vorgenommen werden kann.

Die folgenden **Beispiele** erläutern die in Tab. 3.12 dargestellten Stufen. In **Stufe eins** hat das Unternehmen die relevanten Daten lediglich in Transaktionssystemen wie dem ERP-System oder auch in abteilungsspezifischen Systemen gespeichert. Bei mehreren Systemen sind diese nicht oder kaum über Schnittstellen miteinander verbunden, was zu Inkonsistenzen bei den Daten führt. Der Prozess für das Anlegen und Ändern der Daten ist nicht definiert. Es gibt keine klare Beschreibung der Datenstrukturen, die Felder der Daten werden uneinheitlich interpretiert und nicht vollständig gepflegt. Hieraus ergibt sich, dass die Mehrzahl der oben genannten Qualitätsmerkmale der Daten negativ ausgeprägt ist. Ein großer Teil der Daten ist noch nicht digitalisiert und liegt nur in Papierform vor. Digitale Personalakten, digitales Vertragsmanagement, digitalisierte Rechnungen und Lieferscheine und ähnliches sind zum Teil bekannt, aber keineswegs umgesetzt. Die Auswertung der Daten erfolgt im Rahmen kleinerer deskriptiver Analysen in den Transaktionssystemen. Gegenstand der Auswertungen sind ausschließlich strukturierte Daten.

In **Stufe zwei** wird neben Transaktionssystemen ein Data Warehouse System zur Auswertung der Daten eingesetzt. Die Systeme sind überwiegend über Schnittstellen miteinander verbunden, und es gibt für die meisten Daten einen definierten Pflegeprozess inklusive einer exakten Beschreibung der Datenfelder. Ein großer Teil der Daten ist digitalisiert, aber nach wie vor liegen noch eine Reihe von Daten in Papierform vor. Durch das Data Warehouse System wird es möglich, auch übergreifende Analysen über mehrere Transaktionssysteme durchzuführen. Diese gelingen aber nur selten, da eine Harmonisierung von Stammdaten nur vereinzelt erfolgt ist. Die Art der Auswertungen ist deskriptiv und diagnostisch und auf strukturierte Daten begrenzt.

Tab. 3.12 Reifegradmodell für das Element Daten

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Systeme	Transaktionssysteme	Transaktionssysteme + Dokumentenmanagement-System + Data Warehouse System	Transaktionssysteme + Data Warehouse System + Dokumentenmanagement-System + Master Data Management System	Transaktionssysteme + Data Warehouse System + Dokumentenmanagement-System + Master Data Management System + Big Data Store
Integrationsgrad der Systeme	Überwiegend stand alone	Überwiegend integriert	Voll integriert	Voll integriert
Umfang digitaler Daten	Gigabyte	Gigabyte bis Terabyte	Gigabyte bis Terabyte	Terabyte bis Zettabyte
Anteil digitalisierter Daten	50–75 %	75–100 %	100 %	100 %
Datenqualität	Schlecht bis mittel	Mittel bis gut	Sehr gut	Sehr gut
Struktur der Daten	Strukturierte Daten	Strukturierte Daten	Überwiegend strukturierte und vereinzelt unstrukturierte Daten	Strukturierte, semistrukturierte und unstrukturierte Daten
Datenmanagementprozess (Data Governance)	Beliebig	Zum Teil definiert	Standardisiert	Standardisiert
Stammdatenharmonisierung	Nicht erfolgt	Vereinzelt erfolgt	Vollständig durchgeführt	Vollständig durchgeführt
Umfang der Datenauswertungen	Auf einzelne Transaktionssysteme begrenzt	In einzelnen Transaktionssystemen und zum Teil systemübergreifend	Überwiegend systemübergreifend	Systemübergreifend intern zusammen mit externen Daten z. B. aus dem Social Web (Data Blending)
Art der Datenauswertungen	Deskriptive Analysen	Deskriptive und diagnostische Analysen	Überwiegend deskriptive und diagnostische Analysen, vereinzelt prädiktive Analysen	Deskriptive und diagnostische Analysen, in höherer Anzahl auch prädiktive Analysen und einige präskriptive Analysen

In **Stufe drei** wird zusätzlich zu den Systemen aus Stufe 2 ein Master Data Management System eingesetzt über das die Harmonisierung der Stammdaten vorgenommen wird. Alle Systeme sind über Schnittstellen miteinander verbunden. Es gibt für alle Daten einen klar definierten Datenmanagementprozess, und die Qualität der Daten kann als sehr gut eingestuft werden. Die meisten Auswertungen erfolgen systemübergreifend im Data Warehouse. Neben internen werden auch einige externe Daten, neben strukturierten auch einige unstrukturierte Daten verarbeitet. Die Art der Auswertung reicht bis zu prädikativen Analysen.

In Stufe drei kann man im Hinblick auf die Daten von einem gut aufgestellten, traditionell digital transformierten Unternehmen sprechen. Für Unternehmen in **Stufe vier** gilt noch mehr. Es nutzt zusätzlich die aktuellen neuen Möglichkeiten der digitalen Transformation. Hier steht die Auswertung von Big Data im Fokus. Neben internen und strukturierten Daten werden im großen Umfang auch externe und unstrukturierte Daten ausgewertet. An dieser Stelle kommen Big Data Stores zum Einsatz. Die Daten aus dieser Quelle werden im Rahmen eines Data Blending mit den internen Daten aus einem Data Warehouse zusammengeführt. Alle oben beschriebenen Analysearten für Daten bis hin zu präskriptiven Analysen kommen zum Einsatz.

Ein **Assessment** zur Einstufung eines Unternehmens bzw. seiner Daten in die genannten vier Stufen erfolgt wie bei den anderen Elementen zeilenweise anhand der definierten Kriterien. Pro Kriterium wird für das Unternehmen durch die entsprechenden Fachexperten überprüft, welche der vier Ausprägungen maximal angenommen wird. Sind alle Zeilen überprüft, entsteht eine Profil-Linie, die vermutlich in einer ausgewählten Stufe ihren Schwerpunkt hat. Diese Stufe beschreibt dann zusammen mit den Abweichungen nach unten und nach oben den Reifegrad des Unternehmens in Bezug auf die digitale Transformation der Daten. Es besteht dann Transparenz des Unternehmens bezüglich der aktuellen digitalen Transformation seiner Daten und seiner Stärken und Schwächen im Hinblick auf die Daten. Neben der Profil-Linie, die die Ist-Situation beschreibt, wird auch hier das Soll-Profil eingetragen, welches pro Kriterium darstellt, wie sich das Unternehmen weiter entwickeln soll. Pro Kriterium sollten dann Maßnahmen definiert werden, die den Übergang vom Ist zum Soll ermöglichen.

Die Genauigkeit des Assessments ist in Abhängigkeit von den Kriterien beziehungsweise Messkriterien unterschiedlich zu bewerten. In einigen Fällen ist bei den Kriterien eine genaue Zuordnung zu den einzelnen Stufen nicht möglich. Dies liegt zum einen daran, dass die vordefinierten Ausprägungen in der Tabelle leicht unscharf sind. Zum anderen würde die genaue Messung zum Beispiel des Prozentsatzes digitalisierter Daten einen sehr hohen Aufwand verursachen. Die Ungenauigkeit wird bewusst in Kauf genommen, da erstens auf diese Weise pragmatisch und mit vertretbarem Aufwand gearbeitet werden kann und zweitens eine genauere Zuordnung für das beschriebene Vorgehen nicht zwingend erforderlich ist.

### 3.5.3 Handlungsempfehlungen und Vorteile

Die vorangegangene Beschreibung des Assessment hat grundsätzlich aufgezeigt, wie man das Thema Daten und deren Transformation weiterentwickeln kann. Noch nicht diskutiert worden ist die Frage, welche Stufe ein Unternehmen anstreben sollte. Die Antwort hängt sehr stark vom Ist-Profil ab.

Für Unternehmen in Stufe 1 ist es kaum sinnvoll oder möglich, direkt einzelne Kriterien-Ausprägungen von Stufe vier anzustreben. Ein „Aufräumen des Kellers“ scheint hier deutlich mehr geboten zu sein, da elementare Anforderungen im Bereich des Datenmanagements nicht erfüllt sind und sich bei den grundlegenden Arbeiten wahrscheinlich die meisten Potenziale heben lassen. Dieses „Aufräumen“ kann sich beispielsweise auf die Stammdaten-Qualität in den Transaktionssystemen beziehen. Eine ausreichende Datenqualität ist eine Voraussetzung, um Prozesse effizient und fehlerfrei durchführen und analysieren zu können.

Eine ähnliche Situation liegt in Stufe zwei vor. Auch hier liegen noch große Chancen im Heben der Potenziale der traditionellen digitalen Transformation. Die beim Übergang zu Stufe drei erforderlichen Stammdaten-Harmonisierungen und systemübergreifenden Auswertungen ermöglichen insbesondere im Einkauf in vielen Unternehmen erhebliche Einsparpotentiale. Der Einstieg ins Thema Big Data liegt nahe, wenn viele der Kriterien-Ausprägungen aus Stufe drei bereits erreicht sind. Sehr wohl mag es aber auch andere Situationen geben. Ist etwa das bisherige Geschäftsmodell nicht mehr tragfähig und ein datenbasiertes Geschäftsmodell (vgl. Abschn. 3.10.2) dringend geboten, müssen eventuell erste Ausprägungen von Stufe vier angestrebt werden, selbst wenn das Unternehmen sich aktuell in den Stufen eins und zwei bewegt und dies keine günstige Ausgangssituation darstellt.

Warum sollten die bisher beschriebenen Maßnahmen für ein Unternehmen durchgeführt werden? Am Anfang des Kapitels wurde an einigen Beispielen bereits herausgestellt, warum die Daten eine sehr hohe Bedeutung haben. Zusammenfassend lässt sich festhalten: In den beiden ersten Stufen dienen die Daten neben der Abwicklung der operativen Prozesse vor allem der Unterstützung und der Fundierung der Entscheidungsfindung. In Stufe zwei kommt mit Einsatz des DMS die Möglichkeit hinzu, auf Daten orts- und zeitunabhängig einfach zugreifen zu können und diese rechtssicher zu archivieren. In Stufe drei wird außerdem eine sehr hohe Prozesseffizienz begünstigt. Zusätzlich lassen sich signifikant Kosten einsparen, weil über Kunden, Lieferanten und Produkte übergreifend Transparenz besteht und beispielsweise Kundenbedürfnisse besser verstanden werden. Stufe vier erlaubt es zusätzlich, Maßnahmen viel vorausschauender zu planen und durchzuführen und möglicherweise ganz neue oder veränderte Geschäftsmodelle zu entwickeln (vgl. Abschn. 3.10.2).

Die digitale Transformation des Elements Daten liefert ebenso wie das Element Prozesse ein prägnantes Beispiel zur Unterscheidung zwischen traditioneller und neuer digitaler Transformation. Unternehmen bis Stufe drei bewegen sich überwiegend in der traditionellen digitalen Transformation, während Unternehmen, die die Stufe vier

erreichen, bereits in der neuen digitalen Transformation angekommen sind. Sowohl die traditionelle als auch die neue Transformation haben ihre Berechtigung und sind wie beschrieben, auf ihre Potenziale zu prüfen und unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten zu realisieren.

### 3.5.4 Beispiel

Im Weiteren soll am Fall eines fiktiven Landmaschinenherstellers aufgezeigt werden, wie dieser die neuen Möglichkeiten der digitalen Transformation im Hinblick auf die Daten nutzen kann. Größere Landmaschinenhersteller haben, wie andere Unternehmen auch, typischerweise eine IT-Landschaft vorliegen, die auf hohem Abstraktionsniveau wie in der linken Hälfte von Abb. 3.17 beschrieben werden kann. Diese IT-Landschaft wird in den meisten Fällen wahrscheinlich den Reifegrad von Stufe zwei oder drei erreicht haben. Liegt der Reifegrad eher im Bereich von Stufe zwei oder bei einzelnen Kriterien vielleicht sogar in Stufe eins, so sind erhebliche Anstrengungen erforderlich, um mit der traditionellen digitalen Transformation die möglichen Effizienzsteigerungen zu erreichen und wettbewerbsfähig zu bleiben. Gleichzeitig können aber insbesondere bei Landmaschinenherstellern die neuen auf Big Data beruhenden Ansätze der digitalen Transformation nicht unbeachtet bleiben.

Gelingt es dem Landmaschinenhersteller, permanent umfangreiche Betriebsdaten seiner verkauften Maschinen zu erheben, kann er über die prädiktiven und präskriptiven Analysen der Daten rechtzeitig erkennen, welche Teile ausgetauscht werden sollten, um ungeplante Stillstandzeiten zu vermeiden. Die Daten kann er seinen Kunden als zusätzlichen Service anbieten, so die Kundenbindung stärken und gleichzeitig das Ersatzteilgeschäft an sich binden. Gerade bei Landmaschinen muss ein Ausfall unbedingt vermieden werden, da viele von ihnen nur in der wenige Wochen dauernden Erntezeit zum Einsatz kommen. Ein Lohnunternehmen kann es sich nicht erlauben, auch nur einen halben Tag auf einen Kartoffelroder oder Mähdrescher zu verzichten. Der Landmaschinenhersteller kann aus den erhobenen Betriebsdaten auch das Nutzungsverhalten seiner Kunden erkennen und prüfen, ob diese richtig dimensionierte Maschinen gekauft haben. Eventuell empfiehlt er nächstes Mal, eine kleinere oder größere Maschine zu kaufen. Das Nutzungsverhalten kann ihn auch veranlassen, Achsen oder ähnliches anders auszulegen und insgesamt die technische Entwicklung der Maschinen zu optimieren. Seine Lieferanten werden sich für die erhobenen Daten ebenfalls interessieren. Sie wollen vielleicht wissen, welche der gelieferten Systeme und Einzelteile unter welchen Bedingungen nach welcher Zeit ausgefallen sind. Für diese Daten sind die Lieferanten wahrscheinlich bereit zu bezahlen.

Erhebt der Landmaschinenhersteller über eine IT-Plattform die Positionsdaten der bei einem Kunden im Einsatz befindlichen Maschinen, so kann er als zusätzlichen Service anbieten, den Einsatz der Maschinen zu koordinieren. Die Maschinen melden sich auf seiner Plattform an und werden über sie miteinander vernetzt. Ein Mähdrescher, der

registriert, dass sein Korn-Tank fast voll ist, sendet diese Information automatisch an die Plattform. Diese ermittelt, welche Traktoren mit welchen Ladewagen verfügbar sind und sendet dem geeignetsten Traktor einen Fahrauftrag. Dabei berücksichtigt sie Wetterdaten und gibt vor, ob mit minimalem Kraftstoffverbrauch oder mit maximaler Geschwindigkeit gefahren werden soll. Hat der Ladewagen das Getreide übernommen, wird die entsprechende Menge automatisch an das IT-System des landwirtschaftlichen Betriebes gesendet.

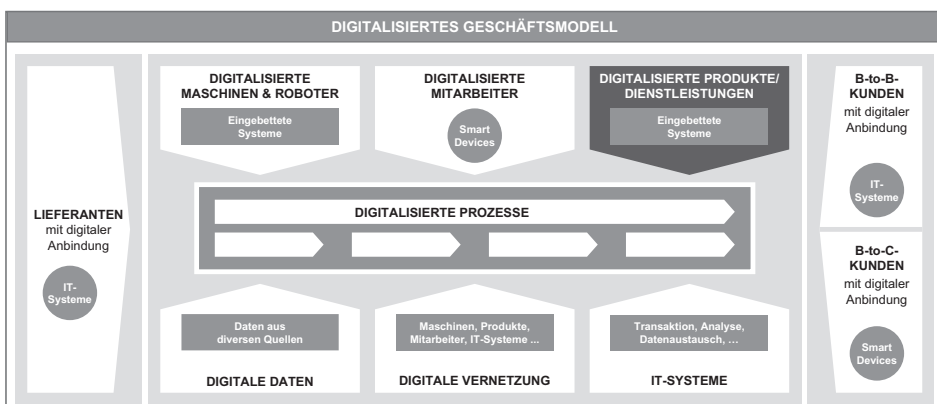
Das Beispiel verdeutlicht die zentrale Bedeutung der Daten für das digitale Unternehmen. Die Unternehmen müssen einerseits noch nicht gehobenen Potenziale der traditionellen digitalen Transformation von Daten bis zu Stufe drei realisieren und gleichzeitig in Stufe vier tätig werden, um über ein verändertes beziehungsweise erweitertes Geschäftsmodell den Anschluss im Wettbewerb nicht zu verlieren oder um den Wettbewerbern voraus zu sein.

## 3.6 Produkte und Dienstleistungen

### 3.6.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

#### 3.6.1.1 Überblick

Produkte und Dienstleistungen sind im digitalen Unternehmen Objekte der digitalen Transformation im weiteren Sinne (vgl. Abb. 3.18 und Abschn. 2.2). Sie sind ein Objekt der digitalen Transformation, da sie wie im Überblick dargestellt digitale Technologie implantiert bekommen. Für ein gemeinsames Verständnis der Rolle der Produkte im digitalen Unternehmen sind zunächst relevante Begriffe zu erläutern und Zusammenhänge darzustellen. Darauf aufbauend wird ein Bewertungsraster für die Analyse und Weiterentwicklung von Produkten vorgestellt. Nach der Ableitung von Handlungsempfehlungen konkretisieren zwei Praxisbeispiele die vorherigen Ausführungen.



**Abb. 3.18** Das Element Produkte im digitalen Unternehmen

### 3.6.1.2 Typen von Produkten

Zunächst sind die Begriffe analoges, digitalisiertes, intelligentes und digitales Produkt zu definieren und voneinander abzugrenzen (vgl. Abb. 3.19). Zahlreiche Produkte, die ehemals nur aus physischen bzw. mechanischen und elektrischen Komponenten bestanden, sind inzwischen zu komplexen Systemen weiterentwickelt worden: Ein **analoges Produkt** wird durch Sensoren, Mikroprozessoren, Software und Vernetzungstechnologie (eingebettete Systeme) zu einem **digitalisierten Produkt**. Ein solches Produkt kann Nutzungs- und Umweltdaten sammeln und diese mit anderen Produkten, IT-Systemen, Maschinen, Mitarbeitern oder Kunden austauschen und Funktionen steuern. Beispielhafte Technologien zur Erfassung der Umwelt sind GPS (Global Positioning System zur Positionsbestimmung), Schall- oder Licht-Sensoren. Für die drahtlose Datenübertragung werden Technologien wie etwa RFID (Radio Frequency Identification zur drahtlosen Identifikation und Lokalisierung von Objekten mittels Transponder), NFC-Chips (Near-Field Communication; Nahfeldkommunikation auf Basis elektromagnetischer Induktion), Bluetooth (Standard für drahtlosen Datenaustausch, insbesondere zwischen mobilen Geräten), ZigBee (Standard für drahtlose Funknetzwerke) oder WLAN (Wireless Local Area Network; drahtloses lokales Netzwerk mit Funkkommunikation) eingesetzt.

Von einem digitalisierten Produkt ist ein **intelligentes Produkt** abzugrenzen. Dabei handelt es sich um ein digitalisiertes Produkt, das die gesammelten Daten eigenständig analysiert und selbsttätig auf das Analyseergebnis reagiert. Digitalisierte bzw. intelligente Produkte lassen sich zur Prozessoptimierung sich selbst steuernder, vernetzter Systeme nutzen. Ein Beispiel: Ein analoger Scheibenwischer, der aus Wischerarm, -blatt und Antrieb besteht, wird durch Knopfdruck des Fahrers aktiviert. Bei einem digitalisierten Scheibenwischer initiieren die Daten eines Feuchtigkeitssensors automatisch die Wischaktivität. Ein intelligenter Scheibenwischer überträgt außerdem die Nutzungsdaten

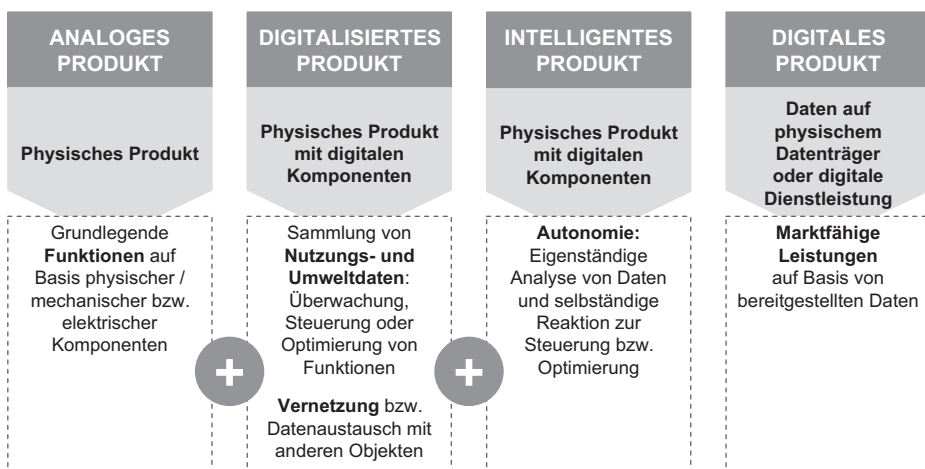


Abb. 3.19 Produkt-Typen in Abhängigkeit vom Digitalisierungsgrad



an einen Speicher, um automatisiert eine Meldung bezüglich des präventiven Austauschs der Wischerblätter zu generieren – und zwar, bevor die Wischfähigkeit des Scheibenwischers verschleißbedingt stark beeinträchtigt ist (vgl. prädiktive Wartung, Abschn. 3.5). Diese Wartungsmeldung kann entweder auf einem Display des Armaturenbretts erscheinen oder auf ein mobiles Endgerät des Autobesitzers übertragen werden. Die aggregierten Nutzungsdaten aller Kunden liefern dem Hersteller Hinweise zur Optimierung des Scheibenwischers.

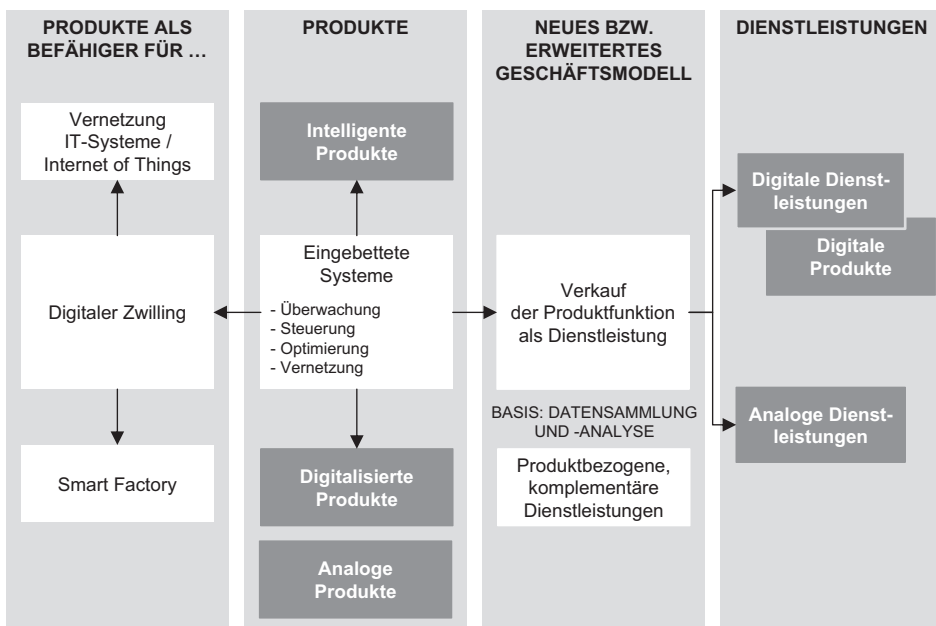
Ein **digitales Produkt** unterscheidet sich von einem digitalisierten beziehungsweise intelligenten Produkt dadurch, dass das Produkt entweder auf einem Datenträger digitale Daten bereitstellt (z. B. E-Book, CD, DVD) oder selbst nicht physisch, sondern nur immateriell in Form digitaler Daten existiert. Ein Beispiel für ein immaterielles Produkt ist ein über einen Streaming-Dienst bereitgestelltes Musikstück oder das Hosting von Websites. Ein solches immaterielles Produkt lässt sich auch als Dienstleistung verstehen: Dienstleistungen sind immaterielle Güter, die durch das Merkmal der Gleichzeitigkeit von Erstellung und Verbrauch gekennzeichnet sind. Digitale Dienstleistungen sind marktfähige Leistungen der IT-Systeme eines Anbieters, die mittels Datenaustausch über das Internet oder andere Netzwerke für einen Kunden erbracht werden. Dabei ist die Erbringung der digitalen Dienstleistung automatisiert oder bedarf nur minimaler menschlicher Beteiligung.

Im Folgenden stehen **digitalisierte bzw. intelligente Produkte** im Fokus. Drei Elemente konstituieren ein solches Produkt: Physische Komponenten, eingebettete Systeme und Komponenten zur Vernetzung. **Physische Komponenten** sind die physischen bzw. mechanischen und elektrischen Teile, welche die analogen Produktfunktionen realisieren. Ein Beispiel sind Wischerarm und Antrieb des oben genannten Scheibenwischers. Digitale bzw. intelligente Komponenten umfassen sogenannte eingebettete Systeme. Das zweite Element, die **eingebetteten Systeme** (engl. embedded systems) bestehen aus aufeinander abgestimmten IT-Komponenten wie beispielsweise Sensoren, Mikroprozessoren und Software. Diese sind integraler Bestandteil eines Gerätes oder einer Maschine, um eine genau definierte Aufgabe abzubilden. Ein Beispiel ist die Datensammlung und -analyse für die Überwachung und Steuerung der Produktfunktionen. So lassen sich Betriebsdaten einer Maschine im Zeitablauf speichern, die für die Instandhaltungsplanung ausgewertet werden. Ebenso können Konfigurationsdaten auf einer Fertigungsmaschine gespeichert werden, um die Inbetriebnahme durch das Entfallen manueller Konfigurationsschritte zu beschleunigen.

Das dritte Element digitalisierter bzw. intelligenter Produkte ist die **Konnektivität bzw. Vernetzungsfähigkeit** zum Datenaustausch mit anderen Objekten. Komponenten, die der Vernetzung dienen, sind Schnittstellen, Antennen, Protokolle und Kommunikationsnetzwerke für den Datenaustausch mit anderen Objekten. Diese Objekte sind andere Produkte, die Cloud des Produkts (vgl. Abschn. 3.9) sowie IT-Systeme, Maschinen oder Mitarbeiter in der Wertschöpfungskette. Beispielsweise können die Nutzungsdaten des Scheibenwischers bei der Wartung in der Kfz-Werkstatt elektronisch ausgelesen werden. Kfz-Hersteller können Fernwartungen über das Internet oder automatisierte Software-Updates



aller bei Kunden aktiven Produkte durchführen. Produkte lassen sich zudem untereinander vernetzen. Beispielsweise werden zwei Landmaschinen zum Säen und zum Düngen mit Geolokationsdaten verknüpft, um die beiden Prozesse optimal aufeinander abzustimmen. Dabei beschreibt der Begriff **Internet der Dinge** (Internet of Things, IoT) die digitale Vernetzung von Objekten zwecks Datenaustausch – sowohl zwischen Produkten als auch mit anderen Objekten wie etwa Maschinen (vgl. Abschn. 3.9). Die Verknüpfung der realen mit der digitalen Welt basiert auf dem virtuellen Modell eines Produkts, der damit zusammenhängenden Prozesse und anderer Objekte. Ein solches computergestütztes Abbild der Realwelt wird als **digitaler Zwilling** bezeichnet, da es die Objekte der realen Welt in der IT-Welt digital abbildet: Jedes Produkt erzeugt einen digitalen „Schatten“ durch die Kommunikation beispielsweise seiner Zustands-, Lokations- und Betriebsdaten (vgl. Abschn. 3.9). Wenn alle relevanten realen Objekte in einem Gesamtmodell abgebildet sind, kann das Gesamtsystem überwacht und auf Basis der Simulation von Handlungsoptionen gesteuert werden, sowohl unternehmensintern als auch in unternehmensübergreifenden Netzwerken. Zum Beispiel nutzt der digitale Zwilling die RFID-Sensordaten eines bestimmten Produkts, um dessen genaue Position in einer Fertigungslinie zu lokalisieren und so die Fertigungssteuerung im Zusammenspiel mit den ebenfalls vernetzten Maschinen und Transportmitteln laufend zu optimieren (zu Smart Factory vgl. Abschn. 3.9). Abb. 3.20 bietet einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen den bisher vorgestellten Begriffen.



**Abb. 3.20** Überblick der grundlegenden Begriffe und Zusammenhänge

### 3.6.1.3 Funktionen und Fähigkeiten digitalisierter bzw. intelligenter Produkte

Die Produktfunktionen und -fähigkeiten, die digitalisierte bzw. intelligente Produkte von analogen Produkten abgrenzen, lassen sich auf die Aspekte **Überwachung, Steuerung, Optimierung, Autonomie und Vernetzung** verdichten. Diese können einerseits für sich allein einen Nutzen für den Kunden oder den Hersteller generieren. Andererseits bauen sie teilweise sukzessive aufeinander auf. Die **Fähigkeit zur Überwachung** umfasst die Kontrolle des Zustands des Produkts, der Betriebsparameter und der Umweltbedingungen mittels Sensoren, die physikalische Daten wie die Temperatur oder den Füllstand eines Behälters messen. Auf Basis dieser Daten lassen sich Leistungsparameter des Produkts dynamisch anpassen oder zentrale IT-Systeme über Statusänderungen informieren. So kann ein Vibrationssensor den bevorstehenden Defekt eines Radlagers vor seinem Eintreten erkennen und den Reparaturbedarf frühzeitig melden. Die **Steuerung** erfolgt bei digitalisierten bzw. intelligenten Produkten über Algorithmen, die im Produkt selbst integriert oder in einer mit dem Produkt verknüpften Cloud hinterlegt sind. Über einen Sensor registriert das Produkt veränderte Umweltbedingungen und kann mit Hilfe eines sogenannten Aktors eigenständig darauf reagieren. Ein Aktor ist ein Bauelement, welches das elektrische Signal des Sensors in mechanische Energie oder andere physikalische Größen umwandelt. Ein Beispiel ist ein Thermostat, das in Abhängigkeit der über einen Temperaturfühler gemessenen Raumtemperatur automatisch die Intensität einer Klimaanlage steuert. Insofern ist die Fähigkeit zur Steuerung auch eine Voraussetzung zu autonomen Aktionen beziehungsweise der Interaktion mit der Umgebung des Produkts (vgl. den Aspekt der Autonomie).

Die vorher genannten Überwachungs- und Steuerungsfähigkeiten sind Voraussetzung für die **Optimierung** des Produkts. Datenanalyse und selbständige Reaktionsmöglichkeiten des Produkts können seine Leistungsfähigkeit und Personalisierung verbessern. So lässt sich die erwähnte Klimaanlage nicht nur durch ein Thermostat steuern, sondern ebenso mit einer videobasierten Gesichtserkennung koppeln. Diese identifiziert automatisch die Person, die den Raum betritt, um eine im individuellen Personenprofil vordefinierte Raumtemperatur zu erzeugen. Die Kopplung der Überwachungsdaten der individuellen Klimaanlagen mit den Klimaanlagen aller Nutzer und den Reparaturdaten im Zeitablauf ermöglicht das Angebot vorausschauender Wartungsdienstleistungen und zwar vor dem Eintreten eines verschleißbedingten Defekts. Der After-Sales-Service lässt sich durch prädiktive (Fern-)Wartung verbessern. Ebenso sinken Kosten und Zeitaufwand für Reparaturen: Wenn das Produkt im Vorfeld meldet, an welchem Teil ein Defekt aufgetreten ist, kann dies nach einer digitalen Ferndiagnose in Echtzeit bestellt werden, so dass der Reparaturtechniker das richtige Teil zum Kunden bringt. Die Datenanalyse dient nicht nur zur Optimierung der Nutzung des aktuellen Produkts. Ebenso lassen sich aus der Analyse des Nutzungsverhaltens die Produkteigenschaften von Neuentwicklungen besser auf die Kundenbedürfnisse abstimmen. Die Analyse der Nutzungsdaten kann Cross-Selling-Potenziale aufzeigen: So kann eine dauerhaft hohe Auslastung einer Fertigungsmaschine einen Hinweis auf einen zusätzlichen Bedarf an Kapazität liefern, die

der Kunde unter Umständen selbst noch nicht identifiziert hat. Für die Innovation von Geschäftsmodellen (vgl. Abschn. 3.10) kann die Datenanalyse Impulse geben, um neue, produktbezogene Dienstleistungen auf dem Markt anzubieten. Der Anbieter der Klimaanlage kann vielleicht eine Fernwartung über das Internet anbieten. Der Händler aus dem vorgenannten Scheibenwischer-Beispiel kann ein mehrjähriges Abonnement als Ertragsmodell aufsetzen, das den kostenpflichtigen Austausch der Wischerblätter bei einem bestimmten Verschleißgrad vorsieht. Der Verschleißgrad wird aus den Nutzungsdaten des individuellen Kunden im Vergleich zum durchschnittlichen Verschleiß aller Kunden abgeleitet. Der Mehrwert für den Kunden besteht in der klaren Sicht und der Bequemlichkeit durch automatisierte Benachrichtigung über den anstehenden Austausch.

Die **Autonomie** ist die vierte Fähigkeit, die digitalisierte bzw. intelligente Produkte von analogen Produkten abgrenzt. Die Basis für das autonome Handeln des Produkts bilden die oben genannten Fähigkeiten zur Überwachung, Steuerung und Optimierung. Ein Beispiel: Ein Staubsaugerroboter kann Räume selbstständig reinigen, indem er zunächst mittels Sensoren den Grundriss scannt und die Art des Bodenbelags identifiziert. Darauf basierend berechnet er seine Fahrwege und die Saugmethode. Weitere Ausbaustufen sind die Selbst-Diagnose des eigenen Wartungsbedarfs oder die dynamische Anpassung der Produkteigenschaften an die individuellen Bedürfnisse verschiedener Nutzer. Der Grad der Autonomie lässt sich durch die Lernfähigkeit des Produkts (vgl. Machine Learning, Abschn. 3.2) steigern. Beispielsweise kann ein autonomer Staubsaugerroboter, der beim Saugvorgang geografische Daten sammelt, eigenständig lernen, wie er den Fahrweg beim nächsten Saugvorgang im selben Zimmer im Hinblick auf Wegstrecke und Energieverbrauch optimieren kann.

Die **Vernetzungsfähigkeit** ist eine weitere Fähigkeit digitalisierter bzw. intelligenter Produkte: Erst die Vernetzung beispielsweise mit der Cloud des Produkts, anderen Produkten, IT-Systemen, dem Internet oder Menschen ermöglicht den Datenaustausch mit diesen Objekten und damit eine übergreifende Nutzung der Produktdaten in einem Netzwerk (vgl. Abschn. 3.9).

Die geschilderten Fähigkeiten digitalisierter bzw. intelligenter Produkte oder Produktkomponenten sind nicht nur für den Endkunden relevant, sondern spielen ebenso eine zentrale Rolle bei Fertigungskonzepten wie der **Smart Factory** im Rahmen der Industrie 4.0. Das Bauteil eines Produkts ist über ihre auslesbaren Daten von den Fertigungsmaschinen digital identifizierbar. Die Bauteile „kennen“ ihren Status und die ausstehenden Bearbeitungsgänge, so dass sie autonom ihren Weg durch das Fertigungsnetzwerk finden können (vgl. Abschn. 3.7 und 3.9).

Ergänzend zu den vorherigen Ausführungen besteht eine enge Verbindung des Elements „Produkte“ mit dem Element „Geschäftsmodell“ (vgl. Abschn. 3.10). Die Digitalisierung der Produkte ermöglicht insbesondere das Konzept des „**product-as-a-service**“: Statt ein materielles Produkt zu verkaufen, wird dem Kunden die Nutzung einer Maschine beispielsweise auf Basis der Nutzungsdauer in Stunden oder der verbrauchten Energie in kWh in Rechnung gestellt. Komplementäre, produktbezogene Dienstleistungen, die einen zusätzlichen Mehrwert für den Kunden stiften (sog. **value-added services**), können selbst

oder über Partner in der Wertschöpfungskette angeboten werden. Außerdem lassen sich Nutzungs- und Betriebsdaten an andere Unternehmen oder die eigenen Kunden verkaufen.

Nach dem Schaffen eines gemeinsamen Verständnisses zu zentralen theoretischen Grundlagen werden im folgenden Abschnitt die Stufen der digitalen Transformation von Produkten vorgestellt.

### 3.6.2 Stufen der digitalen Transformation und Assessments

Im Folgenden ist die Frage zu beantworten, wie sich mit Hilfe der Digitalisierung neue Produkte entwickeln oder bestehende Produkte weiterentwickeln lassen, so dass für den Kunden und/oder das Unternehmen ein Mehrwert entsteht. Dafür wird ein Reifegradmodell zur Bewertung des Digitalisierungsgrads von Produkten vorgestellt. Mit diesem Bewertungsraster lässt sich zum einen die Ist-Situation eines Produkts beurteilen. Zum anderen lassen sich anhand der Bewertungsstufen Handlungsempfehlungen ableiten, um die Ist-Situation zu einer Soll-Situation weiterzuentwickeln. Als Merkmale zur Bewertung der Produkte dienen dabei die Fähigkeiten des Produkts zur Überwachung, Steuerung, Optimierung, Autonomie und Vernetzung. Dabei bauen die Fähigkeiten teilweise aufeinander auf, so erfordert eine Steuerungsfunktion die Fähigkeit zur Überwachung (vgl. das o. g. Beispiel des Staubsaugerroboters).

Die Stufe eins in Tab. 3.13 repräsentiert ein analoges Produkt, das keine Fähigkeiten zur digitalen Überwachung, Steuerung oder Optimierung von Produktfunktionen aufweist. Das Produkt hat weder die Fähigkeit zum autonomen Handeln noch zum Datenaustausch mit anderen vernetzten Objekten. Die Stufen zwei bis vier repräsentieren in aufsteigender Reihenfolge höhere Reifegrade digitalisierter bzw. intelligenter Produkte. Auf die explizite Berücksichtigung rein digitaler Produkte in Form immaterieller Dienstleistungen wird im Reifegradmodell verzichtet. Zahlreiche Ansatzpunkte für die Digitalisierung von Dienstleistungen oder digitalen Produkten werden in den Kapiteln zur digitalen Anbindung von Kunden (vgl. Abschn. 3.2) und der Digitalisierung von Prozessen (vgl. Abschn. 3.1) vorgestellt.

Als **Beispiel** zur konkreten Anwendung des Reifegradmodells (vgl. Tab. 3.13) dient eine handelsübliche elektrische Zahnbürste. Diese weist keine Sensoren zur Überwachung der Nutzung auf, hat keine integrierte Software zur Steuerung und nutzt keine Algorithmen, um den Betrieb und die Nutzung zu optimieren. Eine Vernetzung zum Datenaustausch mit anderen Objekten ist nicht vorhanden. Entsprechend ist sie im Hinblick auf die Bewertungskriterien Überwachung, Steuerung, Optimierung, autonomes Handeln und Vernetzung auf der Stufe eins der Reifegrade anzusiedeln. Für die Weiterentwicklung des Produkts liefert das Reifegradmodell zahlreiche Anregungen: Im Hinblick auf die **Überwachungsfähigkeit** können Drucksensoren bei zu starker Druckausübung durch den Nutzer akustische Warnmeldungen auslösen, um einer Beschädigung des Zahnschmelzes vorzubeugen (Stufe 2). Im Hinblick auf die **Steuerung** der Produktfunktionen und die Personalisierung der Nutzung sind ebenso

**Tab. 3.13** Reifegradmodell für das Element Produkte

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
<b>Überwachung</b> des Zustands des Produkts, der Umwelt- bedingungen sowie der Betriebs- und Nutzungspara- meter	Kein(e) Sensor(en) für Überwa- chungsfunkti- onen	Sensor(en) integriert bzw. externe Daten- quellen liefern Überwachungs- daten. Einer der links genannten Aspekte wird überwacht, z. B. Detektion von Ausfällen	Mehrere der links genannten Aspekte werden überwacht. Bspw. neben Detektion von Ausfällen ebenso Betriebs- daten zur Fehler- diagnose	Sensoren und externe Datenquellen ermög- lichen umfassende Über- wachung: Zustand, Umweltbedingungen sowie Betriebs- und Nutzungsparameter
<b>Steuerung</b> der Produkt- funktionen und Persona- lisierung der Nutzung	Keine Software zur Steuerung	Software (in einem eingebette- ten System oder in der Cloud des Produkts) ermög- licht Steuerung einer Produkt- funktion auf Basis der Überwa- chungsdaten	Software ermög- licht Steuerung mehrerer Pro- duktfunktionen. Eingeschränkte Personalisierung der Nutzung	Software ermöglicht die Steuerung der Mehrzahl der Pro- duktfunktionen und umfangreiche Persona- lisierung der Nutzung
<b>Optimierung</b> des Betriebs bzw. der Nutzung des Produkts auf Basis der Über- wachungs- und Steuerungs- daten	Keine Algo- rithmen, zur Optimierung von Betrieb bzw. Nutzung	Optimierung ein- zelner Leistungs- parameter des Produkts	Umfassende Optimierung einer Mehrzahl der Leistungs- parameter des Produkts	Zusätzlich zur Leis- tungsoptimierung: Analyse der Daten für Prognose von Defekten, Wartung und Reparatur. Ebenso Innovationsimpulse für Produktentwicklung
<b>Autonomie</b> auf Basis von Überwa- chungs-, Steu- erungs- und Optimierungs- daten	Keine eigenständige Änderung der Betriebspara- meter	Produkt reagiert eigenständig auf Basis der punktu- ellen Auswertung ausgewählter Überwachungs-, Steuerungs- und Optimierungs- daten	Produkt reagiert eigenständig auf Basis der umfassenden Auswertung der Überwachungs-, Steuerungs- und Optimierungs- daten	Hoher Grad der Auto- nomie des Produktbe- triebs. Eigenständige Koor- dination des Betriebs mit anderen Produkten bzw. Systemen. Autonome Leistungs- optimierung und Personalisierung der Nutzung. Selbst-Diagnose und Selbst-Wartung bzw. Reparatur

(Fortsetzung)

**Tab. 3.13** (Fortsetzung)

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
<b>Vernetzung</b> Konnektivität bzw. Kommunikationsfähigkeit mit anderen Produkten, Maschinen, IT-Systemen oder Menschen	Keine digitale Vernetzungsfähigkeit zum Datenaustausch mit anderen Objekten	Technische Schnittstellen nur eingeschränkt vorhanden, z. B. sendet bzw. empfängt das Produkt I/O Signale	Umfangreiche Vernetzungsmöglichkeiten, z. B. über Feldbus- oder Industrial-Ethernet-Schnittstellen	Produkt ist mit Internet vernetzt bzw. hat digitalen Zwilling für die Abbildung im Internet of Things. Möglichkeit eindeutiger Identifikation des Produkts

digitale Weiterentwicklungen denkbar. Auf Basis der Überwachungsdaten des Drucksensors wird die Zahnbürste zum Schutz des Zahnschmelzes automatisch gestoppt, wenn ein kritischer Schwellwert erreicht wird (Stufe 2). Auch der Aspekt der **Vernetzung** eröffnet Weiterentwicklungsmöglichkeiten: Über eine mit der Cloud der Zahnbürste vernetzte App auf einem Smartphone lässt sich der jeweilige Nutzer identifizieren und eine personalisierte Bürstengeschwindigkeit ansteuern. Im Hinblick auf die **Optimierung** des Betriebs auf Grundlage der Überwachungs- und Steuerungsdaten ist es vorstellbar, dass in Abhängigkeit des Batteriealters und der Nutzungsdauer optimale Ladeintervalle für die Batterie abgeleitet werden, die ihre Leistungsfähigkeit verbessern und die Lebensdauer verlängern. Zudem ermöglicht eine digitalisierte, intelligente Zahnbürste die Erweiterung des **Geschäftsmodells** über den reinen Verkauf der Hardware hinaus (vgl. Abschn. 3.10). Die elektrische Zahnbürste kann mit einer App gekoppelt werden, um die Putzgewohnheiten des Nutzers zu verbessern (Stufe 3). Dies geschieht über komplementäre digitale Dienstleistungen wie zum Beispiel einer grafischen Fortschrittskontrolle des Putzvorgangs und Feedback zur Gründlichkeit. Lernspiele für Kinder werden in Echtzeit über die Putzbewegung gesteuert, um so die Motivation zum Zähneputzen zu erhöhen und das Putzergebnis datenbasiert zu optimieren. Die Überwachung der Nutzungsdaten ermöglicht ebenso eine radikale Änderung des Geschäftsmodells: Statt des bisherigen Verkaufs der physischen Zahnbürste werden Erträge auf Basis der abgerufenen Leistung erwirtschaftet. Die Abrechnungsbasis mit dem Kunden ist nicht mehr die Anzahl der verkauften Zahnbürsten, sondern die Nutzungsdauer oder die monatlich geputzten Minuten. Damit wird das physische Produkt in eine digitale Dienstleistung überführt (vgl. „product-as-a-service“). Die komplementäre Hardware in einem solchen Modell ist dem Nutzer etwa als kostenlose Leihgabe zur Verfügung zu stellen. Die Betriebsdaten können in aggregierter Form an Krankenversicherungen verkauft werden, die auf dieser Basis Bonussysteme oder Schulungen für die Versicherungsnehmer entwickeln können.

### 3.6.3 Handlungsempfehlungen und Vorteile

Im Folgenden werden die vorgenannten **Vorteile der Produktdigitalisierung** zusammengefasst und danach Handlungsempfehlungen für Unternehmen aufgezeigt. Zusammenfassend konzentrieren sich die **Fähigkeiten** digitalisierter bzw. intelligenter Produkte auf die Aspekte Überwachung, Steuerung, Optimierung, Autonomie und Vernetzung. Diese können einerseits für sich allein einen Nutzen für den Kunden oder den Hersteller generieren. Andererseits bauen sie sukzessive aufeinander auf. Die Fähigkeit eines Produkts zur **Überwachung** des Produktzustandes, der Umweltbedingungen sowie der Betriebs- und Nutzungsparameter ermöglicht die digitale Kontrolle der Produktfunktionen. Die Überwachungsdaten können zum einen zur **Steuerung** der Produktfunktionen und zur Personalisierung der Nutzung verwendet werden. Zum anderen lassen sich diese Daten zur **Optimierung** der Produktleistung, zur Prognose von Defekten und für vorausschauende Instandhaltung nutzen. Betriebs- und Nutzungsdaten spiegeln die Kundenbedürfnisse wider und liefern damit Anregungen für die Neuproduktentwicklung in Bezug auf neue Funktionalitäten. Ein hoher Grad an **Autonomie** des Produktbetriebs erlaubt die eigenständige Koordination des Betriebes mit anderen Produkten und Systemen, Personalisierung der Nutzung, selbstständige Leistungsoptimierung und Selbst-Diagnose von Verschleiß und Fehlfunktionen. Über die **Vernetzung** eines Produkts mit dem Internet oder anderen Netzwerken können Daten mit anderen Objekten ausgetauscht werden. Dabei ist die Möglichkeit zur weltweit eindeutigen digitalen Identifikation des Produkts beziehungsweise seiner Abbildung in einem digitalen Zwilling die Basis für das Internet of Things. Diese Fähigkeiten bilden das Fundament für die folgenden Vorteile.

Das Sammeln und Analysieren der Nutzungs- und Betriebsdaten des Produkts schafft nicht nur Wissen darüber, wie die Kunden das Produkt nutzen und welche Bedürfnisse der Nutzung zu Grunde liegen. Echtzeitdaten über Nutzung und Leistung der Produkte beim Kunden ermöglichen **Kostensenkungen** sowohl **im Kunden- bzw. Außendienst** als auch im **Ersatzteilbestand** durch vorausschauende Wartung und Instandhaltung. Die Prüfung von Garantieansprüchen wird erleichtert, nicht zuletzt sind Garantieverletzungen durch falsche Nutzung datenbasiert erkennbar.

Die Datenauswertung gestattet ebenso eine sehr granulare **Kundensegmentierung** bis hin zum „Segment“ eines einzelnen Kunden. Dies erlaubt kundenindividuelles Marketing und einzelkundenbezogene Preisgestaltung, um sich vom Wettbewerb zu differenzieren. Die Digitalisierung eröffnet neue Möglichkeiten für das Schaffen **kundenindividueller Produktvarianten**, die beispielsweise auf personalisierten Nutzungsprofilen basieren. Die Varianten werden beim software-basierten Customizing digital erzeugt – das physische Produkt bleibt unverändert bestehen. Insofern führt die höhere Variantenvielfalt am Markt nicht zu höherer Komplexität in den Einkaufs-, Produktions- und Logistikprozessen. Wahrscheinlich lässt sich sogar die Anzahl der physischen Komponenten des bestehenden Produktportfolios senken, wenn die variantendifferenzierenden Merkmale der Produkte mittels Software statt über elektromechanische Komponenten realisiert werden. Beispiele sind landesspezifische Konfigurationen einer



Touchscreen-Tastatur oder Leistungsvarianten eines Elektroautos durch digitale Anpassung der Batteriekapazität. Dadurch sinken die **Koordinationskosten** in der Wertschöpfungskette, die über die Anzahl der Komponenten in Beschaffung, Produktion und Logistik determiniert werden. Unternehmen sollten systematisch ihr Produkt-Portfolio in Bezug auf Ansatzpunkte zum Nutzen der vorgenannten Potenziale untersuchen.

Die **Dynamik des Wettbewerbs** mit anderen Unternehmen ist nicht zu unterschätzen. Neue, sogenannte disruptive Geschäftsmodelle, die nicht auf dem materiellen Produkt, sondern auf digitalen Dienstleistungen im Zusammenhang mit Datensammlung und -analyse basieren, können die bestehende Wettbewerbssituation einer Branche schnell auflösen (vgl. Abschn. 3.10). So haben zum Beispiel Küchenmaschinenhersteller und Lebensmitteleinzelhändler bisher nicht miteinander konkurriert. Allerdings hat sich die Wettbewerbssituation durch die digitale Integration eines Liefer-Services für Lebensmittel in das Produkt-Service-Bündel des Thermomix schlagartig verändert (vgl. Abschn. 3.2). Zudem bedrohen digitale Produkte die materiellen Alternativen. Ein Beispiel ist das E-Book (elektronisches Buch), welches das konventionelle Buch aus Papier sukzessive vom Markt verdrängt. Insofern sind bei der Konkurrenzanalyse neben den bestehenden Wettbewerbern ebenso potenzielle neue Leistungsanbieter und Substitute bestehender Produkte zu berücksichtigen. Unternehmen sollten ihr bestehendes Geschäftsmodell frühzeitig auf den Prüfstand stellen und die Fragen beantworten, welche Daten einen Wert für eine Produktfunktion schaffen, welche Daten die Effizienz der Wertschöpfungskette erhöhen und welche Daten für Produktverbesserungen erfasst und analysiert werden sollten. Dabei müssten Unternehmen früher als der Wettbewerb digitalisierte Produkte anbieten, um als Pionier am Markt ein Preis-Premium abzuschöpfen, Lernkurveneffekte zu nutzen und sich frühzeitig die Rechte an relevanten Daten zu sichern.

Bei der Digitalisierung ihrer Produkte sollten Unternehmen verschiedene **Risiken** beachten. Aus technischer Perspektive lassen sich zahlreiche neue Funktionen eines Produkts entwickeln. Vor dem Hintergrund der höheren Fixkosten für die Entwicklung eines komplexeren Produktdesigns und den Betrieb der IT-Infrastruktur ist aber kritisch zu prüfen, welchen Nutzen eine neue Funktion für die Kunden bietet, ob die Kunden dafür zu zahlen bereit sind und ob sie die Bedienungsfreundlichkeit beeinträchtigt. Werden neue Funktionen hinzugefügt, so ist zu entscheiden, ob diese durch ein eingebettetes System im Produkt selbst abgebildet oder mittels Vernetzung mit einer Cloud des Produkts realisiert werden. Kriterien für diese Entscheidung sind neben den Kosten die erforderlichen Antworten, beziehungsweise Reaktionszeiten beim Abruf einer Funktion, der Automatisierungsgrad, der Ort der Nutzung, die Netzwerkverfügbarkeit aus Kundensicht, Anforderungen an Zuverlässigkeit und Datensicherheit sowie die Häufigkeit der Nutzung produktbezogener Dienstleistungen und Upgrades. So ist bei einer nicht stabilen Netzwerk-Verfügbarkeit eine Abbildung der Funktion im Produkt selbst einer Cloudbasierten Lösung vorzuziehen. Demgegenüber sprechen vielfache Software-Upgrades oder ein hybrides Geschäftsmodell, das auf einer Produkt-Service-Kombination beruht, für eine Cloud-Lösung, um die Datenübermittlung zu vereinfachen.



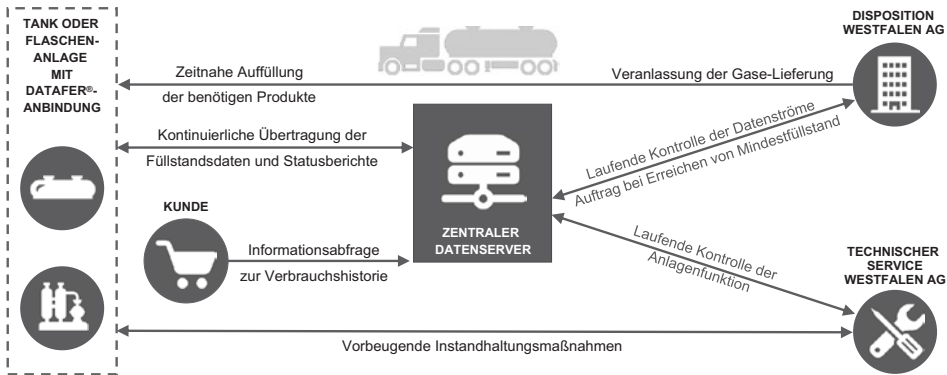
Der digitale Datenaustausch und die Vernetzung der Produkte mit anderen Objekten bedingen ein hohes Risiko in Bezug auf **Schutz und Integrität der Daten**. Durch die digitale Verknüpfung von Produkten, Sensoren, Produkt-Cloud, Internet und zentralen IT-Systemen entstehen neue Schnittstellen zum Unternehmen, die als Einfallstore für unerlaubten Zugriff, Missbrauch und Manipulation von Daten dienen können. Entsprechend ist die IT-Infrastruktur mit Identifikationsmechanismen, Firewalls und Verschlüsselungstechnologien gegen Cyberattacken zu schützen (vgl. Abschn. 3.9 und 3.10).

Vielfältige **Haftungs- und Versicherungsfragen** resultieren aus der autonomen Steuerung von Produktfunktionen. Zum Beispiel ist zu klären, wer für Schäden, die von fehlergesteuerten Haushaltsgeräten verursacht werden, haftet. Solche Eventualitäten sind vor der Markteinführung eines Produkts zu beantworten.

Bei der Digitalisierung der Produkte und der Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen sind die bestehenden **internen Fähigkeiten als potenzielle Restriktion** des Handlungsspielraums zu berücksichtigen. Nicht alle Unternehmen weisen die erforderlichen Kompetenzen im Hinblick auf eingebettete Systeme, Software-Entwicklung, Cloud-basierte IT-Infrastruktur, Prozessorganisation und Datenanalyse auf. In der Entwicklungsabteilung sind zukünftig vermehrt Kompetenzen im Bereich Software gefragt und weniger im Bereich der Mechanik oder Elektrik. Die Vertriebsaufgaben werden sich vom Verkauf der materiellen Produkte zum Verkauf von Dienstleistungen oder vielmehr hybriden Leistungsbündeln aus Produkten und Dienstleistungen verlagern. Insbesondere die Auswertung der Produktdaten zusammen mit komplementären, unternehmensinternen und -externen Daten stellt eine Herausforderung dar. Dabei handelt es sich um strukturierte und unstrukturierte Daten. Diese liegen in einer Vielzahl von Formaten vor und müssen miteinander verknüpft werden, um Erkenntnisse zu erlangen (vgl. Abschn. 3.5). Es ist realistisch zu bewerten, welche Leistungen in einer digitalisierten Wertschöpfungskette vom Unternehmen selbst und welche von externen Partnern erbracht werden sollten. Nicht alle Kompetenzlücken sind durch das Einstellen neuer und das Weiterbilden bestehender Mitarbeiter kurzfristig zu schließen. Entsprechend ist zu prüfen, ob neue Partner in die Wertschöpfungskette einzubinden sind, die diese Kompetenzen in die Leistungserstellung einbringen.

### 3.6.4 Beispiele

Zwei abschließende Praxisbeispiele verdeutlichen die vorherigen Ausführungen. Das erste Beispiel illustriert Anwendungsmöglichkeiten der geschilderten Konzepte im Bereich der Leistungserstellung von Unternehmen für Unternehmen (B2B). Datafer ist ein System der Westfalen AG zur Aufzeichnung der Betriebsdaten von Gasflaschen und Tankanlagen. Sensoren erfassen laufend Betriebsdaten wie Füllstand und Status eines Gasbehälters beim Kunden vor Ort. Diese werden drahtlos an einen zentralen Datenserver übermittelt (vgl. Abb. 3.21). Der Kunde erhält beim Erreichen eines Bestellfüllstandes entweder einen Bestellvorschlag und bestellt den Nachschub manuell oder es wird



**Abb. 3.21** Beispiel für Steuerungs- und Optimierungspotentiale der Digitalisierung von Produkten: Gasversorgung mit Datafer. (Quelle: Westfalen AG 2017)

automatisch eine Lieferung ausgelöst. Eine solche automatisierte Nachlieferung erfordert die Integration des digitalisierten Gasbehälters in die IT-Infrastruktur des Unternehmens, in diesem Fall das ERP-System, über das die Logistikprozesse geplant und gesteuert werden. Dabei dienen Telemetrie-Systeme, die über standardisierte Schnittstellen mit dem ERP-System der Westfalen AG kommunizieren, als technische Basis.

Die Digitalisierung der Gasbehälter bietet der Westfalen AG, einem Technologieunternehmen der Energiewirtschaft, und ihren Kunden verschiedene Vorteile. Auf Basis der beim Kunden erfassten Füllstands- bzw. Verbrauchsdaten kann die Logistik den Nachschub beziehungsweise die Tourenplanung optimal disponieren und so Lieferzeiten und Bestände im Gesamtsystem reduzieren. Diese Daten lassen sich nicht nur für die Optimierung der externen Logistik nutzen, sondern ebenso bei der internen Fertigungssteuerung berücksichtigen, um die Kapazitätsauslastung zu erhöhen und Rohstoffbestände zu verringern. Wird beim Kunden ein ungewöhnliches Verbrauchsverhalten identifiziert, so können Vertriebsaktivitäten angestoßen werden. Beispielsweise werden bei permanent maximaler Auslastung weitere Behälterkapazitäten angeboten oder bei einem Absatzrückgang Ursachen beim Kunden erfragt und eventuell alternative Produkte offeriert. Bei einer automatischen Nachschubsteuerung reduziert sich für den Kunden zum einen der Aufwand für das Bestandsmanagement und die Beschaffung. Zum anderen resultieren aus der datengestützten Nachlieferung eine höhere Verfügbarkeit der Produkte und geringere Fehlmengen. Außerdem können Kunden ihre Bestands- und Verbrauchsdaten über das Internet abrufen, so dass sie ihre eigenen Prozesse optimieren können. Im besten Falle wird ein Lock-in-Effekt, also eine sehr hohe Kundenbindung erzeugt: Die Wechselkosten zu einem anderen Anbieter sind bei einer automatisierten Beschaffung und der damit einhergehenden Integration der Daten in die IT-Systeme des Kunden sehr hoch. Ein Beispiel ist Vendor-Managed Inventory (VMI) als Ansatz zur unternehmensübergreifenden Nachschubsteuerung: Der Lieferant hat Zugriff auf die Lagerbestands- und Nachfragedaten im IT-System des Kunden. Auf diese Weise kann er eigenständig Nachlieferungen auslösen (vgl. Abschn. 3.3).

Neben der Überwachung des Füllstands eines Gasbehälters können Sensoren weitere Betriebsdaten wie zum Beispiel Druck, Temperaturen und andere qualitäts- oder sicherheitsrelevante Parameter erfassen. Auf Basis dieser Überwachungsdaten sind eigenständige Steuerungsfähigkeiten und damit ein höherer Autonomiegrad der Produkte denkbar. Beispielsweise kann der Gasbehälter bei zu hohem Druck selbstständig ein Ventil öffnen, um Druck zu reduzieren. Damit würde das Produkt von einem digitalisierten zu einem intelligenten Produkt wie oben definiert weiterentwickelt werden. Die Analyse der Betriebs- und Nutzungsdaten ermöglicht die Prognose von Störungen und eventuell vorausschauende Fernwartungsmaßnahmen. Dadurch lassen sich After-Sales-Dienstleistungen erweitern und die Anlagenverfügbarkeit beim Kunden erhöhen.

Das zweite Beispiel stammt aus dem Bereich der Geschäftsbeziehungen von Unternehmen und Privatpersonen (B2C): Kérastase Hair Coach, eine Gemeinschaftsentwicklung der Unternehmen Nokia, Kérastase und L'Oréal, ist eine Haarbürste. Die konventionelle, analoge Haarbürste (Stufe eins) wurde mittels eines eingebetteten Systems dahingehend weiterentwickelt, dass Sensoren Daten sammeln und an eine App auf einem Smartphone übertragen. Ein integriertes Mikrofon erfasst das beim Bürsten entstehende Geräusch und analysiert, wie trocken die Haare sind, ob sie leicht zu kämmen sind oder Spliss aufweisen. Ein Drucksensor misst die Belastungsintensität von Haar und Kopfhaut, eine Gestenanalyse mittels Beschleunigungssensor und Gyroskop bestimmen Muster und Frequenz der Bürstenstriche und ein Leitfähigkeitssensor unterscheidet die Anwendung auf nassem oder trockenem Haar. Diese Informationen lassen sich mittels Bluetooth oder WLAN an eine App auf einem Smartphone übertragen. Die App generiert auf Basis der übertragenen Daten personalisierte Hinweise zur Haarpflege. Damit lässt sich diese Haarbürste als digitalisiertes Produkt im Sinne der oben genannten Definition klassifizieren. Es handelt sich jedoch nicht um ein intelligentes Produkt, da die Haarbürste die gesammelten Daten nicht eigenständig analysiert und daraufhin selbsttätig auf das Analyseergebnis reagiert. Eine höhere Stufe der Digitalisierung ließe sich erreichen, wenn auf Grundlage der Überwachungsdaten ein integrierter Lautsprecher in Echtzeit Pflegehinweise ausgäbe oder die Temperatur der Bürsten in Abhängigkeit der Haarfeuchte optimal angepasst würde (Stufe drei). Bei einer Integration der Haarbürste in die IT-Service-Infrastruktur des Unternehmens können die Nutzungsdaten aller Kunden im Zeitablauf gesammelt werden. Darauf basierend lassen sich neue Pflegeprodukte entwickeln, Werbung segmentspezifisch anpassen und komplementäre Dienstleistungen wie personalisierte Schulungen generieren. Analog zum Beispiel der Zahnbürste ist der Verkauf der Produktfunktion (Abrechnung über die Nutzungsdauer) statt des physischen Produkts denkbar (Stufe vier). Beide Beispiele zeigen, dass die Basis für das Angebot neuer Dienstleistungen bzw. die Erweiterung eines Geschäftsmodells immer das Sammeln von Daten ist. Dies geht vielfach mit der Integration von Sensoren in das Produkt einher, um die physische Welt mit der digitalen Welt zu verknüpfen.

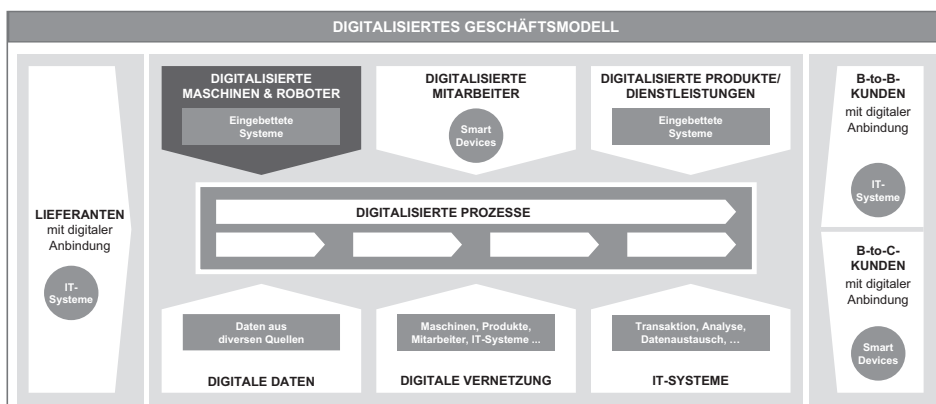
## 3.7 Digitalisierte Maschinen und Roboter

### 3.7.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

#### 3.7.1.1 Überblick

Maschinen und Roboter sind Objekte der digitalen Transformation im weiteren Sinne (vgl. Abschn. 2.1 und Abb. 3.22). Es handelt sich um physische Objekte, die durch digitale Technologien, sogenannte eingebettete Systeme (vgl. Abschn. 3.6 bzw. 3.8), ergänzt oder vielmehr digitalisiert werden. Sie sind im Gegensatz zu den Daten nur Objekte der digitalen Transformation im weiteren Sinne, da sie nicht selbst eine digitale Transformation wie etwa Daten erfahren, sondern mit digitalen Technologien ausgestattet werden. Maschinen und Roboter werden mittels Prozessoren, Speichermedien, Sensoren und Aktoren dazu befähigt, selbst digitale Daten zu empfangen, zu verarbeiten und zu erzeugen. Dies ermöglicht ihnen, im Fertigungsprozess autonom zu agieren und Steuerungsfunktionen zu übernehmen. Die folgenden Ausführungen sind vor allem für Unternehmen mit industrieller Fertigung oder mit mechanisierten beziehungsweise automatisierten Logistikaktivitäten relevant.

Der Begriff **Maschine** bezeichnet im Folgenden ein technisches Arbeitsmittel mit beweglichen Teilen, die durch ein Antriebssystem angesteuert werden. Dies umfasst Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung von Werkstoffen, Verarbeitungsmaschinen zur Verarbeitung von Stoffen und Lagersysteme zur Ein- und Auslagerung von Gütern. Eine **Werkzeugmaschine** ist eine mechanisierte und mehr oder weniger automatisierte Fertigungseinrichtung, die durch relative Bewegung zwischen Werkstück und Werkzeug eine Form am Werkstück erzeugt. Beispiele sind Dreh- und Fräsmaschinen. Eine **Verarbeitungsmaschine** verarbeitet Stoffe zu Verbrauchsgütern und nichttechnischen Gebrauchsgütern. Beispiele sind die Befüllung von Flaschen, das Verpacken von Zeitschriften oder die Herstellung von Backwaren. Ein **automatisiertes Lagersystem** steuert den Prozess

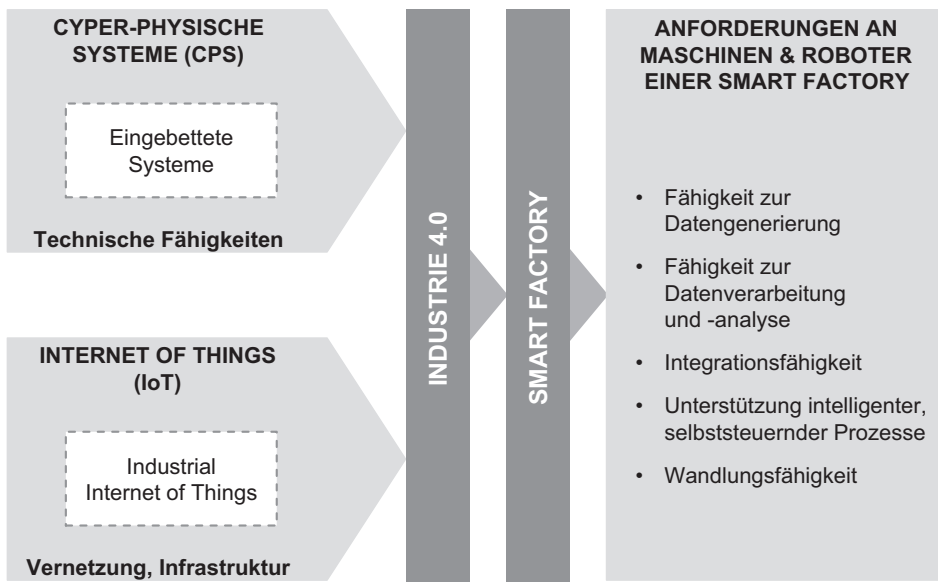


**Abb. 3.22** Das Element Maschinen und Roboter im digitalen Unternehmen

der Ein- und Auslagerung von Gütern im Lager automatisch. Die Steuerung der Prozesse erfolgt IT-gestützt über Lagerförderungsmittel wie beispielsweise Bandförderer, Laufkräne oder Aufzüge.

**Industrieroboter** sind in enger Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2860 universell einsetzbare Bewegungsautomaten, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen oder Winkeln frei, also ohne mechanischen oder menschlichen Eingriff, programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und Fertigungsaufgaben ausführen. Ein Beispiel ist ein Roboter, der kollaborativ mit menschlichen Mitarbeitern die Karosserie eines Autos montiert. Roboter werden aus verschiedenen Gründen zunehmend in der Fertigung eingesetzt. Die Anschaffungskosten sinken seit Jahrzehnten, im Gegensatz zu den Lohnkosten menschlicher Arbeitsleistung. Roboter werden heute nicht nur für starre, repetitive Tätigkeiten bei der Fertigung großer Stückzahlen eingesetzt. Flexible, einfache Programmierung ermöglicht den wirtschaftlichen Einsatz ebenso bei der Fertigung kleiner Stückzahlen eines breiten Bauteil-Portfolios, das unterschiedliche Bewegungsfolgen erfordert. Integrierte Sensorik erhöht sowohl die autonome Anpassung der Bewegungen als auch die Qualität der Fertigung. Ein Beispiel ist die auf Sensordaten basierende Auswahl von mehreren, unterschiedlich dimensionierten Bauteilen, um ein gewünschtes Endergebnis der Montage zu erzielen.

Im Folgenden werden zunächst die Konzepte Industrie 4.0 und Smart Factory vorgestellt, um ein gemeinsames Verständnis über den Kontext dieses Kapitels zu erlangen. Zwei zentrale Treiber dieser Konzepte sind Cyber-physische Systeme (CPS) und das Internet of Things (IoT), die im Anschluss erörtert werden (vgl. Abb. 3.23). Nachfolgend werden



**Abb. 3.23** Überblick über die Ableitung von Anforderungen an Maschinen und Robotern im Rahmen von Industrie 4.0 bzw. einer Smart Factory

weitere technologische Treiber der digitalen Transformation in der Fertigung dargestellt. Auf Basis dieser Grundlagen werden Anforderungen an Maschinen und Roboter einer Smart Factory abgeleitet, die als Bewertungskriterien für die Reifegradmessung dienen.

### 3.7.1.2 Einordnung von Industrie 4.0 und Smart Factory als übergreifende Konzepte

Der technologische Fortschritt hat die Produktivität industrieller Fertigung im Laufe der Jahrhunderte in disruptiven Sprüngen erhöht. Bei der ersten industriellen Revolution im 18. Jahrhundert wurden mechanische Fertigungsmaschinen wie beispielsweise ein Webstuhl mithilfe von Wasser- und Dampfkraft betrieben (Mechanisierung). Die zweite industrielle Revolution am Anfang des 20. Jahrhunderts gründete sich auf die arbeitsteilige Massenproduktion, zum Beispiel mithilfe von elektrischen Fließbändern (Elektifizierung). Die dritte industrielle Revolution in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts erhöhte die Produktivität durch den Einsatz von Elektronik und IT-Systemen zur weiteren Automatisierung der Produktion, zum Beispiel mittels speicherprogrammierbarer Steuerungen (SPS). Die vierte industrielle Revolution, die aktuell mit dem Schlagwort Industrie 4.0 bezeichnet wird, basiert auf digitalen industriellen Technologien, insbesondere auf Cyber-physischen Systemen (CPS) und dem Internet der Dinge und Dienste (IoT). Diese werden im folgenden Abschnitt als zentrale Treiber der Industrie 4.0 vorgestellt.

Der Begriff **Industrie 4.0** wurde von einem Projekt im Rahmen der High-Tech-Strategie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) geprägt. Unternehmen vernetzen zunehmend ihre Fertigungsmaschinen, Lagersysteme und weiteren Betriebsmittel als Cyber-physische Systeme (CPS), so dass diese digitalisierten oder intelligenten Objekte eigenständig Informationen austauschen, Aktionen auslösen und sich selbstständig dezentral steuern. Dabei handelt es sich um einen Paradigmenwechsel: Fertigungsmaschinen sind nicht nur auf die Ver- oder Bearbeitung von Werkstücken und Stoffen reduziert. Vielmehr kommunizieren die Werkstücke mit der Fertigungsmaschine, um dezentral die automatisierten Fertigungsprozesse zu steuern.

In einer sogenannten Smart Factory werden die oben beschriebenen Konzepte der Industrie 4.0 umgesetzt. Der Begriff **Smart Factory** (deutsch: intelligente Fabrik) bezeichnet eine Fertigung, bei der sich Fertigungsmaschinen und interne Logistik dezentral selbst steuern, indem Maschinen beziehungsweise Roboter, Produkte, Werkstücke und Mitarbeiter miteinander digital kommunizieren (vgl. Abschn. 3.1.2 und 3.9). Intelligente Produkte oder Bauteile sind eindeutig identifizierbar, jederzeit lokalisierbar und steuern sich gegebenenfalls autonom durch das Produktionssystem. Im Kern handelt es sich um selbststeuernde Prozesse, bei denen die Werkstücke ihre fertigungsrelevanten Informationen (aktueller Bearbeitungsstatus, Arbeitsgänge je Maschine, alternative Wege zum Zielzustand etc.) mit sich oder auf einem begleitenden Werkstück-Träger führen. Anhand dieser Informationen steuert sich das Werkstück (Produkt) autonom durch die einzelnen Bearbeitungsstufen des Produktionssystems. Das Konzept der Smart Factory geht weit über die traditionelle Automatisierung, bei der etwa ein Produktionsplanungs- und

Steuerungssystem (PPS) mit der SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) einer Fertigungsmaschine kommuniziert, hinaus. Ein wichtiges Merkmal ist die **vertikale und horizontale IT-Systemintegration**. Die digitalisierten Fertigungsmaschinen sind zum einen vertikal mit betriebswirtschaftlichen Prozessen innerhalb der Fertigung beziehungsweise des Unternehmens über verschiedene Hierarchieebenen zu vernetzen – beispielsweise die Ebenen Sensoren/Aktoren, Fertigungsfeinsteuerung, Fertigungsplanung, Unternehmensplanung – um konsistente Entscheidungen herbeizuführen. Ein Beispiel für eine vertikale Integration ist die Vernetzung von Prüfständen zur Qualitätssicherung von Bauteilen mit dem ERP-System (Enterprise Resource Planning, vgl. Abschn. 3.8), um die Testergebnisse mit dem Fortschritt des Fertigungsauftrags zu verknüpfen. Zum anderen sind die digitalisierten Maschinen horizontal zu verteilen, in Echtzeit steuerbaren Wertschöpfungsnetzwerken zu koppeln, die von der Bestellung über die Fertigung bis zur Distributionslogistik reichen können. Dies kann sowohl die interne (Eingangslogistik, verschiedene Fertigungsstationen, Ausgangslogistik) als auch die externe Wertschöpfungskette (Kunden, Lieferanten) umfassen. Ein Beispiel für eine schwache horizontale Vernetzung ist eine CNC-Drehmaschine, die zwar mittels einer computergestützten numerischen Steuerung digitalisiert ist. Die CAD-Daten für die Bearbeitung müssen jedoch vielfach manuell auf die Drehmaschine übertragen werden.<sup>3</sup> Dagegen liegt ein hoher Grad horizontaler Integration vor, wenn beispielsweise die kundenspezifischen CAD-Daten aus dem IT-System des Kunden mit der CNC-Maschine auf dem Shopfloor vernetzt sind, um den Fertigungsprozess nahtlos zu integrieren. Mit der Vernetzung steigen die Anforderungen an die Kommunikations-, Identitäts- und Zugriffssysteme, um Datensicherheit und -schutz sicherzustellen.

Die Smart Factory stellt eine Weiterentwicklung bisheriger Fertigungsansätze dar: Von optimierten, aber isolierten Fertigungslinien und -zellen zu vollintegrierten, automatisierten Daten- und Materialflüssen über Unternehmensgrenzen hinweg. Zusammenfassend sind die Kernelemente der Industrie 4.0 bzw. einer Smart Factory die Vernetzung von Maschinen, Bauteilen und Mitarbeitern, die Automatisierung und Autonomisierung von Prozessen und Systemen, die durchgängige Informationstransparenz und Entscheidungsunterstützung durch Assistenzsysteme. Für ein umfassendes Beispiel zur Smart Factory vgl. Abschn. 3.9. Eine solche digitalisierte bzw. intelligente Produktion bietet vielfältige **Vorteile: Individuelle Kundenwünsche (sog. Mass Customization)** lassen sich bei Produktdesign und -konfiguration, Bestellung, Planung, Produktion und Betrieb berücksichtigen und das auch bei kurzfristigen Änderungen. Selbst kleine Stückzahlen bis hin zu Einzelstücken lassen sich wirtschaftlich fertigen. Die flexible Vernetzung der Betriebsmittel auf Basis von CPS und IoT erlaubt die dynamische Gestaltung der Geschäftsprozesse. Dadurch erhöht sich sowohl die **Flexibilität** als auch die **Qualität** der Produktion bei gleichzeitig sinkenden Durchlaufzeiten, so dass sich neben **Lieferzeit** und Termintreue

---

<sup>3</sup>CNC=Computerized Numerical Control; rechnergesteuerte Werkzeugmaschine. CAD=Computer-Aided Design; rechnergestützte Konstruktion.



aus Kundensicht auch die **Auslastung** der Fertigungsmaschinen verbessern lässt. Zum Beispiel kann die Produktion kurzfristig angepasst werden, damit auf technische Störungen an Maschinen, Lieferausfälle von Zulieferern oder Design-Änderungen dynamisch reagiert werden kann. Die Analyse der gesammelten Daten zielt auf die Selbst-Konfiguration von Maschinen und vorausschauende Instandhaltung (Predictive Maintenance), bevor Fehler auftreten. Die Planungen von Produkt-Design und Fertigungsprozessen ergänzen sich parallel und gegenseitig in einem gemeinsamen Datenmodell. Die Fertigungsprozesse sind durchgängig in Echtzeit transparent, so dass die **Entscheidungsfindung** auf Basis der digitalen Daten wesentlich verkürzt und die Entscheidungsqualität verbessert werden kann. Auf Basis vernetzter CPS sollen die Fertigungsprozesse situativ in kurzer Zeit über das gesamte Wertschöpfungssystem im Hinblick auf die Ziele einer möglichst hohen **Ausbringungsmenge** bei möglichst niedrigem **Ressourceneinsatz** optimiert werden. Die im Rahmen der Fertigungsprozesse gesammelten Daten lassen sich zur Optimierung der Prozesse und Produkte auswerten – entweder im Rahmen eigener Dienstleistungen oder über komplementäre Dienstleistungen von Wertschöpfungspartnern, die sich über das Internet of Things mit der Produktion vernetzen. Ein höherer Automatisierungsgrad der Fertigungsprozesse substituiert gering qualifizierte Mitarbeiter. Demgegenüber steigt der Bedarf an hoch qualifizierten Mitarbeitern zur Überwachung und Weiterentwicklung der komplexen Prozesse.

### 3.7.1.3 Cyber-physische Systeme (CPS) und das Internet of Things (IoT) als zentrale Basis für Industrie 4.0 und Smart Factory

Industrie 4.0 umfasst im Wesentlichen die Integration von Cyber-physischen Systemen in Produktion und Logistik sowie die Verknüpfung von Objekten wie Maschinen, Werkstücken und Mitarbeitern über das Internet of Things in industriellen Prozessen. Entsprechend werden sowohl Cyber-physische Systeme und das Internet of Things als zentrale Säulen der Industrie 4.0 im Folgenden dargestellt (vgl. Abb. 3.23).

Der Begriff **Cyber-physisches System (CPS)** ist ein Oberbegriff für reale, physische Objekte und Prozesse, die durch IT-Systeme mit digitalen, virtuellen Objekten und Prozessen verbunden werden. Über Sensorik registriert das CPS veränderte Umweltbedingungen und kann mithilfe eines sogenannten Aktors eigenständig darauf reagieren. Ein Aktor ist ein Bauelement, welches das elektrische Signal des Sensors in mechanische Energie oder andere physikalische Größen umwandelt. CPS in der Fertigung umfassen digitalisierte oder intelligente Maschinen, Lagersysteme und Betriebsmittel, die durchgängig von der Eingangslogistik über die Produktion, den Vertrieb und die Ausgangslogistik mittels IT-Systemen verknüpft sind. Dies ermöglicht autonome und dezentrale Steuerungs- und Regelungsprozesse.

Die informationstechnische Basis für CPS stellen sogenannte **eingebettete Systeme** (engl. embedded systems; vgl. Abschn. 3.6). Dabei handelt es sich um autonome, leistungsfähige Kleinstcomputer, die aus aufeinander abgestimmten IT-Komponenten wie beispielsweise Sensoren, Mikroprozessoren und Software bestehen. Eingebettete Systeme sind integraler Bestandteil einer Maschine, um eine genau definierte Aufgabe



abzubilden. Ein Beispiel ist die Datensammlung und -analyse für die Überwachung und Steuerung der Maschinenfunktionen. So lassen sich Betriebsdaten einer Maschine im Zeitablauf für die Instandhaltungsplanung speichern oder das Ventil eines Gasbehälters bei Überdruck automatisch öffnen. Diese eingebetteten Systeme werden zunehmend drahtlos untereinander und mit dem Internet oder anderen Netzen verknüpft. Sie erlauben nicht nur die Kommunikation von Maschine zu Maschine (**machine-to-machine, M2M**), sondern ebenso zwischen Maschinen und Mitarbeitern (**machine-to-human, M2H**). Mittels der eingebetteten Systeme verschmelzen die reale, physische Welt und die virtuelle Welt (des sog. Cyber-Space) miteinander zu Cyber-physischen Systemen, um echtzeitnah Daten für die Steuerung und Optimierung der Fertigungsprozesse auszutauschen.

Ein Beispiel für CPS sind **kollaborative Roboter**, die gemeinsam mit Menschen flexibel im Fertigungsprozess zusammenarbeiten (vgl. Abschn. 3.1.2). Dabei agieren sie in unmittelbarer Nähe zum Mitarbeiter, ohne dass sie durch physische Vorrichtungen wie Schutzzäune von diesen getrennt sind. Durch Sensoren, die den Abstand zu Objekten, Berührungen oder Gesten erfassen, ist beispielsweise die gemeinsame Montage von Bauteilen an einem Auto-Chassis durch Mensch und Roboter möglich. Die Sensoren erlauben nicht nur die flexible und direkte Zusammenarbeit mit Mitarbeitern, sondern bei einer Vernetzung über das Internet of Things ebenso die Interaktion verschiedener Roboter, beziehungsweise Fertigungsmaschinen untereinander. Dabei ermöglichen Distanz-Sensoren und das Abtasten von Formen oder Auslesen von Informationen aus einem RFID-Chip auf einem Werkstück oder Werkstück-Träger das automatische und autonome Anpassen ihrer Handlungen.

Das **Internet of Things** bezeichnet die Vernetzung digital identifizierbarer physischer Objekte („Things“, Dinge), damit diese Objekte selbstständig über das Internet oder andere Netzwerke kommunizieren und Daten austauschen (vgl. Abschn. 3.9). Ziel des Datenaustauschs ist vielfach die eigenständige Erbringung einer Leistung im Verbund mehrerer Objekte wie beispielsweise Fertigungsmaschinen in einer Smart Factory. Durch das Internet der Dinge kann das Produktionssystem eines Unternehmens ebenso mit seinem Umfeld – beispielsweise anderen Unternehmensbereichen wie Vertrieb und externen Wertschöpfungspartnern wie Kunden und Lieferanten – zu einer intelligenten Umgebung vernetzt werden. Erst durch die digitale Vernetzung lassen sich vormals isoliert optimierte Fertigungszellen zu einem vollintegrierten, automatisierten Material- und Informationsfluss weiterentwickeln.

Viele Unternehmen setzen bereits mit Sensoren ausgestattete, automatisierte Maschinen ein. Jedoch handelt es sich dabei oft um Insellösungen mit beschränkter Intelligenz, die ein übergreifendes IT-System, das den Fertigungsprozess steuert, mit Daten versorgen. Mittels des Internet of Things werden nicht nur Maschinen mit einem zentralen IT-System vernetzt, sondern es vernetzen sich die Maschinen untereinander, mit den zu bearbeitenden Bauteilen und den im Prozess agierenden Mitarbeitern. Dies gewährleistet die Kommunikation der vorgenannten Objekte sowohl untereinander als auch mit einem zentralen Steuerungssystem. Produkte werden über ihre eingebetteten Systeme identifiziert.

Die Bearbeitungsstationen erlangen so Information über den Zustand und die nächsten Bearbeitungsschritte des Bauteils. Dies macht eine dezentrale Steuerung möglich, so dass sich im Idealfall das Produkt autonom durch die Fabrik steuert.

Technologische Basis für eine solche Vernetzung sind vielfach **Cloud-Lösungen**, die Maschinen- und Produktdaten im Netzwerk abbilden und miteinander verknüpfen. Zugriffszeiten im Millisekunden-Bereich ermöglichen datengetriebene Dienstleistungen für die Überwachung und Steuerung der Fertigungsprozesse. Der Begriff Cloud bezeichnet die Bereitstellung einer IT-Infrastruktur und IT-Leistungen wie z. B. die Funktionen einer Anwendungssoftware als Service über das Internet oder andere Netze (vgl. Abschn. 3.9). Cloud-Lösungen gestatten es, über das Internet von jedem Ort aus auf zentral gespeicherte Daten eines Prozesses zuzugreifen und diese Daten mittels Verarbeitungs- und Analysesoftware zu bearbeiten. Durch Cloud-Technologien können die großen Mengen an Daten, die von CPS laufend erzeugt werden, effizient und zeitnah verarbeitet und für die Fertigungsprozesse genutzt werden.

#### 3.7.1.4 Weitere Konzepte und Technologien für die Transformation industrieller Fertigung

Neben Cyber-physischen Systemen und dem Internet of Things sind weitere Technologien relevant für die Umsetzung der Konzepte der Industrie 4.0 bzw. der Smart Factory. Dabei handelt es sich nicht in allen Fällen um Maschinen und Roboter im engeren Sinne. Vielmehr sind es Technologien, die durch ihr Zusammenwirken die digitale Transformation der Fertigung ermöglichen. Als Bausteine, mit denen Maschinen bzw. Roboter komplementär ihr Potenzial für die digitale Transformation entfalten, werden im Folgenden der 3D-Druck, Simulationen und Augmented Reality vorgestellt.

##### 3D-Druck

Der Begriff **3D-Druck** ist ein Überbegriff für verschiedene **additive Fertigungsverfahren**, bei denen dreidimensionale Objekte aus einem oder mehreren Materialien schichtweise mittels physikalischer oder chemischer Schmelz- oder Härtingsverfahren aufgebaut werden. Entscheidendes Merkmal ist der schichtweise (additive) Aufbau, bei dem durch Hinzufügen, Auftragen und Ablagern von Material anhand eines digitalen CAD-Modells ein physisches Objekt erzeugt wird. Dafür sind keine produktspezifischen Werkzeuge erforderlich. Somit stehen additive Fertigungsverfahren im Gegensatz zu subtraktiven Fertigungsverfahren, bei denen Material bis zum Erreichen der gewünschten Form durch Werkzeuge mechanisch abgetragen wird, beispielsweise beim Drehen oder Fräsen.

3D-Drucker sind im Sinne der vorher getroffenen Definition Maschinen. Sie werden hier gesondert dargestellt, da sie eine herausragende Rolle bei der wirtschaftlichen Fertigung kleiner Losgrößen haben, insbesondere bei kundenindividueller Einzelstückfertigung (Mass Customization). Da die additive Fertigung keine Werkzeuge oder Formen wie beim Umformen oder subtraktiven Fertigungsverfahren erfordert, entfallen entsprechende Werkzeug- und Rüstkosten.

### Simulation

Eine **Simulation** ist ein möglichst realitätsnahes Nachbilden der Realität. Durch Abstraktion wird ein digitales Modell der physischen Fertigungsprozesse geschaffen, mit dem experimentell Szenarien getestet werden und im Hinblick auf die Zielsetzungen Kosten, Zeit und Qualität das beste Szenario ausgewählt wird. Im Rahmen des operativen Betriebs der Smart Factory können Simulationen auf Basis der Daten von Maschinen, Bauteilen bzw. Produkten und Mitarbeitern in nahezu Echtzeit analysiert und zur Fertigungssteuerung eingesetzt werden. So können Produktionsplaner simulationsbasiert zukünftige Szenarien für den nächsten Auftrag testen und beispielsweise Rüstkosten senken. Die informationstechnische Basis bietet der so bezeichnete **digitale Zwilling**, ein digitales Abbild der realen Objekte der Smart-Factory in einem IT-System (vgl. Abschn. 3.9). Bereits im Rahmen der Entwicklung lassen sich Simulationen von Produkten, Bauteilen und Prozessen einsetzen, um sie optimal aufeinander abzustimmen.

### Augmented Reality

Der Begriff **Augmented Reality** (AR) bezeichnet den Einsatz von IT-Systemen, um die Wahrnehmung, beziehungsweise die Darstellung der realen, physischen Welt um virtuelle, digitale Aspekte zu ergänzen. Digitale Informationen oder Objekte werden in das Sichtfeld des Betrachters eingeblendet, so dass sich zum Beispiel Informationen aus 3D-Modellen, Berechnungen aus IT-Systemen oder Sensordaten mit der realen Welt verknüpfen lassen. Exemplarisch werden einem Monteur die Arbeitsanweisungen zur Montage eines Produkts (Texte, Zeichnungen) virtuell in das Sichtfeld seiner VR-Brille (Virtual Reality) ergänzt. Dabei wird das Abbild der realen Umgebung mit digitalen Zusatzinformationen angereichert. Weitere Anwendungen sind Anweisungen für die wegeoptimierte Kommissionierung von Teilen in einem Lager oder Reparaturanweisungen. Dadurch lassen sich Aufgaben schneller und mit weniger Fehlern erledigen, da die relevanten Daten kontextsensitiv vorliegen.

## 3.7.2 Anforderungen an Maschinen und Roboter zur Umsetzung der Smart Factory

### 3.7.2.1 Überblick

Das vorherige Kapitel hat einen Überblick über die Begriffe und Zusammenhänge zwischen Industrie 4.0, Smart Factory, Cyber-physische Systeme und dem Internet of Things gegeben. Im Folgenden ist die Frage zu beantworten, welche **Merkmale** Maschinen und Roboter aufweisen sollten, um die digitale Transformation der Fertigung zu unterstützen. Als Anforderungen an Maschinen und Roboter zur Unterstützung der digitalen Transformation werden fünf Merkmale in den folgenden Abschnitten hergeleitet und beschrieben (vgl. Abb. 3.23):

- Fähigkeit zur Datengenerierung
- Fähigkeit zur Datenverarbeitung und -analyse

- Integrationsfähigkeit
- Unterstützung digitaler, selbststeuernder Prozesse
- Wandlungsfähigkeit

Diese Merkmale werden anschließend als Kriterien für die Beurteilung des digitalen Reifegrads von Maschinen und Robotern im nächsten Kapitel herangezogen. Die Kriterien zur Reifegradmessung zielen nicht auf die umfassende Bewertung der organisatorischen und strukturellen Voraussetzungen einer Fabrik im Hinblick auf Anforderungen der Industrie 4.0. Nicht einbezogen in dieses Kapitel sind zum Beispiel Rahmenbedingungen wie Strategie, Kultur und organisatorische Regelungen. Vielmehr handelt es sich ausschließlich um Anforderungen an eine oder mehrere Maschinen oder Roboter, die in der Produktion oder im Lager eingesetzt werden.

### **3.7.2.2 Fähigkeit zur Datengenerierung**

Das dargestellte Konzept der Smart Factory basiert auf den Daten der digital vernetzten Objekte in der Produktion. Dabei werden nicht nur die physischen Elemente der Produktionssystems wie beispielsweise Werkstücke und Maschinen digital in den IT-Systemen durch einen digitalen Zwilling abgebildet (vgl. Abschn. 3.9). Ebenso sind alle prozessrelevanten Daten zur Auftragsabwicklung allen Beteiligten digital zur Verfügung zu stellen – idealerweise in Echtzeit, um die Selbststeuerung der Produktion zu ermöglichen. Relevante Daten sind zum Beispiel Stücklisten, Bearbeitungsschritte oder der aktuelle Bearbeitungsstatus eines Werkstücks. Beteiligte sind nicht nur Mitarbeiter, sondern ebenso IT-Systeme, Maschinen oder das Werkstück selbst. Daten bzw. Informationen sollten möglichst automatisiert über Sensoren, Maschinensteuerung oder andere Software im Hintergrund erzeugt werden, um manuellen Aufwand für Mitarbeiter so weit wie möglich zu reduzieren. In einem integrierten IT-System sind alle Informationen redundanzfrei als „single point of truth“ zu hinterlegen: Mittels des Datenmodells ist eine „einzige Quelle der Wahrheit“ zu etablieren, indem alle Mitarbeiter den gleichen konsistenten, verlässlichen Datenbestand nutzen.

Um diese Anforderungen der Industrie 4.0 bzw. einer Smart Factory zu unterstützen, muss eine einzelne Maschine in der Lage sein, prozessrelevante Daten automatisiert in Echtzeit zu erzeugen und zu sammeln. Als Kriterium für die Reifegradmessung wird diese Fähigkeit zur Datengenerierung entsprechend in Tab. 3.14 aufgenommen.

### **3.7.2.3 Fähigkeit zur Datenverarbeitung und -analyse**

Die Analysefähigkeit bezeichnet das Ausmaß der Fähigkeit, entscheidungsbezogene Daten zu beschaffen, problembezogen zu verdichten und für Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozesse in Informationen, das heißt zweckorientiertes Wissen, zu transformieren (vgl. Abschn. 3.8).

Die generierten und gesammelten Daten aus unterschiedlichen Quellen wie beispielsweise maschineneigene Sensoren oder Daten der Bauteile sind zu analysieren, um auf diese Weise Steuerbefehle oder andere Informationen abzuleiten. So kann die Maschine

**Tab. 3.14** Reifegradmodell für das Element Maschinen und Roboter

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
<b>Datengenerierung</b>	Keine Erzeugung von Betriebs- bzw. Nutzungsdaten	Erzeugung von Betriebs- bzw. Nutzungsdaten, allerdings nicht durchgehend automatisiert, sondern mit manuellen Schritten	Automatische Erzeugung von Betriebs- bzw. Nutzungsdaten, allerdings nicht an allen relevanten Messpunkten	Betriebs- bzw. Nutzungsdaten werden automatisiert in Echtzeit an allen relevanten Messpunkten erhoben, z. B. über Sensoren
<b>Datenverarbeitung und -analyse</b>	Keine Datenverarbeitung und -analyse	Datenspeicherung für Dokumentationszwecke	Analyse von Daten für Prozessplanung, -kontrolle und -steuerung	Datenanalyse ermöglicht automatische Prozessplanung und -steuerung
<b>Integrationsfähigkeit: Vernetzung und IT-Infrastruktur</b> Konnektivität bzw. Kommunikationsfähigkeit mit anderen Produkten, Maschinen, IT-Systemen oder Menschen	Keine digitale Vernetzungsfähigkeit zum Datenaustausch mit anderen Objekten; Informationsaustausch über Email bzw. Telefon	Technische Schnittstellen nur eingeschränkt vorhanden	Umfangreiche Vernetzungsmöglichkeiten, z. B. über Feldbus- oder Industrial-Ethernet-Schnittstellen; zentrale Datenserver in der Produktion	Maschine ist über Cloud-Lösung mit anderen Objekten vernetzt bzw. hat digitalen Zwilling für die Abbildung im Internet of Things; Möglichkeit eindeutiger Identifikation der Maschine; automatischer Datenaustausch, z. B. für Auftragsnachverfolgung
<b>Integrationsfähigkeit: Horizontale und vertikale Vernetzung</b>	Keine vertikale Integration in der Produktion; keine Vernetzung mit anderen Unternehmensbereichen	Einheitliche Datenformate und Regeln bzw. Kommunikationsprotokolle zum Datenaustausch	Einheitliche Datenformate und funktions- bzw. unternehmensübergreifend vernetzte Datenserver	Umfangreiche horizontale und vertikale Vernetzung ermöglicht automatischen Datenaustausch in Echtzeit

(Fortsetzung)

**Tab. 3.14** (Fortsetzung)

<b>Kriterien</b>	<b>Stufe 1</b>	<b>Stufe 2</b>	<b>Stufe 3</b>	<b>Stufe 4</b>
<b>Integrationsfähigkeit: Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M)</b>	Keine M2M-Kommunikation	Kommunikation mittels Feldbus- oder Industrial-Ethernet-Schnittstellen	Kommunikation einer Minderheit der Maschinen über Maschinen-Clouds des Internet of Things	Kommunikation einer Mehrzahl der Maschinen über Maschinen-Clouds des Internet of Things
<b>Integrationsfähigkeit: Maschine-zu-Menschen-Kommunikation (M2H)</b>	Kein Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine	Anzeige von Informationen mittels lokal installierter Visualisierungsgesetze wie z. B. Monitore; zentrale Produktionsüberwachung und -steuerung	Anzeige von Informationen mittels mobiler Anzeigegeräte; dezentrale Produktionüberwachung und -steuerung	Einsatz von erweiterter bzw. assistierter Realität, z. B. mittels Virtual-Reality-Brillen
<b>Unterstützung selbststeuernder Prozesse</b>	Überwachung des Zustands der Maschinen, der Umweltbedingungen sowie der Betriebs- und Nutzungsparameter	Steuerung der Maschinenfunktionen	Optimierung des Betriebs auf Basis der Überwachungs- und Steuerungsdaten	Autonomie auf Basis von Überwachungs-, Steuerungs- und Optimierungsdaten
<b>Wandlungsfähigkeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Universalität</li> <li>• Kompatibilität</li> <li>• Modularität</li> <li>• Skalierbarkeit</li> <li>• Mobilität</li> <li>• Neutralität</li> </ul>	Keine Wandlungsfähigkeit in Bezug auf Ausbringungsmenge und Produktvarianten	Sehr begrenzte Wandlungsfähigkeit; sehr große Einschränkungen in Bezug auf Umgestaltungspotenzial der Maschine oder damit einhergehendem Aufwand	Begrenzte Wandlungsfähigkeit; Einschränkungen in Bezug auf Umgestaltungspotenzial der Maschine oder damit einhergehendem Aufwand	Hohe Wandlungsfähigkeit: Maschine lässt sich mit minimalem Aufwand beliebig umgestalten

(ggf. autonom) auf veränderte Umweltbedingungen reagieren, im Idealfall in Echtzeit. Dabei werden auch vordefinierte Leistungskennzahlen im Rahmen von Abweichungsanalysen überwacht. Wenn sich diese Leistungskennzahlen außerhalb definierter Toleranzgrenzen bewegen, kommuniziert die Maschine automatisiert Warnmeldungen oder Steuerbefehle zur Problemlösung an die relevanten vernetzten Objekte. Ebenso kann es sich um Sensordaten wie z. B. Druck auf einem Ventil handeln, auf die mittels Aktoren reagiert wird. Die Fähigkeit zur Datenverarbeitung und -analyse wird als separates Kriterium für die Reifegradmessung in Tab. 3.14 berücksichtigt.

#### 3.7.2.4 Integrationsfähigkeit

Die von der Maschine generierten Daten werden entweder selbst analysiert oder sie werden an andere Maschinen bzw. IT-Systeme übermittelt, um eine integrierte Steuerung der Auftragsabwicklung auf Basis von Echtzeit-Informationen über die Objekte und Aktivitäten der Prozesse zu ermöglichen. Der Begriff Integrationsfähigkeit bezeichnet die **Fähigkeit einer Maschine bzw. ihres eingebetteten Systems zur Vernetzung** mit anderen Maschinen, Werkstücken, IT-Systemen oder weiteren Elementen des digitalen Unternehmens zum Gestalten von intra- oder interorganisationalen Geschäftsprozessen. Die digitale Integration erfolgt über den Datenaustausch zwischen mindestens zwei Elementen.

Einerseits findet dieser **Datenaustausch** im Bereich der Produktion statt. Zum Beispiel wird der Bearbeitungsstatus eines Werkstücks an ein IT-System zur Produktionssteuerung übermittelt oder Daten für die vorausschauende Instandhaltung (Predictive Maintenance) an ein IT-System gesendet. Andererseits müssen ebenso andere Unternehmensbereiche wie der Vertrieb im Hinblick auf die Integration von Kundeninformationen oder den Einkauf im Hinblick auf Materialverfügbarkeiten vernetzt werden. Eine Vernetzung mit anderen Unternehmensbereichen ermöglicht eine abteilungsübergreifende Steuerung der Prozesse und vermeidet Doppelarbeiten mittels integrierter IT-Lösungen, standardisierter Workflows oder durchgängigen Datenmodellen. Im Rahmen der Smart Factory wurde die Vernetzung in vertikale Integration (innerhalb der Produktion) und horizontale Integration (mit anderen Funktionsbereichen bzw. externen Wertschöpfungspartnern) unterschieden.

Der Begriff **Konnektivität** beschreibt die Verbindungsmöglichkeit einer Maschine bzw. ihres IT-Systems mit einem oder mehreren anderen Elementen des digitalen Unternehmens (vgl. Abschn. 3.8). Der Grad der Konnektivität wird maßgeblich von der Fähigkeit zum Datenaustausch mit anderen Elementen bestimmt. Diese Fähigkeit wiederum hängt maßgeblich vom Standardisierungsgrad der Schnittstellen ab. Die Standardisierung bezeichnet allgemein akzeptierte technische oder organisatorische Übereinkünfte. Die **Infrastruktur der Informations- und Kommunikationstechnologien** in der Produktion bestimmt wesentlich die Möglichkeiten zur Integrationsfähigkeit und damit die Verbesserungen technischer und organisatorischer Prozesse. Neben der Nutzung zentraler IT-Systeme können internetbasierte Kommunikationsportale zum Einsatz kommen. Ein hoher Automatisierungsgrad des Datenaustauschs ist im Hinblick auf die Effizienz von Prozessen wünschenswert.



Die Konnektivität (die Verbindungsmöglichkeiten) einer Maschine beziehen sich zum einen auf den Datenaustausch mit anderen Maschinen (**Machine-to-Machine, M2M**). Ein Beispiel ist die Meldung des Bearbeitungsstatus eines Werkstücks an eine nachfolgende Maschine zum Abstimmen des Fertigungstakts. Dabei kommen sowohl Feldbus-, Industrial Ethernet- als auch Internet-Schnittstellen zum Einsatz. Aufgrund der zunehmenden Komplexität der Fertigungsprozesse sind ebenso Schnittstellen zwischen Maschinen und Menschen (**Machine-to-Human, M2H**) zu betrachten. Beispielsweise steigern mobile Tablets oder Datenbrillen, die kontextsensitiv die richtigen Informationen am richtigen Ort zur richtigen Zeit darstellen, die Effizienz und Effektivität des Mitarbeitereinsatzes. Weitere Beispiele: Mobile Assistenzsysteme leiten Mitarbeiter für die Kommissionierung von Waren über den kürzesten Weg zum nächsten Regalplatz; Monteure sehen digitale Montage- oder Reparaturanweisungen im Display einer Datenbrille. Solche Assistenzsysteme können ebenso Einkäufer über Fehlteile oder Fertigungsplaner über Maschinenausfälle informieren, damit dezentrale Entscheidungen beschleunigt werden.

Basierend auf den vorherigen Ausführungen werden als Kriterien für die Bewertung der Integrationsfähigkeit der Maschine(n) die Vernetzung und IT-Infrastruktur, die horizontale und vertikale Vernetzung, die Machine-to-Machine-Kommunikation und die Machine-to-Human-Kommunikation herangezogen (vgl. Tab. 3.14).

### 3.7.2.5 Unterstützung digitaler, selbststeuernder Prozesse mittels der Interaktion cyber-physischer Systeme

Der Trend zu kundenindividuell hergestellten Gütern führt zu immer kleineren Losgrößen (bis hin zur Los- bzw. Auftragsmenge Eins) und zu einer steigenden Komplexität der Prozesse in der Produktion. Eine hohe Effizienz bei kleinen Losgrößen ist damit in vielen Branchen zu einem relevanten Wettbewerbsfaktor geworden. Dabei bieten nicht nur ein modularer Produktaufbau nach dem Baukastenprinzip und der Einsatz flexibler Produktionsmittel Lösungsansätze, sondern ebenso Cyber-physische Systeme, welche die dezentrale, autonome Steuerung von Produktionsprozessen ermöglichen. Selbststeuernde Maschinen und Werkstücke bzw. Produkte für einen selbstoptimierenden und lernenden Auftragsabwicklungs- beziehungsweise Fertigungsprozess sind ein zentrales Ziel der Smart Factory. Im Idealfall sollte sich jedes Produkt oder Bauteil selbstständig auf Basis von Informationen über ihren aktuellen Bearbeitungsstatus und die ausstehenden Bearbeitungsschritte durch den Fertigungsprozess navigieren. Die Rückmeldung von Daten aus der Produktion generieren selbstlernende Planungsprozesse, um die Planungsgüte für die Zukunft zu erhöhen. Für die Reifegradmessung in Tab. 3.14 wird auf der Grundlage der vorherigen Ausführungen das Kriterium der Unterstützung selbststeuernder Prozesse aufgenommen. Die drei vorher abgeleiteten Anforderungen – Fähigkeit zur Datengenerierung, Fähigkeit zur Datenverarbeitung und -analyse sowie Integrationsfähigkeit – sind neben anderen Voraussetzungen für selbststeuernde Prozesse.



### 3.7.2.6 Wandlungsfähigkeit

Die Anforderungen an Fertigungsprozesse sind im Zeitablauf nicht stabil, sondern durch Dynamik und Unsicherheit in Bezug auf Produktvarianten und zu fertigende Ausbringungsmengen gekennzeichnet. Daher müssen Maschinen ein hohes Maß an Flexibilität und Wandlungsfähigkeit aufweisen. Die Flexibilität bezeichnet die Anpassungsfähigkeit im Hinblick auf Absatz- und Variantenschwankungen, die zu einem Planungszeitpunkt bereits bekannt sind und etwa im Rahmen einer Überkapazität berücksichtigt werden. Die Wandlungsfähigkeit geht darüber hinaus. Sie drückt das Potenzial einer Maschine aus, mit minimalem Aufwand beliebig (ohne Ressourcenvorhalt) umgestaltet zu werden. Wandlungsbefähiger nach Nyhuis et al. (2008) sind die folgenden:

- Universalität: „Ein Objekt kann für unterschiedliche Aufgaben eingesetzt werden, ist je nach Anforderung gestaltbar und dimensionierbar und kann unabhängig von anderen agieren.“
- Kompatibilität: „Fähigkeit des äußeren Aufbaus an seinen Schnittstellen mit anderen Systemen verknüpft werden zu können.“
- Modularität: „Innerer Aufbau aus unabhängigen funktionsfähigen Einheiten.“
- Skalierbarkeit: „Fähigkeit von Objekten sowohl räumlich als auch technologisch erweiter- und reduzierbar zu sein.“
- Mobilität: „Uneingeschränkte räumliche Bewegbarkeit.“
- Neutralität: „Ein Objekt kann keinen negativen Einfluss auf die Fähigkeiten anderer Objekte nehmen.“

Als Kriterium für die Reifegradmessung in Tab. 3.14 wird die Wandlungsfähigkeit aufgenommen, um die Dynamik und Unsicherheit in Bezug auf den Mix der Produktvarianten und die Höhe der zu fertigenden Ausbringungsmenge als Anforderung an Maschinen und Roboter abzubilden.

### 3.7.3 Stufen der digitalen Transformation und Assessments

In den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels wurde zunächst ein gemeinsames Verständnis der Begriffe Industrie 4.0, Smart Factory und die zentralen Basis-Technologien wie Cyber-physische Systeme und das Internet of Things geschaffen. Darauf aufbauend ist abgeleitet worden, welche Merkmale Maschinen und Roboter aufweisen sollten, um die digitale Transformation der Fertigung zu unterstützen. Tab. 3.14 konkretisiert die daraus resultierenden Kriterien zur Reifegradmessung der digitalen Transformation.

Nicht aufgegriffen werden die beiden Aspekte der Sicherheit – die Betriebs- und die IT-Sicherheit. Die Betriebssicherheit, also die Vermeidung von Gefährdungen für Menschen und Umwelt, ist maschinenspezifisch auf Basis der einschlägigen Richtlinien zu prüfen. Der Aspekt der IT-Sicherheit, damit Datensicherheit und -schutz, wird in den Kapiteln zu IT-Systemen beziehungsweise zur Vernetzung abgedeckt (vgl. Abschn. 3.8 bzw. 3.9).

### 3.7.4 Handlungsempfehlungen und Vorteile

Ergänzend zu den Handlungsfeldern, die aus dem Delta zwischen Ist- und Soll-Profillinie der Reifegradmessung resultieren, lassen sich weitere Handlungsempfehlungen für das eigene Unternehmen im Hinblick auf die folgenden Aspekte ableiten: Standardisierung und Referenzarchitektur, Breitbandinfrastruktur, Sicherheit, Arbeitsorganisation, Aus- und Weiterbildung sowie rechtliche Rahmenbedingungen. Die Anzahl der bisher realisierten oder als Prototyp vorhandenen Smart Factories ist überschaubar. Zudem ist das Ziel dieses Kapitels, die digitale Transformation von Maschinen und Robotern zu beschreiben und nicht die vollumfängliche Transformation einer konventionellen Produktion zur Smart Factory. Insofern werden im Folgenden nur generische Handlungsempfehlungen gegeben (vgl. Arbeitskreis Industrie 4.0 für die Wirtschaft).

Die unternehmensübergreifende Verknüpfung von Wertschöpfungsnetzwerken erfordert **Standards** für den Datenaustausch (vgl. Abschn. 3.8), um Prozesse unternehmensübergreifend zu automatisieren. Bei der technischen Beschreibung und Umsetzung unterstützen **Referenzarchitekturen** wie beispielsweise das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0). Aktivitäten des eigenen Unternehmens sollten sich an diesen Modellen orientieren. Sie erleichtern die Vernetzung mit anderen Wertschöpfungspartnern auf Basis einer „Sprache“ im Hinblick auf Syntax und Semantik. Die Implementierung von Simulationsplattformen zum Konzeptionieren und Testen von Technik und Organisation einer Smart Factory bietet flankierende Unterstützung.

Für die unternehmensübergreifende Vernetzung sind nicht nur Standards, sondern ebenso ausfallsichere, flächendeckende Kommunikationsnetze hoher Qualität erforderlich. Dies ist durch einen Anschluss des Unternehmens an das **Breitband-Internet** realisierbar. Aufgrund des unternehmensübergreifenden Datenaustausches in einem Produktionssystem über Kommunikationsnetze wie beispielsweise dem Internet, erhalten die Themen **IT-Betriebs- und Angriffssicherheit** eine hohe Relevanz. Hier sind entsprechende Maßnahmen wie integrierte Sicherheitsarchitekturen und eindeutige Identitätsnachweise zu implementieren, um die Daten gegen Missbrauch und unerwünschtem Zugriff zu schützen (vgl. Abschn. 3.8 und 3.9).

Die Rolle der Mitarbeiter in einer Smart Factory wandelt sich erheblich (vgl. Abschn. 3.4). Insbesondere die echtzeitorientierte Steuerung der Prozesse verändert die Arbeitsinhalte und -umgebungen. Die Nutzung von mobilen Assistenzsystemen als Maschine-zu-Mensch-Schnittstelle wird alltäglich werden. Intelligente Produktionsprozesse werden zu autonomen, selbststeuernden Regelkreisen, die nur minimale menschliche Überwachung und Steuerung erfordern. Zunehmend wichtiger werden Kompetenzen in der Datenanalyse sowie das System- und Prozessdenken, um die Optimierung der Smart Factory weiter zu treiben. Damit Mitarbeiter für diesen Wandel befähigt werden, sind zum einen geänderte Kompetenzprofile in der **Aus- und Weiterbildung** zu erstellen. Wissensmanagement und komplementäre Teamzusammensetzungen sind Erfolgsfaktoren, um die digitale Transformation zu unterstützen. Die Mitarbeiter sind bei der **Gestaltung der Arbeitsorganisation** partizipativ einzubinden, um die Akzeptanz geänderter Arbeitsinhalte zu erhöhen.

Bei der Gestaltung der Fertigungsprozesse und horizontaler Wertschöpfungsnetzwerke mit anderen Unternehmen sind **rechtliche Rahmenbedingungen** zu beachten. Leider ist das aktuell geltende Recht nicht in allen Bereichen – wie beispielsweise Schutz von Unternehmensdaten, Haftungsfragen, Umgang mit personenbezogenen Daten und Handelsbeschränkungen – ausreichend für die digitale Welt der Zukunft ausgeprägt. Um nicht auf den Gesetzgeber warten zu müssen, sind Instrumente wie Leitfäden, Musterverträge und -betriebsvereinbarungen oder Audits anzuwenden.

### 3.7.5 Beispiel

Als illustratives Beispiel für die Anwendung der Reifegradbewertung auf das Element Maschinen und Roboter dient ein automatisiertes Lagersystem in Form von kleinen, **autonomen Transportfahrzeugen für die Intralogistik** (in Anlehnung an das Konzept des „MultiShuttle“ des Fraunhofer IML bzw. der Fa. Dematic). In vielen Unternehmen werden Stetigförderer (Elevatoren) für den innerbetrieblichen Transport auf einem festgelegten Förderweg über eine begrenzte Wegstrecke eingesetzt. Beispiele sind Rollen- oder Bandförderer, die allerdings relativ unflexibel sind. Eine Möglichkeit zur Flexibilisierung des Materialflusses ist der Einsatz einer Vielzahl kleiner autonomer Transportfahrzeuge, die digitalisiert und miteinander vernetzt sind. Diese fahrerlosen Transportsysteme (FTS) transportieren in diesem Fall Kleinladungsträger wie Kisten mit Materialien von einem Hochregallager zu Bearbeitungsstationen in der Fertigung. Die Fahrzeuge können selbsttätig Güter im Lager ein- und auslagern, um den gesamten Transport vom Lager in die Fertigung ohne Umschlagvorgang durchzuführen. Lagerbehälter kommen in der gewünschten Sequenz an ihr Ziel. Die Transportfahrzeuge kommunizieren digital miteinander, um sich bei ihrer Routenplanung auf Basis von Algorithmen der „Schwarmintelligenz“ abzustimmen, so dass sie das jeweils nächste verfügbare Fahrzeug und die kürzeste Route wählen. Navigationssysteme, Vorfahrtsregeln, Beschleunigungs- und Distanzsensoren ermöglichen die autonome, freie Bewegung der Fahrzeuge ohne ortsfeste Markierungen. Auf Hindernisse reagieren die autonomen Fahrzeuge mittels Sensoren dynamisch, so dass Kollisionen vermieden werden.

Die Koordination der Fahrzeuge erfolgt nicht durch ein zentrales IT-System. Vielmehr kommunizieren die Transportfahrzeuge selbstständig mittels WLAN miteinander, um sich bei Auftragsdisposition und Routenfindung untereinander abzustimmen. Die technische Basis für die Selbststeuerung bilden die Vernetzung über das Internet of Things und Multi-Agenten-Systeme. In einem Multi-Agenten-System arbeiten mehrere autonom handelnde Agenten (hier: Transportfahrzeuge) zusammen an einer komplexen Aufgabenstellung (Ein- und Auslagerung, Transport von Gütern von der Quelle zur Senke).

Agenten sind Softwaresysteme, die der Künstlichen Intelligenz (KI) zuzurechnen sind. Aufgrund ihrer „Intelligenz“ sind Agenten als Stellvertreter für einen Auftraggeber in der Lage, definierte Aufgaben in einem bestimmten Handlungsrahmen situationsspezifisch und autonom, damit ohne permanenten menschlichen Eingriff, als Reaktion auf

Umweltveränderungen zielorientiert zu lösen. Agenten agieren selbstständig im Hinblick auf ein spezifisches Ziel im Rahmen einer gesetzten Autorisierung. Die Abstimmung, Kontrolle und Konfliktlösung zwischen den verschiedenen Agenten im Rahmen der kooperativen Aufgabenerfüllung wird durch „Verhandlungen“ erreicht. Die Software-Agenten der Transportfahrzeuge kommunizieren eigenständig miteinander und ermöglichen so eine verteilte, koordinierte Lösungsfindung.

Im Hinblick auf das Kriterium **Datengenerierung** erfüllt die vorgenannte Lösung die Anforderungen der Stufe vier: Betriebs- oder vielmehr Nutzungsdaten werden in Echtzeit automatisiert an allen relevanten Messpunkten erhoben. Zum Beispiel bestimmt das Navigationssystem des Fahrzeugs seinen aktuellen Aufenthaltsort, Distanz-Sensoren vermeiden die Kollision mit ortsfesten Hindernissen oder anderen Fahrzeugen. Sowohl die über die Sensoren erfassten Daten als auch die für den Transport relevanten Auftragsdaten (Lagerort, Zielort, Materialnummer etc.) werden in nahezu Echtzeit verarbeitet und für die Prozesssteuerung analysiert. Damit wird für das Kriterium **Datenverarbeitung und -analyse** die Stufe vier erreicht. Auch im Hinblick auf die **Integrationsfähigkeit** ist ein sehr hoher Reifegrad zu konstatieren. Die Transportfahrzeuge sind über eine Cloud-Lösung untereinander und mit anderen Objekten vernetzt und über einen digitalen Zwilling im Internet of Things abgebildet, so dass individuelle Fahrzeuge eindeutig identifizierbar sind. Umfangreiche horizontale und vertikale Vernetzung erlauben automatischen Datenaustausch in annähernd Echtzeit, insbesondere im Rahmen der Machine-to-Machine-Kommunikation. Beim Kriterium der **Unterstützung selbststeuernder Prozesse** wird ebenso die Stufe vier erreicht. Navigationssysteme und Sensoren ermöglichen die autonome, freie Bewegung der Fahrzeuge ohne ortsfeste Markierungen. Die Fahrzeuge kommunizieren selbstständig mittels WLAN miteinander, um sich bei Auftragsdisposition und Routenfindung untereinander abzustimmen. Dabei bilden die Vernetzung über das Internet of Things und Multi-Agenten-Systeme die technische Basis für die autonome Selbststeuerung. Die **Wandlungsfähigkeit** ist mit Stufe drei einzustufen, vor allem im Vergleich zu dauerhaft eingebauter Stetigförderertechnik wie beispielsweise Rollförderern. Die Verknüpfung von Transportquellen und -senken ist flexibel gestaltbar. Zwar lässt sich die Gesamtleistung des Systems durch einfaches Hinzufügen oder Weglassen von Fahrzeugen skalieren, aber damit gehen Kosten für die Anschaffung oder eventuell die Abschreibung der Fahrzeuge einher.

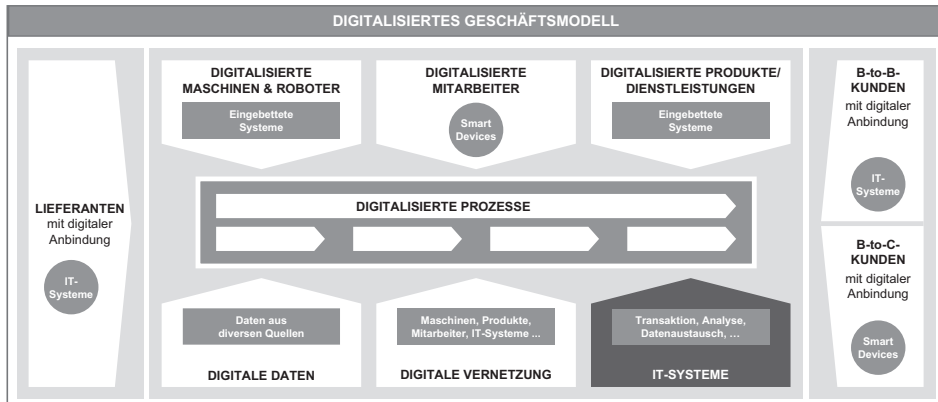
---

## 3.8 IT-Systeme

### 3.8.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

#### 3.8.1.1 Überblick

Ein IT-System bezeichnet Software- und Hardwaresysteme, die Aufgaben der Datenverarbeitung und Kommunikation unterstützen oder automatisieren. Damit verengt sich die Definition auf computergestützte Informationssysteme wie beispielsweise ein



**Abb. 3.24** Das Element IT-Systeme im digitalen Unternehmen

ERP-System (Enterprise Resource Planning). Abzugrenzen davon sind sozio-technische Informationssysteme wie etwa ein Unternehmen, in denen Menschen und IT-Systeme Informationen austauschen und verarbeiten.

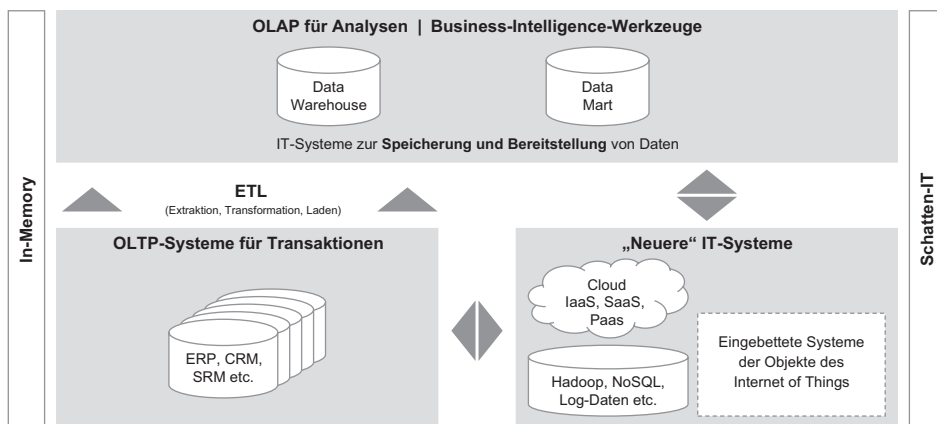
IT-Systeme zählen zu den Enablern des digitalen Unternehmens (vgl. Abb. 3.24). Als Mittel zum Zweck der digitalen Transformation dienen sie unter anderem der Realisierung von Geschäftsmodellen zum Beispiel über digitale Plattformen im Internet (vgl. Abschn. 3.10), der Vernetzung von Objekten des Internet of Things (vgl. Abschn. 3.9), der Automatisierung von Prozessen (vgl. Abschn. 3.1) oder der Analyse von Daten (vgl. Abschn. 3.5). Die Ausgestaltung oder der Einsatz der IT-Systemlandschaft ist ein zentrales Erfolgspotenzial des digitalen Unternehmens: Sie bestimmt wesentlich die langfristige Leistungsfähigkeit und die Kompetenzen zur Verbesserung der Wettbewerbsposition.

Im Folgenden werden die verschiedenen **Arten von IT-Systemen** dargestellt. Dabei handelt es sich sowohl um transaktionsorientierte Anwendungssysteme wie zum Beispiel ERP oder CRM als auch um analyseorientierte IT-Systeme wie Data Warehouses oder Business-Intelligence-Werkzeuge. Neben diesen in vielen Unternehmen lange etablierten IT-Systemen werden als neuere Entwicklungen **Cloud-Lösungen** und **eingebettete Systeme** der Objekte des Internet of Things erläutert. Nach diesem generellen Überblick werden mit den Bereichen **Schatten-IT** und **IT-Sicherheit** zwei Problembereiche erörtert, die im Rahmen der Reifegrad-Bewertung aufgegriffen werden. Um weitere relevante Merkmale für die Reifegrad-Bewertung von IT-Systemen ableiten zu können, werden die **Anforderungen an IT-Systeme** im Rahmen der digitalen Transformation dargestellt. Das Kapitel schließt mit **Handlungsempfehlungen** für das digitale Unternehmen.

### 3.8.1.2 Arten von IT-Systemen

#### Überblick

Zur ersten Orientierung für die folgenden Ausführungen dient Abb. 3.25, die typische Elemente einer IT-Architektur und das Zusammenspiel zwischen diesen Elementen darstellt.



**Abb. 3.25** Orientierungsrahmen zu Arten von IT-Systemen

Dabei handelt es sich jedoch nicht um ein Zielbild einer IT-Architektur für die digitale Transformation. Vielmehr bietet die Abbildung einen Orientierungsrahmen für ein allgemeines Verständnis der verschiedenen Arten von IT-Systemen. Die Elemente dieser „IT-Landkarte“ werden in den folgenden Abschnitten aufgegriffen und detailliert erläutert. Als zwei grundsätzliche Arten von IT-Systemen werden zunächst transaktionsorientierte IT-Systeme (OLTP) versus analyseorientierte IT-Systeme (OLAP) unterschieden. Die beiden Ansätze werden zunehmend im Rahmen von sogenannten In-Memory-Lösungen konsolidiert, die anschließend separat vorgestellt werden. Operative OLTP-Systeme, Data Warehouses und OLAP-Systeme beziehungsweise Business Intelligence-Werkzeuge sind der traditionellen IT zuzurechnen. Neuere Entwicklungen im Bereich der digitalen Transformation sind vor allem bedingt durch die großen Mengen strukturierter und unstrukturierter Daten, die es in Echtzeit zu verarbeiten und zu analysieren gilt (zu Big Data vgl. Abschn. 3.5). Die großen Datenmengen stammen vor allem aus den eingebetteten Systemen der Objekte des Internet of Things wie beispielsweise Produkte oder Maschinen (vgl. Abschn. 3.7 und 3.9). Diese erlangen verstärkt an Bedeutung, so dass sie ebenso zu erklären und in die IT-Landschaft einzuordnen sind. Neuere Ansätze wie Hadoop unterstützen das verteilte Speichern und parallele Verarbeiten großer Datenmengen auf einer Vielzahl von Servern. Hadoop ist ein Framework, das auf einer so bezeichneten horizontalen Skalierung (engl. Scale-out) durch das Verteilen der großen Datenmengen auf bis zu mehreren Tausend Servern basiert – im Gegensatz zum traditionellen Ansatz eines sogenannten Scale-up durch Vergrößern beziehungsweise Aufrüsten eines Servers. Abschließend werden Cloud-Lösungen dargestellt.

### OLTP-Systeme versus OLAP-Systeme

Traditionell werden zwei Arten von IT-Systemen unterschieden: Transaktionale IT-Systeme versus Analyseinstrumente zur Entscheidungsunterstützung. Transaktionale IT-Systeme des **Online Transaction Processing (OLTP)** umfassen operative IT-Systeme, die

im Rahmen des Tagesgeschäfts Transaktionen, wie die Abwicklung einer Bestellung, verarbeiten. OLTP-Systeme zielen auf Effizienzsteigerung der Prozesse ab, wie etwa mittels Datenaktualisierung und Automatisierung der betrieblichen Abläufe. Funktionen sind vor allem Änderungen im Datenbestand wie beispielsweise Einfügen, Aktualisieren oder Löschen funktionsbezogener, aktueller Transaktionsdaten. Die Daten werden vielfach in relationalen Datenbanken gespeichert. Ein Beispiel sind ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning), die als betriebswirtschaftliche Anwendungssoftware die Planung und Steuerung aller wesentlichen betrieblichen Führungs- und Ausführungsfunktionen eines Unternehmens unterstützen, indem sie bereichsübergreifende Geschäftsprozesse abbilden. Sie bestehen aus einem Basissystem und bereichsbezogenen Modulen wie Rechnungswesen, Produktionsplanung, Beschaffung etc., die alle auf einer einheitlichen Datengrundlage in einer gemeinsamen Datenbank basieren und funktional integriert sind.

OLTP-Systeme sind aufgrund ihrer Ausrichtung auf einzelne Transaktionen nicht dafür geeignet, eine Basis für komplexe betriebswirtschaftliche Entscheidungen zu bieten. Hierfür werden Analyseinstrumente verwendet, welche die Daten aus verschiedenen Quellsystemen in einem Data Warehouse hinsichtlich verschiedener Dimensionen für die Analyse verdichten und Entscheidungen unterstützen. Diese IT-Systeme zur Analyse werden dem Bereich **Online Analytical Processing (OLAP)** zugeordnet. Solche Business-Intelligence-Lösungen ermöglichen eine detaillierte Analyse der Daten und das Erklären von betriebswirtschaftlichen Sachverhalten, beispielsweise durch flexibles Navigieren zwischen den Dimensionsausprägungen im Data Warehouse oder durch Aufdecken von Mustern im Zuge des Data Mining (vgl. Abschn. 3.5). Dadurch gewinnen operative Prozesse an Transparenz, so dass sich potenzielle Schwächen aufdecken lassen und das Unternehmensverhalten entsprechend angepasst werden kann. OLAP-Systeme schließen die Lücke zwischen Strategie und operativer Umsetzung, indem sie operative Daten in entscheidungsrelevante Informationen wie Wissen für das Schaffen von Wettbewerbsvorteilen transformieren (Business Intelligence). OLAP zielt auf die Verdichtung von Daten und zeitraumbezogene Analyse (z. B. Trends der Bestandsentwicklung und Haupttreiber im letzten Monat) – im Gegensatz zu OLTP, das zeitpunktbezogene Analysen fokussiert (z. B. aktueller Bestand eines bestimmten Materials). Dabei können sich die Daten auf einen historischen, aktuellen oder zukünftigen Zeitraum beziehen. Viele OLAP-Systeme integrieren Daten aus einer Vielzahl von Quellen, wie OLTP-Systemen und Data Warehouses. Dabei kommen typischerweise sowohl relationale als auch multidimensionale Datenbanken zum Einsatz. Eine relationale Datenbank speichert Datensätze in verschiedenen Tabellen mit zwei Dimensionen, die miteinander über Beziehungen (Relationen) verknüpft sind. Demgegenüber werden die Daten in einer multidimensionalen Datenbank nicht nur in zwei Dimensionen, sondern in mehreren Dimensionen gespeichert. Dies gewährt eine schnelle Abfrage der Daten aus verschiedenen Dimensionen.



### Data Warehouse und Business Intelligence

Der Begriff OLAP ist eng verknüpft mit den Begriffen Data Warehouse und Business Intelligence, so dass diese im Folgenden definiert und voneinander abgegrenzt werden. Ein **Data Warehouse** ist ein von operativen OLTP-Systemen getrenntes Datenbanksystem, das der Extraktion, Speicherung und Analyse relevanter Daten aus heterogenen internen und externen Quellsystemen dient. Damit ist es dem Bereich OLAP zuzuordnen. Quellsysteme können dabei zum Beispiel (transaktionale) ERP-Systeme, elektronische Marktplätze, Tabellenkalkulationsprogramme oder andere Data Warehouses sein. Die Daten werden an einem zentralen Punkt auf Basis eines Datenmodells homogen und konsistent zusammengeführt, um die Heterogenität der Quellsysteme zu überwinden. Dieser Prozess der Extraktion der Daten aus verschiedenen Quellsystemen, ihrer Transformation und der Ablage in einer Zieldatenbank wird als ETL-Prozess (Extraktion, Transformation, Laden) bezeichnet. Im Rahmen der Harmonisierung der unterschiedlichen Daten aus den verschiedenen Quellsystemen bezeichnet die Transformation das Mapping eines Datenformats in ein anderes, insbesondere im Hinblick auf Syntax und Semantik des Datenmodells im Data Warehouse. Das Data Warehouse speichert und verdichtet die Quellsystem-Daten auf unterschiedlichen Aggregationsstufen. Dabei findet sowohl eine vertikale Datenintegration (über mehrere Hierarchieebenen) als auch eine horizontale Datenintegration (über verschiedene unternehmensinterne und -übergreifende Funktionen) statt. Diese Daten werden kombiniert und kontextsensitiv aufbereitet, so dass den Anwendern Informationen in verdichteter, analysierbarer Form zur Verfügung stehen. Somit kann ein Data Warehouse als Kopie von Transaktionsdaten, speziell umstrukturiert und aufbereitet für Abfragen und Analysen, aufgefasst werden. Der Begriff **Data Mart** bezeichnet die Teilansicht eines Data Warehouses für die Nutzung durch ein anderes IT-System, für eine bestimmte Analyse oder für einen bestimmten Funktionsbereich des Unternehmens, wie zum Beispiel den Vertrieb.

Die Speicherung der integrierten Daten in einem Data Warehouse oder einem Data Mart allein erbringt noch keine Wettbewerbsvorteile, sondern erst deren kreative und intelligente Verwendung. Daher sind die operativen Daten des Data Warehouses in entscheidungsrelevante Informationen beziehungsweise Wissen zu transformieren. Dies bezeichnet der Begriff **Business Intelligence (BI)**. Business-Intelligence-Lösungen sind Berichts-, Analyse- und Planungswerkzeuge, die auf den Datenbestand von Data Warehouses zugreifen. Business-Intelligence-Lösungen erlauben differenzierte Analysen, Modellrechnungen und Simulationen im Rahmen der Entscheidungsunterstützung auf der Basis unternehmensweiter und -übergreifender Informationen.

### In-Memory Datenbanken

Eine neuere Entwicklung sind In-Memory-Datenbanken. Diese Datenbanken verkürzen signifikant die Zugriffszeit auf Daten. Dies ist insbesondere wichtig für Analysen in nahezu Echtzeit, wie sie beispielsweise beim Internet of Things zur Steuerung von Funktionen einer Fertigungsmaschine oder anderer Objekte relevant sind (vgl. Abschn. 3.9).



Die Analyse von Daten erfordert drei Hardware-Elemente eines IT-Systems: Den Prozessor für das Durchführen der Rechenoperationen, den Speicherplatz für das Speichern der zu verarbeitenden Daten und ein System für das Transferieren der Daten zwischen Prozessor und Speicherplatz, den sog. Arbeitsspeicher. Die Geschwindigkeit der Datenanalyse wird durch das langsamste dieser drei Elemente bestimmt. In OLAP-Systemen, die nicht auf einer In-Memory-Datenbank basieren, ist der Engpass vielfach die Zugriffszeit auf den Speicher. Dabei handelt es sich nicht um den Zugriff auf den Arbeitsspeicher (random-access memory, RAM), sondern auf den Festplattenspeicher. Demgegenüber beruht In-Memory auf der Grundidee, dass diejenigen Daten, die traditionell auf dem Festplattenspeicher persistent abgelegt werden, stattdessen in komprimierter Form im Arbeitsspeicher zur Verfügung gestellt werden. Dadurch lassen sich signifikant schnellere Antwortzeiten für den Lesezugriff im Vergleich zu relationalen Datenbanken erzielen.

Die Kombination einer schnellen Verarbeitung komprimierter Daten mit integrierten, leistungsstarken Berechnungsprogrammen im Rahmen einer In-Memory-Lösung erlaubt nicht nur Analysen in nahezu Echtzeit, sondern ebenso die Verarbeitung transaktionaler Daten. Damit können auf einem In-Memory-System sowohl analyseorientierte OLAP-Anwendungen als auch operative OLTP-Anwendungen auf einer gemeinsamen Datenbank abgebildet werden.

### **Eingebettete Systeme der Objekte des Internet of Things**

Ein zentraler neuer Aspekt der digitalen Transformation ist die IT-Integration im Rahmen des **Internet of Things**. Das Internet of Things (IoT) bezeichnet die Vernetzung digital identifizierbarer physischer Objekte („Things“, Dinge) über das Internet oder andere Netze, damit diese Objekte selbstständig kommunizieren, sprich Daten austauschen können (vgl. Abschn. 3.9). Technische Enabler solcher IoT-Lösungen sind eingebettete Systeme (engl. embedded systems). Sie bestehen aus aufeinander abgestimmten IT-Komponenten wie beispielsweise Sensoren, Mikroprozessoren, Speicher und Software. Eingebettete Systeme sind Bestandteile von zum Beispiel digitalisierter Maschinen oder Produkte, um eine genau definierte Aufgabe abzubilden, wie etwa die Datensammlung und -analyse für die Überwachung und Steuerung von Funktionen einer Fertigungsmaschine (vgl. Abschn. 3.6). So lassen sich beispielsweise Betriebsdaten einer Maschine im Zeitablauf speichern, um für die Instandhaltungsplanung ausgewertet zu werden.

Der Durchdringungsgrad eingebetteter Systeme für das Internet of Things wird als separates Kriterium für die Reifegradbeurteilung aufgenommen. Dieser Aspekt ist nicht nur bei der Analyse des Ist-Zustands zu beleuchten, sondern vor allem bei der darauffolgenden Ableitung eines Soll-Zustands der zukünftigen IT-Systemlandschaft im Rahmen einer Digitalisierungsstrategie explizit zu berücksichtigen.

### **Cloud-Lösungen**

Der Begriff **Cloud** bezeichnet die Bereitstellung von IT-Services als Dienstleistung über das Internet oder ein anderes Netzwerk. Generell bezeichnet Cloud-Computing die Möglichkeit der standortunabhängigen Nutzung von Hard- und Software-Ressourcen, ohne dass diese

im Besitz des Nutzers sein müssen. Dabei lassen sich drei Dienstleistungsmodelle und drei Organisationsformen unterscheiden. Bei den **Dienstleistungsmodellen** handelt es sich um Software-as-a-Service, Platform-as-a-Service und Infrastructure-as-a-Service. Beim Modell Software-as-a-Service (SaaS) beziehen die Nutzer die Funktionen einer Anwendungssoftware als Dienstleistung über standardisierte Schnittstellen aus einer Cloud-Infrastruktur. Platform-as-a-Service (PaaS) stellt Entwicklungsplattformen als Service bereit, um die Applikationsentwicklung zu unterstützen. Bei Infrastructure-as-a-Service (IaaS) stehen dem Nutzer Ressourcen wie Speicherplatz oder Netzwerkinfrastruktur als Dienstleistung zur Verfügung.

Nutzer können standortunabhängig über das Internet auf die oben genannten Dienste zugreifen. Die Dienste ermöglichen eine hohe Skalierbarkeit auf Basis transaktionsbasierter Abrechnungsmodelle, die der Kundennachfrage flexibel folgt und den Fixkostendruck alternativer On-Premise-Lösungen vermeidet. Der Begriff On-Premise bezeichnet diejenigen IT-Lösungen, die auf Hardware im Rechenzentrum des Unternehmens vor Ort betrieben werden.

Als **Organisationsformen** von Cloud-Lösungen lassen sich Public und Private Clouds unterscheiden. Beide können sowohl durch das eigene Unternehmen oder einen externen Anbieter betrieben werden. Bei einer Public Cloud stellt der Anbieter seine IT-Ressourcen öffentlich als Cloud-Service zur Verfügung. In einer Private Cloud kann nur eine definierte Nutzergruppe die IT-Ressourcen als Service abrufen.

Das breite Angebot von Cloud-Computing über das Internet wächst kontinuierlich und treibt verschiedene **Veränderungen im Unternehmen**. IT-Services werden zunehmend als Commodities bzw. „Allerweltsgüter“ wahrgenommen, das bedeutet, die Art und Weise der Erstellung sowie der Ort der Entstehung verlieren an Bedeutung. Die Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit einer Cloudbasierten Architektur ist gegebenenfalls höher als traditionelle IT-Lösungen. Aus Sicht der IT-Abteilung steigt jedoch die Komplexität, wenn diverse Cloud-Lösungen verschiedener Anbieter für durchgehende Prozesse miteinander zu verbinden sind.

Die Cloud spielt insbesondere im **Internet of Things** eine zentrale Rolle: Zum einen werden Objekte vielmehr deren eingebettete Systeme über eine Cloud sowohl untereinander als auch mit zentralen IT-Systemen vernetzt, beispielsweise in einer Produkt- oder Maschinen-Cloud (vgl. Abschn. 3.6 und 3.7). Zum anderen werden Dienste und Apps über das Internet oder andere Netze bereitgestellt, anstatt die IT-Infrastruktur und Softwarefunktionen über lokale IT-Systeme bereitzustellen (vgl. Abschn. 3.9). Der mögliche Nutzen von Cloud-Lösungen für exemplarisch erweiterte Geschäftsmodelle, selbststeuernde, automatisierte Prozesse sowie digitalisierte Produkte wurde bereits in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt. Um auf die Potenziale von Cloud-Lösungen im Rahmen der Entwicklung eines Soll-Zustands der IT-Architektur hinzuweisen, wird dieser Punkt als separates Kriterium für die Reifegradbeurteilung aufgenommen.

### 3.8.1.3 Schatten-IT

Neben der offiziellen IT-Architektur werden in vielen Unternehmen IT-Systeme betrieben, die der sogenannten Schatten-IT zuzurechnen sind. Der Begriff Schatten-IT bezeichnet

die autonome Beschaffung, die Entwicklung und den eigenständigen Betrieb von IT-Systemen durch einzelne Mitarbeiter oder einen Fachbereich – ohne die Einbindung der IT-Abteilung. Die Schatten-IT umfasst diejenigen IT-Systeme, die unkontrolliert neben der offiziellen IT-Infrastruktur bestehen und damit weder technisch noch strategisch in das IT-Servicemanagement der Organisation eingebunden sind. Typische Beispiele sind der Einsatz von Tabellenkalkulationsprogrammen wie Microsoft Excel anstelle von standardisierten ERP-Transaktionen, die Nutzung öffentlicher Cloud-Storage-Provider wie Dropbox für Datenarchivierung anstelle von Sharepoints im Intranet des Unternehmens oder die Verwendung von Videokonferenz-Lösungen wie Skype anstelle der durch die IT-Abteilung zur Verfügung gestellten Software.

Die **Gründe** für das Auftreten von Schatten-IT sind vielfältig. Beispielsweise sind die formalen Beschaffungsprozesse für IT-Systeme aus Sicht der Nutzer zu langsam oder zu komplex. Die IT-Abteilung verfügt nicht über die erforderlichen Ressourcen für die Implementierung und Wartung der IT-Systeme, oder das Know-how in Bezug auf aktuelle IT-Services ist nicht ausreichend, um die Funktionen der IT-Systeme vollumfänglich am Bedarf der Fachabteilungen auszurichten. Wenn die IT-Abteilung die Bedarfe für IT-Services nicht erkennt oder nicht zeitnah Lösungen zur Verfügung stellen kann, fördert dies die unkontrollierte Nutzung von nicht offiziellen IT-Lösungen durch Mitarbeiter ohne Einbindung der IT-Abteilung. Zum einen nutzen Mitarbeiter ihre privaten mobilen Endgeräte wie Laptops, Tablets oder Smartphones. Das Schlagwort „Bring Your Own Device (BYOD)“ bezeichnet diesen oftmals unkontrollierten Weg des Zugriffs auf Netzwerke und das Speichern und Verarbeiten von Unternehmensdaten auf den genannten Endgeräten. Zum anderen werden verstärkt Cloud-Services als Schatten-IT genutzt. Die Nutzung solcher Dienstleistungen ist schnell und einfach über das Internet ohne die IT-Abteilung realisierbar.

Zahlreiche **Probleme** resultieren aus der Verbreitung von Schatten-IT. Es bilden sich fragmentierte, heterogene IT-Landschaften mit zahlreichen Schnittstellen und Medienbrüchen. Diese bergen nicht nur Fehlerpotenziale, sondern gefährden ebenso die zentrale Steuerung und Optimierung der gesamten IT-Infrastruktur des Unternehmens. Solche inkompatiblen Dateninseln können sowohl den Datenaustausch zwischen den Elementen des digitalen Unternehmens als auch die abteilungsübergreifende Automatisierung von Prozessen erheblich behindern. So kann die isolierte Datenspeicherung in einem lokalen Tabellenkalkulationsprogramm dazu führen, dass in einem nachfolgenden Prozess-Schritt mit veralteten Daten gearbeitet wird. Schatten-IT führt ebenso zu Defiziten in der revisionssicheren Dokumentation von Geschäftsvorfällen, die in einem zentralen ERP-System abzubilden wären. Eine durchgängige Analyse von Daten über Abteilungen und IT-Systeme hinweg, wie sie beispielsweise für die Optimierung der Customer Journey (vgl. Abschn. 3.2) unabdingbar ist, wird massiv erschwert.

Werden IT-Systeme an die IT-Infrastruktur des Unternehmens angeschlossen, die nicht seitens der IT-Abteilung genehmigt wurden, so sind die Daten nicht mehr unter der Kontrolle des Unternehmens. Dadurch steigt die Gefahr externer Cyber-Angriffe auf die IT-Infrastruktur mit entsprechenden Risiken in Bezug auf Datensicherheit, -integrität

und -schutz (vgl. Abschn. 3.9). Neben betriebswirtschaftlichen Risiken umfasst dies auch den potenziellen Verstoß gegen Datenschutzgesetze. Compliance-Richtlinien werden eventuell verletzt, beispielsweise Vorgaben aus ISO 27001, PCI-DSS oder SSAE16. Die Nutzung der Schatten-IT-Lösungen führt zu verdeckten Kosten, die nicht im zentralen IT-Budget abgebildet werden, so dass die Unwirtschaftlichkeit der Schatten-IT-Systeme oder versteckte Prozesskosten unter Umständen nicht sichtbar sind. Weiterhin können Lizenzrechte der Anbieter verletzt werden, wenn Software, die für den privaten Gebrauch erworben wurde, im Unternehmen eingesetzt wird.

### 3.8.1.4 Anforderungen an IT-Systeme zur Unterstützung der digitalen Transformation

#### Überblick

Das vorherige Kapitel hat einen Überblick über die Arten von IT-Systemen geboten. Im Folgenden ist die Frage zu beantworten, welche **Merkmale** IT-Systeme aufweisen sollten, um die digitale Transformation zu unterstützen. Diese Merkmale ergeben sich zum einen aus den Elementen des digitalen Unternehmens, die in den vorherigen Kapiteln erarbeitet wurden. Zum anderen leiten sie sich aus den Rahmenbedingungen beziehungsweise der Umwelt des digitalen Unternehmens ab. Als Anforderungen an IT-Systeme zur Förderung der digitalen Transformation werden die Merkmale Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit, Integrationsfähigkeit, Analysefähigkeit und kontinuierliches Lernen, Fähigkeit zur Informationsbereitstellung und IT-Sicherheit in den nachfolgenden Abschnitten hergeleitet und beschrieben (vgl. Abb. 3.26). Anschließend werden diese Merkmale als Kriterien für die Beurteilung des Reifegrads von IT-Systemen im nächsten Kapitel herangezogen.

In Abb. 3.26 sind als weitere Kriterien für die Reifegradmessung die Durchdringungsgrade der Schatten-IT, des Cloud-Computings und der eingebetteten Systeme aufgenommen. Diese ergeben sich aus den vorherigen Ausführungen.

#### Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit

Als Enabler der digitalen Transformation dienen IT-Systeme beispielsweise zur Realisierung von Geschäftsmodellen über digitale Plattformen im Internet, zur Vernetzung von Objekten des Internet of Things wie etwa Fertigungsmaschinen, zur Automatisierung von Prozessen oder zur Analyse von Daten. Die Anforderungen an IT-Systeme im Rahmen dieser Aufgaben sind im Zeitablauf nicht stabil, sondern durch **Dynamik** und **Unsicherheit** in Bezug auf Aufgabeninhalt und zu verarbeitendes Datenvolumen gekennzeichnet. Daher müssen die IT-Systeme ein hohes Maß an Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit aufweisen; diese beschreibt das Ausmaß der Veränderungsfähigkeit eines IT-Systems. Die **Anpassungsfähigkeit** bezeichnet die Fähigkeit eines IT-Systems, sich reaktiv an veränderte Umwelanforderungen wie neue Kundenbedürfnisse anpassen zu können. Demgegenüber umfasst die **Entwicklungsfähigkeit** die innovative Weiterentwicklung der IT-Systeme zur proaktiven Zukunftsgestaltung, zum Beispiel von neuen Geschäftsmodellen oder effizienteren Prozessen.

ANFORDERUNGEN AN IT-SYSTEME	KRITERIEN ZUR REIFEGRADEMESSUNG
Anpassungs- und Entwicklungs- fähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Skalierbarkeit</li> <li>■ Modularität</li> </ul>
Integrations- fähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Konnektivität, Standardisierung von Schnittstellen</li> <li>■ Richtung der Integration (horizontal, vertikal)</li> <li>■ Gegenstände der Integration</li> </ul>
Analysefähigkeit und kontinuierliches Lernen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Effektivität, Effizienz der Entscheidungsunterstützung</li> <li>■ Verarbeitung großer, heterogener Datenmengen</li> <li>■ Kontinuierliches Machine Learning; Rules Engines</li> </ul>
Fähigkeit zur Informations- bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bedarfsgerechte Informationsversorgung</li> <li>■ Automatische Datenanalyse; Bereitstellung in Echtzeit</li> </ul>
IT-Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Umfang der Maßnahmen zur Datensicherheit</li> <li>■ Umfang der Maßnahmen zum Datenschutz</li> </ul>
Weitere Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Durchdringungsgrad der Schatten-IT</li> <li>■ Durchdringungsgrad Cloud Computing</li> <li>■ Durchdringungsgrad Eingebetteter Systeme</li> </ul>

**Abb. 3.26** Anforderungen an IT-Systeme und daraus resultierende Kriterien zur Reifegradmessung

Der Grad der Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit eines IT-Systems lässt sich durch die Kriterien Skalierbarkeit und Modularität beschreiben. Die **Skalierbarkeit** bezeichnet allgemein die Möglichkeit zur Erweiterung eines technischen Systems, um seine Leistung an neue Anforderungen anzupassen. Hier beschreibt der Begriff Skalierbarkeit die Fähigkeit einer Hard- oder Software-Lösung, sich flexibel erweitern oder reduzieren zu lassen. Zum Beispiel müssen größere Datenmengen verarbeitet oder mehr Nutzer mit dem IT-System vernetzt werden. Die **Modularität** eines IT-Systems ist die Fähigkeit, einzelne Komponenten oder vielmehr Module (z. B. Funktionsbausteine) ohne negative Auswirkungen (z. B. Performanz, Sicherheit) auf das Gesamtsystem mit geringem Aufwand hinzuzufügen, zu ändern oder zu entfernen. Skalierbarkeit und Modularität werden im Rahmen der Reifegradmessung als Bewertungskriterien in Tab. 3.15 aufgegriffen.

### Integrationsfähigkeit

Die Integrationsfähigkeit bezeichnet die **Fähigkeit eines IT-Systems zur Vernetzung** mit anderen IT-Systemen oder weiteren Elementen des digitalen Unternehmens zum Gestalten von intra- oder interorganisationalen Geschäftsprozessen und -beziehungen.

Bei den weiteren Elementen kann es sich um Produkte, Maschinen, Kunden, Lieferanten oder Mitarbeiter (bzw. deren IT-Systeme) handeln (vgl. Abschn. 3.9). Die digitale Integration erfolgt über den **Datenaustausch** zwischen mindestens zwei Elementen.

Die Integrationsfähigkeit der IT-Systeme bestimmt die Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit des Netzwerkes eines digitalen Unternehmens. Angesichts der Dynamik von Netzwerken, wie dem Internet of Things oder einer Wertschöpfungskette mit wechselnden externen Partnern, ist die Fähigkeit zum flexiblen und schnellen Auf- und Abbau von informatorischen Beziehungen eine Voraussetzung für den Unternehmenserfolg. Daher sollten IT-Systeme als technische Instrumente zur Vernetzung dem Unternehmen diesbezüglich keine Restriktionen auferlegen. Dies erfordert die Fähigkeit von IT-Systemen, einzelne Elemente des digitalen Unternehmens (z. B. neue Lieferanten, Kunden, Produkte, IT-Systeme) ohne negative Auswirkungen auf das Gesamtsystem mit geringem Aufwand hinzuzufügen, zu ändern oder zu entfernen. Damit sind **drei Determinanten der Integrationsfähigkeit** angesprochen: Die Konnektivität, die Richtung und der Gegenstand der Integration. Zusätzlich beschreibt die Reichweite der Integration als vierte Dimension den Kreis der Entitäten, die an einem Netzwerk teilnehmen. Dieses Kriterium wird im Abschn. 3.9 beschrieben und dort für die Reifegrad-Bewertung berücksichtigt.

Der Begriff **Konnektivität** beschreibt die Verbindungsmöglichkeit eines IT-Systems mit einem oder mehreren anderen IT-Systemen. Dabei kann zwischen einer losen Kopplung (Integration über wenige diskrete Schnittstellen ohne unmittelbare funktionale Abhängigkeiten) und einer starken Kopplung (Geschäftslogik und Verarbeitungsprozesse stehen in unmittelbarer Beziehung zu den Schnittstellen) unterschieden werden. Der Grad der Konnektivität wird maßgeblich bestimmt von der Fähigkeit eines IT-Systems zum **Datenaustausch** mit anderen IT-Systemen. Diese Fähigkeit wiederum hängt entscheidend vom Standardisierungsgrad der Schnittstellen ab. Die Standardisierung bezeichnet allgemein akzeptierte technische oder organisatorische Übereinkünfte und umfasst sowohl „De-jure“-Standards und damit verpflichtende Normen, als auch „De-facto“-Standards, die sich als Ergebnis von marktlichen Ausleseprozessen durchgesetzt haben. Hauptziel der Standardisierung im Rahmen der digitalen Transformation sollte es sein, eine gemeinsame „Sprache“ festzulegen, über die in einem Netzwerk verteilte, heterogene IT-Systeme miteinander Daten austauschen können. Die **Standards für Schnittstellen zwischen IT-Systemen** können systemtechnischer Natur (Rechner- bzw. Prozesskommunikationsstandards) oder semantischer Natur (einheitliche Interpretation der Daten im jeweiligen Kontext) sein. Standards senken die Kosten des Datenaustauschs und gewährleisten eine schnelle, unkomplizierte Konnektivität der IT-Systeme sowie die Kompatibilität der ausgetauschten Daten. Die Kosten und das Risiko bei der Vernetzung der Elemente des digitalen Unternehmens sinken oder werden zumindest abschätzbar. Daher ist die Standardisierung von Schnittstellen als Kriterium für die Reifegradmessung aufzunehmen.

Neben der Konnektivität beziehungsweise dem Standardisierungsgrad ist die **Richtung der Integration** eine weitere Determinante der Integrationsfähigkeit eines IT-Systems.

Diese lässt sich in eine horizontale und eine vertikale Integrationsrichtung differenzieren. Die **horizontale Integration** bezeichnet die Verknüpfung der IT-Systeme im unternehmensinternen Wertschöpfungsnetzwerk über betriebliche Funktionen wie Vertrieb, Produktion und Beschaffung hinweg und im unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerk über Unternehmensgrenzen hinaus, wie etwa mit Lieferanten oder Kunden. Dabei wird der Integrationsgrad nach der Anzahl und der Intensität der Verbindung der integrierten Bereiche bestimmt (vgl. Abschn. 3.1.3). Der Integrationsgrad kann von der Verwendung bereichsfremder Informationen über die Nutzung einer gemeinsamen Datenbasis bis hin zu aufeinander abgestimmten Funktionen und Programmen in der gesamten Wertschöpfungskette variieren (vgl. Gegenstände der Integration). Die **vertikale Integration** bezeichnet die Versorgung der Planungs- und Kontrollsysteme mit den Daten der Administrations- und Dispositionssysteme. Hierzu ist eine Abstimmung der verschiedenen Aggregationsgrade und ihre Detaillierung erforderlich, da Informationen für die oberen Managementebenen auf verdichteten Informationen der operativen Ebene basieren. Ein Beispiel ist die Nutzung von Sensordaten einer Fertigungsmaschine in einem IT-System zur Produktionsplanung und -steuerung einer Fertigungslinie. Im Gegensatz zur horizontalen Integration wird bei der vertikalen Integration der Informationsgehalt durch Datenverdichtung verändert, das bedeutet eine relativ geringe Verdichtung auf operativer Unternehmensebene, hingegen eine relativ hohe Verdichtung auf Planungs- und Kontrollebene.

Die **Gegenstände der IT-Integration** sind neben Konnektivität und Integrationsrichtung die dritte Determinante der Integrationsfähigkeit. Dabei handelt es sich um Daten, Funktionen und Programme. Im Rahmen der **Datenintegration** tauschen die vernetzten IT-Systeme untereinander Daten aus. Die wichtigsten Gründe für die gemeinsame Nutzung von Daten sind der Wegfall des Mehrfacherfassens, das redundanzarme Speichern und die gleichzeitige Aktualität der Daten. Hinsichtlich des Reifegrads der Datenintegration können der manuelle Datenaustausch zwischen unverbundenen IT-Systemen, der automatische Datenaustausch zwischen Schnittstellen, der Zugriff auf eine gemeinsame Datenbasis und die Abbildung des gesamten Datenbestands in einem systemweiten Gesamt-Datenmodell unterschieden werden. Die **Funktionsintegration** umfasst Funktionen oder Aktivitäten, welche von IT-Systemen ausgeführt werden. Bei der Funktionsintegration entstehen Abhängigkeiten und der Bedarf, nicht nur die Daten, sondern ebenso die Prozesse und die Verarbeitungslogik der integrierten IT-Systeme anzupassen. Die **Programmintegration** bezieht sich auf die Abstimmung einzelner Programme eines oder mehrerer IT-Systeme. Programme sind Software-Bausteine, die der informationstechnologischen Realisierung der fachlich-inhaltlichen Integration von Funktionen, beziehungsweise Prozessen dienen.

Basierend auf den vorherigen Ausführungen werden als Kriterien für die Bewertung der Integrationsfähigkeit eines IT-Systems die Konnektivität (Standardisierung), die Integrationsrichtung und die Gegenstände der Integration herangezogen (vgl. Tab. 3.15).



### Analysefähigkeit und kontinuierliches Lernen

Die im Rahmen der Vernetzung von Objekten ausgetauschten digitalen **Daten** sind Symbole (z. B. Zahlen, Zeichen), die Eigenschaften von Objekten und Sachverhalten der realen Welt beschreiben (vgl. Abschn. 3.5). Diese Daten werden zum Zweck der Übertragung, Interpretation oder Verarbeitung formalisiert dargestellt. Durch die voranschreitende Digitalisierung liegen in Unternehmen zwar zahlreiche Daten vor, beispielsweise aus Kundenaufträgen im ERP-System oder von Sensoren in Fertigungsmaschinen. Jedoch werden zum einen nicht alle erfassten Daten zu Informationen weiterverarbeitet und zum anderen diese den Mitarbeitern nicht zur Verfügung gestellt.

Die **Analysefähigkeit** bezeichnet das Ausmaß der Fähigkeit eines IT-Systems, entscheidungsbezogene Daten zu beschaffen, problembezogen zu verdichten und für Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozesse in **Informationen** beziehungsweise zweckorientiertes Wissen zu transformieren. Zweckorientierung bedeutet, dass Wissen nur als Information bezeichnet wird, wenn es dazu dient, Entscheidungen oder Handeln vorzubereiten. Ferner sind Informationen situations- und kontextabhängig, das heißt die Bedeutung von Informationen ändert sich in Abhängigkeit vom Adressaten oder der Situation des Adressaten. Das Ziel der Analyse von Daten ist das Verbessern der **Entscheidungsfindung** im Hinblick auf die Zeitverkürzung, das Senken der Kosten sowie das Erhöhen der Qualität des Entscheidungsprozesses. Im Rahmen dieser Entscheidungsunterstützung werden beispielsweise Optimierungsverfahren und Heuristiken angewandt, Datenbankabfragen formuliert, Kennzahlen in Form von Abweichungs- oder Zeitreihenanalysen untersucht. Außerdem werden im Rahmen von Simulationen unterschiedliche zukünftige Umweltzustände prognostiziert oder die Wirkung von Lösungsalternativen dargestellt.

Die Analysefähigkeit spielt jedoch nicht nur in traditionellen OLAP-Systemen bzw. Business-Intelligence-Lösungen eine Rolle für die Entscheidungsunterstützung. Vielmehr ist sie im Rahmen des **Internet of Things** ein entscheidendes Merkmal eines IT-Systems, das digitale Dienste für die vernetzten Objekte bereitstellt. Die von den vernetzten Objekten und deren eingebetteten Systemen empfangenen Daten sind zu analysieren, um zum Beispiel Steuerbefehle an diese Objekte zurückzusenden, so dass die Objekte auf veränderte Umweltbedingungen (ggf. autonom) reagieren. Dabei überwachen IT-Systeme etwa vordefinierte Leistungskennzahlen im Rahmen von Abweichungsanalysen (vgl. das Beispiel der Temperaturregelung im Smart Home im Abschn. 3.9). Wenn sich diese Leistungskennzahlen außerhalb vorher definierter Toleranzgrenzen (Schwellwerte) bewegen, kommuniziert das IT-System automatisiert Warnmeldungen vor potenziellen Problemen oder Steuerbefehle als Alternativplanungen zur Problemlösung an die relevanten vernetzten Objekte. Insofern bestimmt die Analysefähigkeit eines IT-Systems nicht nur die Effizienz und Effektivität der Entscheidungsfindung, sondern ebenso die Entscheidungsumsetzung. Die Verbesserung der **Entscheidungsfindung** richtet sich hier auf die Reduzierung von Zeit und Kosten des Entscheidungsprozesses und die Erhöhung der Entscheidungsqualität. Demgegenüber fokussiert die Verbesserung der **Entscheidungsumsetzung** eine kürzere Zeitspanne für die Umsetzung von



Entscheidungen, niedrigere Kosten für den Umsetzungsprozess und eine höhere Qualität der Implementierung, wie das Ausmaß der erhöhten Kundenzufriedenheit oder den Wert der reduzierten Materialbestände. Die Entscheidungsumsetzung wird nicht nur von der Analysefähigkeit, sondern ebenso von der Fähigkeit des IT-Systems zur Informationsversorgung der Empfänger bestimmt. Diese wird im folgenden Abschnitt als weitere Anforderung an ein IT-System aufgegriffen.

Die Auswertung der Daten sollte nicht nur auf der Grundlage bekannter Ursache-Wirkungszusammenhänge erfolgen. Vielmehr muss das digitale Unternehmen die Fähigkeit erlangen, **kontinuierlich** zu **lernen** und neue Muster und Gesetzmäßigkeiten in den Datenströmen zu erkennen. Ziel ist es, Anregungen für die Weiterentwicklung des digitalen Unternehmens zu erlangen, beispielsweise durch die Erweiterung des Geschäftsmodells, ein besseres Erfüllen der Kundenbedürfnisse oder Kostensenkungen in Prozessen. Dies erfordert die Fähigkeit des IT-Systems zum sog. **Machine Learning** (deutsch: maschinelles Lernen), also dem softwarebasierten Generieren von Wissen mittels Datenanalyse, beispielsweise auf Basis von künstlicher Intelligenz (KI). Das IT-System lernt dabei auf Basis der Datenströme und ist in der Lage, diese in Form von Regeln für Geschäftslogiken und -prozesse zu verallgemeinern. Diese softwarebasierte, flexible Anpassung von Regeln unterstützen sogenannte **Rules Engines**. Entsprechend ist nicht nur die Analysefähigkeit, sondern ebenso die Fähigkeit zum kontinuierlichen Lernen eine relevante Fähigkeit. Die Datenflüsse sind laufend in Echtzeit auf Regeln und neue Ursache-Wirkungszusammenhänge hin zu untersuchen, um die Qualität der Informationen zu erhöhen. Hier sei als Beispiel das Condition Monitoring genannt, das auf Basis der kontinuierlichen Analyse verschiedener Parameter einer Fertigungsmaschine Störungen oder Qualitätsschwankungen prognostiziert. Dies erfordert die Fähigkeit zur Verarbeitung großer Datenmengen aus heterogenen Quellen.

Für die Reifegradmessung der Fähigkeit eines IT-Systems zur Analyse und zum kontinuierlichen Lernen werden nach den vorherigen Überlegungen die folgenden Kriterien herangezogen: Effektivität und Effizienz der Entscheidungsfindung und -umsetzung, Fähigkeit zur Verarbeitung großer, heterogener Datenmengen, sowie die Fähigkeit zu kontinuierlichem Machine Learning und Umsetzung der Erkenntnisse in Regeln über Rules Engines (vgl. Tab. 3.15).

### **Fähigkeit zur Informationsbereitstellung**

Die im vorherigen Abschnitt dargestellte Analysefähigkeit des IT-Systems konzentriert sich auf die Verarbeitung von Daten zu Informationen, das heißt zu zweckorientiertem Wissen. Dies ist allerdings keine hinreichende Fähigkeit für die Entscheidungsunterstützung. Vielmehr müssen diese Informationen sowohl Mitarbeitern für ihre Tätigkeiten als auch Objekten wie Maschinen oder Produkten für ihre Funktionen in adäquater Weise bereitgestellt werden, um die Entscheidungsumsetzung zu verbessern. Diese Fähigkeit eines IT-Systems zur **bedarfsgerechten Informationsversorgung** der Elemente des digitalen Unternehmens bezeichnet der Begriff Informationsbereitstellung. Die Art und Weise der Informationsbereitstellung ist situations- und kontextabhängig, das bedeutet

die Anforderungen an Detailgrad, Aktualität und ähnliche Ansprüche an Informationen ändern sich in Abhängigkeit vom Adressaten oder der Situation des Adressaten. Insofern beschreibt die Fähigkeit zur Informationsbereitstellung das „Können“ eines IT-Systems, den Informationsbedarf der Kunden (Empfänger) zeitnah und genau erfüllen zu können. Empfänger von Informationen sind dabei nicht nur die menschlichen Nutzer eines IT-Systems, sondern ebenso Objekte wie beispielsweise digitalisierte Produkte (vgl. Abschn. 3.6) oder Maschinen (vgl. Abschn. 3.7). Speziell bei zahlreichen Anwendungen des Internet of Things (vgl. Abschn. 3.9) ist eine Informationsversorgung in nahe Echtzeit erforderlich, so etwa in der Medizintechnik bei der Überwachung lebenswichtiger Körperfunktionen von Patienten.

Um eine bedarfsgerechte Informationsversorgung zu erreichen, muss die Informationslogistik optimiert werden. Die **Informationslogistik** befasst sich mit Informationsflüssen und Informationskanälen und somit mit der Bereitstellung der richtigen Information, zur richtigen Zeit, im richtigen Format, in der richtigen Qualität, für den richtigen Empfänger, am richtigen Ort. Die Daten, vielmehr Informationsflüsse sind als Abfolge von Prozessaktivitäten zu planen und zu steuern (Sammeln, Transportieren, Speichern, Verteilen, Kontrollieren von Daten). Im Vordergrund steht dabei die Optimierung der Informationsverfügbarkeit und -durchlaufzeit. Diese bestimmt die Performanz der Analysefähigkeit und damit auch der Steuerungsfähigkeit der Objekte des Internet of Things, die beispielsweise in der Materialflusssteuerung einer Smart Factory annähernd Echtzeit erfolgen muss. Die Steuerung der Informationsversorgung sollte sich nicht auf eine „Holschuld“ des Empfängers gründen (Zieh- bzw. Pull-Prinzip). Vielmehr sollte die Information bereits dort bedarfsgerecht in bedarfsgerechter Weise zur Verfügung gestellt werden, wo sie benötigt wird (Schiebe- bzw. Push-Prinzip). Ein Beispiel ist ein Bericht mit Kundeninformationen für Außendienstmitarbeiter, der auf einer App eines mobilen Endgeräts wie einem Smartphone angezeigt wird. Die Informationen sind in Abhängigkeit der Bedürfnisse des Empfängers nicht nur elektronisch zu visualisieren. Bedarfsgerechte Mensch-Maschine-Schnittstellen können ebenso animierte Bildsequenzen oder Sprachnachrichten sein. Ein Beispiel ist ein Monteur in der Fertigung, der durch die Montage eines Produkts schrittweise mittels Animationen einer Virtual-Reality-Brille und flankierender Audio-Hinweise per Kopfhörer geführt wird.

Die Ausgestaltung der IT-Architektur, also dem Zusammenspiel der vernetzten IT-Systeme des digitalen Unternehmens, bestimmt wesentlich die Fähigkeit zur bedarfsgerechten Informationsbereitstellung für die Entscheidungsunterstützung. Wünschenswert erscheint eine zentralisierte IT-Plattform, welche die IT-Systeme untereinander und mit anderen Elementen des digitalen Unternehmens vernetzt. Eine solche Integration vermeidet redundante Datenhaltung. Hierfür bedarf es zum einen einer hohen Konnektivität der IT-Systeme beziehungsweise standardisierter Schnittstellen, einer bedarfsgerechten Datenqualität und hoher IT-Sicherheitsstandards. Zum anderen unterstützen eine empfängerorientierte Datenhaltung – wie in Data Marts – und die Nutzung von In-Memory-Datenbanken eine kurze Zugriffszeit auf die Informationen.

Als Kriterium für die Reifegradmessung in Tab. 3.15 lässt sich aus den vorgenannten Ausführungen die bedarfsgerechte, somit **situations- und kontextabhängige Bereitstellung**

**von Informationen** für einen definierten Empfängerkreis ableiten. Darüber hinaus sind **automatisierte Datenanalysen** erforderlich, um Daten kontinuierlich zu Informationen zu verdichten und damit Empfänger zur **Entscheidungsunterstützung in nahezu Echtzeit** zu versorgen.

### IT-Sicherheit

Die Thematik der IT-Sicherheit wird im nachfolgenden Abschn. 3.9 zur Vernetzung unter dem Schlagwort Cybersicherheit aufgenommen. Die dort vorgestellten Aspekte sind nicht nur im Rahmen der Vernetzung relevant, sondern ebenso für ein einzelnes IT-System. Das digitale Unternehmen muss Maßnahmen ergreifen, um die IT-Systeme und den Datenaustausch unter Gewährleistung von Datensicherheit und -schutz betreiben zu können. Die bereits abgeleiteten Kriterien zur Beurteilung des Reifegrads im Hinblick auf Datensicherheit und -schutz sind hier analog für das folgende Bewertungsraster aufzugreifen und sowohl auf die einzelnen IT-Systeme als auch die gesamte IT-Systemarchitektur anzuwenden.

### Weitere Anforderungen

Für die Reifegradbewertung in Tab. 3.15 werden zusätzlich als Kriterien die Durchdringungsgrade von Schatten-IT, Cloud-Lösungen und eingebetteten Systemen aufgenommen (zu einer ausführlichen Begründung vgl. die vorherigen Abschnitte). Das Kriterium **„Durchdringungsgrad der Schatten IT“** wird über den prozentualen Anteil der Schatten-IT an der Datenverarbeitung gemessen. Das Ziel ist die Eliminierung der Schatten-IT aufgrund der damit einhergehenden Probleme. Das Kriterium **„Durchdringungsgrad von Cloud-Lösungen“** wird als prozentualer Anteil von Cloud-Computing an der Gesamtheit der Service- beziehungsweise Infrastrukturlösungen erhoben. Mit der Prüfung des Kriteriums **„eingebettete Systeme“** sollen Ansatzpunkte aufgezeigt werden, um die Relevanz für die eigene IT-Architektur zu prüfen und damit neue Geschäftsmodelle oder Prozesse des Internet of Things IT-seitig zu unterstützen oder überhaupt erst zu ermöglichen.

## 3.8.2 Stufen der digitalen Transformation und Assessments

In den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels wurde primär ein gemeinsames Verständnis der Arten von IT-Systemen, das Wesen und die Herausforderungen von Schatten-IT sowie die Anforderungen an IT-Systeme zur Unterstützung der digitalen Transformation geschaffen. Darauf aufbauend werden im Folgenden die daraus resultierenden Kriterien zur Reifegradmessung der digitalen Transformation in einem Bewertungsraster für IT-Systeme konkretisiert (vgl. Tab. 3.15).

Aus den Anforderungen an IT-Systeme (vgl. Abb. 3.26) leiten sich die Kriterien Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit, Integrationsfähigkeit, Analysefähigkeit und kontinuierliches Lernen, Fähigkeit zur Informationsbereitstellung und IT-Sicherheit ab. Zusätzlich ergänzt wurden aufgrund der vorangegangenen Ausführungen die Kriterien Durchdringungsgrad von Schatten IT, Cloud-Lösungen und eingebettete Systeme.

Tab. 3.15 Reifegradmodell für das Element IT-Systeme

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
<b>ANPASSUNGS- UND ENTWICKLUNGSFÄHIGKEIT</b>				
<b>Skalierbarkeit</b>	IT-System ist nicht skalierbar	IT-System ist kaum skalierbar; eine Skalierung zieht einen großen finanziellen bzw. zeitlichen Aufwand nach sich	IT-System ist bedingt skalierbar; eine Skalierung zieht einen mittleren Aufwand nach sich	IT-System ist ohne nennenswerten Aufwand in großem Umfang skalierbar
<b>Modularität</b>	Komponenten bzw. Module des IT-Systems können nur mit signifikant negativen Auswirkungen auf das Gesamtsystem mit hohem Aufwand hinzugefügt, geändert oder entfernt werden	Komponenten bzw. Module können mit nur geringen negativen Auswirkungen auf das Gesamtsystem mit hohem Aufwand hinzugefügt, geändert oder entfernt werden	Komponenten bzw. Module können ohne negative Auswirkungen auf das Gesamtsystem mit mittlerem Aufwand hinzugefügt, geändert oder entfernt werden	Komponenten bzw. Module können ohne negative Auswirkungen auf das Gesamtsystem mit geringem Aufwand hinzugefügt, geändert oder entfernt werden
<b>INTEGRATIONSFÄHIGKEIT</b>				
<b>Konnektivität, Standardisierung von Schnittstellen</b>	Keine Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen IT-Systemen	Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen IT-Systemen in geringem Umfang; nur aufwändig mittels nicht standardisierter Schnittstellen realisierbar	Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen IT-Systemen in größerem Umfang; realisierbar über standardisierte Schnittstellen	Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen IT-Systemen in sehr großem Umfang; sehr leicht realisierbar über hochgradig standardisierte Schnittstellen
<b>Richtung der Integration</b>	Weder horizontale noch vertikale Integration mit anderen IT-Systemen	Horizontale oder vertikale Integration in geringem Umfang	Horizontale oder vertikale Integration in mittlerem Umfang	Horizontale und vertikale Integration in großem Umfang
(Fortsetzung)				

Tab. 3.15 (Fortsetzung)

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Gegenstände der Integration	<b>Daten:</b> Manueller Datenaustausch zwischen unverbundenen IT-Systemen. Medienbrüche <b>Funktionen und Programme:</b> Keine Integration	<b>Daten:</b> Automatischer Datenaustausch zwischen IT-Systemen über digitale Schnittstellen <b>Funktionen und Programme:</b> Vereinzelte Funktionsintegration. Abstimmung einzelner Programme von zwei oder mehr IT-Systemen	<b>Daten:</b> Gemeinsamer Zugriff auf konsolidierte Datenbasis <b>Funktionen und Programme:</b> Teilbereiche von Prozessen mittels IT verknüpft; fortgeschrittene Abstimmung der Programme mehrerer IT-Systeme	<b>Daten:</b> Abbildung des gesamten Datenbestands in einem systemweiten Gesamt-Datenmodell einer zentralen Datenbank. <b>Funktionen und Programme:</b> Vollumfängliche Funktions- und Programmintegration aller IT-Systeme
ANALYSEFÄHIGKEIT UND KONTINUIERLICHES LERNEN				
Effektivität und Effizienz der Entscheidungsfindung und -umsetzung	Nicht gegeben	Niedrig	Mittel	Hoch
Verarbeitung großer, heterogener Datenmengen	Nicht möglich	Kaum möglich	Möglich, aber Medienbrüche und manueller Aufwand	Automatisiert, schnittstellen- und aufwandsarm
Kontinuierliches Machine Learning; Rules Engines	Nicht unterstützt	Kaum unterstützt	Möglich, aber nicht automatisiert	Automatisiert, schnittstellen- und aufwandsarm
FÄHIGKEIT ZUR INFORMATIONSBEREITSTELLUNG	Informationen werden allen Empfängern nicht bedarfsgerecht bereitgestellt	Nur wenige Empfänger werden bedarfsgerecht mit Informationen versorgt	Der Großteil der Empfänger wird bedarfsgerecht mit Informationen versorgt	Bedarfsgerechte Informationsversorgung aller Empfänger in Echtzeit

(Fortsetzung)

Tab. 3.15 (Fortsetzung)

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
IT-SICHERHEIT: Datensicherheit, Datenschutz	Unkoordinierte Maßnahmen ad hoc in ausgewählten Bereichen; keine systematische Abdeckung aller Risiken	Richtlinien vorhanden. Grundlegende Prozesse und Technologien implementiert	Prozesse detailliert dokumentiert und Bestandteil des Managementsystems; Rollen und Verantwortlichkeiten formal definiert und Mitarbeitern zugeordnet	Kennzahlen werden erhoben und Audits durchgeführt; Führung und Kultur fördern kontinuierliche Weiterentwicklung von Fähigkeiten, Prozessen und Technologie
DURCHDRINGUNGSGRAD SCHATTEN-IT	Schatten-IT wird in über 50 % der Geschäftsprozesse eingesetzt; dies beeinträchtigt signifikant Effizienz und Effektivität der Geschäftsprozesse, Datensicherheit und -schutz, Einhaltung von Compliance-Richtlinien sowie Effektivität und Effizienz des IT-Service-Managements	Schatten-IT wird in über 50 % der Geschäftsprozesse eingesetzt; allerdings beeinträchtigt dies die vorgenannten Aspekte nachweislich nur in geringem Maße	Schatten-IT wird in unter 50 % der Geschäftsprozesse eingesetzt; allerdings beeinträchtigt dies die vorgenannten Aspekte nachweislich nicht	Schatten-IT wird nachweislich nicht eingesetzt; die IT-Systeme der offiziellen IT-Infrastruktur decken die Bedarfe der Fachabteilungen in vollem Umfang ab
DURCHDRINGUNGSGRAD CLOUD COMPUTING	Nicht Bestandteil der IT-Architektur	Cloud-Lösungen sind in ausgewählten Bereichen im Einsatz; Nachweis einer Erhöhung der Effektivität bzw. Effizienz ist allerdings nicht erbracht	Cloud-Lösungen sind in ausgewählten Bereichen im Einsatz; nachweisliche Erhöhung der Effektivität bzw. Effizienz	Cloud-Lösungen sind in großem Umfang im Einsatz; nachweisliche Erhöhung der Effektivität bzw. Effizienz
DURCHDRINGUNGSGRAD EINGEBETTETER SYSTEME	Nicht im Einsatz	Werden vereinzelt in Produkten oder Maschinen eingesetzt; keine systematische Einbindung in eine integrierte IT-Strategie für das Internet of Things	Werden in großem Umfang z. B. bei Produkten oder Maschinen eingesetzt; Potenziale im Hinblick auf ihren Stellenwert bezüglich Geschäftsmodell und Geschäftsprozesse werden zum Großteil ausgeschöpft	Sind integraler Bestandteil der IT-Strategie bzw. der IT-Infrastruktur für das Internet of Things und haben einen entsprechenden Stellenwert im Hinblick auf Geschäftsmodell, Geschäftsprozesse, IT-Governance und IT-Sicherheit

### 3.8.3 Handlungsempfehlungen und Vorteile

#### 3.8.3.1 Allgemeine Rahmenbedingungen und Überblick

Die digitale Transformation der Elemente des digitalen Unternehmens führt zu unternehmensübergreifenden Netzen mit vielfältigen Datenflüssen. Diese digitalen Netze aus IT-Systemen zeichnen sich durch ein hohes Maß an Dynamik und Komplexität aus. Angesichts der hohen **Komplexität** sollte sich ein Unternehmen im Hinblick auf die Ausgestaltung seiner IT-Systemlandschaft vor allem auf diejenigen Faktoren konzentrieren, die Wettbewerbsvorteile gegenüber der Konkurrenz begründen und dadurch den Unternehmenserfolg nachhaltig beeinflussen. Diese Determinanten werden als Erfolgsfaktoren bezeichnet. Die oben genannten Kriterien für die Reifegradmessung stellen Ansatzpunkte für solche Erfolgsfaktoren dar.

Vor dem Hintergrund der hohen **Dynamik**, mit der ein digitales Unternehmen durch neue Elemente (z. B. neue Produkte oder Maschinen) oder veränderte Merkmale bestehender Elemente (z. B. geänderte Kundenanforderungen) konfrontiert ist, kann eine einmal gefundene IT-Struktur nicht stabil sein. Vielmehr sind die IT-Architektur und einzelne IT-Systeme kontinuierlich weiterzuentwickeln. Ein Ausgangspunkt hierfür sollte die Customer Journey sein (vgl. Abschn. 3.2) – und nicht isolierte produkt- oder service-orientierte Prozesse. Der Dynamik der digitalen Transformation tragen neben anderen die folgenden Handlungsempfehlungen zu einer „IT der zwei Geschwindigkeiten“ und zu Cloud-Lösungen im folgenden Abschnitt Rechnung.

#### 3.8.3.2 Handlungsempfehlungen in Bezug auf eine IT der zwei Geschwindigkeiten

Bei der digitalen Transformation lassen sich zwei Entwicklungsrichtungen in Bezug auf IT-Systeme identifizieren. Zum einen die Digitalisierung der Geschäftsprozesse, um diese in ihrer Effizienz zu steigern, zu automatisieren und die beteiligten Akteure und Objekte vollumfänglich systemseitig zu integrieren (vgl. Abschn. 3.1). Dafür werden die Objekte der digitalen Transformation wie Produkte, Kunden, Maschinen, IT-Systeme und Mitarbeiter miteinander vernetzt (vgl. Abschn. 3.9). Medienbrüche, papierbasierte Prozess-Schritte und isolierte IT-Insellösungen werden eliminiert. Dies steigert zum einen die Effizienz durch geringere Prozesskosten. Zum anderen werden neue, vielmehr erweiterte Geschäftsmodelle entwickelt, die auf digitalen Technologien beziehungsweise IT-Systemen basieren (vgl. Abschn. 3.10). Ein Beispiel für ein erweitertes Geschäftsmodell sind Produkte, die mit komplementären Dienstleistungen gekoppelt werden: Ein Kühlschrank, der automatisch eine Bestellung bei einem Online-Lieferdienst auslöst, wenn der Warenbestand einen Schwellwert überschreitet. Neue bzw. erweiterte Geschäftsmodelle zielen auf die im Vergleich zum Wettbewerb bessere Erfüllung der Kundenbedürfnisse zur



Umsatzsteigerung. Da die Geschäftsmodelle sich weiterentwickeln, Kundenbedürfnisse sich dynamisch ändern und eventuell laufend neue Objekte zu vernetzen sind, müssen die dazugehörigen IT-Lösungen flexibel und schnell anpassbar sein. Vor dem Hintergrund der beiden vorgenannten Stoßrichtungen der digitalen Transformation – Effizienzsteigerung durch Automatisierung und Unterstützung neuer Geschäftsmodelle – ist die Frage zu beantworten, wie die IT-Infrastruktur beziehungsweise die IT-System-Landschaft auszugestalten ist, um diese beiden Zielfelder zu unterstützen.

Ein möglicher Ansatz ist die Strategie der „**IT der zwei Geschwindigkeiten**“ (engl. 2-Speed IT) oder der „bimodalen IT“. Diese synonymen Begriffe bezeichnen eine hybride IT-Architektur, die sowohl traditionelle als auch agile IT-Systeme aufweist. Damit wird eine zweigeteilte, komplementäre IT-Strategie verfolgt. **Traditionelle IT-Systeme** wie zum Beispiel transaktionsorientierte ERP-Systeme verfügen in der Regel nicht über die Agilität, die für die Anforderungen neuer digitaler Geschäftsmodelle und insbesondere des Internet of Things notwendig sind. Allerdings verfügen die traditionellen Systeme über ein hohes Maß an Stabilität und Sicherheit. Vielfach ermöglichen sie einen wartungs- bzw. aufwandsarmen Betrieb. Demgegenüber liegt bei **agilen IT-Systemen** der Fokus auf einer schnellen und flexiblen Anpassbarkeit bestehender IT-Lösungen an geänderte Anforderungen. Diese ergeben sich auch aus den neuen oder erweiterten Geschäftsmodellen, dem Internet of Things, Automatisierungslösungen im Rahmen der Industrie 4.0 sowie der digitalen Integration von Kunden und Lieferanten. Daraus resultieren Anforderungen wie die schnelle, prototypenbasierte Weiterentwicklung, die Systemverfügbarkeit 24/7 (rund um die Uhr an sieben Tagen in der Woche), ein weltweiter Zugriff aus der unternehmensexternen Umwelt oder der Umgang mit schwer zu prognostizierenden Systemlasten. Für diese vielschichtigen, dynamischen Anforderungen eignet sich insbesondere Cloud-Computing, da sich so Ressourcen und weitere Services kurzfristig nach Bedarf einkaufen lassen.

Im Rahmen einer bimodalen IT-Architektur, die diese „IT der zwei Geschwindigkeiten“ abbildet, sind entsprechend zwei unterschiedliche, aber miteinander verzahnte IT-Architekturbereiche bereitzustellen. Die „langsame“ IT als „Marathonläufer“ und Kern der IT-Architektur konzentriert sich auf den Betrieb stabiler IT-Systeme. Sie unterstützt vor allem bestehende Geschäftsmodelle und -prozesse. Dabei verfolgt die „langsame“ IT vornehmlich die Ziele Effizienz und Verlässlichkeit. Demgegenüber richtet die „agile“ IT ihren Blick auf Flexibilität und Geschwindigkeit, um dynamische Weiterentwicklungen der Geschäftsmodelle und -prozesse, die durch neue Technologien und kurze Software-Entwicklungszyklen gekennzeichnet sind, abzubilden. Eine solche hybride IT-Architektur ermöglicht es, für unterschiedliche betriebliche Anforderungen die jeweils am besten geeignete IT-Lösung zu nutzen. Die Zweiteilung der IT-Architektur sollte sich korrespondierend in der IT-Organisation niederschlagen: Das Management der relativ stabilen Kernsysteme sollte in der traditionellen IT-Entwicklungs- und Betriebsorganisation erfolgen. Hingegen sind digitale Transformationsprojekte und IT-Innovationen mit



hohen Anforderungen an die Umsetzungsgeschwindigkeit auf einer Art organisatorischen „Überholspur“ abzubilden. Dafür sind organisatorische Schnittstellen und Service-Level-Agreements (SLA) zu gestalten, die die Zusammenarbeit der beiden heterogenen Organisationen sinnvoll im Rahmen der Unternehmensziele aufeinander abstimmen.

Das Konzept der IT der zwei Geschwindigkeiten weist auch **Schwächen** auf. Die zügige Weiterentwicklung der „schnellen“ IT mit agilen Methoden wie iterativer Entwicklung und kontinuierlichem Testen stößt dann an die Grenzen von Geschwindigkeit und Flexibilität, wenn sie mit einem Kern-System – wie beispielsweise einen ERP-System oder anderen Legacy Systemen – verknüpft werden muss. Dort dominieren möglicherweise traditionelle Entwicklungs- und Testansätze nach dem Wasserfall-Modell. Die Koexistenz von zwei organisatorischen IT-Bereichen führt nicht nur zu höherer Komplexität, sondern kann ebenso zu Reibungsverlusten führen, wenn diese um Budget, Mitarbeiter und Macht konkurrieren. Außerdem handelt es sich nicht um ein kundenzentriertes Denkmodell, sondern um einen technikzentrierten Ansatz.

### 3.8.3.3 Handlungsempfehlungen in Bezug auf Cloud-Lösungen

Cloud-Lösungen werden häufig als zentrale technologische Basis für die digitale Transformation im Allgemeinen und dem Internet of Things im Speziellen genannt. Eine pauschale Empfehlung zur Implementierung von Cloud-Lösungen scheint aber nicht angebracht. Vielmehr sind vor einer Entscheidung über eine Cloud-Lösung grundlegende Fragen zu beantworten. Zunächst stellt sich die Frage nach den Implikationen der Strategie des Gesamtunternehmens für die IT-Strategie. Daraus leiten sich die Ziele für die Ausgestaltung der IT-Architektur ab. Zum Beispiel stehen in einem Fall Skalierbarkeit und Kosteneinsparungen im Fokus, in einem anderen Fall bildet das Internet of Things die Basis eines Geschäftsmodells. Im ersten Fall können transaktionsbasierte Abrechnungsmodelle mit einem externen Public-Cloud-Anbieter eine Skalierbarkeit ermöglichen, die der Kundennachfrage flexibel folgt und den Fixkostendruck einer alternativen On-Premise-Lösung vermeidet. Dagegen ist im zweiten Fall des internetbasierten Geschäftsmodells eventuell der Betrieb einer Private Cloud sinnvoll, um diese strategische Kernkompetenz als Wettbewerbsvorteil kontinuierlich weiterzuentwickeln. In beiden Fällen kann auch eine alternative Lösung On-Premise besser zum Erreichen der strategischen Ziele beitragen als eine Cloud-Lösung.

Wenn die Entscheidung für eine Cloud-Lösung getroffen wurde, ist in einem zweiten Schritt festzulegen, welche Funktionalitäten in einem Produkt oder einer Maschine selbst zu integrieren sind, versus welche über eine Produkt- bzw. Maschinen-Cloud als digitaler Dienst bezogen werden. Neben den einmaligen und laufenden Kostenwirkungen sind weitere Faktoren für diese Entscheidung zu berücksichtigen: Die notwendige Reaktionszeit, die Automatisierungsanforderungen, die Netzwerkverfügbarkeit und -sicherheit, die Ausgestaltung der Benutzerschnittstelle und Anforderungen durch komplementäre Dienstleistungen für ein Produkt (oder ein anderes Objekt). Der Anspruch einer kurzen

Reaktionszeit auf Sensordaten eines digitalisierten Produkts erfordert tendenziell die Integration der Steuerungssoftware in das Produkt selbst. Dies verkürzt nicht nur die Reaktionszeit auf Veränderungen der Umwelt des Produkts, sondern senkt ebenso das Risiko eines gestörten Netzwerkzugangs.

Ein Anwendungsbeispiel ist ein digitalisiertes Produkt zur Überwachung lebenswichtiger Körperfunktionen eines Krankenhauspatienten. Muss ein Produkt automatisch und autonom auf veränderte Umweltparameter reagieren, so spricht dies ebenfalls für die direkte Integration zentraler Funktionalitäten in das Produkt selbst. Ein Beispiel sind ABS-Bremsen beim Automobil. Je mehr Software-Funktionalitäten in das Produkt selbst als eingebettetes System integriert sind, desto niedriger ist die Abhängigkeit des Produkts von der Netzwerk- bzw. Cloud-Verfügbarkeit. Ebenso sinkt das Risiko in Bezug auf Datensicherheit und -schutz. Die Anforderungen der Benutzerschnittstelle sind ein weiteres Kriterium für die Entscheidung zwischen produktintegrierter Software versus Cloud-Lösung. Ist die Benutzerschnittstelle komplex und häufigen Änderungen unterworfen, so ist eine Cloud-Lösung vorteilhaft. Dies gilt ebenso für die vielfache Nutzung digitaler Dienstleistungen und regelmäßiger Updates der Software. Ein Beispiel sind Apps auf mobilen Endgeräten privater Nutzer.

Die ausführliche Vorstellung von Auswahlkriterien einer anbieterspezifischen Cloud-Lösung geht über den Scope dieses Buches hinaus. Erste Anhaltspunkte bieten Merkmale wie beispielsweise Sicherheit, Integrationsfähigkeit mit bestehenden IT-Systemen, Verfügbarkeit der Dienste (z. B. abhängig von Netzwerk-Bandbreite, Service Level Agreement), Ausgestaltung des Zahlungsmodells sowie Anpassungs- und Entwicklungsfähigkeit.

#### 3.8.3.4 Handlungsempfehlungen in Bezug auf Schatten-IT

Vor dem Hintergrund der mit der Schatten-IT einhergehenden Probleme besteht der Anspruch, sie konsequent abzubauen. Allerdings lässt sich das Problem der Schatten-IT kaum durch ein Verbot lösen, da die Nutzer vielerlei Wege finden, um ihren Bedarf an IT-Services zu decken. Insofern sollten in einem ersten Schritt alle Schatten-IT-Systeme identifiziert werden, um sie im nächsten Schritt anhand der Kriterien strategische Relevanz und Risiko, Qualität, Größe und Innovationspotential bewerten zu können (in Anlehnung an Rentrop und Zimmermann). Die **strategische Relevanz** bezeichnet das Potenzial eines Schatten-IT-Systems, eine IT-Infrastruktur-Strategie zu unterminieren, indem beispielsweise eine lokale Schatten-IT statt eines zentralen IT-Systems genutzt wird. Das Ausmaß des **Risikos** der Nutzung der Schatten-IT lässt sich anhand möglicher unerwünschter Effekte auf die IT-Sicherheit beurteilen, die Einhaltung von Revisionsrichtlinien (Compliance), die Geschäftsprozesse und das IT-Servicemanagement. Das Bewertungskriterium **Qualität** umfasst das technische System, die resultierenden IT-Services und die erzeugten Informationen. Im Hinblick auf die technische Qualität lässt sich beispielsweise die Funktionalität, Verlässlichkeit, Wartungsfreundlichkeit und Anpassungsfähigkeit bewerten. Die Qualität der generierten Informationen beziehungsweise des Outputs des Schatten-IT-Systems bezieht sich auf die Integrität und Konsistenz der erzeugten Informationen (z. B. in Berichten). Das Bewertungskriterium **Größe** fokussiert

den Umfang der dadurch gebundenen Ressourcen, die Anzahl der Nutzer und der resultierenden Service-Prozesse. Schatten-IT muss nicht nur negative Auswirkungen auf das Unternehmen haben. Daher ist neben den vorgenannten Kriterien ebenso ihr **Innovationspotenzial** zu untersuchen. Einerseits kann sie Chancen zur Einführung neuer Technologien oder verbesserter Prozesse bieten. Andererseits können einzelne Aspekte sich negativ auf den Unternehmenserfolg auswirken und nicht zur IT-Strategie passen.

Wurden die Schatten-IT-Systeme anhand der genannten Kriterien bewertet, so ist ihr Abbau nicht zwangsläufig die einzige Handlungsmöglichkeit. Alternative Maßnahmen sind Registrieren, Koordinieren oder Renovieren. Beim Registrieren wird die Schatten-IT nicht verändert, sondern die Nutzung kontrolliert. Beim Koordinieren ist eine neue Aufgabenteilung zwischen Fach- und IT-Abteilung abzustimmen. Im Zuge des Renovierens wird eine neue Lösung entwickelt beziehungsweise die Schatten-IT integriert.

Soll die Schatten-IT abgebaut werden, so können einschränkende Maßnahmen konkret darin bestehen, den Zugriff auf solche IT-Systeme mittels Sicherheitslösungen technisch zu unterbinden oder zu kontrollieren, beispielsweise durch die Auswertung von Firewall Logfiles. Flankierende Maßnahmen sind die Optimierung der Beschaffungsprozesse für IT-Systeme, die Entwicklung einer unternehmensweiten Cloud-Strategie und Schulungen, die im Folgenden erläutert werden. Ein Hauptgrund für die Nutzung von Schatten-IT ist die Tatsache, dass Fachabteilungen sowohl den formalen **Beschaffungsprozess** für IT-Systeme als auch die anschließende Implementierung als zu langsam oder zu komplex empfinden. Entsprechend ist der Prozess von der Bedarfsanalyse über die Beschaffung bis zum Betrieb gemeinsam mit allen Fachabteilungen, IT-, Einkaufs- und Rechtsabteilung im Hinblick auf die Bedarfe der Fachabteilungen zu optimieren, so dass der Anreiz zur Beschaffung von Schatten-IT entfallen kann. Dies betrifft nicht nur die Beschleunigung des Beschaffungsprozesses, sondern ebenso die Aufgeschlossenheit der beschaffenden Abteilung bezüglich innovativer Mitarbeiter-Ideen, die vielleicht noch keinen Eingang in die aktuelle IT-Strategie gefunden haben. Der Prozess sollte abbilden, dass die Einbindung der IT-Abteilung bei Bedarfsanalyse, Beschaffung und im Betrieb einen Mehrwert für den Nutzer bietet. Speziell im Rahmen der Bedarfsanalyse mit den Fachabteilungen ist sicherzustellen, dass die vom Unternehmen bereitgestellten IT-Lösungen genauso unkompliziert, komfortabel und leistungsstark sind wie die alternativen Lösungen der Schatten-IT. Damit ist die offizielle IT attraktiver und kundennäher zu positionieren.

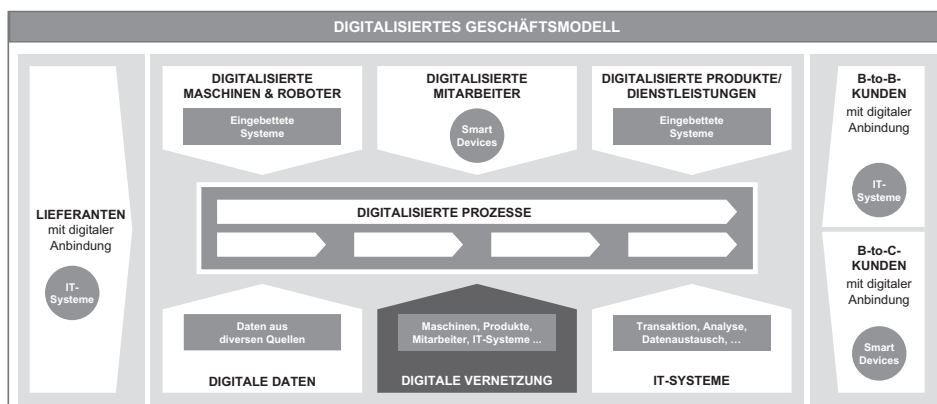
Die Nutzung externer Cloud-Lösungen sollte über ein **Cloud-Service-Portal** kanalisiert werden. Über ein solches Portal lassen sich Leistungen als externe und interne Cloud-Services beziehen. Die flexible Nutzung eines solchen Service-Portals durch die Fachabteilungen erfolgt unter der Kontrolle der IT-Abteilung und damit unter Berücksichtigung der Richtlinien zu Datensicherheit und -schutz. Begleitend sollten **Schulungen** zu Datenschutz und -sicherheit die Mitarbeiter für die Gefahren der Schatten-IT sensibilisieren. Dabei sind auch die Vorteile einer Beschaffung von IT-Systemen über eine zentrale IT-Abteilung herauszustellen. Diese umfassen zum Beispiel Kostensenkungen durch Mengendegressionseffekte, Garantievereinbarungen und Service-Level-Agreements mit Software-Anbietern im Hinblick auf Performanz und stabilen Betrieb.

## 3.9 Digitale Vernetzung

### 3.9.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

Dieses Buch beginnt mit dem Zitat „Alles, was digitalisiert werden kann, wird digitalisiert. Und alles, was vernetzt werden kann, wird auch vernetzt. Das betrifft Menschen, Maschinen und Produkte gleichermaßen.“ Das in Kap. 2 beschriebene Modell des digitalen Unternehmens besteht aus Elementen, die im Rahmen der Leistungserstellung für den Kunden vielfältig miteinander verknüpft sind. Die Enabler (engl. für Befähiger) der digitalen Transformation sind die Elemente, die es ermöglichen, dass eine digitale Transformation beziehungsweise Verarbeitung stattfinden kann. Insofern ist die Vernetzung als **Enabler** zu klassifizieren (vgl. Abb. 3.27).

Der Begriff **Vernetzung** bezeichnet die Verknüpfung von mindestens zwei Elementen des digitalen Unternehmens. Bei diesen Elementen kann es sich beispielsweise um Maschinen, IT-Systeme, Kunden oder Mitarbeiter handeln. Die Kopplung zwischen den Elementen erfolgt insbesondere mittels IT-Systemen, die die Kommunikation respektive den Datenaustausch zwischen den Elementen erlauben.. Beispiele für die digitale Vernetzung: Außendienstmitarbeiter sind über ein mobiles Endgerät mit dem zentralen IT-System des Unternehmens zur Auftragsabwicklung vernetzt und übermitteln digital die beim Kunden erfassten Aufträge. Ein IT-System zur Fertigungssteuerung sendet Daten an die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) einer Maschine in der Fertigungslinie, um die Bearbeitung eines Werkstücks zu bestimmen. Diese Beispiele der „traditionellen“ Vernetzung werden nach wie vor Bestand haben. Allerdings wird sich die Qualität bisher schwächer ausgeprägter Vernetzungen und damit die Bedeutung für das Geschäftsmodell verändern. Neuere Entwicklungen sind neben anderen die Vernetzung von Produkten beim Kunden über eingebettete Systeme im Rahmen des Internet of Things, um beispielsweise komplementäre Dienstleistungen anzubieten (vgl. Beispiel Thermomix im Abschn. 3.6).



**Abb. 3.27** Das Element Vernetzung im digitalen Unternehmen

Im folgenden Abschnitt ist zunächst die Frage zu beantworten, welche Aspekte zur „traditionellen“ Vernetzung von IT-Systemen beziehungsweise zur konventionellen Anwendungsintegration zählen. Darauf aufbauend ist herauszuarbeiten, welche neuen Aspekte die Vernetzung im Rahmen der digitalen Transformation – insbesondere auf Basis des Internet of Things – charakterisieren. Die anschließende Vorstellung des Konzepts der Smart Factory dient als illustrierendes Beispiel der neuen Vernetzungsaspekte. Zwischen den vernetzten Elementen des digitalen Unternehmens werden Daten ausgetauscht. Dies wirft die Frage nach der Sicherheit der Vernetzung auf, die unter anderem im Zusammenhang mit der Blockchain-Technologie aufgegriffen wird. Treiber der Vernetzung sind zum Beispiel Geschäftsökosysteme, also Netzwerke von Organisationen, die ihre komplementären Fähigkeiten und Kompetenzen für ein gemeinsames Ziel wie ein umfassendes Leistungsangebot für eine Kundengruppe miteinander verknüpfen. Dieser Aspekt der Vernetzung wird abschließend angesprochen.

### „Traditionelle“ Vernetzung

Die **konventionelle Anwendungsintegration** (engl. Enterprise Application Integration [EAI]) ist für das digitale Unternehmen nach wie vor relevant. Der Begriff Anwendungsintegration bezeichnet sämtliche Methoden und Technologien zur prozessorientierten Integration heterogener IT-Systeme. Dabei wird das Ziel verfolgt, Geschäftsprozesse über die Vernetzung heterogener Architekturen und Applikationen funktions- und standortübergreifend ohne Medienbrüche abzubilden.

Für diese „traditionelle“ Vernetzung verknüpft man regelmäßig mehrere IT-Systeme beziehungsweise Rechner in Form von Local oder Wide Area Networks (LAN bzw. WAN) zu einem Rechnerverbundsystem. Die Knoten stellen Rechner und Endgeräte dar, die Verbindungslinien entsprechen Übertragungswegen von Daten. Die Begriffe Rechnernetz und Rechnerverbundsystem bezeichnen einen durch Übertragungswege realisierten Verbund mehrerer getrennter, selbstständiger Rechner. Das **Internet** stellt ein „Netz der Netze“ dar, das weltweit andere Netze verbindet und verschiedene Anwendungsdienste – vor allem Email und das World Wide Web (WWW) – zur Verfügung stellt. Es lassen sich offene oder geschlossene Netze unterscheiden. Ein offenes Netz gestattet jedem autorisierten Wertschöpfungspartner den Zugang, sofern er sich an die festgelegten Standards hält. In einem offenen Netz wird mit Programmen, Rechnern und Geräten verschiedener Hersteller kommuniziert. Demgegenüber zeichnet sich ein geschlossenes Netz durch das proprietäre Konzept eines Herstellers aus. Solche proprietären, herstellerspezifischen Netze sind untereinander nicht kompatibel. Um IT-Systeme fremder Hersteller in ein proprietäres Herstellernetz einzubinden, gibt es spezielle Soft- und Hardware zur Umsetzung von Codes, Schnittstellenvereinbarungen oder ähnliches. Durch die Einhaltung von standardisierten Protokollen erscheinen heterogene Komponenten für den Anwender homogen. Um eine (scheinbare) Homogenität der technischen Komponenten der IT-Systeme für den Anwender zu erzielen, dienen exemplarisch Systemplattformen als Zwischenebene zwischen verschiedenen Betriebs- und Anwendungssystemen. **Middleware** stellt als vermittelnde Schicht durch das Einhalten

von genormten, standardisierten Protokollen die Kompatibilität heterogener und verteilter IT-Systeme sicher. Das Konzept der Middleware ist der „traditionellen“ Vernetzung von IT-Systemen zuzurechnen. Die Intensität der Anwendungsintegration lässt sich über die Grade der Daten-, Funktions- und Programmintegration beschreiben. Dies erfolgte im Abschn. 3.8 zum Element IT-Systeme.

**Electronic Data Interchange (EDI)** spielt bereits bei der „traditionellen“ Vernetzung von IT-Systemen eine große Rolle. Der Begriff EDI bezeichnet allgemein den strukturierten Geschäftsdatenaustausch zwischen Unternehmen mithilfe der elektronischen Datenübertragung. Technologische Basis für EDI sind Netze und Normen oder vielmehr Standards für die Kommunikation. EDI dient dem automatisierten Austausch von Daten und wird sowohl für die Auftragsabwicklung als auch für den zeitnahen Austausch von Status- und Planungsinformationen genutzt. Dieser Datenaustausch bildet die Basis vieler Szenarien in Lieferketten wie zum Beispiel Lieferantenanbindung Just-in-Time, Transportkoordination mit Spediteuren, zeitpunktgenaue Finanztransaktionen oder Prognosedatenaustausch.

### **Erweiterte Vernetzung über das Internet of Things**

Ein zentraler neuer Aspekt der Vernetzung ist die IT-Integration im Rahmen des **Internet of Things (IoT)**. Um das „**Internet der Dinge**“ als übergreifendes Konzept zu verstehen, sind nach einer kurzen Definition die zentralen Konzepte und Technologien dahinter zu erläutern. Das Internet of Things bezeichnet die Vernetzung digital identifizierbarer physischer Objekte („Things“, Dinge) über das Internet, damit diese Objekte eigenständig über das Internet oder andere Netzwerke kommunizieren und Daten austauschen. Ziel des Datenaustauschs ist vielfach die Erbringung einer Leistung im Verbund mehrerer Objekte. Dabei handelt es sich nicht nur um die vernetzte Infrastruktur industrieller Anwendungen wie beispielsweise Maschinen in einer Fabrik, sondern ebenso um die Vernetzung von Alltagsgegenständen im privaten Bereich wie etwa Küchenmaschinen und Fitness-Armbänder. Sensoren an diesen Objekten erfassen Daten und übertragen diese an andere vernetzte Objekte oder IT-Systeme. Ein Beispiel ist ein Fitness-Armband, das Daten über die Körperfunktionen des Trägers sammelt und an eine App auf einem Smartphone überträgt. Die App dient der Überwachung und Analyse der Körperfunktionsdaten und leitet zum Beispiel Hinweise zu Ernährung und sportlichen Aktivitäten ab, um die Fitness des Nutzers zu steigern.

Damit physische Objekte selbstständig über das Internet oder andere Netzwerke kommunizieren und Daten mit IT-Systemen oder anderen physischen Objekten austauschen können, ist eine digitale, vielmehr virtuelle Repräsentanz dieser Objekte erforderlich. Dies bedeutet, dass ein physisches Objekt wie eine Maschine in einer Fabrik ein digitales Abbild in einem IT-System hat, das die Maschine im Zusammenspiel mit anderen Fertigungsmaschinen bei der digitalen Materialflusssteuerung repräsentiert. Dabei muss das Objekt eindeutig über seine IP-Adresse identifizierbar sein. Eine solche digitale Repräsentanz eines physischen Objekts wird **digitaler Zwilling** (engl. digital twin) oder digitaler Schatten genannt. Im Falle einer digitalisierten Maschine erfasst der digitale Zwilling



über Sensoren beispielsweise die Nutzungsdaten oder die Umwelteinflüsse, denen die Maschine im Betrieb ausgesetzt ist. Der digitale Zwilling ermöglicht es dem Unternehmen, den Status der Maschine, die eventuell viele Kilometer entfernt bei einem Kunden im Einsatz ist, zu analysieren und darauf zu reagieren.

Das Internet of Things ist die Voraussetzung für zentrale Konzepte der digitalen Transformation wie Industrie 4.0 bzw. Smart Factory (vgl. Abschn. 3.7) oder Smart Home. Der in Abb. 3.28 dargestellte Aufbau einer IoT-Architektur wird im Folgenden durch das Beispiel eines Smart Home erläutert. Ein **Smart Home** ist ein System diverser Lösungen für das Zuhause, das regelmäßige Prozesse – zum Beispiel die Temperaturregelung – automatisiert. Dabei kommunizieren vernetzte Geräte auf Basis von Sensordaten miteinander und passen ihre Leistung autonom an wechselnde Gegebenheiten an beziehungsweise sind über eine App auf dem Smartphone steuerbar. Typische Elemente sind neben der App als digitaler Kundenschnittstelle ein IT-System als zentrale Steuereinheit, Heizkörper-Thermostate, Beleuchtungen, Tür- bzw. Fensterkontakte sowie Rauch- und Bewegungsmelder. Dabei wird die Gesamtleistung des Smart Home, die kundenseitig an Faktoren wie Energiekosten und „Wohlfühlklima“ gemessen wird, von einem Bündel an Systemen erbracht. Somit handelt es sich beim Smart Home um ein Netzwerk digitalisierter bzw. intelligenter Produkte, die miteinander verknüpft sind und interagieren.

Die in Abb. 3.28 dargestellte generische **IoT-Architektur** besteht aus **drei Schichten**. Die erste Schicht ist das vernetzte Objekt in der physischen Welt. Dabei kann es sich aber auch um mehrere Objekte handeln, die untereinander vernetzt sind. Die zweite Schicht dient der Vernetzung – sowohl zwischen physischen Objekten als auch zwischen physischen Objekten und digitalen Diensten. Die dritte Schicht sind digitale Dienste, die Daten der vernetzten Objekte analysieren, präsentieren, die vernetzten Objekte steuern und Prozesse automatisieren. Diese drei Schichten werden nachfolgend detailliert erläutert.

Die **erste Schicht** der IoT-Architektur ist das **Objekt („Thing“) in der physischen Welt**. Im Beispiel des Smart Home kann dies das Thermostat der Heizung sein. Es kann sich auch um mehrere Objekte handeln, beispielsweise ebenso um die ebenfalls digital vernetzte Markise, die im Zusammenspiel mit der Heizung ein „Wohlfühlklima“ für den Kunden erzeugt. Weitere Beispiele sind Fitness-Armbänder und Geräte in einem Krankenhaus zur Überwachung von Körperfunktionen, Roboter in einer Fabrik oder ein LKW. Diese Objekte sind im Sinne des Modells des digitalen Unternehmens digitalisiert oder intelligent, wenn sie über **Sensoren** Daten sammeln und möglicherweise über Aktoren auf Steuerungsbefehle reagieren (vgl. Abschn. 3.6). Beim Beispiel des Thermostats ist dies die Raumtemperatur, die beim Erreichen definierter Schwellwerte zu Steuerungsbefehlen für Heizkörper, Klimaanlage oder Fenster führt. Dabei stellt die Regelungstechnik des Heizkörpers, die auf den Steuerungsbefehl reagiert, den Akteur dar. Ein **Akteur** ist ein Bauelement, welches das Signal des Sensors in mechanische Energie oder andere physikalische Größen umwandelt.

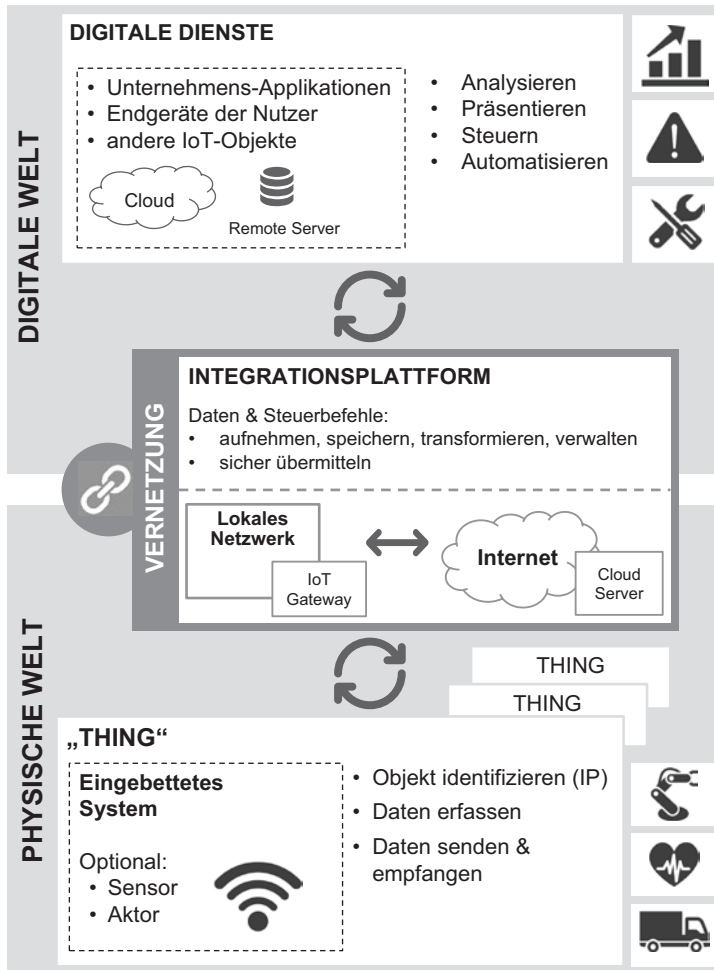
Andere IoT-Sensoren sammeln beispielsweise Daten über Druck, Position eines Objekts, Geschwindigkeit, Licht- oder Geräuschintensität. Die Basis für die Sammlung

dieser Sensordaten zur Überwachung, Analyse und Steuerung bilden sog. **eingebettete Systeme**. Dies sind aufeinander abgestimmte IT-Komponenten wie beispielsweise Sensoren, Mikroprozessoren, Speicher und Software (vgl. Abschn. 3.8). Sie sind integraler Bestandteil eines Geräts oder einer Maschine, um eine genau definierte Aufgabe abzubilden. Typische Aufgaben sind die Identifikation des Objekts sowie Erfassung, Empfang und Übermittlung von Daten. Sensoren sind für ein „Thing“ im Internet of Things allerdings kein konstituierendes Merkmal: Ggf. ist das digitalisierte Objekt nur mit einem Medium zur Datenübertragung wie z. B. einer Antenne versehen, um die Steuerungsbefehle eines zentralen IT-Systems empfangen zu können.

Beim Smart Home wird der Nutzen für den Kunden nicht allein durch Temperaturregelung über das vorgenannte Thermostat, sondern insbesondere im Zusammenspiel mit anderen Objekten wie Bewegungsmeldern und Beleuchtung erreicht. Daher muss jedes Objekt im Netzwerk weltweit eindeutig durch seine IP-Adresse identifizierbar sein, damit gezielt Daten mit anderen Objekten oder IT-Systemen ausgetauscht werden können. Die vom Objekt gesammelten Daten werden nicht zwingend durch das Objekt selbst ausgewertet, sondern vielfach zunächst in ein Netzwerk übertragen. Diese **zweite Schicht** der IoT-Architektur dient der **Vernetzung** der „Things“ untereinander oder mit zentralen IT-Systemen, die für diese Objekte und deren Nutzer digitale Dienste erbringen (vgl. Abb. 3.28). Dabei kann es sich um ein lokales Netzwerk (ggf. mit IoT-Gateway) oder das Internet handeln. Im Beispiel des Smart Homes ist ein Objekt der physischen Welt etwa das Thermostat der Heizung, das der Hausbewohner mittels einer App in Bezug auf Temperatur nach seinen Bedürfnissen regeln kann. Die App sendet Steuerungsbefehle an eine zentrale Regelungseinheit für das Smart Home, die wiederum den Heizkörper regelt. Dabei dient oftmals eine Produkt- beziehungsweise Maschinen-Cloud im Internet der Vernetzung mit zentralen IT-Systemen für digitale Dienste oder der Objekte untereinander. Der Begriff **Cloud** bezeichnet die Bereitstellung einer IT-Infrastruktur und IT-Leistungen wie zum Beispiel die Funktionen einer Anwendungssoftware als Service über das Internet. Die Cloud spielt im IoT eine zentrale Rolle: Zum einen werden Objekte über Cloud-Lösungen sowohl untereinander als auch mit zentralen IT-Systemen vernetzt. Zum anderen werden Dienste und Apps über das Internet bereitgestellt, anstatt die IT-Infrastruktur und Softwarefunktionen über lokale IT-Systeme bereitzustellen.

Im Rahmen der zweiten Schicht zur Vernetzung der Objekte kommen verschiedene **Nachrichtenprotokolle** zur Kommunikation zum Einsatz, die so vielfältig sind wie die zu vernetzenden Objekte selbst. Sie reichen von Mobilfunk-Standards wie GSM (Global System for Mobile Communications) über Protokolle für Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M) wie z. B. MQTT (Message Queue Telemetry Transport) bis zu Nahbereichsnetzen mit geringer Bandbreite wie Zigbee oder BLE (Bluetooth Low Energy). Um den Datenaustausch im Internet of Things zu ermöglichen, ist zusätzlich zu den Nachrichtenprotokollen vielfach eine **Integrationsplattform** erforderlich, die die Interoperabilität beziehungsweise Konnektivität zwischen den beteiligten Objekten und IT-Systemen gewährleistet. Diese Zwischenschicht speichert, transformiert, verwaltet





**Abb. 3.28** Eine generische IoT-Architektur

und übermittelt Daten. Die Integrationsplattform als „Datendrehscheibe“ zwischen der physischen und der digitalen Welt tauscht sowohl Daten mit anderen vernetzten „Things“ als auch mit IT-Systemen der dritten Schicht der IoT-Architektur aus. Diese IT-Systeme stellen den Objekten, deren Nutzern oder Unternehmensapplikationen digitale Dienste zur Verfügung.

**Digitale Dienste** stellen die **dritte Schicht** der in Abb. 3.28 beschriebenen IoT-Architektur dar. Diese Dienste umfassen typischerweise die Analyse und Präsentation von Daten, die Reaktion auf Parameteränderungen, die Steuerung von Objekten und die Automatisierung von Prozessen. Sie werden entweder über eine Cloud oder andere IT-Lösungen bereitgestellt. Im Beispiel des Smart Home sammelt ein zentrales IT-System, das

etwa in einer Cloud realisiert ist, die Daten verschiedener Sensoren. Neben einem Temperaturfühler kann dies ebenso ein Hygrostat zum Messen der Luftfeuchtigkeit wie ein Bewegungsmelder zum Erfassen der Anwesenheit einer Person sein. Die Analyse dieser Sensordaten führt zu Steuerungsbefehlen an verschiedene vernetzte „Things“ im Smart Home, um die Energiekosten zu senken und ein „Wohlfühlklima“ für die Bewohner zu erzeugen: Beispielsweise werden bei Anwesenheit einer Person im Raum, die über den Bewegungsmelder erfasst wird, automatisch die Rollläden hochgefahren, Beleuchtungen angeschaltet und die Raumtemperatur erhöht, um die Gesamtleistung des Systems aus Kundensicht zu optimieren. Neben der Automatisierung von Prozessen gestattet die Vernetzung über die Cloud dem Bewohner, die (Vor-)Einstellungen der Parameter wie Temperatur oder Luftfeuchtigkeit über eine App auf einem mobilen Endgerät zu ändern.

Nachdem am Beispiel des Smart Home die Architektur des Internet of Things und das Zusammenspiel der drei Schichten erklärt wurde, sind im Folgenden mit API und M2M zwei weitere zentrale Begriffe vorzustellen, die für das Verständnis des Internet of Things relevant sind. **API (Application Programming Interface; Schnittstelle zur Anwendungsprogrammierung)** bezeichnet eine standardisierte Schnittstelle, über die sich andere Programme mit dem IT-System eines digitalisierten Objekts (z. B. Maschine, Produkt) verknüpfen können. Dies ermöglicht einer Software, auf Funktionen der Hardware oder des Betriebssystems zuzugreifen und diese zu beeinflussen, ohne sich direkt mit ihnen zu koppeln. Solche Programmierschnittstellen erlauben den Datenaustausch zwischen Apps und Geräten. Zum Beispiel kann im Rahmen eines Smart Homes die digitalisierte Wetterstation ihre Daten an die digitalisierte Markise übertragen, so dass diese bei einer bestimmten Windstärke eingefahren wird. Bei Webdiensten können Entwickler bereitgestellte Inhalte mittels API dynamisch in eigene Programme integrieren. Insofern dienen API sowohl dem strukturierten Datenaustausch zwischen der Software verschiedener Elemente des digitalen Unternehmens wie beispielsweise Produkte, Maschinen oder IT-Systeme der Lieferanten als auch dem Zugriff auf Funktionen dieser Elemente.

Das Konzept der Kommunikation **Machine-to-Machine (M2M)** richtet sich auf die automatisierte, selbstständige Kommunikation zwischen Maschinen (Objekten) ohne menschliche Eingriffe. Beim Smart Home ist dies die vollautomatische Steuerung miteinander vernetzter Objekte wie Heizung, Markise und Beleuchtung. Weitere Beispiele sind die vollautomatische Entladung eines Container-Schiffs in einem Hafen (Datenaustausch zwischen Container, Ladekran und anderen Transportmitteln) oder das fahrerlose Einparken eines Autos im Parkhaus in einen automatisch identifizierten Stellplatz (Datenaustausch zwischen Auto, Fahrbahn- und Stellplatz-Markierung). Voraussetzung für die Realisierung solcher Szenarien sind zum einen Sensoren, die in Echtzeit permanent Daten sammeln und mit anderen Objekten austauschen, beispielsweise über Position, Orientierung und Identifikation eines Objekts. Zum anderen ist eine Vernetzung der beteiligten Objekte – etwa über eine Cloud – erforderlich, um das Zusammenspiel der Elemente des Gesamtsystems abzubilden und steuern zu können. In Abb. 3.28 findet die M2M-Kommunikation zwischen den vernetzten Objekten über eine Integrationsplattform beziehungsweise technische Vernetzungslösungen wie lokale Netzwerke oder das Internet statt.

### Smart Factory als Beispiel für das Internet of Things

Nachdem das Konzept Smart Home als Anwendungsbeispiel des Internet of Things im privaten Bereich dargestellt wurde, verdeutlicht im Folgenden die Smart Factory die Möglichkeiten des Internet of Things im geschäftlichen Kontext (vgl. auch Abschn. 3.7). Der Begriff **Smart Factory** bezeichnet eine Produktion, bei der sich Fertigungsmaschinen und interne Logistik selbst regulieren, indem Maschinen und Produkte (Werkstücke) so miteinander kommunizieren, dass Produktionsprozesse dezentral gesteuert werden. Im Kern handelt es sich um selbststeuernde Prozesse, bei denen die Werkstücke ihre fertigungsrelevanten Informationen mit sich oder einem begleitenden Werkstück-Träger führen, beispielsweise aktueller Bearbeitungsstatus oder Arbeitsgänge je Maschine. Anhand dieser Informationen steuert sich das Werkstück beziehungsweise Produkt autonom durch die einzelnen Bearbeitungsstufen des Produktionssystems. Das Werkstück ist in Abb. 3.28 das „Thing“ in der physischen Welt. Das Konzept der Smart Factory geht weit über die traditionelle Automatisierung, bei der zum Beispiel ein Produktionsplanungs- und Steuerungssystem (PPS) mit der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) einer Fertigungsmaschine kommuniziert, hinaus. Ein Beispiel: Ein Werkstück oder ein Werkstückträger erhält etwa mittels RFID maschinenlesbare Informationen über das zu fertigende Produkt über Stücklisten, die die benötigten Teile umfassen, und Arbeitsanweisungen zur Fertigung dieser Teile. Nachdem die fertigungsrelevanten Informationen an das Werkstück übermittelt wurden, wird es über ein umlaufendes Fördersystem zu den definierten Bearbeitungsstationen befördert. Die Bearbeitungsstationen bzw. Fertigungsmaschinen lesen kontaktlos die Arbeitsanweisungen für das individuelle Werkstück und führen diese aus. Die erledigten Bearbeitungsschritte werden dokumentiert und der Werkstück-Träger fährt autonom die nächste Bearbeitungsstation an, die in der Arbeitsanweisung hinterlegt ist.

Die Technologie **RFID** dient beim oben genannten Beispiel zur Identifikation und Ortung von Objekten. RFID-Systeme bestehen aus einem Transponder als (programmierbaren) Datenträger, einem Lese-/Schreibgerät und einem Informationssystem. Die zu verfolgenden Objekte, zum Beispiel Materialien oder Personen, werden mit Transpondern versehen, die als Datenträger dienen. Über ein elektromagnetisches Feld senden aktive Transponder Daten an ihre Umwelt wie etwa Maschinen und IT-Systemen. Aus passiven Transpondern können Daten durch andere Objekte ausgelesen werden. Mittels dieser sicht- und kontaktlosen Datenübertragung können Objekte selbst durch physische Hindernisse hindurch ohne manuelles Eingreifen und Unterbrechen des Materialflusses registriert werden. Das mit der Lese-/Schreibeinheit verbundene Informationssystem sendet den elektronischen Code des Objekts an eine lokale Datenbank oder an eine Cloud, in der die detaillierten Informationen über das Werkstück hinterlegt sind (vgl. dritte Schicht in Abb. 3.28). Wird das RFID-System mit einer Funktechnologie wie Global Positioning System (GPS), Global System for Mobile Communications (GSM) oder Wireless LAN gekoppelt, ist eine weltweite Identifizierung, Lokalisierung und Kommunikation nicht nur von Werkstücken in der Produktionslogistik, sondern ebenso bei der Sendungsverfolgung im Rahmen der Distributionslogistik möglich. Bei RFID-Anwendungen erfolgt die

Identifikation des Materialflusses in Echtzeit. Dadurch können sowohl der Material- als auch der Informationsfluss zeitgleich erfasst werden, so dass keine Verzögerungen und Verzerrungen des Informationsflusses die Koordination behindern. Die Kommunikation zwischen Werkstück und Maschine kann über lokale Funksender oder eine Cloud erfolgen (vgl. zweite Schicht in Abb. 3.28).

Neben dem Werkstück als Informationsträger sind sogenannte **Cyber-physische Systeme (CPS)** die zweite Komponente zur Realisierung einer sich selbst organisierenden Fabrik (vgl. Abschn. 3.7.1.3). CPS sind im Rahmen der IoT-Architektur in Abb. 3.28 der ersten Schicht zuzuordnen. Sie verknüpfen die physische mit der digitalen Welt über Sensoren und Aktoren. Beispielsweise erfasst eine Fertigungsmaschine über einen Sensor physikalische Daten aus der Umgebung. Dies kann ein zu bearbeitendes Werkstück sein oder der Druck eines Behälters. Ein Aktor ermöglicht die autonome, dezentrale Ausführung von Aktionen als Reaktion auf diese Sensordaten, so zum Beispiel die übermittelte Bearbeitung des Werkstücks oder das Öffnen eines Ventils zum Druckausgleich.

Die Smart Factory beschränkt sich nicht auf die Kommunikation zwischen Maschinen (M2M) sowie zwischen Maschinen und Produkten: Ebenso werden **Mitarbeiter** in der Fertigung digital mit Maschinen **vernetzt** (M2H – Machine-to-Human). Bei der Montage von Bauteilen arbeiten Mensch und Roboter eng zusammen. Die Kommunikation im Rahmen der gemeinsamen Montage erfolgt dabei über Gesten- und Spracherkennung. Tritt an einer Maschine ein Defekt auf oder melden Sensoren den voraussichtlichen Ausfall eines Teils (prädiktive Wartung bzw. engl. predictive maintenance), so ruft die Maschine autonom den nächsten verfügbaren Mitarbeiter, um die Reparatur oder Instandhaltung durchzuführen. Dieser wird über ein mobiles Endgerät oder ein sogenanntes Wearable zur Maschine gerufen. Ein Wearable (deutsch: tragbares Gerät) ist ein IT-System, das der Mitarbeiter am Körper oder Kopf trägt. Sowohl die Maschine als auch der Mitarbeiter mit dem Wearable sind im Rahmen der IoT-Architektur in Abb. 3.28 der physischen Welt der digital vernetzten „Things“ zuzuordnen. Die Vernetzung der physischen mit der digitalen Welt erfolgt über eine Cloud der Smart Factory (vgl. zweite Schicht der IoT-Architektur). Ein digitaler Dienst (dritte Schicht), der über die Maschinen-Cloud der Smart Factory vernetzt ist, identifiziert den geeignetsten Mitarbeiter für die Reparatur unter den Kriterien Verfügbarkeit und räumliche Entfernung auf Basis der Geolokationsdaten und aktueller Reparaturaufträge.

Der oben vorgestellte **digitale Zwilling** als digitale Repräsentanz des physischen Objekts (Maschine, Werkstück, Mitarbeiter) dient als Informationsquelle für dezentrale Entscheidungen der Objekte und zentrale Simulationen im Produktionssystem. Die Sensordaten der realen Welt aus Lager, Produktion und Liefernetzwerk werden mit den Plandaten der operativen IT-Systeme zur Produktionsplanung und Lagerbewirtschaftung verknüpft, so dass relevante Ereignisse auf dem Shopfloor wie der Ausfall einer Maschine digital abgebildet werden. Das digitale Abbild des Materialflusses integriert alle relevanten Informationen zur Entscheidungsfindung. Somit wird eine Prüfung der aktuellen Statusdaten verschiedener Objekte (Maschinen, Produkte, Mitarbeiter) automatisiert möglich und zukünftige Zustände können simuliert werden.

Die IoT-Lösungen einer Smart Factory sollen die wirtschaftliche Fertigung von Kleinserien bis zu kundenindividuellen Produkten als Einzelstück ermöglichen. Ziel ist es, die Flexibilität des Produktionssystems zu erhöhen: Maschinen, die aufgrund von Wartung oder Reparatur nicht zur Verfügung stehen, werden im Materialfluss automatisch ignoriert und die Werkstücke auf alternative Maschinen umgeleitet. Bearbeitungsreihenfolgen werden dezentral dynamisch der aktuellen Situation angepasst, so dass Durchlaufzeiten verkürzt werden und die Maschinen besser ausgelastet sind – und zwar ohne eine zentrale Steuerungsinstanz. Kurzfristige Änderungswünsche von Kunden lassen sich so realisieren, ohne dass zentrale Planungen zu Maschinenbelegung und Losgrößen angepasst werden müssen.

### **Lokalisierungstechnologien als Befähiger für das Internet of Things**

Neben den bisher erläuterten Konzepten sind bei vielen Anwendungsfällen Lokalisierungstechnologien zur Umsetzung des Internet of Things relevant. Lokalisierungstechnologien dienen der Positionsbestimmung von Objekten wie Produkten oder Maschinen im Rahmen des oben genannten Beispiels der Smart Factory. Weitere Beispiele sind GPS (Global Positioning System) als Voraussetzung für selbstfahrende Fahrzeuge, NFC (Near Field Communication) im Smart Home und BLE (Bluetooth Low Energy). Zur Verdeutlichung der Relevanz von Lokalisierungstechnologien wird im Folgenden exemplarisch BLE dargestellt. **BLE** ist eine Funktechnologie für die drahtlose Datenübertragung digitalisierter Objekte wie Produkte, Maschinen oder Mitarbeiter im Nahbereich bis ca. 10 m. Mit BLE ausgestattete Objekte können permanent Daten mit anderen Objekten austauschen, ohne dass diese Objekte bei jeder Übertragung neu miteinander gekoppelt werden müssen. Dabei zeichnet sich BLE durch einen niedrigen Energieverbrauch aus und ist somit für den Dauerbetrieb prädestiniert.

Beim benachbarten Begriff **iBeacon** handelt es sich um einen Markennamen der Firma Apple für einen proprietären Standard, der die Positionsbestimmung in geschlossenen Räumen unterstützt. Der Begriff Beacon setzt sich zunehmend als Gattungsbezeichnung für diese Lösungen durch. Beacons lassen sich zum Beispiel in einem Ladengeschäft einsetzen, um einzelne Kunden individuell anzusprechen. Mehrere im Laden verteilte Beacons bestimmen über die IP-Adresse eines Smartphones die exakte Position eines Kunden. Auf Basis der Sensordaten des iBeacons werden diesem Kunden abhängig von seiner Position im Laden passende Angebote zu einzelnen Regalen auf sein Smartphone übermittelt. Analog lassen sich Erläuterungen zu einzelnen Exponaten eines Museums positionsabhängig auf das Smartphone des Besuchers übertragen. Technologien wie GPS und NFC sind zu diesem Zweck aufgrund der Empfangsqualität in geschlossenen Räumen und der kurzen Reichweite nicht geeignet.

Neben der Positionsbestimmung in geschlossenen Räumen ermöglichen BLE-Tags den Datenaustausch mit mobilen Endgeräten wie Smartphones. Die Sensoren dieser BLE-Tags sammeln Daten und übertragen diese in Echtzeit an das mobile Endgerät. Sensordaten sind je nach Bestimmungszweck beispielsweise Temperatur, Feuchtigkeit, Puls, Druck oder Beschleunigung. Eine App analysiert die Sensordaten und reagiert je

nach ihrer Aufgabenstellung. Diese Integration von BLE-Sensor und App des Endgeräts beruht auf dem oben genannten API als Schnittstelle zur Anwendungsprogrammierung. Anwendungsbeispiele im privaten Bereich sind Fitness-Armbänder zur Trainingsoptimierung oder die mobile Patientenüberwachung in Krankenhäusern.

### **Sicherheit und Blockchain für Vernetzung**

Durch die Vernetzung von möglicherweise Millionen Objekten mit Kommunikationsfähigkeiten (bzw. eingebetteten Systemen) steigt das Risiko im Hinblick auf die **Cyber-sicherheit**, da jedes verknüpfte Objekt ein potenzielles Einfallstor für Datendiebstahl oder -manipulation darstellt. Vor allem die Tatsache, dass die vernetzten Objekte, beispielsweise Produkte beim Kunden, eventuell weltweit verteilt sind und vielfach nur eine geringe eigene Rechnerleistung und Speicherkapazität bieten, erhöht das Sicherheitsrisiko. Ein Beispiel ist eine in einem Staubsaugerroboter eingebaute Kamera, die dem Nutzer über eine Smartphone-App die Fernsteuerung des Saugroboters und die visuelle Überwachung der Wohnung in Echtzeit erlaubt. Aufgrund der Vernetzung über das Internet können solche Geräte von Hackern als Spionagewerkzeug zum Ausspähen fremder Wohnungen missbraucht werden. In vielen Branchen stellt die Sicherheit einen maßgeblichen Faktor bei der Kaufentscheidung durch den Kunden dar. Beispiele sind selbstfahrende Fahrzeuge oder Medizintechnik, deren Fehlfunktion Menschenleben gefährden können. Damit wird Sicherheit zu einem zentralen Wettbewerbsvorteil für vernetzte Produkte und Dienstleistungen.

Das digitale Unternehmen muss Maßnahmen ergreifen, die die IT-Infrastruktur und den Datenaustausch im Rahmen des operativen Betriebs schützen. Dabei ist zwischen Datensicherheit und Datenschutz zu differenzieren. Der Begriff **Datensicherheit** bezeichnet organisatorische und technische Maßnahmen, die intendieren, Schäden wie die ungewollte Veränderung, eingeschränkte Verfügbarkeit, Zerstörung oder unerwünschte Übermittlung von Daten zu verhindern. Dies wird durch Sicherheitsmaßnahmen wie Verschlüsselungsverfahren, Firewalls, Virens Scanner, Backups oder Protokollierung erreicht. Dagegen beschreibt der Begriff **Datenschutz** die Maßnahmen oder vielmehr Gesetze zum Schutz von Personen im Hinblick auf die Sammlung und Verarbeitung ihrer Daten. War es bisher vor allem die Aufgabe der IT-Abteilung eines Unternehmens, die IT-Systeme, Daten und Prozesse vor unerlaubtem Zugriff und Manipulation der Daten zu schützen, so ist dies im Rahmen von IoT-Lösungen gleichermaßen die Aufgabe der Entwicklungsabteilung sowie anderer Funktionsbereiche.

Das Konzept der **Blockchain** dient der Sicherheit von Transaktionen im Internet. Eine Blockchain (deutsch Blockkette) ist eine technische Infrastruktur, die als Enabler für die Vernetzung (den Datenaustausch) dient. Um die Funktionsweise einer Blockchain zu verstehen, ist zunächst ein typischer Ablauf einer Transaktion wie etwa einer Warenbestellung auf einem Online-Marktplatz darzustellen. Dabei wird der Kaufauftrag des Kunden über das Internet an das IT-System des Anbieters übermittelt. Dieser stößt auf Basis des Auftrags die Warenauslieferung und Rechnungsstellung an. Die Transaktion findet dabei nur auf dem IT-System des Anbieters statt, das als zentrale Kontrollinstanz der



Vertragsschließung und Auftragsabwicklung fungiert. Im Gegensatz dazu handelt es bei einer Blockchain um eine verteilte Datenbank, die Transaktionsdaten dezentral verwaltet. Die Funktionsweise ähnelt dem Kassenbuch in der Buchführung: Bei einer Transaktion, in diesem Fall einer Übertragung von Daten zwischen Sender und Empfänger, wird in das digitale „Kassenbuch“ eine neue Position eingetragen. Dieses Kassenbuch beziehungsweise Register befindet sich jedoch nicht auf einem zentralen IT-System, sondern es existieren dezentral Tausende Kopien davon auf weltweit verteilten IT-Systemen – sowohl auf Computern privater Nutzer als auch auf Servern von Unternehmen. Es gibt keine zentrale Kontrollinstanz: Der Eintrag einer Transaktion in eines dieser Kassenbücher wird unwiderruflich in allen anderen Kassenbüchern gespiegelt und dort verifiziert. Die Transaktion ist erst gültig, nachdem sie in allen dezentralen Kassenbüchern verifiziert wurde. Die Tatsache, dass die Kontrolle der Transaktion nicht zentralisiert bei einer einzigen Instanz stattfindet, führt zu einem hohen Grad an Manipulations- beziehungsweise Fälschungssicherheit. Die Teilnehmer an der Transaktion können anonym bleiben, da die Transaktionsdaten wie beispielsweise ein Geldbetrag nicht direkt vom Sender an den Empfänger übermittelt werden. Stattdessen werden die Transaktionsdaten in einem elektronischen Briefkasten hinterlegt, die einem Teilnehmer nicht direkt zuzurechnen sind. Aus technischer Perspektive handelt es sich bei einer Blockchain um ein erweiterbares Register von Datensätzen („blocks“), die mittels Verschlüsselungsmethoden miteinander verkettet („chain“) sind. Dieses Register („Kassenbuch“) wird bei jeder neuen Transaktion kontinuierlich fortgeschrieben. Dabei basiert eine aktuelle Transaktion von Datenblöcken auf den vorherigen Transaktionen, so dass eine unbemerkte Manipulation oder Löschung eines Datenblocks aufgrund der verschlüsselten Verkettung mit vorhergehenden Blöcken nicht unbemerkt möglich ist. Die Identifikation der Transaktionspartner und die Manipulationssicherheit der Transaktionen werden durch die Dezentralität der Authentifizierung und die kryptographische Verkettung der einzelnen Blöcke untereinander gewährleistet.

Bekannte **Beispiele** für Anwendungen der Blockchain-Technologie sind die Internet- beziehungsweise Kryptowährungen Bitcoin und Ether. Dabei existiert kein Aufbewahrungsort für das Zahlungsmittel: Ein Geldbetrag in der Währung Bitcoin ist eine Position im „Kassenbuch“ für Bitcoins. Transaktionen über eine Blockchain sind jedoch nicht auf Finanztransaktionen beschränkt. Das sogenannte Token – die digitale Repräsentanz im Kassenbuch – kann nicht nur Währungseinheiten, sondern jedes erdenkliche physische Objekt virtuell repräsentieren. Damit ist die Technologie prädestiniert für den Schutz vernetzter Geräte im Rahmen des Internet of Things. Zum einen kann die Blockchain die an einer Transaktion beteiligten Objekte (Sender, Empfänger) sicher identifizieren. Zum anderen lässt sich die Datenübertragung mit den vernetzten Gegenständen sichern. Bei diesen Gegenständen kann es sich um Fertigungsmaschinen, Stromzähler oder Pakete handeln. Die Blockchain-Technologie bietet insbesondere dort große Potenziale, wo mehrere Beteiligte zusammenarbeiten, Objekte identifiziert und Transaktionen nachverfolgt werden müssen. Ein Beispiel dafür ist die Logistik, hier bietet die Blockchain-Technologie große Potenziale für die Automatisierung von Geschäftsprozessen.

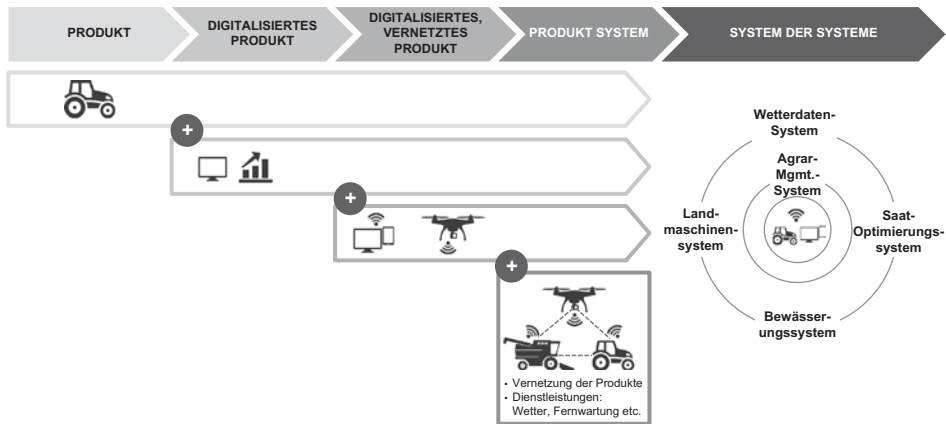
So kann die Identität von Objekten in der Lieferkette nicht nur beim Transport, sondern ebenso in der After-Sales-Phase bestätigt werden. Zum Beispiel können in einer Lieferkette für Nahrungsmittel die Beteiligten wie Landwirte, Industrie, Handel, Behörden und Verbraucher mittels Blockchain sichere Informationen über Herkunft und Zustand von Nahrungsmitteln erlangen. Weitere Anwendungsbeispiele, bei denen die Authentizität der Beteiligten und Nachvollziehbarkeit von Transaktionen relevant sind, sind die Dokumentationen in digitalen Krankenakten und die Abgabe von Wählerstimmen. Vor allem der Bereich der sogenannten **Smart Contracts**, also dem rechtssicheren Abschluss von Verträgen zwischen digitalisierten, intelligenten Objekten, bietet vielversprechende Möglichkeiten zur Anwendung der Technologie. Ein Beispiel: Ein Auto wickelt den Vertragsabschluss und die Bezahlung beim Parken in einem Parkhaus mit dem Parkhaus-Betreiber ab, indem es auf einen Parkplatz fährt: Authentifizierung und Bezahlung erfolgen mittels eines RFID-Transponders im Auto, der sich mit einem Gerät, das im Asphalt eingelassen ist, vernetzt.

### **Geschäftsökosysteme als Treiber der Vernetzung**

Die Vernetzung, respektive der Datenaustausch ist nicht nur unternehmensintern, sondern ebenso unternehmensübergreifend relevant. Die ganzheitliche Erfüllung der Kundenbedürfnisse erfordert vielfach das Zusammenspiel mehrerer Unternehmen in einem Wertschöpfungsnetzwerk, beispielsweise im Rahmen von Reparatur- und Wartungsdienstleistungen. Ehemals separate, physische Produkte werden über die Digitalisierung von Funktionalitäten und Vernetzung zu einem Bündel aus Produkt und komplementärer Dienstleistung (vgl. Abschn. 3.6). Ein Beispiel ist die Fernwartung der Anlage eines Maschinenbauers beim Kunden als komplementäre Dienstleistung zu einem physischen Produkt: Die Betriebsdaten der Anlage werden im IT-System eines Dienstleisters analysiert, so dass beim Überschreiten von Schwellwerten Wartungs- oder Reparaturaktivitäten angestoßen werden können.

Ausgehend von vernetzten Produkten kann sich dies zu einem so bezeichneten „System der Systeme“ ausweiten, bei dem unterschiedliche Produkte verschiedener Unternehmen als Gesamtsystem miteinander verknüpft sind. Der Begriff **Geschäftsökosystem** bezeichnet dabei ein Netzwerk von Organisationen, die ihre komplementären Fähigkeiten und Kompetenzen für ein gemeinsames Ziel wie ein umfassendes Leistungsangebot für eine Kundengruppe miteinander verbinden (vgl. Abschn. 3.10.2.4). Ein Beispiel aus der Agrarwirtschaft im Rahmen von Farming 4.0 verdeutlicht dies (vgl. Abb. 3.29): Landmaschinen-Hersteller vernetzen nicht nur Landmaschinen untereinander, sondern ebenso Landmaschinen mit Bewässerungssystemen, Wetterdaten, Daten über Bodeneigenschaften und Nährstoffbedarfen sowie Warentermin-Kontrakten für Saatgut. Damit lässt sich das Wertschöpfungssystem ganzheitlich koordinieren und im Hinblick auf die Kosten und Ernteerträge optimieren. Eine Düngemaschine injiziert zum Beispiel präzise in vordefinierten Tiefen und Abständen Düngemittel. Grundlagen sind an dieser Stelle die Daten eines IT-Systems





**Abb. 3.29** Entwicklungspfad vom einzelnen, physischen Produkt zum Wertschöpfungssystem der Systeme. (Eigene Darstellung in Anlehnung an Porter und Heppelmann 2014)

über Bodeneigenschaften und Nährstoffbedarfe je Quadratzentimeter, die vorher über Sensoren erfasst wurden. Die nachfolgende Saatmaschine, die ebenso mittels Geolokationsdaten mit diesem IT-System vernetzt ist, setzt das Saatgut punktgenau in den gedüngten Boden. Entsprechend verschieben sich die bisherigen Gesetzmäßigkeiten des Wettbewerbs einer Branche durch vernetzte Produkte und unternehmensübergreifenden Wertschöpfungssystemen signifikant: So steht ein Landmaschinen-Hersteller nicht nur im Wettbewerb mit anderen Landmaschinen-Herstellern, sondern muss ebenso Wettbewerbsvorteile über seine Position im Wertschöpfungsnetzwerk und komplementäre Produkte und Dienstleistungen erlangen (vgl. „System der Systeme“ in Abb. 3.29).

Ein digitales Unternehmen, das in einem solchen System der Systeme agiert, muss im Rahmen seiner Geschäftsmodellentwicklung entscheiden, welche Rolle es im Wertschöpfungsnetzwerk einnehmen möchte. Dabei ist zum einen zu identifizieren, welche Daten geschäftskritisch für die Wertschöpfung sind – im obigen Beispiel unter anderem die mit den Geodaten gekoppelten Bodeneigenschaften und Nährstoffbedarfe. Zum anderen ist sicherzustellen, dass die eigenen Daten und Dienstleistungen mit den IT-Systemen der Wertschöpfungspartner (zum Beispiel einem Anbieter von Wetterdaten) kompatibel sind, so dass sie für die gemeinsame Leistungserstellung für den Kunden verknüpft werden können. Dies wird vor allem durch Standards für den Datenaustausch und die Zugänglichkeit eines Netzwerks bestimmt (vgl. offene versus geschlossene Netzwerke). Je stärker Produkte, beziehungsweise Dienstleistungen digitalisiert und vernetzt werden, desto erfolgskritischer ist die Ausgestaltung der Vernetzung für den Erfolg des digitalen Unternehmens – insbesondere in produkt- und anbieterübergreifenden Wertschöpfungsnetzwerken. Für Geschäftsökosysteme wie im Beispiel des Farming 4.0 dient die Vernetzung als Befähiger, Enabler des Geschäftsmodells.

### 3.9.2 Stufen der digitalen Transformation und Assessments

Nach dem Schaffen eines gemeinsamen Verständnisses der „traditionellen“ Aspekte der Vernetzung und den neueren Aspekten des Internet of Things sowie den Implikationen für Wertschöpfungsnetzwerke, werden in diesem Abschnitt die Stufen der digitalen Transformation für das Element Vernetzung vorgestellt. Diese werden durch ein Reifegradmodell zur Aufnahme des Ist-Zustands und zur Weiterentwicklung in Richtung eines Soll-Zustands konkretisiert. Wie bei den anderen Elementen gilt auch hier, dass ein maximaler Reifegrad aus wirtschaftlicher oder technologischer Sicht nicht unbedingt zielführend sein muss.

Als Messindikatoren für den Reifegrad der Vernetzung werden im Folgenden die Dichte des Netzwerks, die Reichweite der Vernetzung, das Ausschöpfen der Möglichkeiten des Internet of Things und der Umgang mit dem Thema Cybersicherheit dargestellt. Die **Dichte des Netzwerks** gibt an, wie stark die Elemente untereinander vernetzt sind. Sie ist umso höher, je mehr Datenaustausch-Beziehungen zwischen den Elementen bestehen. Die Dichte als Kennzahl berechnet sich, indem die Anzahl der Elemente und damit der sinnvoll möglichen Interaktionsbeziehungen zur Zahl ihrer tatsächlichen Vernetzungen in Relation gesetzt wird. Zum Beispiel bedeutet eine Dichte von 0,5, dass 50 von 100 sinnvoll miteinander vernetzbare Beziehungen zwischen den Elementen realisiert sind.

Als zweiter Messindikator in Tab. 3.16 dient die **Reichweite der Vernetzung**. Die Reichweite bezieht sich auf den Kreis der Entitäten, die an einem Wertschöpfungssystem partizipieren. Hinsichtlich der Reichweite kann zwischen unternehmensinterner und -externer Vernetzung differenziert werden. Die **unternehmensinterne Vernetzung** ist auf ein rechtlich selbstständiges Unternehmen beschränkt. Dabei kann sich die Integration auf einen Bereich des Unternehmens, auf verschiedene Bereiche oder auf das gesamte Unternehmen beziehen. Zum Beispiel beschränkt sich die Unterstützung der Logistikprozesse durch IT häufig auf einzelne Aufgaben (sog. „Insellösungen“) wie etwa Sendungsverfolgung. Dies ist bedingt durch historisch gewachsene IT-Landschaften sowie durch die traditionellen Organisationsparadigmen der funktionalen Arbeitsteilung und mehrstufiger, hierarchisch gegliederter Führungsstrukturen. Wenn sich Informationssysteme an derartigen Organisationsstrukturen ausrichten, resultieren daraus IT-Insellösungen mit vielen Schnittstellen (heterogene Systemlandschaften), die den sachlichen Gesamtzusammenhang nicht oder nur unzureichend berücksichtigen. Daraus ergeben sich Schnittstellen, Medienbrüche, höhere Durchlaufzeiten, Inflexibilität hinsichtlich sich verändernder Geschäftsprozesse und wechselnder Wertschöpfungspartner, Informationsasymmetrien sowie ein hoher Entwicklungs- und Wartungsaufwand.

Die **unternehmensübergreifende Vernetzung** erweitert den Fokus auf mehrere rechtlich eigenständige Unternehmen, die untereinander wirtschaftliche Beziehungen pflegen. Ebenso wie die unternehmensinterne Integration steht die unternehmensübergreifende Vernetzung vor der Herausforderung, die heterogenen IT-Insellösungen verschiedener Wertschöpfungspartner zu verknüpfen. Die Variationsbreite der Integration

Tab. 3.16 Reifegradmodell für das Element Vernetzung

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Dichte des Netzwerks	Vereinzelte Elemente sind digital miteinander vernetzt: Geringe Dichte $\leq 0,25$	Zahlreiche Elemente sind digital miteinander vernetzt: Mäßige Dichte $\leq 0,5$	Mehrzahl aller sinnvoll miteinander vernetzbaren Elemente ist digital miteinander vernetzt: Hohe Dichte $> 0,5$	Alle sinnvoll miteinander vernetzbaren Elemente sind digital miteinander vernetzt: Sehr hohe Dichte: Nahe 1
Reichweite der Vernetzung	Unternehmensintern für einen Funktionsbereich	Unternehmensintern für mehrere Funktionsbereiche	Unternehmensübergreifend für einen Funktionsbereich	Unternehmensübergreifend für mehrere Funktionsbereiche
Internet of Things: Vernetzung von Maschinen und Robotern	Technische und betriebswirtschaftliche Möglichkeiten werden nicht genutzt	Vernetzung von Maschinen und Robotern mit zentralen IT-Systemen ist realisiert	Vernetzung von Maschinen und Robotern ist sowohl mit zentralen IT-Systemen als auch untereinander realisiert	Vernetzung von Maschinen und Robotern untereinander sowie mit Werkstücken und Mitarbeitern ermöglicht die autonome, dezentrale Steuerung von Prozessen wie z. B. bei einer Smart Factory
Internet of Things: Vernetzung von Produkten	Technische und betriebswirtschaftliche Möglichkeiten werden nicht genutzt	Vernetzung von Produkten mit zentralen IT-Systemen ist umgesetzt; Möglichkeiten digitaler Dienste (Analysieren, Steuern etc.) allerdings nur teilweise realisiert	Vernetzung von Produkten mit zentralen IT-Systemen und anderen Elementen (z. B. Maschinen, Mitarbeitern, andere Produkte) ist realisiert; Möglichkeiten digitaler Dienste (Analysieren, Steuern etc.) sind zum Großteil realisiert	Vernetzung von Produkten mit zentralen IT-Systemen und anderen Elementen schafft digital erweiterte Geschäftsmodelle, die auf Produkt-Service-Kombinationen basieren

(Fortsetzung)

Tab. 3.16 (Fortsetzung)

Kriterien	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
<b>Internet of Things: Vernetzung von Mitarbeitern</b>	Technische und betriebswirtschaftliche Möglichkeiten werden nicht genutzt	Vernetzung von Mitarbeitern mit IT-Systemen ist z. B. über Wearables realisiert; Möglichkeiten digitaler Dienste (Analysieren, Steuern etc.) allerdings nur teilweise realisiert	Vernetzung von Mitarbeitern mit IT-Systemen und anderen Elementen (z. B. Maschinen, Produkte, andere Mitarbeiter) ist umgesetzt; Möglichkeiten digitaler Dienste (Analysieren, Steuern etc.) sind zum Großteil realisiert	Vernetzung von Mitarbeitern mit zentralen IT-Systemen und anderen Elementen schafft digital erweiterte Geschäftsmodelle, die auf Produkt-Service-Kombinationen basieren
<b>Cybersicherheit</b>	Unkoordinierte Maßnahmen ad hoc in ausgewählten Bereichen; keine systematische Abdeckung aller Risiken	Richtlinien vorhanden; Grundlegende Prozesse und Technologien implementiert	Prozesse detailliert dokumentiert und Bestandteil des Managementsystems; Rollen und Verantwortlichkeiten formal definiert und Mitarbeitern zugeordnet	Kennzahlen werden erhoben und Audits durchgeführt; Führung und Kultur fördern kontinuierliche Weiterentwicklung von Fähigkeiten, Prozessen und Technologie

reicht dabei vom elektronischen Datenaustausch mittels Email über den Zugriff auf eine gemeinsame Datenbasis bis zur automatischen Abwicklung zwischenbetrieblicher Prozesse mittels EDI.

Die vorgenannten Messindikatoren sind nicht spezifisch für die digitale Transformation, sondern gelten genauso für die „traditionelle“ Vernetzung. Um den zentralen neuen Vernetzungsaspekt der digitalen Transformation abzubilden, wird im Reifegradmodell der Tab. 3.16 ebenso das Ausschöpfen der Möglichkeiten des **Internet of Things** aufgegriffen. Als Messindikatoren zur Beurteilung des Reifegrads dienen dabei die Vernetzung von Maschinen und Robotern, von Produkten und von Mitarbeitern.

Dazu ist anzumerken, dass dieses Kriterium Überschneidungen mit dem Kriterium Dichte des Netzwerks aufweist. Warum wird das Internet of Things hervorgehoben? Weil die Verknüpfung von digitalisierten Produkten, Maschinen und Mitarbeitern ein essenzielles Merkmal der neuen Ansätze der digitalen Transformation darstellt. Entsprechend sind diese im Hinblick auf Ist- und Soll-Zustand gezielt zu analysieren.

Durch die Vernetzung von vielleicht Millionen Objekten mit Kommunikationsfähigkeiten (bzw. eingebetteten Systemen) steigt das Risiko im Hinblick auf die **Cyber-sicherheit**, da jedes verknüpfte Objekt ein potenzielles Einfallstor für Datendiebstahl oder -manipulation bildet. Entsprechend wird auch dieser Aspekt im folgenden Reifegradmodell aufgenommen.

### 3.9.3 Handlungsempfehlungen und Vorteile

In den vorangegangenen Abschnitten wurde dargestellt, was Vernetzung ist und welche Bedeutung sie für das digitale Unternehmen beziehungsweise für Wertschöpfungsnetzwerke hat. Vernetzung erfolgt vor allem über die Kopplung von IT-Systemen, um Daten zwischen Objekten austauschen zu können. Daher wurde die Frage beantwortet, welche Aspekte zur „traditionellen“ Vernetzung von IT-Systemen respektive der konventionellen Anwendungsintegration zählen. Diese bleiben auch in Zeiten der digitalen Transformation relevant, so dass sie im Rahmen des Transformationsprozesses gleichermaßen zu prüfen sind. Ein typischer Ansatzpunkt ist die Konsolidierung einer historisch gewachsenen, heterogenen IT-Landschaft, um Schnittstellen und Medienbrüche zu reduzieren. In Abgrenzung zur „traditionellen“ Vernetzung wurde herausgearbeitet, welche neuen Aspekte die Vernetzung im Rahmen der digitalen Transformation charakterisieren. Zentrale neue Konzepte sind das Internet of Things, Cloud-Lösungen und die Blockchain-Technologie. Im Folgenden sind die Handlungsempfehlungen für Unternehmen darzustellen, die sich aus dem Modell zur Reifegradmessung ergeben. Darüber hinaus werden weitere Anwendungsbereiche für das Internet of Things vorgestellt, die systematisch im Sinne einer Checkliste für das eigene Unternehmen geprüft werden sollten, damit konkrete Handlungsfelder identifizieren werden können.

Konkrete Handlungsempfehlungen für Unternehmen ergeben sich primär aus dem Reifegradmodell des vorhergehenden Abschnitts. Aus der Lücke zwischen der Ist-Situation

und einer gewünschten Soll-Situation je Kriterium lassen sich konkrete Maßnahmen zum Schließen dieser Lücke ableiten und damit eine Erhöhung des digitalen Reifegrads der Vernetzung erreichen. Zum Beispiel wird der Reifegrad bezüglich der Vernetzung von Mitarbeitern im Rahmen des Internet of Things als Stufe eins klassifiziert. Dies bedeutet, dass die technischen und betriebswirtschaftlichen Möglichkeiten dieser Vernetzung bisher nicht genutzt werden. Als wünschenswertes Zukunftsszenario wird die Vernetzung von Mitarbeitern mit den zentralen IT-Systemen zur Auftragsabwicklung etwa über Wearables identifiziert. Im Fall eines Anlagendefektes beim Kunden sollen die Zeit und die Kosten für die Anfahrt der Reparaturmitarbeiter minimiert werden. Dafür sind die Aufenthaltsorte der Mitarbeiter über ein Geolokationssystem in Echtzeit zu erfassen, um einem Reparaturauftrag den unter räumlichen und zeitlichen Aspekten kompetentesten Mitarbeiter zuordnen zu können. Dies erfolgt über die Vernetzung der Wearables mit dem zentralen IT-System zur Auftragsabwicklung.

Aus den Möglichkeiten des Internet of Things ergeben sich weitere Ansatzpunkte zur Digitalisierung, die es für das eigene Unternehmen im weiteren Verlauf zu beleuchten gilt. Die Chancen der Vernetzung auf Basis des Internet of Things umfassen vor allem die Optimierung operativer Prozesse durch Automatisierung und Produktentwicklung sowie das Schaffen innovativer, datenbasierter Geschäftsmodelle. Die Entscheidungsunterstützung auf Basis der Analyse der IoT-Daten stellt einen großen Hebel für das Schaffen von Wettbewerbsvorteilen über **Prozessautomatisierung** dar, vor allem über schnellere Abwicklung und geringere Transaktionskosten. Ein Beispiel ist eine Smart Factory, in der Daten-Analysen die laufende Optimierung von Prozessen und Kapazitäten ermöglichen (vgl. auch Abschn. 3.7). Sensordaten erlauben die Vorhersage von Verschleiß der Maschinen und gewährleisten so vorausschauende Wartung (vgl. Abschn. 3.6). Damit lassen sich ungeplante Stillstandzeiten aufgrund von Reparaturen reduzieren. Kameras oder Waagen messen laufend die Anzahl von Teilen in einem Lagerort, so dass über das Warenwirtschaftssystem automatisch Nachschubbestellungen ausgelöst werden. Lokalisierungssysteme und Abstandsmesser ermöglichen selbstfahrenden Flurförderfahrzeugen den autonomen Transport von Gütern zwischen Lagerorten und Fertigungsmaschinen. Die gesammelten Nutzungs- und Betriebsdaten liefern Anregungen für die **Entwicklung neuer bzw. die Optimierung bestehender Produkte bzw. Investitionsgüter**, indem sie Hinweise auf neue Funktionen oder Anpassungen des Designs geben. Wenn Produktfunktionen über Software statt ausschließlich über elektrische oder mechanische Komponenten realisiert werden, lassen sie sich im Hinblick auf den Kundennutzen im Zeitablauf mittels Software-Updates optimieren – sowohl in Bezug auf die Qualität bestehender Funktionen als auch auf das Schaffen neuer Funktionen (vgl. Abschn. 3.6).

Neben den Chancen hinsichtlich der Prozess- und Produktoptimierung kann die IoT-Vernetzung **innovative Geschäftsmodelle** beflügeln (vgl. Abschn. 3.10) und damit eine bestehende Wettbewerbssituation in einer Branche radikal und schnell ändern. Ein viel zitiertes Beispiel ist Rolls Royce als Hersteller von Düsentriebwerken. Das Unternehmen hat sein Geschäftsmodell vom Verkauf des physischen Triebwerks zum

Verkauf einer Dienstleistung transformiert: Der Schub für das Flugzeug wird nach abgerufenen Leistungseinheiten an den Kunden abgerechnet (vgl. Product-as-a-Service in Abschn. 3.6). Diese digital erweiterten Geschäftsmodelle breiten sich zunehmend in anderen Branchen aus. So substituieren Car-Sharing-Modelle als Dienstleistung den Kauf eines Autos. Das Internet of Things ist die Basis für solche Geschäftsmodelle: Zum einen ermöglicht die Vernetzung mittels IoT-Technologie das Überwachen der Nutzung, so dass auf der Grundlage der Nutzungsdauer oder abgerufener Leistungseinheiten des Produkts Geld für das Unternehmen verdient wird. Zum anderen ermöglicht der Datenaustausch die prädiktive Wartung der Produkte beziehungsweise Maschinen (vgl. Abschn. 3.6, 3.7).

In der folgenden Tab. 3.17 wird abgebildet, welche konkreten **Anwendungsbereiche für das Internet of Things** sich typischerweise bieten. Diese sollten systematisch im Sinne einer Checkliste für das eigene Unternehmen analysiert werden, um Handlungsfelder für die Optimierung von Prozessen oder die Erweiterung des aktuellen Geschäftsmodells zu identifizieren. Dafür lassen sich sechs Typen von Anwendungen unterscheiden, die den beiden Kategorien „Information und Analyse“ sowie „Automatisierung und Steuerung“ zuzuordnen sind. Während die Anwendungen im Bereich „Information und Analyse“ auf die Sammlung und Auswertung von Sensordaten für optimierte Entscheidungen zielen, fokussieren die Anwendungen im Bereich „Automatisierung und Steuerung“ die Umsetzung der Sensordatenanalyse in Steuerbefehle für Aktoren, welche die Prozessaktivitäten im Netzwerk automatisiert beeinflussen.

Die Beispiele der nachfolgenden Tab. 3.17 wurden anderen Kapiteln dieses Buches entnommen, so dass für weiterführende Erläuterungen auf diese verwiesen sei. Ein guter Startpunkt für Unternehmen sind vielfach diejenigen Geschäftsprozesse, bei denen konventionelle Ansätze in der Vergangenheit nicht die erhofften Optimierungen erbracht haben. Kleine Pilot-Projekte zum Sammeln von Erfahrungen und Partnerschaften mit Unternehmen, die bereits IoT-Kompetenzen und -Erfahrung vorweisen, können die Lernkurve des eigenen Unternehmens signifikant verkürzen.

Den zuvor genannten Chancen der Vernetzung mittels IoT stehen zahlreiche **Herausforderungen** gegenüber. Diese umfassen vor allem die Ausrichtung der Organisation, die Konnektivität der IoT-Lösungen verschiedener Anbieter und die Sicherheitsrisiken. Im Hinblick auf die **organisatorischen Rollen und Verantwortlichkeiten** werden IT-Abteilungen und funktionale Abteilungen wie Vertrieb oder Produktion zusammenwachsen. Daten-Analysten und funktionale Entscheidungsträger müssen eng zusammenarbeiten, um datenbasiert Entscheidungen zu treffen und gemeinsam die Algorithmen für eine automatisierte Entscheidungsfindung in den fachlichen Prozessen zu formulieren. Eine weitere Herausforderung ist die **Kompatibilität** der IoT-Lösungen verschiedener Anbieter. Nur wenn die IoT-Objekte eine hohe Konnektivität beziehungsweise Kompatibilität im Hinblick auf die Vernetzung (Datenaustausch) mit anderen IoT-Objekten ermöglichen, lassen sich komplexe Systeme wie zum Beispiel eine mehrstufige Fertigung mit Maschinen unterschiedlicher Hersteller sinnvoll automatisieren. Zum einen sollten Unternehmen auf Lösungen setzen, die sich an bestehenden Standards orientieren



**Tab. 3.17** Potenzielle Anwendungsbereiche für IoT zur systematischen Prüfung für das eigene Unternehmen. (Struktur in Anlehnung an Chui et al. 2010)

<b>I. Information und Analyse</b>			
Anwendungsfelder	<b>Verfolgung von Status und Verhalten</b> Überwachung und Kontrolle des Zustands, Betriebs bzw. Verhaltens von Personen, physischen Objekten oder Daten über räumliche Distanz hinweg	<b>Erkenntnis über dynamische Umweltbedingungen</b> Erfassung von Zustandsänderungen der physischen Umwelt in Echtzeit	<b>Sensorbasierte Entscheidungsunterstützung</b> Unterstützung menschlicher Entscheidungen durch Datenanalyse und -visualisierung
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring der Materialflüsse einer Lieferkette in Echtzeit über RFID: Kürzere Lieferzeiten, niedrigere Bestände, geringere Transaktionskosten</li> <li>• Product-as-a-Service mit Abrechnung auf Basis von Nutzungseinheiten: Angebot kompletterer Dienstleistungen wie prädiktive Instandhaltung; Verkauf der gesammelten Daten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur-Sensoren im Smart Home steuern Heizung und Fenster; „Wohlfühlklima“; niedrigere Energiekosten</li> <li>• Echtzeitdaten über Wetter und Verkehrsdichte zur Routenanpassung bei Expeditionen: Kürzere Transportzeiten, niedrigere Kosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche Überwachung von Patienten mit chronischer Krankheit: Optimale Dosierung von Medikamenten</li> <li>• Erfassung des Kundenverhaltens im Ladengeschäft: Kundenindividuelle Angebote je Regalstandort</li> </ul>
<b>II. Automatisierung und Steuerung</b>			
Anwendungsfelder	<b>Optimierung von Prozessen</b> Automatisierte Steuerung von geschlossenen, selbststeuernden Systemen bzw. Regelkreisen	<b>Optimierung des Ressourcenverbrauchs</b> Überwachung und Steuerung des Ressourcenverbrauchs zwecks optimierter Ressourcennutzung in einem Netzwerk	<b>Autonome Systeme bzw. autonome, dezentrale Entscheidungen</b> Automatisierte, dezentrale Steuerung in Umgebungen mit hoher Unsicherheit und Dynamik der Umweltbedingungen
Beispiele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von Bearbeitungsstatus und Standort eines Werkstücks in einer Smart Factory zur dynamischen, dezentralen Steuerung der Fertigung: Kürzere Durchlaufzeit, niedrigere Kosten</li> <li>• Drucksensoren regulieren über Aktoren selbstständig den Druck eines Gasbehälters: Höhere Sicherheit, höhere Prozessqualität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitalisierte Stromverbrauchszähler und Energienetze: Verbrauch und Erzeugung optimal aufeinander abstimmen</li> <li>• Dynamische Preisfindung in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Kaufs bzw. der Nutzung bei knappen Ressourcen wie z. B. bei Flugticket-Kauf oder beim Stromverbrauch: Optimierte Ressourcenauslastung, Gewinnmaximierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Staubsaugerroboter optimieren selbstständig Fahrwege und Energieverbrauch: Niedrigerer Zeitbedarf, Energieverbrauch</li> <li>• Selbstfahrende Flurförderfahrzeuge im Lager treffen Entscheidungen über optimalen Weg zum Ziel und Ausweichen von Hindernissen: Niedrigere Kosten, höhere Flexibilität</li> </ul>



oder vielmehr aufgrund der Marktmacht des Anbieters zukünftig das Potenzial haben, ein de facto Standard in der Branche zu werden. Zum anderen lassen sich Software-Lösungen einsetzen, um die Datenmodelle verschiedener Anbieter zu harmonisieren. Durch die Vernetzung mit eventuell Millionen eingebetteten Systemen und Geräten mit Kommunikationsfähigkeiten steigt das Risiko im Hinblick auf die **Cybersicherheit**, da jedes verknüpfte Objekt ein potenzielles Einfallstor für Datendiebstahl oder -manipulation darstellt. Entsprechend sind Methoden zu implementieren, die die IT-Infrastruktur und den Datenaustausch im Rahmen der operativen Prozesse mit den Kunden und anderen Unternehmen schützen. Dies betrifft sowohl die Datensicherheit als auch den Datenschutz.

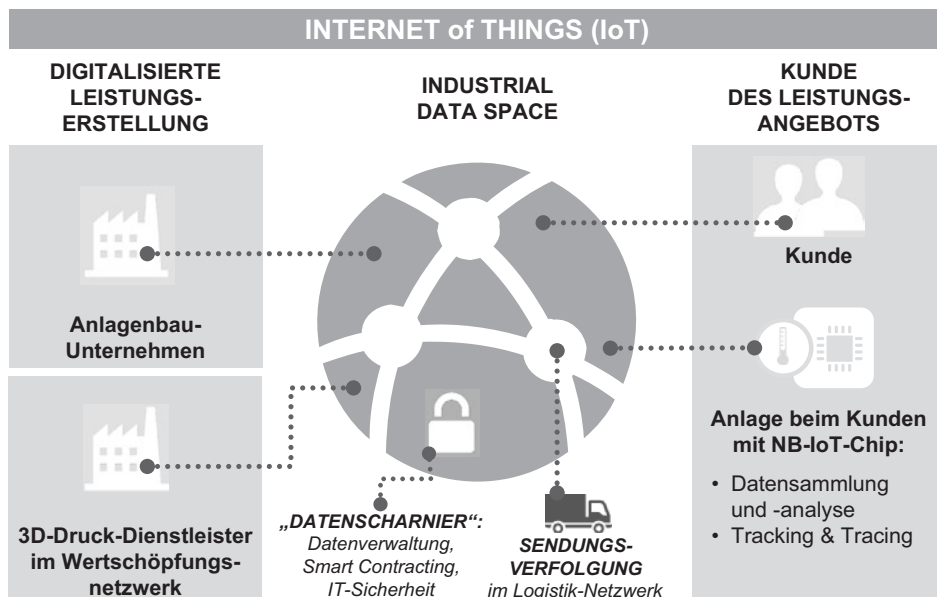
### 3.9.4 Beispiel

In den Medien dominieren Anwendungsbeispiele von IoT-Produkten für Endkonsumenten (B2C) wie beispielsweise Smart Home oder Fitness-Armbänder (sog. Wearables). Mindestens ebenso großes Potenzial im Hinblick auf neue Geschäftsmodelle besteht im Bereich der Geschäftskunden (B2B). Beispiele aus der Agrarwirtschaft (Farming 4.0) und der industriellen Fertigung (Smart Factory) wurden in den vorherigen Abschnitten bereits beschrieben. Das folgende Beispiel für die Vernetzung in einem unternehmensübergreifenden Szenario für das Ersatzteilgeschäft im Anlagenbau rundet diesen Aspekt ab.

Für das **Ersatzteilgeschäft im Anlagenbau** erlaubt die laufende Überwachung und Analyse der Betriebsdaten (sog. Condition Monitoring) der Anlage für den Kunden zügige und vorausschauende Instandhaltungsmaßnahmen (sog. Predictive Maintenance, vgl. Abschn. 3.6). Die Problembehebung, die in der Regel durch den Austausch eines Teils erfolgt, kann sich jedoch durch dessen Lieferzeit verzögern oder hohe Service-Kosten zur Folge haben. Additive Fertigungsverfahren mit 3D-Druckmaschinen versprechen zwar eine ebenso schnelle wie bestandsarme Verfügbarkeit (vgl. Abschn. 3.7). Jedoch setzen sie den Austausch mitunter vertraulicher Konstruktionsdaten voraus. Als Plattform für die Vernetzung beziehungsweise den Datenaustausch dient im folgenden Szenario der Industrial Data Space. Der **Industrial Data Space (IDS)** ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Forschungsprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft, das auf ein Referenzarchitekturmodell für die Vernetzung von Wertschöpfungspartnern zielt. IDS bietet einen sicheren Datenraum, der Unternehmen die souveräne Verwaltung und Nutzung ihrer Datengüter ermöglicht. Standards und gemeinsam genutzte Governance- und Daten-Modelle unterstützen den sicheren Datenaustausch und die Verknüpfung von Daten in sogenannten **Geschäftsökosystemen** (vgl. das o. g. Beispiel aus dem Bereich Farming 4.0). Ein System aus Plattformen und Diensten verbindet Datengeber (z. B. Unternehmen, Maschinen, Transportmittel, Menschen) und Datennutzer. Dabei wahrt der IDS die digitale Souveränität der Eigentümer der Daten: Diese bestimmen selbst die Nutzungsbedingungen ihrer Daten – unabhängig davon, ob die Daten zentral oder dezentral beim Dateneigentümer gespeichert werden. Die Daten lassen sich in private Daten für geschlossene Netzwerke (z. B. Daten eines

spezifischen Wertschöpfungssystemen, die wie beim Beispiel Farming 4.0 nur ausgewählten Unternehmen zur Verfügung stehen) und öffentliche Daten wie beispielsweise Wetter- oder Geo-Daten differenzieren. Gemeinsame Datenmodelle und Datenmanagementprozesse erleichtern die Integration von Daten zwischen den teilnehmenden Unternehmen. Die Datenquellen und Dienste sind zertifiziert und gewährleisten damit Datensicherheit und Vertrauen zwischen den Teilnehmern.

Mittels des Industrial Data Space lässt sich das folgende Anwendungsszenario aufbauen (vgl. Abb. 3.30): Ein beim Kunden in der Anlage installierter Sensor sammelt laufend Betriebsdaten. Über die Analyse der Sensordaten im IDS Connector können Fehler der Anlage erkannt und teilweise vorhergesagt werden. Durch eine automatisierte Auftragserteilung und -abwicklung kann der Ersatzteil-Service schnellstmöglich und proaktiv reagieren und ein (ggf. provisorisches) Ersatzteil durch die Übertragung der Produktdaten über den IDS bei einem zuvor verifizierten 3D-Druckdienstleister herstellen lassen. Nach digitaler Autorisierung durch den Anlagenbauer liefert der 3D-Druckdienstleister das Ersatzteil direkt an den Anlagenbetreiber. Der Anlagenbauer behält dadurch die Kontrolle über die möglicherweise geschäftskritischen Konstruktionsdaten des zu druckenden Bauteils. Liefer- und Montagestatus sind mittels Tracking & Tracing transparent. Datenflüsse von der Maschine (Internet der Dinge) werden im Fallbeispiel über eine unternehmensübergreifende Kommunikation (Internet der Dienste) in die vernetzten Geschäftsprozesse von Kunde, Anlagenbau-Unternehmen und dem 3D-Druckdienstleister als Ersatzteil-Lieferant integriert.



**Abb. 3.30** Vernetzung des Ersatzteilgeschäfts im Anlagenbau auf Basis des Industrial Data Space

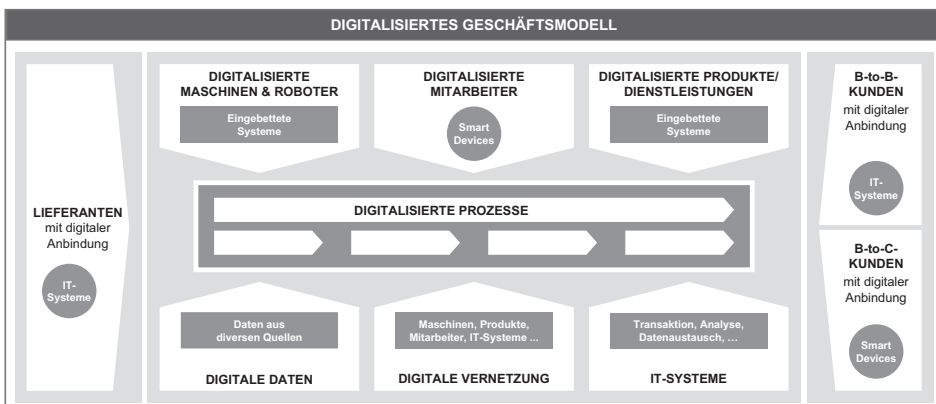
Diese Abbildung der vernetzten Prozesse im IDS zeigt vielfältige Vorteile: Die Vertragsschließung und Abwicklung zwischen Kunde und 3D-Druckdienstleister wird automatisiert. Dadurch erhöht sich die Geschwindigkeit und die Transaktionskosten für die Vertragsschließung und Auftragsabwicklung sinken. Die starre Ersatzteil-Lieferkette wird flexibilisiert, insbesondere durch das Smart Contracting von Dienstleistungen, also dem digitalisierten Abschluss und die digitalisierte Abwicklung von Verträgen durch externe Dienstleister. Zudem werden Barrieren für den Einsatz externer Produktion reduziert. Dadurch erschließen sich für den 3D-Druckdienstleister neue Möglichkeiten im Hinblick auf ein digitales Geschäftsmodell.

### 3.10 Digitalisiertes Geschäftsmodell

#### 3.10.1 Grundlagen und Einordnung in das digitale Unternehmen

Im digitalen Unternehmen kommt dem Geschäftsmodell ebenso wie den Prozessen die Rolle des Verwenders zu (vgl. Abb. 3.31). Durch die Verwendung der Enabler des digitalen Unternehmens werden neue Geschäftsmodelle möglich und bestehende lassen sich erweitern (vgl. Abb. 2.2, Abschn. 2.1.2).

Ein **Geschäftsmodell** beschreibt, wie ein Unternehmen Werte schöpft und Nutzen generiert und hierdurch Geld verdient. Welche Merkmale eines Geschäftsmodells dabei konstituierend sind, wird in der Literatur mit einer Spannweite von drei bis acht Merkmalen diskutiert. Für die weiteren Betrachtungen sollen fünf Merkmale als konstituierend zu Grunde gelegt werden: Die **Kernprozesse** generieren unter Nutzung bestimmter **Ressourcen** und unter Einbindung von **Partnern, Produkte bzw. Dienstleistungen** mit einem Wert für **Kunden**. Abb. 3.32 konkretisiert diese fünf Merkmale und zeigt auf,



**Abb. 3.31** Das Element Geschäftsmodell im digitalen Unternehmen



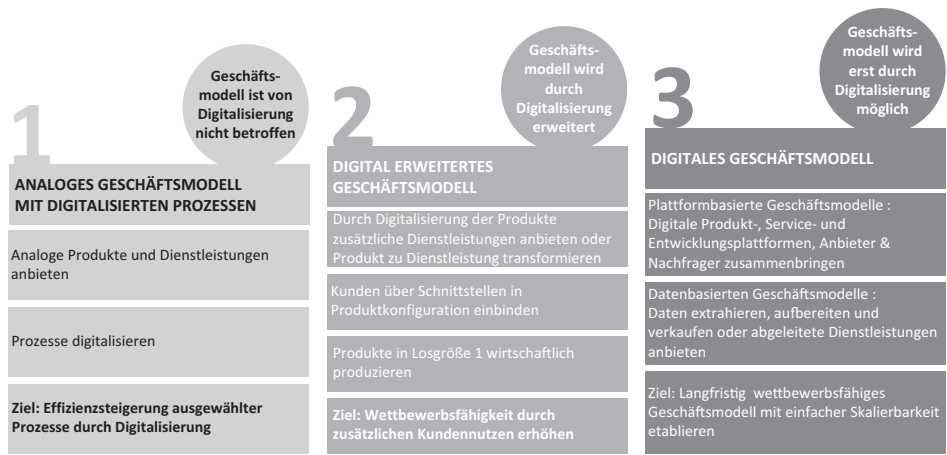


Abb. 3.33 Digitalisierungsgrade von Geschäftsmodellen

3.10.2 Stufen der digitalen Transformation

3.10.2.1 Analoge Geschäftsmodelle

In analogen Geschäftsmodellen hat die Digitalisierung keinen Einfluss auf die Wertschöpfung. Es werden analoge Produkte oder Dienstleistungen erstellt und verkauft, und das Unternehmen fördert sowohl seine direkt wertschöpfenden Prozesse als auch die Unterstützungsprozesse nur minimal mit IT-Systemen. Zum Einsatz kommen, wenn überhaupt, Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogramme sowie Emailsyste-me. Unternehmen mit einem solchen Geschäftsmodell kommen in der betrieblichen Praxis immer seltener vor. In kleinen Handwerksbetrieben oder anderen Kleinstbetrieben mit sehr wenigen Mitarbeitern sind sie dennoch anzutreffen.

3.10.2.2 Analoge Geschäftsmodelle mit digitalisierten Prozessen

Bei der zweiten Kategorie von Geschäftsmodellen werden ebenfalls analoge Produkte oder Dienstleistungen erstellt. Das einzige konstituierende Merkmal, das eine Veränderung erfährt, sind die Prozesse. Sie werden in Bezug auf die Erhöhung von Digitalisierungs-, Automatisierungs- und Integrationsgrad überprüft (vgl. Element Prozesse in Abschn. 3.1). Die hier bestehenden Potenziale werden durch entsprechende Projekte realisiert. In KMUs könnte darunter etwa die Einführung von ERP- oder Dokumentenmanagement-Systemen fallen. In großen internationalen Unternehmen geht es beispielsweise um Projekte, durch die bisher landesspezifische Standardsoftware-Systeme durch unternehmensweit einheitliche Systeme exemplarisch im Bereich des CRMs ersetzt werden. Auch kann es sich sowohl in KMUs als auch in großen Unternehmen um Projekte zur Stammdatenbereinigung und -konsolidierung handeln, die in Verbindung mit einer erhöhten Prozessdigitalisierung dazu beitragen, die Prozesseffizienz zu erhöhen.

Grundsätzlich ändert sich die Wertschöpfung in den Unternehmen nicht, und die bereitgestellten Produkte oder Dienstleistungen behalten ihren bisherigen Charakter. Erlös- und Kostenmodelle ändern sich ebenfalls nicht. Es wird eine traditionelle digitale Transformation realisiert, die aber nicht zu einem digitalen Geschäftsmodell führt, da bei der Transformation lediglich ein konstituierendes Merkmal im Fokus steht und das Geld im Kern nicht durch Digitalisierung verdient wird. In diesem Fall wird von einem **analogen Geschäftsmodell mit digitalisierten Prozessen** gesprochen. Auch wenn sich der Transformationsprozess hier nur auf ein Merkmal bezieht, kann je nach Ausgangssituation die Effizienz des Unternehmens erheblich gesteigert und die Wettbewerbsfähigkeit dadurch erhöht werden.

### 3.10.2.3 Digital erweiterte Geschäftsmodelle

Im Hinblick auf digital erweiterte Geschäftsmodelle lassen sich fünf Arten unterscheiden: Ergänzung von alltäglichen Produkten um eine Dienstleistung, Ergänzung von Anlagen und Maschinen um eine Dienstleistung, Umstellung eines Produkts auf eine Dienstleistung, Ergänzung einer digitalen Schnittstelle zum Kunden und kundenindividuelle Massenproduktion mit Losgröße eins.

#### Ergänzung von alltäglichen Produkten um eine Dienstleistung

Im Rahmen des sogenannten Ubiquitous Computing werden Produkte, Produktionsmittel und Maschinen mit Sensoren, Chips und Speichern (eingebettete Systeme) ausgestattet. Damit erhalten sie die Fähigkeit, Daten zu verarbeiten, zu senden und über eine IP-Adresse eindeutig identifizierbar zu sein. Sie stellen eine wichtige Basis für das Internet der Dinge und Dienste dar (vgl. Abschn. 3.9). Beispiele für die in oben beschriebener Weise ausgestatteten Produkte sind Rauchmelder, Waschmaschinen, Kühlschränke oder Heizungsthermostate, die mit anderen Produkten oder vielmehr IT-Systemen Daten austauschen, um gemeinsam eine Leistung zu generieren.

Der lernende Thermostat der Firma Nest Labs Inc. ist ein konkretes Beispielprodukt. Über Sensoren erkennt der Thermostat, wann die Bewohner zu Hause sind und welche Vorlieben sie haben. Die Auswertung der von dem Thermostat bereitgestellten Daten ermöglicht es dem Unternehmen, für seine Kunden durch eine optimierte Regelung der Heizung und Kühlung Energiekosten in Höhe von bis zu 20 % einzusparen. Die Bereitstellung des Produktes ist also um eine Dienstleistung ergänzt worden. Beim Kühlschrank könnte die zusätzliche Dienstleistung eine automatisch ausgelöste Bestellung sein, wenn eine Ware eine bestimmte Bestandshöhe erreicht hat. Der Rauchmelder könnte nicht nur bei Rauch Alarm auslösen, sondern den Kunden über sein Smartphone über Einbrecher im Haus informieren. Die Waschmaschine kann sich bei entsprechender Vernetzung automatisch einschalten, wenn der Stromtarif besonders günstig ist. Die ergänzende Dienstleistung kann dabei sowohl vom Hersteller, der eventuell auf einen Partner zugreift, oder auch von einem Dritten angeboten werden. Das Unternehmen hat durch diese Dienstleistung nicht etwa sein komplettes Geschäftsmodell verworfen, sondern sich mit Hilfe

der Digitalisierung am Markt eine stärkere Position erarbeitet, aus der es wahrscheinlich zusätzliche Erlöse erzielen und seine Wettbewerbsfähigkeit aufgrund des höheren Kundennutzens stärken kann.

Von den konstituierenden Merkmalen ist in den betrachteten Fällen vor allem die Ressource Produkt betroffen. Des Weiteren wird in der Regel beim Kunden eine digitale Anbindung vorausgesetzt, und die Digitalisierung ausgewählter Prozesse spielt eine größere Rolle. Insgesamt müssen die konstituierenden Merkmale hier aber nicht mehrheitlich digitalisiert werden. Auch beruht die zentrale Geschäftsidee nicht auf der Digitalisierung – das Geld wird im Kern mit dem Verkauf der Thermostate verdient. Es handelt sich um ein **digital erweitertes Geschäftsmodell**, da das bestehende Angebot des Unternehmens auf digitaler Basis erweitert wurde.

Zwei weitere Beispiele in diesem Kontext sind: Tennisschläger, die dem Spieler über eine App eine Auswertung seines Spielstils bereitstellen und hierauf aufbauend Optimierungen vorschlagen. Elektrische Zahnbürsten, bei denen eine App auf dem Smartphone visualisiert, welche Bereiche des Gebisses bereits ordentlich geputzt wurden. In beiden Fällen ist der Zusatznutzen für den Käufer evident. Wie erreicht das Unternehmen nun die oben genannte stärkere Marktposition und die zusätzlichen Erlöse? Durch die bereitgestellten Dienstleistungen baut das Unternehmen eine engere Bindung zum Kunden auf und bekommt Daten von ihm. Durch sie erhält der Hersteller Feedback über die Nutzung seiner Produkte, so dass er diese optimieren kann. Wenn der Kunde die digitale Dienstleistung mit einem kostenpflichtigen Abonnement bezieht, werden zusätzliche Einnahmen generiert. Vielleicht sind die Daten der Kunden auch für andere Unternehmen von Interesse, die bereit sind, die Daten kostenpflichtig zu erwerben. Hierbei sind Datenschutzbestimmungen zu berücksichtigen.

### **Ergänzung von Anlagen und Maschinen um eine Dienstleistung**

Die Anlagenverfügbarkeit hat in produzierenden Unternehmen in vielen Fällen eine hohe wirtschaftliche Bedeutung. Ungeplante Stillstands- und Ausfallzeiten sind zu minimieren und notwendige Instandhaltungsarbeiten termin- und kostenoptimal zu gestalten. So sollen Ausfälle einer Produktionslinie oder das Erliegen der kompletten Produktion bei Engpassanlagen vermieden werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Anlagen, ähnlich wie oben beschrieben, mit digitalen Technologien wie Sensoren, Chips und Speichern ausgestattet werden. Anschließend bedarf es einer kontinuierlichen Überwachung der Anlage, bei der Daten wie der Betriebszustand, die Produktionsleistung oder Temperatur- und Druckveränderungen laufend ausgewertet werden. Auf Basis dieser Auswertungen können dann die Wartungsarbeiten zeit- und kostenoptimal erfolgen. Die Auswertung der Daten könnte der Hersteller oder ein neutraler Dritter vornehmen. Beide sind dann auch Ansprechpartner für die Durchführung der Wartungsarbeiten. Der Anlagenbetreiber muss sich entscheiden, wem er seine Daten anvertrauen möchte.

Das beschriebene Modell lässt sich auch in der Landmaschinenindustrie anwenden. Zum einen für die dort in der Produktion eingesetzten Anlagen, zum anderen für die produzierten Erntemaschinen. Kartoffelroder, Mähmaschinen, Maishäcksler und andere

landwirtschaftliche Maschinen können nur in bestimmten kleinen Zeitfenstern eingesetzt werden, erfordern von den Landwirten oder Lohnunternehmern aber sehr hohe Investitionen. In dieser Konstellation hat die Maschinenverfügbarkeit in den schmalen Zeitfenstern eine sehr hohe Bedeutung. Die oben beschriebene Überwachungsdienstleistung generiert ähnlich wie in den obigen Beispielen einen zusätzlichen Kundennutzen und diverse Vorteile für den Hersteller (vgl. Abschn. 3.5.4). In den Grundzügen bleibt das Geschäftsmodell bestehen, es wird lediglich um eine auf digitalen Technologien beruhenden Dienstleistung erweitert. Dementsprechend handelt es sich auch hier um ein **digital erweitertes Geschäftsmodell**.

### Umstellung eines Produkts auf eine Dienstleistung

Bei dieser Kategorie von Geschäftsmodellen verkauft das Unternehmen seine Güter nicht mehr, sondern stellt sie als Dienstleister bereit und rechnet ihre Nutzung ab. Die digitalen Technologien spielen hierbei die Rolle des Enablers. Durch Sensoren am Produkt, die den Verbrauch oder die Inanspruchnahme messen, erhält der Hersteller die Möglichkeit seine Dienstleistung verbrauchsabhängig abzurechnen. Ein Beispiel: Ein Hersteller von Druckluft-Kompressoren verkauft an Stelle der Kompressoren nun die Bereitstellung von Druckluft. Sensoren messen, wie viel ein Kunde verbraucht hat. Entsprechend erfolgt anschließend die Abrechnung. Der Kapitalbedarf des Abnehmers sinkt, ebenso wird für ihn Komplexität reduziert, da er sich nicht mehr um die Wartung der Kompressoren kümmern muss. Der Anbieter hat die Chance, den Kunden durch die intensivierte Beziehung stärker zu binden und erhält nun dauerhafte Einnahmen. Weiterhin hat er das Kapital gebunden, um die Komplexität zu handhaben. Auch hier werden die konstituierenden Merkmale des Geschäftsmodells nicht mehrheitlich digital. Der Fokus der Digitalisierung liegt auf dem Produkt. Es handelt sich um ein **digital erweitertes Geschäftsmodell**. Ein weiteres Beispiel in dieser Kategorie kann die oben bereits erwähnte elektrische Zahnbürste liefern. An Stelle des Verkaufs der Zahnbürste wird gegen eine monatliche Gebühr eine Zahnbürste mit ergänzenden Dienstleistungen, wie der App zur Überprüfung des Putzverhaltens und einer weiteren App für individuelle Zahnpflegehinweise, bereitgestellt. Zusätzlich werden Zahnpasta nach Bedarf und Bürstenköpfe verschleißabhängig automatisch geliefert. Sobald ein neues Modell der Zahnbürste auf den Markt kommt, wird die Zahnbürste beim Kunden ausgetauscht. Man spricht in diesem Kontext auch von product-as-a-service. Eine genauere Ausführung zum Zahnbürsten-Beispiel findet sich in Abschn. 3.6.2.

### Ergänzung einer digitalen Schnittstelle zum Kunden

Eine weitere Art, ein Unternehmen zu digitalisieren, besteht darin, die Schnittstelle zum Kunden digital zu gestalten. Dies kann je nach Branche unterschiedlichen Charakter haben. Bei einer Tischlerei beispielsweise, die in der Vergangenheit für Ihre Kunden nach einem aufwendigen, individuellen Beratungsprozess und eventuell mehreren Versionen von Zeichnungen ein Möbel gebaut hat, bildet nun ein intuitiv zu bedienender Konfigurator im Internet die Kundenschnittstelle. Der Kunde entwirft das Möbel zu 90 %



selbst und erhält automatisiert ein Angebot. Die Beratung erfolgt nur noch zu den ausgewählten Aspekten, die über den digitalen Konfigurator nicht zu klären sind. Die Daten aus dem Konfigurator werden an entsprechende Fertigungsmaschinen übertragen, und es wird eine zumindest teilautomatisierte Produktion durchgeführt. Auch hier liegt ein digital erweitertes Geschäftsmodell vor. Die Kundenschnittstelle und Teile der Produktion werden digitalisiert, um flexibler, kostengünstiger und schneller auf die Kundenwünsche reagieren und um dem Kunden eine gute Visualisierung möglicher Produkte bereitstellen zu können. Im Kern agiert das Unternehmen aber noch wie vorher. Es baut Möbel und verdient hiermit das Geld. Es handelt sich auch hier um ein **digital erweitertes Geschäftsmodell**. Analog zu diesem Beispiel haben eine Reihe weiterer Branchen ihre Geschäftsmodelle digital erweitert. Das Unternehmen 247Tailorsteel etwa produziert maßgeschneiderte Bleche, Rohre und Kantenteile und arbeitet mit den Kunden ebenfalls über eine digitale Schnittstelle zusammen.

Eine ähnliche Situation findet sich in der Finanzbranche. Hier steigt ebenfalls die Bedeutung der digitalen Kundenschnittstelle. Während in der Vergangenheit Versicherungsvertreter oder Finanzberater dem Kunden vor Ort eine passende Produktkombination verkauft haben, geschieht dies bei Direktbanken oder Direktversicherern ohne ein Filialnetz. Der Kunde greift auf Online-Plattformen der jeweiligen Finanzinstitute zu, informiert sich hier und konfiguriert die für ihn erforderlichen Produkte. Erst wenn der Kunde sehr spezielle Fragen hat, kontaktiert er ein Callcenter, das die gewünschte Beratung durchführt. Die immer besseren Online-Beratungsangebote führen zusammen mit dem seit langem etablierten Online-Banking zu einem immer stärkeren Rückgang des Filialgeschäfts und zu einer zunehmenden Bedeutung der digitalen Schnittstelle. Auch hier ändern sich nicht etwa die Produkte grundlegend. Wie im Beispiel der Tischlerei ändern sich vielmehr die Form der Beratung und die Schnittstelle zum Kunden. Hier handelt es sich ebenfalls lediglich um ein **digital erweitertes Geschäftsmodell**.

Aktuell fordern zusätzlich sogenannte **FinTechs** die Banken immer mehr heraus. Der Begriff FinTech steht für Financial Services and Technology. Start-up Unternehmen gehen mit ausgewählten, überschaubaren Finanzprodukten an den Markt beziehungsweise ins Netz und setzen mit Anwendungen, die durch hohe Usability gekennzeichnet und auf ausgewählte Kundengruppen ausgerichtet sind, traditionelle Banken und Versicherer unter Druck.

### **Kundenindividuelle Massenproduktion mit wirtschaftlicher Losgröße eins durch Digitalisierung der Produktion**

Bei dieser Art von digitalen Geschäftsmodellen steht die Digitalisierung des Wertschöpfungsprozesses im Fokus. Es wird das Ziel verfolgt, eine Vielzahl von kundenindividuellen Produktvarianten wirtschaftlich am Markt anbieten zu können. Dabei wird eine einzelne Produktvariante maßgeschneidert nach Kundenwunsch erzeugt und gegebenenfalls als Einzelstück (Losgröße eins) gefertigt (vgl. Abschn. 3.1.2, 3.7 und 3.9.4).

Die konstituierenden Merkmale sind bei der Produktion in einer Smart Factory mehrheitlich digital, und das Geschäftsmodell könnte nach der obigen Definition von Becker

als digital bezeichnet werden. Beispielsweise wird der Rumpf des zu produzierenden Guts mit einem RFID-Chip ausgestattet. Dieser Chip erhält die Informationen über die Konfiguration des Produktes und die einzelnen erforderlichen Produktionsschritte. Anschließend wird der so digitalisierte Rumpf automatisch in eine flexible Produktion weitergeleitet, wo er über Sensoren und Aktoren (vgl. Abschn. 3.7) mit den digitalisierten Maschinen beziehungsweise Robotern kommuniziert und so Schritt für Schritt ein individuelles Produkt entsteht. Die Mitarbeiter agieren in diesem Prozess entweder überwachend oder arbeiten mit den Robotern Hand in Hand. Im betrachteten Fall handelt es sich um ein digitalisiertes Produkt, das in einem volldigitalisierten Prozess von vernetzten, volldigitalisierten, kollaborierenden Mitarbeitern und vernetzten, mobilen Robotern (vgl. Abschn. 3.5) auf Basis von digitalen Daten, die der Kunde über eine digitale Schnittstelle bereitstellt, produziert wird.

Diese Zuordnung wäre auch deshalb zutreffend, weil die Digitalisierung die Grundidee für die beschriebene Art der Wertschöpfung darstellt. Trotzdem wird das Beispiel den digital erweiterten Geschäftsmodellen zugeordnet, da physische Assets im Rahmen der Produktion zum Einsatz kommen. Das Unternehmen Adidas strebt ähnliche Formen der Produktion für die Herstellung von Schuhen in seinen im Jahr 2017 errichteten Speed Factories an. Audi versucht aktuell in Verbindung mit der Abschaffung von Fließbändern, ähnliche Konzepte in der Fahrzeugproduktion anzuwenden. Auch hier geht es darum, immer kleinere Losgrößen hoch automatisiert und kostengünstig, aber flexibel zu realisieren.

### 3.10.2.4 Digitale Geschäftsmodelle

Digitale Geschäftsmodelle lassen sich in zwei Formen unterteilen. Plattformbasierte Geschäftsmodelle mit den Ausprägungen digitale Produkt-, Service- und Entwicklungsplattformen sowie datenbasierte Geschäftsmodelle.

#### Plattformbasierte Geschäftsmodelle<sup>4</sup>

Digitale Plattformen ermöglichen auf Basis digitaler Technologien, dass Anbieter und Nachfrager zusammenfinden und vereinfacht interagieren können. So schaffen die Plattformen einen Wert, der mit der Anzahl der Nutzer wächst. Das dazugehörige Geschäftsmodell wird auch als **Plattform Business** bezeichnet. In diesem Modell haben die Plattformen eine orchestrierende Rolle für das Netzwerk aus Anbietern und Nachfragern, in dem sie neben der Bereitstellung der Plattform, Regeln für ihre Nutzung und das Zusammenspiel aller aufstellen. In Bezug auf die Plattform können der Plattformbesitzer, der Plattformbetreiber, die Kunden auf der Bedarfsseite und die Kunden auf der Nachfrageseite unterschieden werden. Eine digitale Plattform ist für eine Kundengruppe

---

<sup>4</sup>Die von der deutschen Bundesregierung eingerichtete Expertenkommission für Forschung und Innovation nimmt in ihrem Gutachten Geschäftsmodelle der digitalen Wirtschaft aus dem Jahre 2016 weitere Unterteilungen der plattformbasierten Geschäftsmodelle vor.

(Anbieter) nur dann wertvoll, wenn auch die andere Kundengruppe (Nachfrager) vertreten ist. Auf einer Plattform können Produkte oder Dienstleistungen angeboten, vermittelt oder aber Entwicklungen durchgeführt werden. Dementsprechend werden **digitale Produktplattformen**, **digitale Serviceplattformen** und **digitale Entwicklungsplattformen** unterschieden, die zu einem späteren Zeitpunkt beschrieben werden.

Plattformen sind das dominante Modell der digitalen Wirtschaft. Die wertvollsten Unternehmen der Welt basieren auf Plattform-Modellen. Drei Phänomene sind bei digitalen Plattformen zu beobachten: Das „**Henne-Ei-Problem**“ beschreibt die Herausforderung, Nutzer auf der einen Marktseite zu gewinnen, bevor Nutzer auf der anderen Marktseite in ausreichender Anzahl vorhanden sind. Nach Erreichen der kritischen Masse kann es auf einer Plattform zu **sich selbst verstärkenden Wachstumsdynamiken** kommen. Der **Winner-take-all-Effekt** beschreibt, dass sich durch diese Dynamiken ein dominierender Anbieter durchsetzt, der die anderen vom Markt verdrängt. Der Hotelvermittler [Booking.com](https://www.booking.com) liefert dazu ein aktuelles Beispiel.

Durch das Geschäftsmodell **Platform Business** entstehen sogenannte **Geschäftsökosysteme (Business Ecosystem)**. Jacobides definiert diese wie folgt: „Set of firms in distinct positions along a sector or set of sectors that ... are not unilaterally hierarchically managed, oriented around an anchor.“ In Abschn. 3.9.1 wurden die Geschäftsökosysteme als ein Netzwerk von Organisationen bezeichnet, die ihre komplementären Fähigkeiten und Kompetenzen für ein gemeinsames Ziel wie ein umfassendes Leistungsangebot für eine Kundengruppe miteinander verknüpfen.

Plattformbasierte Geschäftsmodelle lassen sich unterscheiden in die nachfolgend dargestellten digitalen Produkt-, Service- und Entwicklungsplattformen.

### **Digitale Produktplattformen**

Digitale Produktplattformen sind mit dem Aufkommen des E-Business in den 1990er Jahren bekannt geworden. Zunächst waren es vor allem einseitige Plattformen wie Amazon, die nur einen Anbieter und mehrere Nachfrager hatten. Inzwischen hat Amazon sich längst nicht nur zu einer mehrseitigen Plattform, sondern zu einem kompletten Ökosystem weiterentwickelt. Amazon startete als Internethändler, wurde dann Marktplatzbetreiber und hat sich nach und nach auch als Logistikanbieter, Zahlungsabwickler, Hersteller, Medienproduzent und Webdienstleister etabliert. Die in den 2000er Jahren entstandenen vertikalen beziehungsweise branchenbezogenen Marktplätze haben sich zu einem großen Teil nicht durchgesetzt. Erfolgreiche Marktplätze wie Supply On in der Automobilzuliefererindustrie sind eher die Ausnahme. Bei horizontalen Marktplätzen, die mit Gütern wie zum Beispiel Büromaterialien, Arbeitskleidung, IT-Zubehör handeln, haben sich einige Marktplätze wie etwa mercateo oder CaDirect seit vielen Jahren etabliert.

### **Digitale Serviceplattformen**

Bei digitalen Serviceplattformen – synonym wird von digitalen Service-Marktplätzen gesprochen – agieren die Betreiber als Vermittler von Dienstleistungen. Sie werden auch als Intermediäre bezeichnet und sind selbst weder Anbieter noch Nachfrager. Branchen

wie das Transport-, Hotel- und Gaststättengewerbe werden seit einigen Jahren von Service-Marktplätzen verändert. Die Unternehmen Uber und Airbnb sind viel diskutierte Beispiele. In anderen Branchen wie Bildung, Finanzen oder Gastronomie tritt das Phänomen ebenfalls auf und zum Teil gibt es einen aggressiven Wettbewerb um die Marktführerschaft. Die Betreiber der Plattformen nehmen in der Regel drei Hauptfunktionen wahr:

- Das „Matching“ von Anbietern und Nachfragern. Dies umfasst den Abgleich oder die Zuordnung der Anforderungen der Nachfrager mit den Angeboten der Anbieter. Dafür stellt der Betreiber Informationen über die Merkmale der Angebote (z. B. Qualitätsausprägungen und Zahlungskonditionen) und über die Präferenzen der Nachfrager sowie geeignete Suchfunktionen bereit.
- Die Transaktionsunterstützung in Form der Buchung und Zahlungsabwicklung.
- Die Bereitstellung einer institutionellen Infrastruktur, die den rechtlichen und regulatorischen Rahmen bildet.

Hinsichtlich des Leistungsangebotes lassen sich auf Servicemarktplätzen vier Dienstleistungstypen unterscheiden: Rein digitale Services, rein physische Services, produktbasierte digitale Services und produktbasierte physische Services.

Bei **rein digitalen Services** wird der Service ausschließlich über die digitale Plattform angeboten. Dies könnte das Angebot eines Bildungsmarktplatzes sein, bei dem ein Sprachschüler mit seinem Lehrer über Internettelefonie unter Einbindung einer Online-Lernplattform eine Sprache lernt (vgl. [www.italki.com](http://www.italki.com)). Ein **rein physischer Service** liegt beispielsweise bei Airbnb und bei Uber vor, da hier eine Übernachtung oder ein Transport ermöglicht wird (vgl. [www.airbnb.de](http://www.airbnb.de), [www.uber.com](http://www.uber.com)). Bei **produktbasierten digitalen Services** wird ein Produkt auf Basis einer digitalen Plattform bearbeitet. Dies könnte beispielsweise eine Plattform sein, auf deren Basis unter Mitwirkung von Dienstleistern Texte übersetzt oder Layouts erstellt werden. Bei **produktbasierten physischen Services** vermittelt die digitale Plattform zum Beispiel Handwerker, die Anlagen instandhalten oder reparieren.

Eine besondere Form der oben beschriebenen rein digitalen Service-Plattformen sind Streamingdienste. Durch eine Streaming-Dienstleistung werden Musik- und/oder Videodateien über das Internet auf einem digitalen Endgerät empfangen und zeitgleich wiedergegeben. Es werden also nicht DVDs, CDs oder Downloads verkauft, sondern lediglich der Zugang zu entsprechenden Dateien. Die Inhalte werden On-Demand abgerufen und müssen weder heruntergeladen noch abgespeichert werden. Hier kann zwischen zwei Geschäftsmodellen unterschieden werden:

- Der Kunde erwirbt eine monatliche Flatrate, die ihm einen unbegrenzten Zugriff auf die Dateien erlaubt. Zudem ist es möglich, Dateien für eine limitierte Zeit offline zu speichern und abzuspielen. Die monatliche Flatrate ist jederzeit kündbar. Ein Beispiel liefert der Video-Streamingdienst Netflix. Hier werden zum Beispiel Kinofilme oder

Serien angeboten. Die Inhalte können nach Abschluss eines Abonnements sowohl über Computer, Smartphones, Tablets als auch Spielkonsolen empfangen werden.

- Dem Kunden wird der Streamingdienst entweder mit einer kostenpflichtigen monatlichen Flatrate oder kostenlos angeboten. In letzterem Fall erfolgen allerdings regelmäßige Werbeunterbrechungen. Diese beiden Optionen bietet etwa der Musik Streamingdienst Spotify an.

Die beschriebenen Geschäftsmodelle zielen auf den **Zugang zum Endkunden** (Nutzer) ab. Etablierte Unternehmen müssen damit rechnen, dass solche Intermediäre sich in der Wertschöpfungskette zwischen die Unternehmen und deren Endkunden schalten. Gelingt es einem solchen Intermediär, eine hohe Anzahl von Kunden zu bekommen, so „rutscht“ das Unternehmen in der Wertschöpfung eine Stufe zurück, verliert möglicherweise den direkten Kundenkontakt und muss den Intermediär bezahlen, der sukzessive seine Macht ausbauen kann.

[HRS.de](https://www.hrs.de) oder [Booking.com](https://www.booking.com) sind zwei Beispiele für Intermediäre, die genau dies realisiert haben. Erstgenannter ist dabei aus einem klassischen Reisebüro entstanden, das offensichtlich den Übergang in die digitale Welt gut realisiert hat. Uber und Airbnb haben mit solchen Modellen ganze Branchen verändert, weil über die Plattformen neue Anbieter auf den Markt gekommen sind, die sonst keinen Zugang bekommen hätten. Ähnliche Umwandlungen könnte die Automobilindustrie in den nächsten Jahren erfahren. Für Car-Sharing-Modelle bedarf es übergeordneter Plattformen, die die Fahrzeuge vermitteln. Kunden kaufen oder leasen dann keine Autos mehr, sondern **kaufen Mobilität** vom Plattformbetreiber. In Abhängigkeit von der Situation (Fahrt zu Arbeit, Fahrt in den Urlaub, Fahrt mit Möbeltransport) greifen sie auf unterschiedliche Fahrzeuge des Betreibers zu und bezahlen je nach Vertrag eine Flatrate und/oder nach Inanspruchnahme der Fahrzeuge. Wird dieses Szenario immer mehr Realität, so verlieren die heutigen OEMs den direkten Kundenkontakt. Sie „rutschen“ in der Wertschöpfungskette eine Stufe nach unten und müssen sich vielleicht sogar den Anforderungen des Plattformbetreibers unterordnen. In der fernerer Zukunft verspricht die Verknüpfung von Car-Sharing-Plattformen mit Konzepten des autonomen Fahrens nicht nur weitere Ansatzpunkte für neue oder erweiterte Geschäftsmodelle, sondern auch Lösungen für den „Verkehrsinfarkt“.

Ähnliche Themen gibt es in der Finanzdienstleistungsbranche. Plattformen wie COMPEON arbeiten mit einer Vielzahl von Finanzdienstleistern zusammen und bieten Kredite für unterschiedlichste Zwecke an. Die Banken werden im für sie ungünstigen Fall Zulieferer dieser Plattform, verlieren den direkten Kundenzugang und geben einen Teil ihrer Marge an die Plattform ab. Eine andere Handlungsoption besteht darin zu versuchen, selbst eine dominierende Plattform und damit ein eigenes Ökosystem aufzubauen. Auf dieser Plattform bieten Banken dann ihre eigenen Kredite und die ihrer Mitbewerber sowie komplementäre Finanzprodukte an. Bekommen sie nicht selbst, sondern ein Mitbewerber den Abschluss, so verdienen die Banken trotzdem: Ihr Mitbewerber hat die Vermittlungsprovision an sie zu entrichten.

### **Digitale Entwicklungsplattformen**

Über digitale Entwicklungsplattformen können Unternehmen gemeinsam mit ihren Lieferanten sogenanntes „Collaborative Engineering“ betreiben. Dabei werden unter anderem Daten wie beispielsweise CAD-Zeichnungen zusammen erstellt und mit den Entwicklungspartnern ausgetauscht. Die gemeinsame Bearbeitung sowie die parallele Durchführung der Produktentwicklung kann zu Kosten- und Zeitersparnissen führen. Entwicklungsplattformen treten ebenso im Bereich der Medizin auf. So führt Accentures Life Sciences Cloud Forscher zusammen, um gemeinschaftlich an der Entwicklung von Medikamenten zu arbeiten. Für den Bereich der Softwareentwicklung stellen diverse Cloud-Anbieter unter dem Begriff Platform-as-a-Service (PaaS) Entwicklungsplattformen als Service bereit, um die gemeinsame Applikationsentwicklung mit mehreren Entwicklern zu unterstützen (vgl. Abschn. 3.8.1.2).

Bei den beschriebenen digitalen Produkt-, Service- und Entwicklungsplattformen handelt es sich um digitale Geschäftsmodelle: Die zentrale Geschäftsidee beruht auf der Digitalisierung. Die wichtigste Ressource für das Geschäftsmodell ist eine digitale Plattform. Ohne die Plattform wäre das Geschäftsmodell nicht realisierbar. Anbieter und Nachfrager werden digital angebunden. Bei den Streamingdiensten sind die Produkte selbst digital. Für die Vermittlung, die den Kern der Wertschöpfung darstellt, ist die digitale Plattform erforderlich. Das Geld wird damit im Kern durch Digitalisierung verdient. Physische Assets kommen außer der Hardware der IT-Systeme für die Leistungserstellung nicht zum Einsatz.

### **Kritische Reflexion**

Abschließend soll kritisch hinterfragt werden, ob die vorgenommenen Kategorisierungen scharf genug konturiert sind. Digitale Produktplattformen, insbesondere einseitige, werden den digitalen Geschäftsmodellen zugeordnet. Sind die Kriterien, dass die Wertschöpfung digital erfolgt, das Geld auf Basis der Digitalisierung verdient wird, die zentrale Geschäftsidee auf der Digitalisierung beruht und fast keine physischen Assets zum Einsatz kommen auch hier erfüllt? Für einen Onlineshop hängt die Zuordnung davon ab, wie dieser entstanden ist und wie sein Betrieb erfolgt. Wird ein Onlineshop als Startup gegründet und die Lagerung sowie der Versand durch Dienstleister des Betreibers ausgeführt, so treffen die Kriterien zu und es handelt sich um ein digitales Geschäftsmodell. Entscheidet sich jedoch ein bisher stationärer Händler dazu, sein Geschäft um einen Online-Kanal zu erweitern oder vollständig auf diesen umzustellen, so kann eine andere Situation vorliegen. Nutzt er zum Beispiel weiterhin sein eigenes Lager und führt eventuell auch den Versand selbst durch, erscheint die Zuordnung zum digital erweiterten Geschäftsmodell passender. In diesem Fall erfolgt durch ihn auch eine physische Wertschöpfung unter Einsatz physischer Assets. Die Geschäftsidee beruht nicht ausschließlich auf der Digitalisierung, sondern ist durch diese erweitert worden. Da bei klassischen Onlineshops nur ein Anbieter auftritt, kann auch die Zuordnung zum Platform Business kritisch gesehen werden. In diesem Buch werden Onlineshops als einseitige Plattform und somit als Sonderfall dem Platform Business zugerechnet.

Neben den oben beschriebenen auf Plattformen gründenden Geschäftsmodellen werden im Folgenden datenbasierte Geschäftsmodelle betrachtet.

### **Datenbasierte Geschäftsmodelle**

Das Internet of Things, die oben beschriebenen digitalen Plattformen, soziale Medien und weitere Quellen im Internet stellen Daten in einem bisher nicht gekannten Umfang zur Verfügung. Diese auch als Big Data bezeichneten Daten werden als das Gold des 21. Jahrhunderts bezeichnet (vgl. Abschn. 3.5). Apple, Amazon, Google und andere große „Player“ der Digitalwirtschaft werden nicht zuletzt deshalb so hoch am Kapitalmarkt bewertet, weil sie genau über diese Daten verfügen. Die Auswertung von Daten ermöglicht neue Geschäftsmodelle und unterschiedlichste Optimierungen. Dazu nachfolgend einige Beispiele:

- Die von IBM erworbene Weather Company verfügt weltweit über Wettersensoren, deren Daten sie auswertet und an Unternehmen verkauft. Diese können durch die Nutzung der Daten ihre Logistikplanung optimieren.
- Ein Unternehmen kauft von dem Hersteller der oben beschriebenen Zahnbürsten die Daten über das Putzverhalten seiner Kunden. Diese Daten verkauft es nach entsprechender Analyse an Krankenversicherungen, die den Kunden besondere Angebote für Zusatzversicherungen unterbreiten oder an ein Reformhaus, das den „gründlichen Zähneputzer“ mit besonderen Boni in seine Filialen holen möchte.
- Ein auf Datenanalyse spezialisiertes Start-up untersucht für Verlage die gesamte Kundenkommunikation. Sowohl in den internen IT-Systemen als auch auf öffentlichen Plattformen wird nach bestimmten Schlüsselwörtern gesucht, die darauf schließen lassen, dass bei dem Kunden ein erhöhtes Risiko der Abonnement-Kündigung besteht. Diese Kunden werden vom Verlag durch besondere Aktionen wieder zufriedengestellt, wodurch sich die Kündigungsquote der Abonnenten reduziert. Das Unternehmen stärkt durch diese datenbasierte Aktion seinen Kundenstamm und damit die Wettbewerbsfähigkeit.
- Suchmaschinenbetreiber blenden dem Internetnutzer auf Basis seiner aufgerufenen Apps, Webseiten und Videos sowie seiner eingegebenen Suchanfragen personalisierte Werbung ein. Werden beispielsweise Reisewebseiten aufgerufen, erscheinen im Anschluss Werbeanzeigen für diverse Flüge und Hotels. Ruft der Internetnutzer die Werbung auf oder führt eine bestimmte Aktion aus (Herunterladen einer App, Ausfüllen eines Formulars), erhält der Suchmaschinenbetreiber vom werbenden Unternehmen eine Provision.
- Die Axoom GmbH, ein Tochterunternehmen des Maschinenbauers Trumpf, stellt eine offene IoT-Plattform bereit, auf der die Daten der Maschinen gesammelt werden können. Maschinenhersteller können ihre ausgelieferten Maschinen mit der Plattform verbinden. Die intelligente vernetzte Lösung ermöglicht den Herstellern die Verwaltung und Analyse ihrer Anlagen im Feld und die Weiterentwicklung der eigenen Produkte. Ferner können die Nutzer der Plattform auch eigene Applikationen für diese



entwickeln und nutzen. Die oben beschriebene Ergänzung von Anlagen und Maschinen um eine Dienstleistung wird auf Basis von Axoom für Maschinenhersteller möglich. Das Beispiel von Axoom könnte als **datenbasierte Plattform** auch als eine vierte Art von plattformbasierten Geschäftsmodellen interpretiert werden.

Mit einer ähnlichen Argumentation wie bei den digitalen Plattformen handelt es sich auch bei den datenbasierten Geschäftsmodellen um digitale Geschäftsmodelle.

### 3.10.3 Assessments

Tab. 3.18 auf der folgenden Seite stellt ein aus den bereits vorgenommenen Betrachtungen abgeleitetes Stufenmodell für die digitale Transformation von Geschäftsmodellen vor.

### 3.10.4 Handlungsempfehlungen und Vorteile

Die regelmäßige Prüfung und Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen gehört zu den klassischen Aufgaben des Top-Managements eines Unternehmens. Die rasant fortschreitende Entwicklung bei digitalen Technologien erhöht laufend die Priorität dieser Aufgabe. Nach der Standortbestimmung, die sich mit dem im vorherigen Abschnitt vorgestellten Assessment vornehmen lässt, sind die Handlungsoptionen abzuleiten. Je nach Ausgangspunkt im Stufenmodell sind unterschiedliche Entwicklungspfade möglich. Vonseiten des Unternehmens ist sukzessive zu überprüfen, welche Erweiterungen sinnvoll sind. Dies kann anhand folgender **Leitfragen** erfolgen:

1. Im Rahmen eines noch analogen Geschäftsmodells: Welche Geschäftsprozesse haben im Zusammenhang einer weiteren Digitalisierung das höchste Potenzial für eine Effizienzsteigerung?
2. Welche ergänzenden Dienstleistungen können auf Basis einer Digitalisierung für ausgewählte Produkte angeboten werden?
3. Welche Produkte können auf Basis einer Digitalisierung in Form einer Dienstleistung verkauft werden?
4. Welcher Zusatznutzen kann durch eine digitale Kundenschnittstelle, die Konfigurationsmöglichkeiten bietet, geschaffen werden?
5. Ist durch die Digitalisierung eine Produktion kundenindividueller Produktvarianten (Mass Customization mit Losgröße eins) wirtschaftlich realisierbar und vom Kunden gewünscht?
6. Droht die Gefahr, durch einen Plattformanbieter in der Wertschöpfungskette nach hinten gedrängt zu werden? Wie kann darauf reagiert werden?
7. Welche Daten können aktuell und in Zukunft aus welchen Quellen gesammelt werden? An wen lassen sich die Daten ggf. nach Auswertung verkaufen?



**Tab. 3.18** Reifegradmodell für das Element Geschäftsmodell

Kriterien	Analoges Geschäftsmodell (Stufe 1)	Analoges Geschäftsmodelle mit digitalisierten Prozessen (Stufe 2)	Digital erweitertes Geschäftsmodell (Stufe 3)	Digitales Geschäftsmodell (Stufe 4)
<b>Bedeutung der Digitalisierung für die Geschäftsidee</b>	Keine	Die Digitalisierung spielt keine zentrale Rolle für die Geschäftsidee	Die Möglichkeiten der Digitalisierung werden genutzt, um Ideen für eine Erweiterung eines bestehenden Geschäftsmodells zu entwickeln	Die Geschäftsidee beruht auf der Digitalisierung, die Möglichkeiten der Digitalisierung werden zur Entwicklung der Geschäftsidee genutzt
<b>Bedeutung der Digitalisierung für die Leistungserstellung</b>	Keine	Digitalisierung zur Erhöhung der Effizienz bei der Leistungserstellung	Durch die Digitalisierung wird das Leistungsspektrum erweitert, es erfolgt ggf. eine hybride Wertschöpfung (Produkt/Servicekombination)	Auf Basis der Digitalisierung wird der Kern der Leistungserstellung ermöglicht, Digitalisierung ist konstituierend
<b>Interaktion mit Kunden</b>	Analoge Interaktion	Analoge und digitale Interaktion	Überwiegend digitale Interaktion	Fast nur digitale Interaktion
<b>Produkte und Dienstleistungen</b>	Analoge Produkte und Dienstleistungen	Analoge Produkte und Dienstleistungen	Analoge und/oder teildigitalisierte Produkte, ggf. mit ergänzender Dienstleistung (Produkt-/Service-Kombination)	Analoge Produkte über digitalen Touch-Point, digitale Produkte und Dienstleistungen
<b>Ziele der Digitalisierung</b>	Vereinfachung der Prozessdurchführung auf niedrigem Niveau	Steigerung der Effizienz ausgewählter Prozesse	Wettbewerbsfähigkeit durch zusätzlichen Kundennutzen erhöhen	Langfristig wettbewerbsfähiges Geschäftsmodell mit einfacher Skalierbarkeit etablieren

### Welche Geschäftsprozesse haben im Rahmen einer weiteren Digitalisierung das höchste Potenzial für eine Effizienzsteigerung?

Hierbei geht es nicht um eine Geschäftsmodellveränderung oder -erweiterung. Es liegt weiterhin ein analoges Geschäftsmodell vor. Wie bei der Digitalisierung von Geschäftsprozessen vorzugehen ist, beschreibt Abschn. 3.1. Für die Auswahl der weiter zu digitalisierenden Prozesse sollten der aktuelle Digitalisierungsgrad, das Mengengerüst und die

strategische Bedeutung des Prozesses berücksichtigt werden. Das Mengengerüst gibt an, wie oft der Prozess in einem bestimmten Zeitintervall durchlaufen wird. Die strategische Bedeutung betrachtet, wie stark der Prozess Einfluss auf die Erfüllung der strategischen Erfolgsfaktoren hat. Der angestrebte Vorteil bei der beschriebenen Veränderung steckt bereits in der Fragestellung. Er besteht in der Effizienzsteigerung.

**Welche ergänzenden Dienstleistungen können auf Basis einer Digitalisierung für ausgewählte Produkte angeboten werden?**

Für die Ableitung zusätzlicher Dienstleistungen ist zunächst zu überprüfen, welche Produkte durch Digitalisierung eindeutig zu identifizieren sind. Anschließend können beispielsweise in Design-Thinking-Workshops in interdisziplinären Teams Dienstleistungen abgeleitet und definiert werden, die dann auf ihre Machbarkeit, Kundenakzeptanz und Wirtschaftlichkeit zu überprüfen sind. Vorteile dieser Erweiterung können die Generierung zusätzlichen Umsatzes und Gewinns sowie eine erhöhte Kundenbindung sein.

**Welche Produkte können auf Basis einer Digitalisierung in Form einer Dienstleistung verkauft werden?**

Bei der Umwandlung in eine Dienstleistung kann die Digitalisierung die verbrauchsabhängige Abrechnung ermöglichen, wie das obige Beispiel mit der Druckluft zeigt. Oftmals wird Digitalisierung auch genutzt, um den Zustand der bereitgestellten Produkte zu prüfen und von diesem Ausgangspunkt aus Wartungsarbeiten zu planen. Ähnlich wie im zweiten Fall ist zu überprüfen, bei welchen Produkten eine Umwandlung in eine Dienstleistung möglich ist, ob die Kundenakzeptanz gegeben ist und eine Umsetzung wirtschaftlich erfolgen kann. Der Vorteil der Erweiterung besteht vor allem in der erhöhten Kundenbindung.

**Welcher Zusatznutzen kann durch eine digitale Kundenschnittstelle, die Konfigurationsmöglichkeiten bietet, geschaffen werden? Ist durch die Digitalisierung eine Produktion kundenindividueller Produktvarianten (Mass Customization mit Losgröße eins) wirtschaftlich realisierbar und vom Kunden gewünscht?**

Die digitale Kundenschnittstelle im oben beschriebenen Sinn gestattet es, sowohl bei physischen Produkten als auch bei Dienstleistungen, einen Teil der Konfiguration eines Produktes auf den Kunden zu verlagern. Dadurch lassen sich Kunden mit einer hohen digitalen Affinität auf ihrem bevorzugten Kanal ansprechen. Besonders einzubeziehen sind dabei der technische Aufwand für die Entwicklung der Schnittstelle und die geänderte Beratung der Kunden, die dann gegebenenfalls ebenso auf digitaler Basis erfolgen sollte. Die Vorteile der Erweiterung bestehen im Gewinn neuer Kundengruppen und in Effizienzsteigerungen an der Kundenschnittstelle, die sich insbesondere in verkürzten Reaktionszeiten und niedrigeren Kosten widerspiegeln können. Ebenso lässt sich in nachgelagerten Administrations- und Produktionsprozessen die Effizienz steigern, da für diese Prozesse Daten in einem geeigneten Format sofort digital ohne Mehrfacherfassung bereitgestellt werden. Häufig geht mit der Nutzung einer digitalen Kundenschnittstelle

auch die Anforderung einer wirtschaftlichen Produktion kundenindividueller Aufträge in kleinen Losgrößen einher (Mass Customization). Deshalb ist zu prüfen, wie und ob eine solche Produktion technisch möglich und unter ökonomischen Aspekten sinnvoll ist.

**Droht die Gefahr, durch einen Plattformanbieter in der Wertschöpfungskette nach hinten gedrängt zu werden? Wie kann hierauf reagiert werden?**

Das Matching von Anbietern und Nachfragern haben in vielen Branchen digitale Plattformen übernommen: [Booking.com](https://www.booking.com), [Lieferando.de](https://www.lieferando.de) und Amazon sind prominente Beispiele. Diese Plattformen sind „Fluch und Segen“ zugleich. Auf der einen Seite verursachen ihre Gebühren möglicherweise erhebliche Kosten, auf der anderen Seite lässt sich wegen ihres hohen Traffics und der großen Reichweite eine Vielzahl neuer Kunden generieren. Im Wesentlichen bestehen drei Handlungsoptionen:

- a) Ausschließlich über eine eigene Plattform wie Homepage, Onlineshops oder nicht digitale Kanäle die Kunden gewinnen. Diese Plattformen und Kanäle aufbauen, permanent optimieren und ausbauen.
- b) Ausschließlich auf marktdominierende externe Plattformen setzen, hier den eigenen Auftritt optimieren und eigene Plattformen und Kanäle, sofern vorhanden, abschalten oder zumindest nicht weiterentwickeln.
- c) Sowohl über die eigene als auch über die fremden Plattformen Kunden gewinnen.

Die Wahl der Option hängt stark von den Gegebenheiten der jeweiligen Branche und den eigenen Alternativen ab. Gibt es bereits eine dominierende Plattform, so wird es schwierig sein, nur über eine eigene Plattform Kunden zu gewinnen. Die zweite oder dritte Option ist dann naheliegend. Hat sich noch keine Plattform dominant etabliert oder ist noch keine größere Plattform am Markt vorhanden, so kann Option A gewählt und je nach Voraussetzungen auch der Ausbau zu einer marktdominierenden Plattform angestrebt werden. Die Vorteile der ersten Option liegen darin, unabhängig von Dritten agieren zu können und hohe Vermittlungskosten zu vermeiden. Ferner besteht je nach Ausgangssituation die Chance, sich zur dominierenden Plattform zu entwickeln und selbst in das lukrative Vermittlungsgeschäft einzusteigen. Bei Option B kann ohne größeren Kapitaleinsatz schnell eine hohe Anzahl an Kunden erreicht werden. Option C hat den Vorteil – je nach Erfolg auf der eigenen Plattform – fremde Plattformen nach Bedarf zusätzlich nutzen zu können, sofern deren Betreiber das zulassen.

**Welche Daten können aktuell und in Zukunft aus welchen Quellen gesammelt werden? An wen lassen sich die Daten ggf. nach Auswertung verkaufen?**

Die Fragestellung gibt bereits sehr klare Hinweise auf die zu erledigenden Aktivitäten. Auch hier kann ähnlich wie bei Frage 2 etwa in Design Thinking Workshops nach Antworten gesucht werden. Wenn die Daten und deren eventuelle Auswertungen grob definiert und Kunden analysiert worden sind, ist darüber nachzudenken, ob das Sammeln und Auswerten der Daten durch das Unternehmen selbst erfolgen soll oder ob man einen

Dienstleister einsetzt. Eine weitere Option besteht darin, ein Tochterunternehmen zu gründen, das die beschriebenen Aufgaben übernimmt und dies vielleicht auch für andere Unternehmen durchführt. Mit Axoom wurde für beide Optionen oben ein Beispiel gegeben. Die sich ergebenden Vorteile bestehen in der Möglichkeit, zusätzlichen Umsatz und Gewinn zu generieren sowie den Kunden stärker zu binden.

### 3.10.5 Beispiel

Im folgenden Beispiel soll ein fiktives Unternehmen der Nahrungsmittelindustrie betrachtet werden. Das Unternehmen möge international agieren und ein breites Spektrum an Nahrungsmitteln herstellen. Hierzu sollen Kühl- und Tiefkühlprodukte, Getränke sowie Koch- und Backzutaten gehören. In dem Beispiel wird sich dabei an den im vorherigen Abschnitt formulierten Leitfragen orientiert.

#### Leitfragen

**1. Welche Geschäftsprozesse haben im Rahmen einer weiteren Digitalisierung das höchste Potenzial für eine Effizienzsteigerung?**

Die Diskussion dieser Frage hängt entscheidend von der individuellen Aufstellung des Unternehmens ab. Für den betrachteten Fall soll angenommen werden, dass das Unternehmen in den letzten Jahren die Prozessdigitalisierung bereits sehr stark betrieben hat und die Prozesse dementsprechend gut aufgestellt sind. Lediglich beim Auftragsabwicklungsprozess (order-to-cash) mögen noch einige Aktivitäten, die vielfach durchgeführt werden, automatisierbar sein. Da sich die Automatisierung bereits nach wenigen Monaten amortisiert, entschließt sich das Unternehmen diese durchzuführen.

**2. Welche ergänzenden Dienstleistungen können auf Basis einer Digitalisierung für ausgewählte Produkte angeboten werden?**

Bei den Back- und Kochzutaten kann eine ergänzende Dienstleistung darin bestehen, auf den Verpackungen QR-Codes aufzudrucken, die digital auf Rezepte verweisen, mit denen die Produkte besonders gut verarbeitet werden können. Diese Rezepte könnten wöchentlich ausgetauscht werden. Im Fall der Kühl- und Tiefkühlprodukte kann über die Ausstattung mit RFID-Chips nachgedacht werden. Eine solche Bestückung könnte das Steuern und Nachvollziehen des logistischen Prozesses vereinfachen und durch ein digitales Abspeichern des Mindesthaltbarkeitsdatums die Überwachung der Haltbarkeitsgrenze vereinfachen.

**3. Welche Produkte können auf Basis einer Digitalisierung in Form einer Dienstleistung verkauft werden?**

Produkte für Großverbraucher könnten in speziellen Tanks oder anderen Lagervorrichtungen bereitgestellt werden, die über Sensoren einen orts- und

zeitunabhängigen Zugriff auf den aktuellen Bestand ermöglichen. Die Dienstleistung besteht darin, die entsprechenden Produkte für den Kunden dauerhaft verfügbar zu haben, ohne dass dieser hierfür Bestellungen auslösen muss. Es handelt sich dabei um die Grundidee des Vendor-Managed Inventory (VMI).

**4. Welcher Zusatznutzen kann durch eine digitale Kundenschnittstelle, die Konfigurationsmöglichkeiten bietet, geschaffen werden?**

Ausgewählte Produkte, die individuelle Mischungen erlauben, könnten durch den Kunden online konfiguriert und in kundenindividuellen Auftragsmengen bereitgestellt werden. Denkbar ist dies bei Marmeladen, Säften, Müsli, Joghurt und vielen weiteren Produkten. Aus der Kundenperspektive ergibt sich der Zusatznutzen des Produkts aus den individuellen Anteilen verschiedener Zutaten.

**5. Ist durch die Digitalisierung eine Produktion kundenindividueller Produktvarianten (Mass Customization mit Losgröße eins) wirtschaftlich realisierbar und vom Kunden gewünscht?**

Es reicht nicht aus, nur die Kundenschnittstelle – beispielsweise mit einem Konfigurator im Internet – für kundenindividuelle Produktvarianten digital abzubilden. Ebenso sind die Prozesse in der Auftragsabwicklung, insbesondere in Produktion und Logistik, dahingehend zu untersuchen, ob kleine Stückzahlen kundenindividueller Varianten wirtschaftlich erstellt und geliefert werden können. Das betrachtete Unternehmen der Nahrungsmittelindustrie könnte beispielsweise das individualisierbare Produkt auf solche Warengruppen begrenzen, deren Varianten eine gemeinsame, generische Produkt-Plattform aufweisen. Die Variantendifferenzierung erfolgt dann über auftragsindividuell hinzugefügte Module. Ein Beispiel ist eine Pizza, die denselben Boden, aber differierende Zutaten aufweist. Die Varianten werden durch eine vordefinierte Anzahl an Kombinationen von Belag-Modifikationen wie etwa Fleisch- und Käsesorte erfüllt. Der Pizza-Boden als gemeinsame Plattform wird in großen Stückzahlen unter Ausnutzung von Mengendegressionseffekten auf Basis von Prognosen vorgefertigt und gekühlt gelagert. Die kundenindividuelle Pizza-Variante wird durch die Kombination der im Konfigurator definierten Beläge auftragsbezogen generiert.

**6. Droht die Gefahr, durch einen Plattformanbieter in der Wertschöpfungskette nach hinten gedrängt zu werden? Wie kann hierauf reagiert werden?**

Der Lebensmittelhandel ist aktuell sehr stark durch das Filialgeschäft geprägt. Eine Verdrängung des stationären Handels hat hier bisher kaum stattgefunden. Eine etablierte Plattform, die den Markt beherrscht, ist derzeit nicht zu erkennen. Eine Handlungsoption besteht im Ausbau eines bestehenden Onlineshops, über den zurzeit die eigenen Produkte direkt vertrieben werden. Der Shop könnte um Produkte von Unternehmen ergänzt werden, die mit ihm in keiner Wettbewerbssituation stehen. In Frage kämen insbesondere Unternehmen, mit denen bereits eine logistische Kooperation besteht. Ein noch weiterreichender Schritt könnte

die Allianz mit einem Handelsunternehmen sein, mit dem gemeinsam versucht wird, eine marktbeherrschende Plattform aufzubauen – dies erfordert allerdings ein hohes Investitionsvolumen.

Für digitale Geschäftsmodelle sind in der Nahrungsmittelindustrie aktuell die Entwicklung intelligenter Kühlschränke und digitaler Küchenmaschinen zu beachten. Für letztgenannte können wechselnde Rezepte mit den passenden Einkaufslisten digital auf das Gerät heruntergeladen und automatisch – in Abhängigkeit der Bestandshöhe im Kühlschrank – eine Bestellung ausgelöst werden. Sollten bestimmte Kühlschränke und Küchengeräte eine marktdominierende Rolle bekommen, stellen sie Plattformen im oben beschriebenen Sinn dar. Der Lebensmittelhersteller muss also nicht mehr nur darauf achten, in den Filialen der Lebensmittelhändler gelistet zu sein, sondern ebenfalls auf neuen Plattformen wie Kühlschränken und Küchenmaschinen. Für die Wahrung seiner Marktführerschaft hat er die Optionen, mit den Herstellern der erwähnten Geräte zusammenzuarbeiten, sich an diesen Unternehmen zu beteiligen oder diese aufzukaufen.

**7. Welche Daten können heute und in Zukunft aus welchen Quellen gesammelt werden? Für wen können die Daten ggf. nach einer Auswertung interessant sein?**

Für den Lebensmittelhersteller sind Daten zum Käuferverhalten bereits in der Vergangenheit sehr wichtig gewesen, um seine Produkte am Markt richtig platzieren zu können. Der einzelne Endkunde war für ihn bisher anonym und somit nicht direkt ansprechbar. Sollte sich im Lebensmittelbereich in den nächsten Jahren sukzessive ein plattformbasiertes Geschäft durchsetzen, ergäben sich hier ganz neue Möglichkeiten. Da der Kunde nicht mehr anonym ist, könnte er ihn mit ganz konkreten für ihn zugeschnittenen Kaufvorschlägen ansprechen. Es könnte ein wöchentlicher Ernährungsplan entwickelt werden, der Vorlieben und Unverträglichkeiten berücksichtigt und dem Kunden eine gesunde, ausgewogene Ernährung verspricht. Für die Realisierung braucht der Lebensmittelhersteller Partner: Diese sind zum einen die Betreiber der Plattformen und zum anderen andere Produzenten, die die ergänzenden Produkte bereitstellen.

# Barrieren der digitalen Transformation und Handlungsempfehlungen zur Überwindung

## 4

### 4.1 Überblick

Dieses Kapitel bietet einen Überblick über potenzielle Barrieren bei der digitalen Transformation eines Unternehmens. Außerdem werden konkrete Handlungsempfehlungen zum Überwinden dieser Hürden formuliert. Es wird die Frage beantwortet, welche typischen Hindernisse in einem Unternehmen auftreten können, und mit welchen Maßnahmen diese systematisch abzubauen sind. Dabei handelt es sich um zwei Seiten einer Medaille: Einerseits können die Barrieren ein Hemmschuh im Hinblick auf Geschwindigkeit, Effektivität, Effizienz und Nachhaltigkeit der digitalen Transformation sein. Andererseits können die vermeintlichen Barrieren ebenso als Beschleuniger der Transformation dienen, wenn sie als Erfolgsfaktor ausgeprägt werden. Zum Beispiel können mangelnde Kompetenzen der Mitarbeiter im Bereich der Digitalisierung den Transformationsprozess hemmen. Werden diese Kompetenzen jedoch gezielt weiterentwickelt und Kompetenzträger rekrutiert, so kann dies den Transformationsprozess beschleunigen. Die Barrieren sind für das eigene Unternehmen zu prüfen und Maßnahmen zur Überwindung unternehmensindividuell zu priorisieren und zu gestalten. Sie werden im Folgenden anhand der Aspekte Vision, Strategie und Führung, Wissen und Fähigkeiten, Aufbau- und Ablauforganisation sowie Datenmanagement strukturiert.

### 4.2 Vision, Strategie und Führung

Die Digitalisierung sollte in der Unternehmenskultur neben den tradierten Werten eine mindestens gleichberechtigte Position als zentrales Paradigma einnehmen, um eine entsprechende Priorisierung in Strategie und Umsetzung zu erlangen. Viele Unternehmen haben zwar eine allgemeine **Vision** für ihren Betrieb, finden aber keinen konzentrierten

Ausdruck des angestrebten Zukunftsbildes. Für die digitale Transformation ist vielfach kein eigener „Nordstern“ als langfristiges Ziel definiert. Es fehlt das breite Bewusstsein über den Einfluss der Digitalisierung als Erfolgsfaktor für den Unternehmenserfolg. Die Formulierung einer solchen Vision ist wünschenswert, da diese den Blick für den richtigen Weg schärft und positive Energie zur Veränderung weckt. Für die Formulierung einer digitalen Vision oder die Weiterentwicklung bestehender Elemente sind Workshops mit Mitarbeitern verschiedener Funktionsbereiche durchzuführen. Die digitale Vision sollte richtungsweisend und anspornend sein, also ein klares Zukunftsbild zeichnen und eine Herausforderung darstellen, die Begeisterung entfacht. Ein solcher „Nordstern“ für das Denken und Handeln sollte nicht nur prägnant und damit klar und für jede Anspruchsgruppe verständlich, sondern auch plausibel, das heißt inhaltlich nachvollziehbar und realisierbar, sein. Ein gelungenes Beispiel bietet J. F. Kennedy, der ehemalige Präsident der USA, mit seiner Vision der Mondlandung für die USA: „I believe that this nation should commit itself to achieving the goal (...) of landing a man on the Moon (...).“ Ebenso die Vision von Google: „To provide access to the world’s information in one click.“ Ausgangspunkte der Überlegungen sollten zum einen die eigenen Kernkompetenzen sein und die Frage, wie sich diese Kompetenzen in das digitale Marktumfeld transferieren lassen. Zum anderen ist zu analysieren, wo Potenziale im Markt zu heben sind.

Die Vision bietet Orientierung für die nachfolgende Ableitung strategischer Ziele: Eine digitale Strategie beschreibt als „Fahrplan“ langfristige Maßnahmen zum Verwirklichen der Vision beziehungsweise zum Erreichen gesetzter Ziele. Die Strategie zur digitalen Transformation ist nicht nur auf der Ebene des gesamten Unternehmens zu definieren, sondern ebenso für die unterschiedlichen Ebenen in Geschäfts- und Prozessbereichen. Vision und Strategie bieten einen Rahmen im Sinne von „Leitplanken“, damit operative Maßnahmenpläne und Prioritäten das Erreichen des Zukunftsbildes bestmöglich unterstützen können. Es ist eine systematische Planung von Projekten auf Basis einer Gesamtunternehmensstrategie – statt einer projektbezogenen Einzelplanung – zu etablieren. Flankierende Maßnahmen sind zum Beispiel Kommunikation, Richtlinien und die Berücksichtigung der Digitalisierung im Zusammenhang mit der Zielentfaltung bzw. der Zielvereinbarungen mit Mitarbeitern. Führungskräfte müssen die digitale Vision und Strategie nicht nur an die Organisation kommunizieren, sondern diese gleichzeitig vorleben. Dies kann beispielsweise durch das Etablieren eines papierlosen Büros oder die verstärkte Nutzung sozialer Medien wie etwa Podcasts zur monatlichen Geschäftsentwicklung im Intranet erfolgen.

Die erfolgreiche Durchführung sogenannter **Leuchtturm-Projekte**, die eine positive Signalwirkung haben, fördert die Akzeptanz folgender Projekte im Rahmen der digitalen Transformation. Im Hinblick auf die Erwartungen sollte klar kommuniziert werden, dass sich digitaler Wandel im Unternehmen durch Innovationen nicht abrupt, sondern schrittweise über einen längeren Zeitraum vollzieht und daher Ausdauer erfordert. Dabei sind realistische Ziele für die Umsetzung zu setzen: Die digitale Transformation ist kein Sprint, sondern ein Marathon. Informationen und Schulungen befähigen die Mitarbeiter, die Strategie umzusetzen. Es sind **Kennzahlen** zu etablieren, um den Fortschritt des



Transformationsprozesses überwachen und steuern zu können. Die Reifegradmodelle aus Kap. 3 können hier eine Basis liefern. Begleitend ist eine „Kultur des Scheiterns“ zu etablieren, bei der innovative Wege ohne die sprichwörtlichen Scheuklappen, die aus der Angst vor Misserfolg resultieren, beschritten werden. Fehlschläge sind wichtig und erlaubt, um Erfahrungen zu sammeln und für den nächsten Schritt zu lernen. Dabei lässt sich die Grundidee des **Minimum Viable Product** (MVP, engl. für „minimal überlebensfähiges Produkt“) auf digitale Innovationen insgesamt übertragen: Eine erste, funktionsfähige Version eines neuen Produktes, Prozesses oder IT-Systems wird nur mit den relevanten Grundfunktionen versehen, um diese iterativ zu verbessern. Dabei dient das Feedback von internen Nutzern, Kunden oder Lieferanten als Input zur evolutionären Weiterentwicklung.

Die vorgenannten Mängel in Bezug auf die Gestaltung einer digitalen Vision oder vielmehr einer konsistenten Strategie für die digitale Transformation können dazu führen, dass Unternehmen sich zögerlich hinsichtlich **Investitionen** für die digitale Transformation verhalten. Dies ist nicht nur dem Fehlen einer digitalen Vision geschuldet, sondern ebenso der Tatsache, dass die Wirtschaftlichkeit solcher Investitionen nicht immer einfach zu quantifizieren ist. Die Wirtschaftlichkeitsanalyse für einzelne, kleinere Projekte bleibt teilweise unscharf, weil der Business Case nicht die langfristigen Auswirkungen der Digitalisierung auf das gesamte Unternehmen berücksichtigt. Folgekosten durch Wartung und ähnliches sind nicht immer absehbar. Ebenso werden Investitionsanträge aufgrund hoher initialer Ausgaben und langer Amortisationszeiten abgelehnt. Die digitale Transformation ist jedoch kein isoliertes Projekt, wie beispielsweise die Implementierung eines IT-Systems, sondern ein kontinuierlicher Prozess. Insofern ist die Fokussierung auf kurzfristige Umsatz- und Gewinnziele bei der Entscheidung über Investitionsanträge nicht unbedingt zielführend. Um die vorgenannten Hürden zu überwinden, kann als Maßnahme jährlich ein fester Prozentsatz des Umsatzes als Investitionsvolumen für die digitale Transformation budgetiert werden, damit Investitionen in neue Technologien als Katalysator für Wachstum etabliert werden können. Zudem sollten nicht nur quantitative Faktoren, sondern ebenso qualitative Vorteile neuer Technologien bei einer Wirtschaftlichkeitsanalyse kalkuliert werden. Eventuell muss die Führungsebene genauso Projekte genehmigen, die keinen schnellen Return on Invest versprechen, aber einen strategischen Baustein für die Digitalisierung des Unternehmens als Ganzes und damit für die Realisierung der digitalen Vision darstellen.

---

### 4.3 Wissen und Fähigkeiten der Mitarbeiter

Qualifizierte Mitarbeiter tragen maßgeblich zum Erfolg der digitalen Transformation bei. Im Umkehrschluss stellt ein Mangel an relevanten Fähigkeiten und Wissen der Führungskräfte und Mitarbeiter ein Hindernis für eine erfolgreiche Transformation dar. Durch internen Wissensaustausch, das Weiterbilden vorhandener und das Einstellen neuer Mitarbeiter sind vielleicht nicht alle Kompetenzlücken kurzfristig zu schließen, so

beispielsweise die Fähigkeit zur Analyse großer Mengen unstrukturierter Daten. Entsprechend ist realistisch zu bewerten, welche Leistungen in einer digitalisierten Wertschöpfungskette vom Unternehmen selbst und welche von externen Partnern erbracht werden sollten. Es ist zu prüfen, ob neue Partner in die Wertschöpfungskette einzubinden sind, die diese Kompetenzen in die Leistungserstellung einbringen.

Digitale Transformation findet nicht auf der sprichwörtlichen grünen Wiese statt. Vielmehr werden Dinge wie zum Beispiel IT-Systeme und Prozesse verändert, die in einen bereits bestehenden Kontext eingebettet sind. Es sind massive Veränderungen in Bezug auf Arbeitsweisen und Hilfsmittel der Mitarbeiter anzustoßen, die mit bestehenden Arbeitsweisen und Geisteshaltungen kollidieren. Das Ausmaß der notwendigen Veränderungen in Bezug auf Technologien, Prozesse und Strukturen ist groß und betrifft alle Funktionsbereiche und Hierarchieebenen. Ein Beispiel ist das papierlose Büro ohne Aktenordner und Hauspost, bei dem Informationen ausschließlich elektronisch gespeichert und weitergeleitet werden. Insofern ist der **Wandlungsbedarf** eines Unternehmens im Rahmen der digitalen Transformation nicht zu unterschätzen. Daher ist für eine erfolgreiche Transformation eine hohe **Wandlungsbereitschaft** der am Wandlungsprozess beteiligten und von ihm betroffenen Personen und Organisationseinheiten gegenüber der Veränderung erforderlich. Neben der Wandlungsbereitschaft ist ebenso die **Wandlungsfähigkeit** der beteiligten Personen und Einheiten erfolgskritisch. Diese bezeichnet das Wissen und Können, Wandlungsprozesse erfolgreich durchführen zu können. Sowohl Wandlungsbereitschaft als auch Wandlungsfähigkeit werden entscheidend vom Führungsverhalten und der Unternehmenskultur bestimmt.

Ansatzpunkte für Maßnahmen zum Überwinden der oben genannten Barrieren bietet das bewährte Instrumentarium des Change Management (Veränderungsmanagement). Veränderungen sind langfristig nur erfolgreich, wenn die Mitarbeiter sie mittragen. Wenn eine starke Führung das Bild von einer erstrebenswerten digitalen Zukunft vermitteln kann, lässt sich Veränderung leichter durchführen. Dementsprechend fördert die vorgenannte digitale Vision eine positive Beeinflussung der Wandlungsbereitschaft der Mitarbeiter. Außerdem müssen die Mitarbeiter Verständnis für die Notwendigkeit des Wandels und individueller Konsequenzen entwickeln. Dann können sie den Wandel aktiv mitgestalten. Dafür sind Konsequenzen aufzuzeigen, die im Falle eines ausbleibenden Wandels eintreten. Im ungünstigsten Fall sind dies der Verlust der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens und der damit eventuell verbundene Abbau von Arbeitsplätzen. Gleichzeitig sind auch die Chancen des Wandels zu kommunizieren. Im besten Fall sind dies der Ausbau der Wettbewerbsposition und die damit verbundenen Vorteile für den einzelnen Mitarbeiter wie Arbeitsplatzsicherheit und Einkommenssteigerung. Einen Nutzen für den einzelnen Mitarbeiter stellen ebenso Arbeitserleichterungen dar, beispielsweise durch in Echtzeit verfügbare Informationen. Das Kriterium der Benutzerfreundlichkeit ist bei der Auswahl neuer Technologien zu berücksichtigen, um die Akzeptanz bei den Mitarbeitern zu erhöhen. Neben der Wandlungsbereitschaft ist gleichermaßen die Wandlungsfähigkeit der Mitarbeiter zu fördern. So reicht es im Beispiel des papierlosen Büros nicht, die papiergebundenen Dokumente in digitale Medien zu transferieren. Vielmehr sind Mitarbeiter im Gebrauch neuer elektronischer Arbeitsmittel zu schulen.

## 4.4 Aufbau- und Ablauforganisation

In vielen Unternehmen herrscht ein starkes Abteilungsdenken vor. Der Begriff der **funktionalen Silos** bezeichnet Abteilungsgeismen, das bedeutet, jede Abteilung fokussiert sich dominant auf das Erreichen ihrer Ziele. Zielkonflikte mit übergreifenden Unternehmenszielen oder Zielen anderer Abteilungen werden dabei ignoriert. Im Extremfall werden andere Abteilungen als Gegner betrachtet. Gründe für ein ausgeprägtes Silo-Denken sind vor allem konkurrierende Abteilungsziele, spezialisierte Aufgabenfelder und funktionsspezifische IT-Altsysteme. Konfliktäre Anreizsysteme fördern solche Zielkonflikte. Beispielsweise wird eine IT-Abteilung an der Einhaltung des IT-Budgets gemessen. Demgegenüber bemisst sich der Zielerreichungsgrad einer Marketing-Abteilung an Zielgrößen wie Neukundengewinnung und Kundenbindung. Die digitale Transformation kann vielleicht bestehende Machtstrukturen bedrohen, so dass Führungskräfte um ihren Einfluss fürchten und diesen Bereich verteidigen. Verstärkt wird das Silo-Denken, wenn verschiedene Abteilungen, Bereiche gleichzeitig auf knappe Budgets und Ressourcen zugreifen und dadurch Kapazitätsengpässe entstehen. Die Folgen funktionaler Silos können im Hinblick auf den Erfolg der digitalen Transformation dramatisch sein. Projekte werden unzureichend aufeinander abgestimmt und Lösungen doppelt entwickelt. Gedankliche Silos erschweren funktionsübergreifende, verzahnte IT-Systeme und eine umfassende Datenanalyse, um innovative Lösungen zu implementieren. Die Organisation ist zu starr, um sich an dynamische Kundenbedürfnisse mittels neuer Technologien und Prozesse schnell anzupassen. Beispielsweise arbeiten viele IT-Abteilungen schubweise in Form einzelner Entwicklungsprojekte. Dies steht teilweise im Gegensatz zu agilen Ansätzen, bei denen die Weiterentwicklung bestehender Lösungen iterativ in Form hochfrequenter, kleiner Updates erfolgt. Die Digitalisierung erfordert die Fähigkeit, zügig neue Lösungsansätze auszuprobieren beziehungsweise mit Innovationen zu experimentieren.

Eine Maßnahme ist das Stärken der **Prozessorientierung**, das heißt das Denken über Abteilungsgrenzen hinweg. Statt funktionaler Interessen einzelner Abteilungen müssen funktionsübergreifende Prozesse und die Gesamtunternehmensziele im Fokus stehen. Die Kundenzentrierung lässt sich beispielsweise durch das Darstellen und Analysieren der sogenannten Customer Journey fördern. Der Begriff Customer Journey beschreibt als Kontaktstrecke die „Reise“ des Kunden im Zeitablauf und die kumulierten Erfahrungen, die ein bestehender oder potenzieller Kunde über die verschiedenen Kontaktpunkte mit einem Produkt(einer Dienstleistung), einer Marke oder einem Unternehmen hat (vgl. Abschn. 3.2). Damit wird die Perspektive des Kunden auf das Unternehmen eingenommen: Der Kundennutzen und die Unternehmensziele sollten bei der Prozessgestaltung im Zentrum der Betrachtung stehen – nicht interne Bereichsgeismen. Wenn die Customer Journey nicht konsequent über Abteilungen oder Funktionen hinweg digitalisiert wird, dann stehen nicht ausreichend verknüpfbare Daten zur Verfügung, um die Gesamterfahrung des Kunden mit dem Unternehmen über alle Kontaktpunkte hinweg zu optimieren und Kundenloyalität zu erhöhen.

Die Teams für Projekte der digitalen Transformation sollten interdisziplinär aufgestellt werden, also aus verschiedenen Abteilungen oder Funktionsbereichen wie Marketing, Produktion und IT rekrutiert werden, um enges Abteilungsdenken zu überwinden. Die Leistungsbeurteilung aller Mitarbeiter im Rahmen von Jahreszielgesprächen sollte nicht nur funktionsspezifische, sondern ebenso kunden- und unternehmensbezogene Messgrößen beinhalten. Damit wird zum Beispiel ein Monteur in der Fertigung nicht nur an produktionsbezogenen Lieferkennzahlen, sondern auch an der Kundenzufriedenheit gemessen. Dies fördert abteilungsübergreifendes Denken und die Bereitschaft, Daten auszutauschen, um Wissenslücken zu schließen und damit die unternehmensweiten Ziele zu erreichen. Jedem Mitarbeiter muss seine Rolle und Verantwortung im Kontext der digitalen Transformation verdeutlicht werden. Die Arbeit in informellen Gruppen in Form von Projekten und losen Netzwerken über Abteilungsgrenzen hinweg ist organisatorisch und technisch über digitale Plattformen zum Abbilden der Prozesse zu fördern.

Weiterhin ist die Frage zu beantworten, wem die digitale Transformation „gehört“, vielmehr wer für den Transformationsprozess im Unternehmen verantwortlich ist. Es lassen sich Argumente für verschiedene Zuordnungen finden. So zum Beispiel der CIO (Chief Information Officer), der die IT als technologischen Kern der Transformation verantwortet, der CMO (Chief Marketing Officer), der den Marktauftritt des Unternehmens bestimmt und die Customer Journeys definiert, der CDO (Chief Data Officer), der für die Daten des Unternehmens verantwortlich zeichnet, oder der CEO (Chief Executive Officer), der das Gesamtunternehmen führt. Ebenso schaffen Unternehmen alternativ eine Rolle des Chief Digitization Officers. Letztlich sollte hinsichtlich der Verantwortung für die digitale Transformation ausschlaggebend sein, welche Rolle die beste Fähigkeit aufweist, alle Bereiche des Unternehmens zu transformieren. Ergänzend ist anzumerken, dass Digitalisierung kein Thema ist, das ausschließlich etwa nur in der IT-Abteilung behandelt werden sollte. Vielmehr ist es ein strategisches Kernthema, das alle Führungskräfte und Mitarbeiter tragen müssen.

---

## 4.5 Daten

Die geschilderten Barrieren der Aufbau- und Ablauforganisation führen möglicherweise zu Hürden im Bereich der IT-Systeme und Daten. Beispielsweise werden Kundendaten wie Stammdaten, Angebote und Aufträge in isolierten IT-Systemen verschiedener Abteilungen gesammelt. Dies erschwert eine übergreifende Datenanalyse, wenn die Daten nicht zur Auswertung in einer zentralen Datenquelle wie zum Beispiel in einem Data Warehouse konsolidiert werden. Die Harmonisierung der unterschiedlichen Daten aus den verschiedenen Quellsystemen ist nicht trivial. Dabei bezeichnet der Begriff Mapping das syntaktische und semantische Transformieren eines Datenformats in ein anderes. Es sind sowohl strukturierte als auch unstrukturierte Daten (vgl. Abschn. 3.5) aus diversen Quellen miteinander zu verknüpfen, um zum Beispiel das Kundenverhalten und die Kundenbedürfnisse umfassend zu analysieren. Die verfügbare Datenmenge wird weiter ansteigen.

Allerdings sind Unternehmen vielfach nicht in der Lage, diese Datenmenge auch sinnvoll auszuwerten und zu nutzen. Verfügbare IT-Werkzeuge für Datenmanagementprozesse und Governance-Modelle kommen bei vielen Unternehmen nicht zum Einsatz.

Das Fehlen einheitlicher Standards und Normen für Vernetzung und Datenaustausch erschwert die IT-seitige Kopplung in der Wertschöpfungskette. Nicht nur bestehende **Alt-systeme** beziehungsweise eine heterogene, nicht integrierte IT-Landschaft behindern den Transformationsprozess, sondern ebenso tradierte Richtlinien, IT-Prozesse und jahrelang festgefahrene Verhaltensweisen der Mitarbeiter. Ein Hindernis für die digitale Infrastruktur stellen fehlende oder unzureichende **Breitbandanschlüsse** für den standort- beziehungsweise unternehmensübergreifenden Datenaustausch dar, zumal es aktuell noch keine flächendeckende Versorgung mit hinreichenden Daten- und Kommunikationsnetzen gibt. Hier sind die Städte und Kommunen gefragt, um die Standortattraktivität zu erhalten und zu erhöhen.

Weitere potenzielle Hürden für eine erfolgreiche Transformation sind Datenqualität und -sicherheit. Der digitale Datenaustausch und die Vernetzung der Produkte mit anderen Objekten bedingen ein hohes Risiko in Bezug auf **Schutz und Integrität der Daten**. Durch die digitale Verknüpfung von Produkten, Sensoren, Produkt-Cloud, Internet und zentralen IT-Systemen entstehen neue Schnittstellen zum Unternehmen, die als Einfallstore für unerlaubten Zugriff, Missbrauch und Manipulation von Daten dienen können. So ist nicht nur der unternehmensinterne Datenfluss zwischen den Objekten zu organisieren, sondern ebenso bestehende und neue Partner einzubinden, um neue Wertschöpfungsketten aufzubauen. Entsprechend ist die IT-Infrastruktur mit Identifikationsmechanismen, Firewalls und Verschlüsselungstechnologie gegen Cyberattacken zu schützen. Eine ausreichende **Datenqualität** ist eine Voraussetzung, effektiv und effizient Informationen und Wissen aus Daten generieren zu können. Barrieren sind dabei die Korrektheit, die Vollständigkeit und die Aktualität der Daten (vgl. Abschn. 3.5). Die vorliegenden Daten sind vielfach unvollständig oder verfälscht, da sie beispielsweise manuell erfasst wurden. So weisen zum Beispiel in der Logistik die Daten über die voraussichtliche Ankunftszeit einer Sendung je nach Datenquelle (ERP-System, Spedition etc.) unterschiedliche Termine aus. Außerdem sind Prozesse oft nicht ausreichend aufeinander abgestimmt, so dass auf relevante Daten, die von anderen Prozessteilnehmern für die Durchführung einer Aktivität zur Verfügung gestellt werden, nicht zeitnah zugegriffen werden kann.

Die **Bereitschaft zum Datenaustausch** mit anderen Unternehmen ist ein weiterer Erfolgsfaktor für das Gelingen der digitalen Transformation. Allerdings stehen unternehmensübergreifende Prozesse, geteiltes Wissen und die damit verbundene unternehmensübergreifende Transparenz der Wertschöpfungsaktivitäten im Widerspruch zu vielen Unternehmenskulturen. Galt es in der Vergangenheit, Unternehmensgeheimnisse zu hüten, so muss für eine erfolgreiche digitale Transformation die Bereitschaft zum offenen Informationsaustausch zwischen den Wertschöpfungspartnern entwickelt werden, um eine digitale Prozessintegration zu ermöglichen. Viele Unternehmen verweigern jedoch den Austausch sensibler Daten, da sie einen negativen Einfluss auf ihre Wettbewerbsposition befürchten. Einen Beitrag zum Überwinden dieser Barriere leistet

die Anreiz-Beitrags-Theorie: Hier hat jeder Partner in einer Kooperation bestimmte Beiträge einzubringen und kann seinerseits aus der Zusammenarbeit Anreize und Nutzen empfangen. Ein Anreiz-Beitrags-Gleichgewicht wird erreicht, wenn die Partner in der Wertschöpfungskette die empfangenen Anreize, den Nutzen, höher als die zu leistenden Beiträge einschätzen. Anreizsysteme können ansonsten konfliktäre Ziele von einzelnen Unternehmen mit den Zielen der gesamten Wertschöpfungskette in Einklang bringen. Es kann im Zuge der übergreifenden Optimierung erforderlich sein, dass einzelne Partner Nachteile, etwa in Form von erhöhter Komplexität, tragen müssen. Hier sind Anreizsysteme beziehungsweise eine Beteiligung am Erfolg anderer Unternehmen erforderlich, um Zielkongruenz oder langfristig eine Win-Win-Situation herzustellen. Besteht kein Machtgefälle zwischen den beteiligten Unternehmen zum Durchsetzen des Datenaustauschs, so sollten den beteiligten Unternehmen die beiderseitigen Vorteile aufgezeigt und Vertrauen aufgebaut werden.

---

## 5.1 Überblick

Praktiker können dieses Kapitel ohne wesentlichen Informationsverlust überspringen, da vor allem die Forschungsmethodik dargestellt wird. Zur wissenschaftlichen Fundierung der Ergebnisse sind im Folgenden zunächst die Zielsetzungen und Anforderungen wissenschaftlichen Arbeitens darzustellen. Daraufhin wird der Stand der Forschung beschrieben. Den Kern dieser Veröffentlichung stellen die in Kapitel zwei vorgestellten Modelle dar, so dass ebenso theoretische Grundlagen zur Modellbildung zu legen sind. Abschließend wird das Vorgehen der Untersuchung kritisch reflektiert und Ansatzpunkte für weitere Forschung identifiziert.

---

## 5.2 Zielsetzungen und Anforderungen wissenschaftlichen Arbeitens

Der dieser Untersuchung zugrundeliegende wissenschaftliche Analyseprozess verfolgt drei Ziele, die jeweils die Basis für den nachfolgenden Analyseschritt schaffen. Zuerst sind eindeutige Begriffe und Klassifikationen zu bilden, die aussagefähige und nachvollziehbare Beschreibungen zulassen. Dieses **deskriptive Ziel** wird mittels der Definition relevanter Termini und der theoretischen Konzeption der zehn Elemente des digitalen Unternehmens erreicht. Das **theoretische Wissenschaftsziel** verfolgt die Gewinnung theoretischer Grundlagen, um die Handlungsempfehlungen für die Unternehmenspraxis auf Erkenntnissen für Erklärung und Prognose aufzubauen. Daraus resultiert die Konzeption des ganzheitlichen Referenzmodells des digitalen Unternehmens als Basis für die Systematik und Struktur des Diagnose-Werkzeugs. Dies dient

dem **pragmatischen Wissenschaftsziel** als eigentlichem Zweck des Forschens, dem Erlangen konkreter Erkenntnisse für das Lösen praktischer Problemstellungen. Das Diagnosesystem ist ein innovativer Beitrag für die Unternehmenspraxis – nicht nur für die Analyse, sondern auch für die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Optimierung. Eingebettet in das Vorgehensmodell dienen das Referenz- und Reifegradmodell dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Unternehmen.

Die Anforderungen an wissenschaftliches Arbeiten lassen sich in die beiden Dimensionen **Rigour** (theoretische bzw. methodische Strenge und Exaktheit) und **Relevance** (praktische bzw. reale Relevanz) einordnen. In Anlehnung an das Ordnungsschema von Anderson et al. ist die vorliegende Forschungsarbeit als theoretisch fundierte und pragmatisch ausgerichtete Wissenschaft zu klassifizieren („Pragmatic Science“). Die Fragestellungen der **anwendungsorientierten Forschung** leiten sich aus den Erfordernissen der Praxis her. Anwendungsorientierte Forschung zielt darauf ab, auf Basis von theoretischen Erkenntnissen Regeln, Modelle oder Verfahren für praktisches Reflektieren und Handeln zu entwickeln. Da die Ergebnisse bei unternehmerischen Entscheidungsprozessen verwertet werden sollen, sind diese mit dem Bewertungsmaßstab der „Brauchbarkeit“ in der Praxis zu beurteilen. Methodisch-theoretisch fundierte sowie gleichzeitig praxisorientierte Forschung unterstützt Führungskräfte dabei, relevante interne Managementprobleme zu lösen und/oder die Ausrichtung des Unternehmens auf externe Umwelt- und Wettbewerbsanforderungen zu verbessern. Sie sollte zum innovativen Erkenntnisgewinn beitragen und einen originär neuen Ansatz liefern, der auf einer solide begründeten Analyse beruht und die Gültigkeit bisheriger Ansichten oder Handlungsweisen hinterfragt. Dabei ist auf Lesbarkeit und einen klaren, verständlichen Stil der Ausführungen zu achten.

Daraus resultierten ambivalente Zielsetzungen für dieses Buchprojekt. Einerseits sollte ein pragmatisches Vorgehensmodell Praktiker in Unternehmen bei der digitalen Transformation unterstützen. Andererseits war eine Forschungslücke in der Wissenschaft zu schließen. So waren die Anforderungen der Praktiker an Anwendungsorientierung und Verständlichkeit zu berücksichtigen, es war aber auch eine fundierte Argumentation der Erkenntnisse für Wissenschaftler erforderlich. Beide Zielsetzungen sind sowohl im Hinblick auf qualitativ-technische Aspekte als auch auf betriebswirtschaftliche Fragestellungen verfolgt worden. Dieses Spannungsfeld birgt einerseits das Risiko, dass dem Praktiker die Ausführungen zu umfangreich und theoretisch erscheinen mögen, dem Wissenschaftler hingegen zu oberflächlich und populärwissenschaftlich formuliert. Andererseits sehen die Autoren in der anwendungsorientierten Forschung, die auf den Transfer in die Wirtschaft zielt, eine große Chance, als Bindeglied zwischen Wissenschaft und Unternehmenspraxis zu agieren. Vor diesem Hintergrund ist das vorliegende Buch entstanden.



### 5.3 Stand der Forschung und Ableitung der Forschungslücke

Die digitale Transformation ist ein Forschungsbereich, der zunehmend Aufmerksamkeit in der Literatur erfährt. Die Veröffentlichungen zeichnen sich im Hinblick auf die angewandten Forschungsmethoden, die empirische Datenbasis sowie die Darstellung der Ergebnisse durch eine große Heterogenität aus, so dass die Ergebnisse zumeist nur bedingt vergleichbar sind. In vielen Fällen werden nur einzelne Funktionsbereiche der Wertschöpfungskette (z. B. Produktion 4.0) isoliert untersucht oder die Aussagen auf eine bestimmte Branche beschränkt. Teilweise werden die Ergebnisse in Form von einzelnen (unternehmens- oder branchenspezifischen) Fallstudien dokumentiert, die aufgrund ihres begrenzten Stichprobenumfangs keine zulässige Induktion auf die Gesamtheit der Unternehmen erlauben.

Vielfach wird die digitale Transformation beziehungsweise ihre technologischen Werkzeuge an sich als Erfolgsfaktor identifiziert, um den Umsatz zu steigern und die Kosten zu senken – ohne jedoch die relevanten Merkmale der eingesetzten Technologien und die betriebswirtschaftlichen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge hinreichend zu beleuchten. Konkrete Handlungsempfehlungen auf Basis einer Reifegrad-Analyse bleiben an der Oberfläche und gleichen teilweise einer bloßen Aneinanderreihung von Begriffen, ohne dass relevante Zusammenhänge und konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Um die oben bezeichneten Lücken zu schließen, wurden Referenz-, Reifegrad- und Vorgehensmodell entwickelt, um Ansatzpunkte für die strukturierte digitale Transformation zu schaffen.

---

## 5.4 Modelle als strukturerhaltende Abbilder realer Systeme

### 5.4.1 Grundlagen

Ein Modell dient als Heuristik zur Beschreibung, Erklärung, Prognose und Gestaltung realer Systeme. Erkenntnisse über die Zusammenhänge und Sachverhalte der digitalen Transformation eines Unternehmens lassen sich mithilfe eines Modells aufgrund der Ähnlichkeit zwischen dem realen System und dem vereinfachten Modell als Abbild gewinnen. Die Abbildung der Elemente des komplexen realen Systems im Modell beruht auf Abstraktion, indem nur bestimmte, relevante Merkmale des realen Systems abgebildet werden. Von anderen Merkmalen wird abstrahiert, weil sie für den Zweck des Modells unerheblich sind. Zudem werden Gegenstände, die in der Realität differenzierbar sind, im Modell durch ein und dasselbe Element abgebildet. Der Vorteil eines Modells liegt in dieser Abstraktion von den für die Fragestellung unwesentlichen Merkmalen: Durch die Vereinfachung werden die relevanten Aspekte transparent. Dabei muss die Abbildung strukturerhaltend erfolgen, so dass die kausalen Wirkungszusammenhänge der Realität im Modell erhalten bleiben.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden mit einem Referenzmodell, einem Reifegradmodell und einem Vorgehensmodell drei verschiedene Arten von Modellen verwendet, die es im Folgenden darzustellen gilt.

## 5.4.2 Relevante Modelltypen

### 5.4.2.1 Referenzmodell

Referenzmodelle dienen der Strukturierung eines Problems und ordnen als Deutungsmuster die Wahrnehmung des jeweiligen Beobachters. Dabei geben sie einheitliche und eindeutige Termini vor. Referenzmodelle dienen zum einen der Analyse und Verbesserung einer Ist-Situation. Zum anderen werden sie als Ausgangspunkt beziehungsweise „state-of-the-art“ genutzt, um darauf aufbauend unternehmensspezifische Modelle zu generieren. Die Ziele des Einsatzes eines Referenzmodells unterscheiden sich je nach Interessengruppe. Beispiele sind Kostenreduktion, Umsatzsteigerung oder Risikominimierung.

Eine Anforderung an das Referenzmodell ist die **Ganzheitlichkeit** der Erfassung und Beschreibung der Elemente der digitalen Transformation und ihrer Interdependenzen. Der Begriff der Ganzheitlichkeit ist mittels der Eigenschaften umfassend, durchgängig, bruchlos und alle Aspekte berücksichtigend zu konkretisieren. Umfassend bedeutet, dass alle erdenklichen Elemente abgedeckt und mögliche Ausprägungen vorgeschlagen werden. Die Durchgängigkeit besagt, dass keine Lücken im Wertschöpfungssystem existieren: Ziele, Konzepte, Werkzeuge und Technologien aller Elemente sind beschrieben. Bruchlos zielt auf die Vermeidung von Brüchen oder vielmehr nicht definierten Schnittstellen zwischen den Elementen des Systems. Eine weitere Anforderung an das Modell ist ein inhaltlicher und struktureller Aufbau, der **unternehmensindividuelle Anpassungen** ermöglicht.

Mit der Entwicklung des vorliegenden Referenzmodells für die digitale Transformation von Unternehmen wurde primär das Ziel verfolgt, das Thema mit seinen vielen einzelnen Elementen zu strukturieren, die Wirkungsbeziehungen zwischen den Elementen deutlich zu machen und eine einheitliche Begriffswelt zu schaffen. Auf diese Weise soll verstanden und konkretisiert werden, was die digitale Transformation von Unternehmen meint oder beinhaltet. In weiteren Schritten kann das Modell in Verbindung mit Reifegrad- und Vorgehensmodellen für unterschiedliche Optimierungen eines Unternehmens, wie beispielsweise die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, genutzt werden. Struktur und Systematik des Modells unterstützen Anpassungen oder Erweiterungen.

### 5.4.2.2 Reifegradmodell

Reifegradmodelle stammen ursprünglich aus dem Qualitätsmanagement und weisen insbesondere für die Evaluation und Verbesserung von Prozessen einen hohen Durchdringungsgrad in der Unternehmenspraxis auf. Bekannte Beispiele sind: CMMI

(Capability Maturity Model Improvement) und SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination). Bewährte Praktiken werden allgemein gültig formuliert und in systematischer Form in einem Modell abgebildet, so dass sich Unternehmen bei der (Prozess-)Gestaltung daran orientieren können. Reifegradmodelle beurteilen Wertschöpfungssysteme vielfach mittels qualitativer Bewertungsmethoden nach ihren Fähigkeiten (Reife) und dem Vorhandensein bestimmter Merkmale beziehungsweise Merkmalsausprägungen. Dadurch lassen sich Schwachpunkte analysieren und anschließend Verbesserungsmaßnahmen priorisieren.

Die Analyse des Reifegrads eines Unternehmens oder eines Prozesses kann mittels Audits in Form eines absoluten Überprüfens der Übereinstimmung mit vorgegebenen Anforderungen erfolgen. Verbreitet sind weiterhin Evaluationen des Untersuchungsobjekts gegenüber der Referenzbeschreibung eines Reifegradmodells. Dabei können nicht nur verbalisierte qualitative Assessments, sondern ebenso Punktbewertungen (Scoring-Modelle) zum Einsatz kommen. Diese Punktbewertungen auf Basis von Scoring-Modellen beschreiben, ob das Untersuchungsobjekt einen definierten Reifegrad oder eine Fähigkeitsstufe auf der Grundlage eines standardisierten Bewertungsschemas erreicht. Auf Basis der Punktbewertung lassen sich qualitative Einschätzungen über Merkmalsausprägungen in quantifizierbare Werte überführen.

Das vorliegende Reifegradmodell ist ein Hybrid aus den oben genannten Formen der Reifegradbeurteilung. Zum einen können Unternehmen oder Teilbereiche gegenüber der Referenzbeschreibung auf Basis verbaler Bewertungen evaluiert werden. Zum anderen bieten die nummerierten Stufen die Möglichkeit einer Punktbewertung. Die Reifegradbewertung lässt sich zur Visualisierung der Ergebnisse in ein Spinnennetz-Diagramm (Radar-Chart) überführen (vgl. Abb. 2.4 in Abschn. 2.2). Dabei werden die quantifizierten Reifegrade der Elemente auf den jeweiligen Achsen eingetragen und mit Linien verbunden: Je weiter die daraus resultierende Fläche vom Mittelpunkt entfernt ist, desto höher ist der Reifegrad. Neben dem Ist-Zustand ist ebenso ein Ziel-Zustand pro Element auf den Achsen abzutragen. So lässt sich die Visualisierung des Assessments als Führungsinstrument nutzen: Auf Basis der Ausgangsbewertung stellen Führungskräfte den Reifegrad beziehungsweise die Leistungsfähigkeit fest und geben eine Zielstufe vor, die innerhalb eines zeitlichen Rahmens zu erreichen ist. Wenn „Best-Practices“ anderer Unternehmen im Radar-Chart abgetragen werden, lassen sich Handlungsbedarfe und Maßnahmenpakete für Verbesserungen mittels Benchmarking ableiten. Die Punktbewertung lässt sich gleichermaßen durch die Zusammenfassung aller Bewertungen zu einem Gesamtwert und damit einem Gesamtbild verdichten. So kann durch den Vergleich mit der Maximalpunktzahl das mögliche Verbesserungspotenzial einfach identifiziert werden. Zeitreihenvergleiche erlauben die Fortschrittskontrolle und den Vergleich verschiedener Unternehmensbereiche oder -standorte.

Zur Beurteilung des Reifegrads der digitalen Transformation sind zehn Elemente definiert worden, die miteinander in Beziehung stehen und sich somit zu einem Ganzen fügen. Zu jedem der Elemente sind Bewertungsmerkmale oder messbare Kriterien definiert, die sich auf vier Bewertungsstufen verteilen. Einem Unternehmen werden durch

die aufeinander aufbauenden Reifegrade je Element ein Entwicklungspfad und Prioritäten für die Planung der Transformation an die Hand gegeben. Die Bewertungsmethode zeichnet sich durch Schnelligkeit und Strukturiertheit auf Basis eines klar differenzierten und standardisierten Kriterienkatalogs aus. Das Modell ist branchenneutral aufgesetzt. Die Struktur des Modells erlaubt branchen- und unternehmensindividuelle Anpassungen der Bewertungsstufen beziehungsweise Erweiterungen der Elemente. Ebenso ist eine Gewichtung der Elemente denkbar.

#### **5.4.2.3 Vorgehensmodell**

Ein Vorgehensmodell ist die modellhafte Darstellung der im Rahmen einer Gesamtaufgabe durchzuführenden Aktivitäten. Die Gesamtaufgabe – in diesem Fall die Analyse, Planung, Umsetzung und kontinuierliche Weiterentwicklung der digitalen Transformation des Unternehmens – wird in hierarchisch aufeinander aufbauende Teilaufgaben gegliedert und der Hierarchie folgend systematisch abgearbeitet. Insofern hat ein Vorgehensmodell die Aufgabe, die wesentlichen Elemente eines Prozesses darzustellen und Beziehungen der Elemente untereinander abzubilden. Im Gegensatz zu einer Methode, die beschreibt, wie etwas zu tun ist, strukturiert ein Vorgehensmodell in Form eines Ordnungsrahmens, was zu tun ist.

Die Entwicklung eines Vorgehensmodells ist sinnvoll, wenn sich eine Gesamtaufgabe im Zeitablauf wiederholt und somit ein Standardvorgehen als Leitfaden definierbar ist. Auf Basis eines Vorgehensmodells verläuft die Erfüllung der Gesamtaufgabe strukturiert, der Fortschritt lässt sich nachvollziehen und dokumentieren. Ein standardisiertes Vorgehen fördert ein gemeinsames Prozessverständnis und die funktionsübergreifende Zusammenarbeit der Fachabteilungen. Zur Entwicklung des Vorgehensmodells sind vorrangig die Anforderungen, Ziele und Probleme der Stakeholder zu erfassen. Darauf aufbauend ist ein geeignetes existierendes Modell zu identifizieren oder ein Neues herzuleiten. Ist die Entwicklung eines neuen Modells erforderlich, ist zunächst der statische Bereich zu definieren. Dieser ändert sich trotz wandelnder Rahmenbedingungen nicht. Zum statischen Bereich gehören neben der Auswahl an unterstützenden Werkzeugen und Methoden auch wiederkehrende Aktivitäten und Prozesse.

Das vorliegende Vorgehensmodell schafft die Voraussetzung, um die digitale Transformation nicht nur als einmaliges Projekt durchzuführen, sondern in einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu überführen (vgl. Kap. 2). Der definierte Regelkreis sorgt dafür, dass kontinuierlich an den Verbesserungspotenzialen gearbeitet wird. Das systematische Erhöhen des Durchdringungs- bzw. Reifegrades der Digitalisierung tritt an die Stelle projekthaft und punktuell getätigter Investitionen. Die Systematik basiert auf praxisbewährten Methoden der kontinuierlichen Verbesserung des Prozessmanagements beziehungsweise der Lean Production.

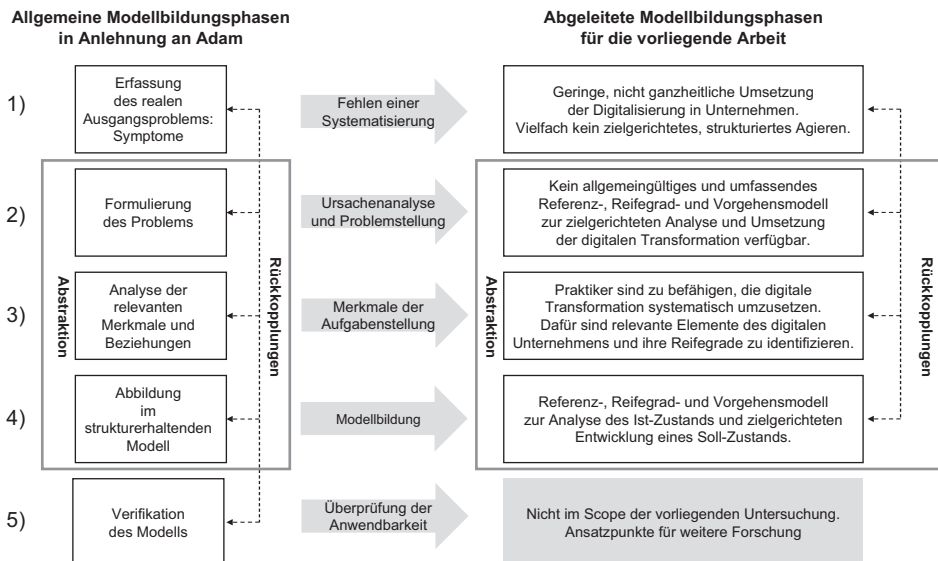
### 5.4.3 Modellbildungsprozess

Die vorliegende Forschungsarbeit orientiert sich an dem idealtypischen Modellbildungsprozess nach Adam, der sich in fünf definierte Phasen gliedert. Abb. 5.1 stellt diesen Modellbildungsprozess und seine konkrete Anwendung im betrachteten Forschungsprojekt dar.

### 5.4.4 Anforderungen an die Modellbildung

Die Qualität eines Modells lässt sich über den Erfüllungsgrad des angestrebten Zwecks messen. Den Zweck eines Modells legen die Nutzer (Modell-Adressaten) fest. Insofern ist der Grad der Deckungsgleichheit eines Modells mit den Anforderungen der Nutzer ein geeigneter Qualitätsmaßstab. Die **inhaltliche Qualität** ist gewährleistet, wenn aus Sicht der Modell-Adressaten alle relevanten Sachverhalte der Realität korrekt abgebildet wurden. Da eine empirische Verifikation des Modells auf breiter Basis noch aussteht, kann hierüber keine Aussage getroffen werden. Jedoch sind punktuelle Rückmeldungen potenzieller Nutzer aus der Unternehmenspraxis durchgängig positiv, zudem wurden Teile des Modells gemeinsam mit Modell-Adressaten in Workshops entwickelt.

Die **modellierungstechnische Qualität** eines Modells lässt sich auf Basis der **Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM)** beurteilen. Hierbei handelt es sich um sechs Richtlinien für die Modellierung von Informationssystemen, die auf die



**Abb. 5.1** Modellbildungsprozess

Modellierung des vorliegenden Modells als methodischer Ordnungsrahmen übertragbar sind und auf Klarheit, Konsistenzsicherung und Qualität zielen. Der **Grundsatz der Richtigkeit** fordert, dass das Modell die Realwelt in ihren wesentlichen Zügen abbildet. Es wird zwischen semantischer und syntaktischer Richtigkeit unterschieden. Die semantische Richtigkeit fordert die korrekte Abbildung der realen Sachverhalte. Dies umfasst beispielsweise die Definition und Nutzung von Namenskonventionen. Die Definition von Begriffen erfolgt durch eine breite Literaturanalyse unter Rückgriff auf etablierte Definitionselemente. Bei der syntaktischen Richtigkeit liegt der Fokus auf dem korrekten Methodeneinsatz. Die Frage nach adäquater Abbildung des zu repräsentierenden Originals im Modell ist nur mithilfe von Dialogen zwischen den Modellerstellern, Modellnutzern und Fachexperten zu beantworten. Eine empirische Verifikation des Modells auf breiter Basis ist bisher nicht erfolgt, so dass dieses Kriterium auf der Grundlage des aktuellen Erkenntnisstandes nicht zu beantworten ist.

Nach dem **Grundsatz der Relevanz** sind in einem Modell nicht alle, sondern nur die für den Modellierungszweck relevanten Sachverhalte abzubilden. Von unerheblichen Sachverhalten ist zu abstrahieren. Alle drei Modelle bilden aus Sicht der Autoren ausschließlich die für die digitale Transformation relevanten Elemente ab. Zu kritisieren ist der relativ niedrige Detailgrad der Modelle, der vielleicht nicht für alle branchen- und unternehmensspezifischen Fragestellungen eine hinreichende Granularität aufweist.

Der **Grundsatz der Wirtschaftlichkeit** besagt, dass der Aufwand der Modellerstellung den Nutzen des Modells nicht übersteigen sollte. Die Modellierung erfolgte im geplanten Zeitraum mit gegebenen Ressourcen. Erste Rückmeldungen von Praktikern bestätigten den erhofften Nutzen oder vielmehr die „Brauchbarkeit“ des Modells für die Analyse und Umsetzung der digitalen Transformation in der Unternehmenspraxis, insbesondere im Hinblick auf die Wahl des Detaillierungsgrads und die unternehmensspezifische Anpassbarkeit. Jedoch konzentriert sich das Reifegradmodell auf qualitative Bewertungen einzelner Elemente und vernachlässigt die quantitative Beurteilung der resultierenden Leistung – es bewertet ausschließlich Fähigkeiten und Potenziale. Insofern ist die Wirtschaftlichkeit aufgrund des Modellcharakters nicht ökonomisch zu bewerten. Zumindest zeichnet sich das Modell durch eine hohe Adaptivität aus. Die Struktur und Systematik des Modells lassen branchen- und unternehmensspezifische Modifikationen zu, so dass dem Kriterium der Modell-Adaptivität entsprochen wird.

Der **Grundsatz der Klarheit** fordert eine gute Lesbarkeit, Verständlichkeit und Anschaulichkeit von Modellen. Sie sollten nur die Elemente beinhalten, die zum Verständnis und zur Wiedergabe der Intention notwendig sind. Der strukturierte Aufbau der Modellstruktur und die Bezeichnung der Elemente mit anerkannten Definitionen beziehungsweise Namenskonventionen unterstützen die Klarheit des Modells. Das Modell zeichnet sich zudem durch einen modularen Aufbau (z. B. Reifegradmodelle je Element) aus. Dies dient zum einen der Komplexitätsreduktion bei der Betrachtung des Gesamtmodells. Zum anderen lassen sich eventuell vorzunehmende unternehmensspezifische Modell Anpassungen einfacher durchführen.

Der **Grundsatz der Vergleichbarkeit** zielt darauf ab, dass Modelle, die auf unterschiedlichen Modellierungsverfahren beruhen, miteinander verglichen werden können. Für das vorliegende Modell wurde kein spezielles Modellierungsverfahren oder Notation verwendet, so dass dieses Kriterium nicht abschließend zu bewerten ist.

Der **Grundsatz des systematischen Aufbaus** postuliert, dass alle Teilsichten einer modellhaften Darstellung von realen Sachverhalten in ein übergreifendes Modell eingebunden und die Teilmodelle übergreifend konsistent sind. Im vorliegenden Fall bilden Referenz-, Reifegrad- und Vorgehensmodell gemeinsam ein übergreifendes Modell. Die Teilmodelle wurden systematisch und sukzessive entwickelt. Entsprechend baut ein Modell jeweils auf dem anderen auf. Durch die Verzahnung der Modell-Elemente wird eine inhaltliche Konsistenz erzielt.

---

## 5.5 Kritische Reflexion und Ansatzpunkte für die weitere Forschung

Auch für eine praxisorientierte Veröffentlichung ist eine kritische Reflexion des Vorgehens und der Ergebnisse unter wissenschaftlichen Aspekten angebracht. Im Zuge der Literaturanalyse wurde eine Forschungslücke hinsichtlich der ganzheitlichen Betrachtung der digitalen Transformation im Rahmen eines Referenz-, Reifegrad- und Vorgehensmodells identifiziert. Deren Schließung erfolgte mittels eines theoretisch-deduktiven Vorgehens. Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich primär um eine literaturbasierte Analyse, die durch verschiedene Experteninterviews, Workshops und die langjährigen Erfahrungen der Autoren in der Unternehmenspraxis ergänzt wurden. Insofern sind die qualitativen Aussagen durch die subjektive Perspektive der Autoren geprägt. Untersuchungen mit rein explorativem Charakter stellen zwar keinen echten Erkenntnisfortschritt dar, können aber als Heuristiken oder Ideengeber für theoretisch fundierte Kausalanalysen dienen. Eine solche wäre in einer anschließenden quantitativ-konfirmatorischen Analyse in Form einer empirischen Überprüfung zu validieren. Von den Unterschieden der verschiedenen Unternehmensspezifika, die zum Beispiel aus dem Geschäftsmodell, dem Produktportfolio oder der Branche resultieren, wurde weitgehend abstrahiert. Somit ist diese Untersuchung durch einen niedrigen Grad an Spezifität gekennzeichnet, sie weist also einen hohen Grad an Allgemeingültigkeit der Ergebnisse auf und ist somit auf eine Vielzahl von Unternehmen beziehungsweise Produkten anwendbar.

Das Reifegradmodell konzentriert sich auf qualitative Bewertungen des Reifegrads der Elemente des digitalen Unternehmens und vernachlässigt die quantitative Beurteilung der resultierenden Leistung des Unternehmens als Wertschöpfungssystem: Es bewertet ausschließlich Fähigkeiten (Potenziale). Damit ist das Modell nur bedingt geeignet, Prioritäten für Maßnahmen anhand einer messbaren Leistungsverbesserung zu setzen. Daraus resultiert möglicherweise das Risiko, dass die Vielzahl der Maßnahmen die Fähigkeit des Unternehmens zur Veränderung überfordern kann. Jedoch bieten die



beschriebenen Elemente sowohl Unterstützung bei der Identifikation von Handlungsfeldern mit Verbesserungspotenzial als auch bei der Kontrolle des Umsetzungsfortschritts.

Die **Anforderungen an die Ergebnisqualität** des Modells zur Reifegradmessung lassen sich mit den drei Kriterien Reproduzierbarkeit, Veränderungssensitivität und Validität beschreiben und beurteilen. Die **Reproduzierbarkeit der Ergebnisse** wird durch die Objektivität sichergestellt, und somit über die Unabhängigkeit der Ergebnisse von den jeweiligen Rahmenbedingungen. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse beispielsweise von subjektiven Einflüssen des jeweiligen Anwenders unabhängig sein müssen. Die Objektivität lässt sich in Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität differenzieren. Die **Durchführungsobjektivität** richtet sich darauf, dass sich die Daten nicht voneinander unterscheiden dürfen, wenn sie von verschiedenen Personen unter sonst gleichen Bedingungen erhoben werden. Dafür müssen die Anweisungen zur Nutzung des Werkzeugs detailliert und eindeutig formuliert sein, um individuellen Interpretationsspielraum zu vermeiden. Im vorliegenden Modell wurden Einfachheit und schnelle Anwendbarkeit priorisiert, so dass dem Kriterium nur bedingt entsprochen wird.

Die Modelle bieten keine detaillierten Anleitungen, wie Workshops, Audits oder Interviews zur Datenerhebung durchzuführen sind. Jedoch bestehen mit der Anleitung zum Reifegradmodell und dem Vorgehensmodell standardisierte Ansätze zum allgemeinen Vorgehen der Durchführung, welches die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse unterstützt. Die **Auswertungsobjektivität** erfordert, dass die Analyse der erhobenen Daten einem standardisierten Vorgehen (Auswertungsverfahren und -regeln) folgt. Dies wird über die detaillierte Beschreibung der Auswertungslogik in Kap. 2 und einem detaillierten Anwendungsbeispiel in Abschn. 3.1 sichergestellt. Das Reifegradmodell ist zwar aufgrund der klaren und prägnanten Formulierung der Bewertungsstufen sowohl für die Selbst- als auch die Fremdbewertung geeignet. Nachteilig ist allerdings die subjektive Bewertung der Erfüllung der Kriterien je Stufe, insbesondere durch interne Mitarbeiter. Eine Evaluation durch externe, geschulte Experten könnte die Objektivität und Reliabilität der Ergebnisse erhöhen. Die **Interpretationsobjektivität** fordert, dass bei der Auswertung durch verschiedene Personen gleiche Ergebnisse ermittelt werden. Dies erfordert die Definition von Vergleichsmaßstäben, die integraler Bestandteil des Modells sind. Aufgrund des bewusst niedrigen Spezifitätsgrades des vorliegenden Modells, zum Beispiel im Hinblick auf Branche, Unternehmensgröße oder Entwicklungsstadium der digitalen Transformation, wird das Kriterium der Interpretationsobjektivität nicht erfüllt.

Neben der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse ist die **Veränderungssensitivität** ein weiteres Kriterium für die Beurteilung der Ergebnisqualität des Modells. Bereits kleine Veränderungen des Untersuchungsobjekts sind zu registrieren und über Messergebnisse zu dokumentieren. Dies geht mit der Forderung nach **Reliabilität** (Zuverlässigkeit) einher. Diese beschreibt die Genauigkeit und Wiederholbarkeit einer Messung. Ein Messverfahren gilt als reliabel, wenn unter gleichen Voraussetzungen durchgeführte wiederholte oder parallele Messungen zu denselben Ergebnissen führen. Dabei reduziert ein hoher Grad an Standardisierung die Zufallsstreuungen der Ergebnisse und erhöht



die Reliabilität. Ein gewisser Standardisierungsgrad des Modells ist zwar aufgrund der differenzierten Beschreibung der Elemente, ihrer Reifegrade und dem Vorgehensmodell gegeben. Der Reliabilitätsforderung wird aber aufgrund des niedrigen Detaillierungsgrads der Bewertungsstufen je Element nicht vollumfänglich entsprochen.

Schließlich ist die Ergebnisqualität an der **Validität** zu messen. Die Validität beziehungsweise Aussagekraft bezeichnet die Eignung einer Methode bezüglich ihrer Zielsetzung. Unabdingbare Voraussetzungen für eine hohe Validität sind sowohl ein beträchtliches Maß an Objektivität als auch eine hinreichende Reliabilität. Zwar wurden im Modell die relevanten Elemente der Realität vollständig abgebildet, um eine möglichst hohe Aussagekraft der Ergebnisse zu erreichen. Allerdings wurden die Kriterien der Objektivität und der Reliabilität kritisch reflektiert. Die Validität des Modells muss sich in der Unternehmenspraxis beweisen.

Aus den obigen Ausführungen ergeben sich verschiedene **Ansatzpunkte für die weitere Forschung**. Aussagen mit einer höheren Spezifität erfordern konkrete Festlegungen, etwa im Hinblick auf Branchenspezifika, das Geschäftsmodell, die Produkte bzw. Dienstleistungen und die Art der Wertschöpfungsprozesse. In weiteren Untersuchungen könnte eine breit angelegte empirische Primärdatenerhebung die Objektivität, Validität und Repräsentativität der Modelle signifikant steigern. Verschiedene Weiterentwicklungen der Forschungsmethodik bieten sich an: Lücken in der Methodik lassen sich schließen, neue Methoden und Konzepte können ergänzt werden. Für die konkrete Anwendung im Unternehmen kann der Fokus auf je einen Untersuchungsbereich gelegt und dort vertieft und detailliert werden.

„Das Alte ist noch nicht fertig“ lautet die Überschrift eines Kurzbeitrags in der ersten Ausgabe des Magazins „Der Spiegel“ im Jahr 2018. In diesem Text wird die Frage formuliert, was das Jahr Neues bringt. Die obige Aussage steht in engem Zusammenhang mit einem Kerngedanken dieses Buches. Es strukturiert und konkretisiert das Thema digitale Transformation für einen Unternehmenskontext und führt in dem zentralen Referenzmodell des digitalen Unternehmens die traditionellen und noch nicht abgeschlossenen Ansätze der digitalen Transformation sowie die neueren Ansätze zusammen. Über die zehn Reifegradmodelle zeigt es vielfältige Handlungsbedarfe auf, die dann mit dem vorgestellten Vorgehensmodell umgesetzt werden können. An mehreren Stellen wird betont, dass „das Alte“ noch nicht „fertig“ ist. Somit müssen Unternehmen bei ihren Digitalisierungsprojekten immer wieder abwägen, ob sie weiter an traditionellen Themen der Digitalisierung arbeiten oder neue Themen fokussieren. Viele Unternehmen werden eine Doppelstrategie realisieren müssen. Dies bedeutet, dass sie „das eine tun und das andere nicht lassen.“ Zum Beispiel ist weiterhin die in vielen Unternehmen ausbaufähige Stammdaten-Qualität in IT-Systemen zu verbessern und die Schatten-IT konsequent abzubauen, um eine solide Basis für die traditionelle Digitalisierung der Prozesse zu haben. Parallel sollten Unternehmen analysieren, wie sie beispielsweise die Potenziale des Internet of Things für ihre Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle nutzen können.

Eine Frage, die sich aufgrund des Buchtitels stellt, lautet: „Was genau ist ein digitales Unternehmen bzw. wann kann ein Unternehmen als digital bezeichnet werden?“ Auf der Grundlage des vorgestellten Modells beziehungsweise der Reifegradstufen pro Element könnte ab einer bestimmten Anzahl voll- oder teildigitalisierter Elemente von einem digitalen Unternehmen gesprochen werden. Denkbar ist ebenso eine Definition, bei der ein Unternehmen erst dann als „digital“ gilt, wenn alle zehn Elemente voll digitalisiert oder alle Elemente die Stufe vier der Reifegradmessung erfüllen. Die Autoren

folgen diesen Überlegungen und Definitionsansätzen jedoch nicht, da sie die Zielsetzung „je digitaler, desto besser“ suggerieren. Digitalisierung ist jedoch kein Selbstzweck, sondern verfolgt vor allem das Ziel, die Strategie des Unternehmens zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit zu unterstützen. Vor diesem Hintergrund ist für das eigene Unternehmen der passende Digitalisierungsgrad als Zielsetzung zu bestimmen, in regelmäßigen Abständen zu prüfen und Schritt für Schritt umzusetzen. Dies ist kein einmaliges Projekt. Vielmehr handelt es sich um einen kontinuierlichen Prozess, den das beschriebene Vorgehensmodell abbildet.

Es ist entscheidend, dass jedes Unternehmen in regelmäßigen Abständen diskutiert und prüft, welcher Digitalisierungsgrad je Element anzustreben ist und sich in Richtung dieses Soll-Zustands mittels Projekten entwickelt. Ob sich das Unternehmen dann als digital bezeichnet, ist zweitrangig. Ein wesentlicher Nutzen des entwickelten Reifegradmodells besteht darin, diese Diskussion um die Digitalisierung zielgerichtet zu lenken und strukturiert führen zu können. Ferner bieten die für jedes Element entwickelten Handlungsempfehlungen konkrete Hinweise zum Erreichen eines höheren Reifegrads.

Das Buch hat viele neue digitale Ansätze vorgestellt, eingeordnet und diskutiert. In einer Vielzahl von Branchen wird sich erst zeigen müssen, ob beispielsweise daten- bzw. plattformbasierte Geschäftsmodelle oder selbststeuernde Prozesse die Gewinnsituation der Unternehmen verbessern. Branchenverbände und staatliche Institutionen müssen Richtlinien und Gesetze aus dem analogen Zeitalter an die neuen Anforderungen an Datenschutz und -sicherheit im digitalen Zeitalter anpassen. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Speicherung und Nutzung personenbezogener Daten. Standards für Nachrichtenprotokolle zur Datenübertragung und IT-Architekturen des Internet of Things sind weiter auszugestalten, um die Konnektivität zwischen verschiedenen technischen Lösungen unterschiedlicher Anbieter zu gewährleisten. Die Entwicklung der IT-Systeme wird mit den gesteigerten Anforderungen an die Sammlung und Speicherung noch nie dagewesener und kontinuierlich steigender (Sensor-)Datenmengen Schritt halten müssen. Dies gilt ebenso hinsichtlich der Anforderungen bezüglich Aggregation, Analyse und Visualisierung der Daten, um Informationen und Wissen für die Anpassung der Geschäftsmodelle und Prozesse zu generieren.

Die Digitalisierung schreitet unaufhaltsam voran – in der Wirtschaft und allen anderen Lebensbereichen. Unternehmen müssen sich in einer zunehmend dynamischen und komplexen Welt orientieren und wettbewerbsfähig positionieren. Dieses Buch liefert mit den entwickelten Modellen einen Rahmen dafür.

---

# Literaturverzeichnis

## Literatur zu Kapitel 1

- Allmaier, M. (2017): Geht vor die Tür, Die Zeit Nr. 21, 2017.
- Brynjolfsson, E.; McAfee, A. (2015): The Second Machine Age – Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird, 5. Aufl., Kulmbach 2015.
- Expertenkommission für Forschung und Innovation (2016): Geschäftsmodelle der digitalen Wirtschaft, Berlin, 2016.
- Frey, C.; Osborne, M. A.: The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? University of Oxford, 2013.
- Mertens, P.; Barbian, D.; Baier, S. (2017): Digitalisierung und Industrie 4.0 – eine Relativierung, Wiesbaden 2017.
- Spitzer, M. (2012): Digitale Demenz – Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen, München 2012.
- Wilkens, A. (2015): Analog ist das neue Bio, 2. Aufl., Berlin 2015.

## Literatur zu Kapitel 2

- Becker, J. (2013): Die Digitalisierung von Medien und Kultur, Wiesbaden 2013
- Hamidian, K.; Kraijo, C. (2013): Digitalisierung – Status quo, In: Kraijo, C. et al. (Hrsg.): Digitalisierung und Innovation, Wiesbaden 2013.
- Hars, A. (1994): Referenzdatenmodelle - Grundlagen effizienter Datenmodellierung, Wiesbaden 1994.
- Höttges, T. (2015): Rede auf der Hauptversammlung der deutschen Telekom 2015. URL: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Telekom-Chef-Alles-wird-vernetzt-2661572.html>, Zugriff am 22.11.17.
- Kneuper, R.; Müller-Luschnat, G.; Oberweis, A. (1998): Vorgehensmodelle für die betriebliche Anwendungsentwicklung, Wiesbaden 1998.
- Leimeister, J. M. (2016): Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl., Heidelberg 2015
- Loebbecke, C. (2006): Digitalisierung – Technologien und Unternehmensstrategien, in: Scholz, C. (Hrsg.): Handbuch Medienmanagement, Heidelberg 2006
- Stachowiak, H. (1983): Modelle – Konstruktion der Wirklichkeit, München 1983.

## Literatur zu Kapitel 3

### Literatur zum Element Prozesse

- Appelfeller, W.; Boentert, A.; Laumann, M. (2016): Prozesslandkarten entwickeln - Vorgehen, Qualitätskriterien und Nutzen. In: Zeitschrift für Führung und Organisation, Band 85, Heft 06-2016, S. 425–432.
- Appelfeller, W.; Buchholz, W. (2011): Supplier Relationship Management – Strategie, Organisation und IT des modernen Beschaffungsmanagements, 2. Aufl., Wiesbaden 2011.
- Bach N.; Brehm C.; Buchholz W.; Petry T. (2017): Wertschöpfungsorientierte Organisation, 2. Aufl., Wiesbaden 2017.
- Berrutti, F.; Nixon, G. et al.: Intelligent process automation (2017): The engine at the core of the next-generation operating model, URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/intelligent-process-automation-the-engine-at-the-core-of-the-next-generation-operating-model>, Zugriff am 11.12.2017.
- Davenport, T. H.; Kirby, J. (2016): Just How Smart Are Smart Machines? in: MIT Sloan Management Review 54 (1), 43–46.
- Fischermanns, G. (2013): Praxishandbuch Prozessmanagement, 11. grundl. überarb. Aufl., Gießen 2013.
- Habermann, T. (2016): Mehr Effizienz und Geschwindigkeit: Digitalisierung bei der VBL. Status und Ausblick. Digital World Kongress, Frankfurt 2016.
- Höhne, M.; Schnägelberger, S.; Schabicki, T.; Feddern, U. (2017): Business Process Management Studie 2017 – BPM macht kurzen Prozess in der digitalen Transformation, Hamburg, Köln 2017.
- Jodlbauer, H. (2018): Digitale Transformation der Wertschöpfung, Stuttgart 2018.
- Scheer, A. W. (2017): Performancesteigerung durch Automatisierung von Geschäftsprozessen. Saarbrücken 2017, URL: [https://www.scheer-group.com/Scheer/uploads/2017/10/Whitepaper\\_Performancesteigerung\\_Automatisierung.pdf](https://www.scheer-group.com/Scheer/uploads/2017/10/Whitepaper_Performancesteigerung_Automatisierung.pdf), Zugriff am 29.11.2017.
- Schmelzer, H. J.; Sesselmann, W. (2013): Geschäftsprozessmanagement in der Praxis, 8. Aufl., München 2013.
- Tüllmann, C.; Prasse, C.; Sagner, D.; Piastowski, H.: Prozesse durch Digitalisierung nachhaltig optimieren, Dortmund 2016.

### Literatur zum Element Kunde

- Appelfeller, W.; Feldmann, C.; Tietz, T.; Wulff, H. (2017): Unveröffentlichte Ergebnisse eines Workshops zum Thema Messung der digitalen Kundenintegration an der FH Münster im Juli 2017, Münster 2017.
- Amazon (2017a): Amazon Prime, URL: <https://www.amazon.de/prime>, Zugriff am 28.08.2017.
- Amazon (2017b): Amazon Dash, URL: <https://www.amazon.de/amazon-dash-button>, Zugriff am 28.08.2017.
- Amazon (2017c): Amazon Echo, URL: <https://www.amazon.de/echo>, Zugriff am 28.08.2017.
- Asif, C.; Hiraoka, J.; Jones, T.; Vohra, P. (2017): Digitizing customer journeys and processes: Stories from the front lines, URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/digitizing-customer-journeys-and-processes>, Zugriff am 28.08.2017.
- BITKOM (Hrsg.) (2015): Cross-Channel-Commerce – Strategien und Technologien für erfolgreiche Digitalisierung im Handel, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V., Berlin 2017.

- Carpathia (2016): Digitaler Kaufprozess, URL: <http://carpathia.ch/expertise/digital-business/#nachogroup/0/>, Zugriff am 28.08.2017.
- Dyché, J.; Levy, E.; Peppers, D.; Rogers, M. (2008): Customer Data Integration: Reaching a Single Version of the Truth, Wiley 2008.
- Meffert, H.; Burmann, C.; Kirchgeorg, M. (2014): Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung, Konzepte - Instrumente - Praxisbeispiele, Wiesbaden 2014.
- Rahilly, L. (Hrsg.) (2016): Customer experience: Creating value through transforming customer journeys, in: McKinsey & Company Practice Publications, 2016.
- Strathmann, M. (2017): Videoüberwachung – Aktivisten wollen Real und Post wegen Gesichtserkennung anzeigen, URL: <http://www.sueddeutsche.de/digital/videoeuberwachung-aktivisten-wollen-real-und-post-wegen-gesichtserkennung-anzeigen-1.3539324>, Zugriff am 28.08.2017.
- Thermomix (2017): Thermomix, URL: <https://thermomix.vorwerk.de>, Zugriff am 28.08.2017.
- Wagner, W.; Wiehenbrauk, D.: Ernst & Young GmbH [Hrsg.] (2014): Cross Channel Revolution im Lebensmittelhandel, URL: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY\\_Studie\\_Cross\\_Channel\\_-\\_Die\\_Revolution\\_im\\_Lebensmittelhandel/\\$FILE/EY-Cross-Channel-Die-Revolution-im-Lebensmittelhandel.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Studie_Cross_Channel_-_Die_Revolution_im_Lebensmittelhandel/$FILE/EY-Cross-Channel-Die-Revolution-im-Lebensmittelhandel.pdf), Zugriff am 01.09.2017.
- Westerman, G.; Bonnet, D. (2014): Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation, Harvard Business Review Press 2014.

## Literatur zum Element Lieferant

- Appelfeller, W.; Buchholz, W. (2011): Supplier Relationship Management – Strategie, Organisation und IT des modernen Beschaffungsmanagements, 2. Aufl., Wiesbaden 2011.
- Bach N.; Brehm C.; Buchholz W.; Petry T. (2017): Wertschöpfungsorientierte Organisation, 2. Aufl., Wiesbaden 2017.
- Bogaschewsky, R.; Müller, H. (2016): Industrie 4.0: Wie verändern sich die IT-Systeme in Einkauf und SCM, BME, 2016.
- Jain, K.; Woodcock, E. (2017): A road map for digitizing source-to-pay, 2017, URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/a-road-map-for-digitizing-source-to-pay>, Zugriff am 11.12.2017.
- Jung, H. H.; Kraft, P. (2017): Digital vernetzt. Transformation der Wertschöpfung. Szenarien, Optionen und Erfolgsmodelle für smarte Geschäftsmodelle, Produkte und Services, München, 2017.
- Kleemann, F. C.; Glas, A. H. (2017): Einkauf 4.0 – Digitale Transformation der Beschaffung. Wiesbaden 2017.
- Mertens, P.; Barbian, D.; Baier, S. (2017): Digitalisierung und Industrie 4.0 – eine Relativierung, Wiesbaden 2017.
- Obermaier, R. (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, Berlin 2016.
- Pellengahr, K.; Schulte, A. et al. (2016): Vorstudie Einkauf 4.0 – Digitalisierung des Einkaufs, BME, 2016.
- Roth, A. (Hrsg.) (2016): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0, Berlin, 2016.
- Siepmann, D.: Industrie 4.0 - Struktur und Historie, in Roth, A. (Hrsg.) (2016): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0, Berlin, 2016.
- Von der Gracht, H.; Giunipero, L. C.; Schueller, M. (2016): Future-proof procurement. Now or never: the big procurement transformation, URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/04/kpmg-studie-future-proof-procurement-sec.pdf>, Zugriff am 10.09.2017.
- Wolf, M. (2016): Einkauf 4.0 - Mehr als nur Digitalisierung, VDMA, Frankfurt, 2016.

## Literatur zum Element Mitarbeiter

- Bonin, H.; Terry, G.; Ulrich, Z. (2015): Übertragung der Studie von Frey/Osborne auf Deutschland, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Mannheim, 2015.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015): Grünbuch Arbeiten 4.0, 2015.
- Frey, C.; Osborne, M. A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? University of Oxford, 2013.
- Haag, M. (2015): Kollaboratives Arbeiten mit Robotern – Vision und realistische Perspektive, in: Botthoff, A.; Hartmann, E. A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin, Heidelberg 2015.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2017): Arbeiten in der digitalen Welt, Frühjahrstagung der Arbeitsgemeinschaft der Einrichtungen der DGWF, Berlin, 2017.
- Institut der deutschen Wirtschaft (IdW) (2016): Arbeitswelt und Arbeitsmarktordnung der Zukunft, Köln 2016.
- Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung (IAB) (2015): Aktuelle Berichte: Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft, Nürnberg 2015.
- Rentmeister, H.; Jentzsch, A. et al. (2017): Schöne neue Arbeitswelt 4.0? Was wir tun müssen, damit uns die Arbeit nicht ausgeht, URL: [https://www.bcg.com/Images/27Nov\\_Report\\_Arbeitswelt4.0\\_tcm58-178261.pdf](https://www.bcg.com/Images/27Nov_Report_Arbeitswelt4.0_tcm58-178261.pdf), Zugriff am 14.12.2017.
- Scholz, C. (2018): Mogelpackung Work-Life-Blending: Warum dieses Arbeitsmodell gefährlich ist und welchen Gegenentwurf wir brauchen, Weinheim 2018.

## Literatur zum Element Daten

- Fasel, D.; Meier, A. (2016): Was versteht man unter Big Data und NoSQL?, in Fasel, D.; Meier, A.: Big Data – Grundlagen, Systeme und Nutzungspotentiale, Wiesbaden 2016.
- Felden, C. (2017): Business Analytics, in: Gronau, N.; Becker, J.: Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online Lexikon, 2017, URL: <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/daten-wissen/Business-Intelligence/Analytische-Informationssysteme-Methoden-der-Business-Analytics/index.html/?searchterm=business%20analytics>, Zugriff am 30.8.2017.
- Feindt, M. (2014): (Big Data) Predictive and Prescriptive Analytics mit NeuroBayes et al., Karlsruhe, Juli 2014.
- Fischermanns, G. (2013): Praxishandbuch Prozessmanagement, 11. grundl. überarb. Aufl., Gießen 2013.
- Flach, C. (2012): Neue Welle im Datenstrom, in: Horizont, Ausgabe 11, 2012, S. 28–29.
- Gadatsch, A.; Landrock, H. (2017): Big Data für Entscheider – Entwicklung und Umsetzung datengetriebener Geschäftsmodelle, Wiesbaden 2017.
- Götzer, K.; Maier, B. et al. (2014): Dokumenten-Management Informationen im Unternehmen effizient nutzen. 5. Aufl., Heidelberg 2014.
- Hansen, R.; Mendling, J. et al. (2015): Wirtschaftsinformatik, 11. Aufl., Berlin 2015.
- Jánszky, S. G. (2017): Arbeitswelten 2025, Vortrag bei Nordwestfalens 4. IT-Kongress Strategie 2022, Münster 2017.
- Jodlbauer, H. (2018): Digitale Transformation der Wertschöpfung. Stuttgart 2018.
- Klein, D.; Tran-Gia, P. (2013): Big Data, URL: <https://gi.de/informatiklexikon/big-data/>, Zugriff am 1.11.2017.
- Leimeister, J. M. (2015): Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl., Berlin 2015.
- Lemke, C.; Brenner, W. (2015): Einführung in die Wirtschaftsinformatik, Band 1: Verstehen des digitalen Zeitalters, Berlin 2015.

- Loshin, D. (2009): Master Data Management, Burlington 2009.
- Mertens, P.; Bodendorf, F. (2017): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl., Berlin 2017.
- Mousannif, H.; Sabah, H.; Douiji, Y. (2016): Big data projects: just jump right in!, International Journal of Pervasive Computing and Communications, Vol. 12 Issue: 2, pp.260–288, 2016.
- Müller, S. (2016): Erweiterung des Data Warehouse um Hadoop, NoSQL & Co, in: Fasel, D.; Meier, A.: Big Data – Grundlagen, Systeme und Nutzungspotentiale, Wiesbaden 2016.
- N.N. (2017): Booking.com – Die Suchtmaschine, manager magazin 8/2017.
- Porter, M. E.; Heppelmann, J. E. (2014): How Smart, Connected Products Are Transforming Competition, in: Harvard Business Review, 92, No. 11 (Nov 2014), S. 64–88.
- Prassol, P. (2016): In-Memory-Plattform SAP HANA als Big Data-Anwendungsplattform, in: Fasel, D.; Meier, A.: Big Data – Grundlagen, Systeme und Nutzungspotentiale, Wiesbaden 2016.
- Scheuch, S.; Gansor, T. (2012): Master Data Management: Strategie, Organisation, Architektur. Heidelberg 2012.
- Shafer, T. (2017): The 42 V's of Big Data and Data Science, 2017, URL: <https://www.elderresearch.com/company/blog/42-v-of-big-data>, Zugriff am 30.10.2017.
- Stahlknecht, P.; Hasenkamp, U. (2005): Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11. Aufl., Berlin 2005.

## Literatur zum Element Produkte und Dienstleistungen

- Bosch (2017): Bosch Smart Home, URL: <https://www.bosch-smarthome.com/de/de>, Zugriff am 09.09.2017.
- Kolibree (2017): Kolibree Ara – The first toothbrush with artificial intelligence, URL: <https://www.kolibree.com/de>, Zugriff am 03.09.2017.
- Nokia (2017): Hair Coach – Die Zukunft der Haarpflege, URL: <https://health.nokia.com/de/de/hair-coach>, Zugriff am 03.09.2017.
- Porter, M. E.; Heppelmann, J. E. (2014): How Smart, Connected Products Are Transforming Competition, in: Harvard Business Review, 92, No. 11 (Nov 2014), S. 64–88.
- Porter, M. E.; Heppelmann, J. E. (2015): How Smart, Connected Products Are Transforming Companies, in: Harvard Business Review, 93, No. 10 (October 2015), S. 97–114.
- VDMA Forum Industrie 4.0 (2015): Leitfaden Industrie 4.0 – Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand, Frankfurt am Main 2015.
- Westfalen AG (2017): Immer alles im Blick: Gasversorgung mit Datafer, URL: [www.westfalen-austria.at/fileadmin/user\\_uploads/Westfalen\\_AG/Technische\\_Gase/Allgemein/Prospekte\\_Technische\\_Gase/Datafer.pdf](http://www.westfalen-austria.at/fileadmin/user_uploads/Westfalen_AG/Technische_Gase/Allgemein/Prospekte_Technische_Gase/Datafer.pdf), Zugriff am 08.09.2017.

## Literatur zum Element Maschinen und Roboter

- acatech (2011): Cyber-Physical Systems - Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion. In: acatech POSITION, Band 11, Wiesbaden 2011.
- Arbeitskreis Industrie 4.0 (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 - Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. J.): Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft – Impulse für Wachstum, Beschäftigung und Innovation <https://www.bmwi.de/.../Industrie/industrie-4-0-und-digitale-wirtschaft.pdf>, Zugriff am 20.12.2017.



- Eberl, U. (2016): *Smarte Maschinen – Wie Künstliche Intelligenz unser Leben verändert*, München 2016.
- Feldmann, C.; Pompe, A. (2016): *3D-Druck: Verfahrensauswahl und Wirtschaftlichkeit additiver Fertigung - Entscheidungsunterstützung für Unternehmen*, Wiesbaden 2016.
- Feldmann, C.; Gorj, A. (2017): *3D-Druck und Lean Production - Schlanke Produktionssysteme mit additiver Fertigung*, Wiesbaden 2017.
- Fraunhofer IAO (2014): *Produktionsarbeit der Zukunft. Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation*, Spath, D. (Hrsg.), 2014.
- Fraunhofer IML (o. J.): *Zellulare Transportsysteme – Shuttle-Systeme für den flexiblen Einsatz*, URL: [https://www.ima.fraunhofer.de/de/abteilungen/b1/maschinen\\_und\\_anlagen/Forschungsprojekte/Multishuttle\\_Move\\_Fahrerloses\\_Transportsystem.html](https://www.ima.fraunhofer.de/de/abteilungen/b1/maschinen_und_anlagen/Forschungsprojekte/Multishuttle_Move_Fahrerloses_Transportsystem.html), Zugriff am 30.11.2017.
- Heinrich, B.; Linke, P.; Glöckler, M. (2014): *Grundlagen Automatisierung*, Wiesbaden 2014.
- Kersten, W.; Koller, H.; Lödding, H. (Hrsg.) (2014): *Industrie 4.0 – Wie intelligente Vernetzung und kognitive Systeme unsere Arbeit verändern*, Berlin 2014.
- Langmann, R. (Hrsg.) (2017): *Taschenbuch der Automatisierung*, 3. Aufl., München 2017.
- Lichtblau, K.; Stich, V.; Bertenrath, R.; Blum, M.; Bleider, M.; Millack, A.; Schmitt, K.; Schmitz, E.; Schröter, M. (2015): *Industrie 4.0-Readiness*, Aachen/Köln 2015.
- Nyhuis, P.; Heinen, T.; Reinhart, G.; Rimpau, C.; Abele, E.; Wörn, A. (2008) *Wandlungsfähige Produktionssysteme: Theoretischer Hintergrund zur Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen*, in: *wt Werkstatttechnik online*, Nr. 1/2-2008, o. J., S. 85–91.
- Obermaier, R. (Hrsg.) (2016): *Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe – Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*, Wiesbaden 2016.
- Reuter, C.; Gartz, T.; Prote, J.-P.; Fränken, B. (2016): *Industrie-4.0-Audit*, in: *VDI-Z – Integrierte Produktion*, Nr. 6–2016, URL: <http://www.vdi-z.de/2016/Ausgabe-06/Forschung-und-Praxis/Industrie-4.0-Audit>, Zugriff am 17.12.2017.
- Roth, A. (Hrsg.) (2016): *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0 – Grundlagen, Vorgehensmodell und Cases aus der Praxis*, Berlin 2016.
- Rüßmann, M. et al. (2015): *Industry 4.0 – The Future of productivity and Growth in Manufacturing Industries*, Studie der Boston Consulting Group, o. O. 2015.
- Spath, D.; Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hammerle, M.; Krause, T.; Schlund, S. (2013): *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Studie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation*, Stuttgart 2013.
- Schuh, G.; Anderl, R.; Gausemeier, J.; ten Hompel, M.; Wahlster, W. (Hrsg.) (2017): *Industrie 4.0 Maturity Index – Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten*, Studie der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2017.
- VDMA Forum Industrie 4.0 (2015): *Leitfaden Industrie 4.0 – Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand*, Frankfurt am Main 2015.
- Vogel-Heuser, B.; Bauernhansel, T.; ten Hompel, M. (Hrsg.) (2017): *Handbuch Industrie 4.0 Bd.1: Produktion*, Wiesbaden 2017.
- Vogel-Heuser, B.; Bauernhansel, T.; ten Hompel, M. (Hrsg.) (2017): *Handbuch Industrie 4.0 Bd. 2: Automatisierung*, Wiesbaden 2017.
- Vogel-Heuser, B.; Bauernhansel, T.; ten Hompel, M. (Hrsg.) (2017): *Handbuch Industrie 4.0 Bd.4: Allgemeine Grundlagen*, Wiesbaden 2017.

## Literatur zum Element IT-Systeme

- Alpar, P.; Alt, R.; Bensberg, F.; Grob, H. L.; Weimann, P.; Winter, R. (2016): Anwendungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Strategische Planung, Entwicklung und Nutzung von Informationssystemen, 8. Aufl., Wiesbaden 2016.
- Andriessens, C. (2016): Cloud Computing: Veränderung und Chance, in: Lang, M. (Hrsg.) (2016): CIO-Handbuch: Strategien für die digitale Transformation, Düsseldorf 2016, S. 205–226.
- Bossert, O.; Ip, C.; Laartz, J. (2014): A two-speed IT architecture for the digital enterprise, URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/a-two-speed-it-architecture-for-the-digital-enterprise>, Zugriff am 27.11.2017.
- Feldmann, C. (2008): Erfolgsfaktoren der elektronischen Integration von Supply Chains, Berlin 2008.
- Forrester Research (2014): Veränderte Arbeitsweisen leiten eine neue Ära des IT-Support ein, 2014.
- Gartner (2015): Gartner Says in the Digital World CIOs Need Bimodal IT: Rock Solid IT With Ability for Fluidity, URL: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2865718>, Zugriff am 12.11.15.
- Gesellschaft für Informatik (2015): Schatten-IT, URL: <https://gi.de/service/informatiklexikon/detail/schatten-it>, Zugriff am 26.11.2017.
- Grandpierre, M.; Buss, G.; Esser, R. (2013): In-memory computing technology: the holy grail of analytics? Deloitte study 2013.
- Gschwendtner, M.; Kirchschlager, H.; Urbach, N. (2016): IT-Organisationen im digitalen Wandel – Die IT der zwei Geschwindigkeiten erfolgreich implementieren, in: Digital Controlling & Simple Finance, o. Jg., S. 71–84.
- Horlach, B.; Drews, P.; Schirmer, I. (2016): Bimodal IT: Business-IT alignment in the age of digital transformation, in: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik (MKWI), S. 1417–1428.
- Ketterer, H.; Rehberg, B.; Schmid, C. N.; Kleine, D. (2016): The End of Two-Speed IT, URL: <https://www.bcgperspectives.com/content/articles/technology-digital-people-organization-end-of-two-speed-it>, Zugriff am 27.11.2017.
- Lang, M. (Hrsg.) (2016): CIO-Handbuch: Strategien für die digitale Transformation, Düsseldorf 2016.
- Laudon, K. C.; Laudon, J.; Schoder, D. (2015): Wirtschaftsinformatik: Eine Einführung, 3. Aufl., Hallbergmoos 2015.
- Lemke, C.; Brenner, W.; Kirchner, K. (2017): Einführung in die Wirtschaftsinformatik: Band 2: Gestalten des digitalen Zeitalters, Wiesbaden 2017.
- Linß, H. (1995): Integrationsabhängige Nutzeffekte der Informationsverarbeitung – Vorgehensmodell und empirische Ergebnisse, Wiesbaden 1995.
- Lubich, H. P. (2016): Vom Umgang mit der Schatten-IT – Chancen und Risiken, in: Lang, M. (Hrsg.) (2016): CIO-Handbuch: Strategien für die digitale Transformation, Düsseldorf 2016, S. 227–238.
- McCarthy, J. C.; Leaver, S. (2016): The False Promise of Bimodal IT, Forrester Report, 2016.
- Mertens, P.; Bodendorf, F.; König, W.; Schumann, M.; Hess, T.; Buxmann, P. (2017): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl., Wiesbaden 2017.
- Plattner, H. (2013): Lehrbuch In-Memory Data Management: Grundlagen der In-Memory-Technologie, Wiesbaden 2013.
- Plattner, H.; Zeier, A. (2011): In-Memory Data Management – An Inflection Point for Enterprise Applications, Wiesbaden 2011.
- Porter, M. E.; Heppelmann, J. E. (2014): How Smart, Connected Products Are Transforming Competition, in: Harvard Business Review, 92, No. 11 (Nov 2014), S. 64–88.

- Rentrop, C.; Zimmermann, S. (2012): Shadow IT evaluation model, Proceedings der Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2012.
- Rentrop, C.; Zimmermann, S. (2014): Forschungsprojekt Schatten-IT – Kurzbericht über die Forschungsergebnisse des Konstanzer Instituts für Prozesssteuerung, URL: <http://kips.htwg-konstanz.de/index.php/de/schatten-it>, Zugriff am 11.12.2017.
- Schröder, H.; Müller, A. (2017): IT-Organisation in der digitalen Transformation, Wiesbaden 2017.
- Schuh, G.; Anderl, R.; Gausemeier, J.; ten Hompel, M.; Wahlster, W. (Hrsg.) (2017): Industrie 4.0 Maturity Index – Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten, Studie der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2017.
- Urbach, N.; Ahlemann, F. (2016): IT-Management im Zeitalter der Digitalisierung: Auf dem Weg zur IT-Organisation der Zukunft, Wiesbaden 2016.

## Literatur zum Element Vernetzung

- Bughin, J.; Chui, M.; Manyika, J. (2017): An executive's guide to the Internet of Things, URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/an-executives-guide-to-the-internet-of-things>, Zugriff am 14.10.2017.
- Buyya, R.; Dastjerdi, A. V. (Hrsg.) (2016): Internet of Things: Principles and Paradigms, Burlington (MA) 2016.
- Chui, M.; Löffler, M.; Roberts, R. (2010): The Internet of Things, URL: <https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things>, Zugriff am 5.11.2017.
- Department of Energy (2014): Cybersecurity Capability Maturity Model, URL: <https://energy.gov/oe/downloads/cybersecurity-capability-maturity-model-february-2014>, Zugriff am 14.11.2017.
- Evans, P. et al. (2017): Seven Possible Killer Apps for Blockchain & Digital Tokens, URL: <https://www.bcg.com/blockchain/seven-possible-killer-apps-for-blockchain-and-digital-tokens.html>, Zugriff am 5.11.2017.
- Evans, P. et al. (2017): Thinking Outside the Blocks – A Strategic Perspective on Blockchain and Digital Tokens, URL: <https://www.bcg.com/blockchain/thinking-outside-the-blocks.html>, Zugriff am 5.11.2017.
- Feldmann, C. (2008): Erfolgsfaktoren der elektronischen Integration von Supply Chains, Berlin 2008.
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. (Hrsg.) (2017): Industrial Data Space – Digitale Souveränität über Daten, White Paper, München 2017.
- Greengard, S. (2015): The Internet of Things, The MIT Press Essential Knowledge Series, Cambridge (MA) 2015.
- Linß, H. (1995): Integrationsabhängige Nutzeffekte der Informationsverarbeitung – Vorgehensmodell und empirische Ergebnisse, Wiesbaden 1995.
- Mertens, P.; Bodendorf, F.; König, W.; Schumann, M.; Hess, T.; Buxmann, P. (2017): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik, 12. Aufl., Wiesbaden 2017.
- McKinsey Global Institute (2015): The Internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype, June 2015.
- Porter, M. E.; Heppelmann, J. E. (2014): How Smart, Connected Products Are Transforming Competition, in: Harvard Business Review, 92, No. 11 (Nov 2014), S. 64–88.
- Raj, P.; Raman, A. C. (2017): The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases, Oxford et al. 2017.

- Skella, J. (2017): A blockchain explanation your parents could understand, URL: <https://www.linkedin.com/pulse/blockchain-explanation-your-mum-could-understand-jamie-skella>, Zugriff am 4.11.2017.
- Slama, D.; Puhlmann, F.; Morrish, J.; Bhatnagar, R. (2015): Enterprise IoT: Strategies and Best Practices for Connected Products and Services, Farnham (UK) 2015.
- Von Gagern, S. (2017): Was ist was im Internet der Dinge, in: CIO, URL: <https://www.cio.de/a/was-ist-was-im-internet-der-dinge,3213802>, Zugriff am 28.10.2017.
- Würth (2017): iBin – Der erste intelligente Behälter, URL: [https://www.wuerth-industrie.com/web/de/wuerthindustrie/cteile\\_management/kanban/ibin\\_intelligenterbehaelter/ibin.php](https://www.wuerth-industrie.com/web/de/wuerthindustrie/cteile_management/kanban/ibin_intelligenterbehaelter/ibin.php), Zugriff am 14.10.2017.

## Literatur zum Element Geschäftsmodell

- Acatech, (2016): Deutsche Akademie der Technikwissenschaften: Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0, München 2016.
- Becker, W., Ulrich, P. et al. (2016): Controlling von Digitalisierungsprozessen – Veränderungstendenzen und empirische Erfahrungswerte aus dem Mittelstand. In Obermaier, R. (Hrsg.): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, Berlin 2016.
- de Bie, H. (2017): Digitale Transformation des Financial Service Sektors – wie FinTech-Startups die etablierten Banken herausfordern, Münster 2017, URL: [https://www.fh-muenster.de/ipd/downloads/2017-12-13\\_Digitale\\_Transformation\\_des\\_Financial\\_Service\\_Sektors.\\_deBie..pdf](https://www.fh-muenster.de/ipd/downloads/2017-12-13_Digitale_Transformation_des_Financial_Service_Sektors._deBie..pdf), Zugriff am 18.12.2017.
- Buchholz, W. (2017): Digital Platforms - Vom Pipeline - zum Platform Business, Münster 2017, URL: [https://www.fh-muenster.de/ipd/downloads/digitale\\_plattformen\\_171122\\_end.pdf](https://www.fh-muenster.de/ipd/downloads/digitale_plattformen_171122_end.pdf), Zugriff am 16.12.2017.
- Demont, A.; Paulus-Rohmer, D. (2017): Industrie 4.0-Geschäftsmodelle systematisch entwickeln. In: Schallmo, D. et al.: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen, Wiesbaden 2017.
- EFI Expertenkommission Forschung und Innovation: Geschäftsmodelle der digitalen Wirtschaft, Berlin 2016.
- Expertenkommission für Forschung und Innovation (2016): Geschäftsmodelle der digitalen Wirtschaft, Berlin, 2016.
- Flach, C. (2012): Neue Welle im Datenstrom, in: Horizont, Ausgabe 11, 2012, S. 28–29.
- Hotz, A.; Fost, M. (2017): Die Amazonisierung des Konsums – Game Changer Amazon. In: Schallmo, D. et al.: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen, Wiesbaden 2017.
- Jacobides, M. G. (2016): Paradigm shift or label profusion? A critical examination of Ecosystems in Strategy Research, Bocconi ICROS Seminar, Emailand 2016, URL: [https://www.google.de/search?q=Paradigm+shift+or+label+profusion%3F+A+critical+examination+of+Ecosystems+in+Strategy+Research%2C+Bocconi+ICROS+Seminar%2C+2016&ie=utf-8-&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe\\_rd=cr&dcr=0&ei=aNs3WsX6H6nL8gfBurWoAQ](https://www.google.de/search?q=Paradigm+shift+or+label+profusion%3F+A+critical+examination+of+Ecosystems+in+Strategy+Research%2C+Bocconi+ICROS+Seminar%2C+2016&ie=utf-8-&oe=utf-8&client=firefox-b-ab&gfe_rd=cr&dcr=0&ei=aNs3WsX6H6nL8gfBurWoAQ), Zugriff am 18.12.2017.
- Matyssek, T. (2017): Geschäftsmodelle im Internet der Dinge, in Schallmo, D. et al.: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen, Wiesbaden 2017.
- N. N. (2017): Booking.com – Die Suchtmaschine, manager magazin 8/2017.
- N. N. (2017): URL: <https://www.accenture.com/us-en/service-accelerated-life-sciences-r-and-d-cloud-solution>, Zugriff am 18.12.2017.
- Obermaier, R. (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, Berlin 2016.
- Parker, G. G.; Marshall, W. et al. (2016): Platform Revolution: How Networked Markets Are Transforming the Economy - And How to Make Them Work for You, New York 2016.

- Schuhmacher, G.; Wedel, F. (2017): Grundlagen der digitalen Transformation Die 247TailorSteel Erfolgsgeschichte – 10 Jahre Erfahrung als Online Laserzuschnitt Lieferant, Münster 2017, URL: [https://www.fh-muenster.de/ipd/downloads/2017-12-06\\_247\\_TailorSteel.pdf](https://www.fh-muenster.de/ipd/downloads/2017-12-06_247_TailorSteel.pdf), Zugriff am 18.12.2017.
- Siepmann, D. (2016): Industrie 4.0 - Struktur und Historie, in Roth, Armin (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0, Berlin, 2016.
- Strietzel, T. (2013): Internet der Dinge in Maschinen und Anlagensteuerungen – Geschäftsmodelle, Chancen und Risiken, Berlin 2013.
- Täuscher, K.; Hilbig, R.; Abdelkafi, N. (2017): Geschäftsmodellelemente mehrseitiger Plattformen. In: Schallmo, D. et al.: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen, Wiesbaden (2017).
- Wlömert, N.; Papies, D. (2016): On-demand streaming services and music industry revenues—Insights from Spotify's market entry, in: International Journal of Research in Marketing, Vol.33 Issue: 2, 2016, pp. 314–327.
- Zollenkop, M.; Lässig, R. (2017): Digitalisierung im Industriegütergeschäft. In: Schallmo, D. et al.: Digitale Transformation von Geschäftsmodellen, Wiesbaden (2017).

## Literatur zu Kapitel 4

- Doppler, K.; Lauterburg, C. (2014): Change Management: Den Unternehmenswandel gestalten, 13. Aufl., Frankfurt a. M. 2014.
- Fenwick, N; Porter, M. (2017): Overcoming 5 Barriers to Digital Transformation, Webinar von Perficient, URL: <http://www.perficient.com/insights/webinars/on-demand-webinars/2016/overcoming-5-barriers-to-digital-transformation>, Zugriff am 23.09.2017.
- Fitzgerald, M.; Kruschwitz, N.; Bonnet, D.; Welch, M. (2013): Embracing Digital Technology – A New Strategic Imperative, MIT Sloan management Review, URL: <http://sloanreview.mit.edu/projects/embracing-digital-technology>, Zugriff am 23.09.2017.
- Forbes Insights (2016): How to Win at Digital Transformation: Five Steps Successful Digital Transformation Leaders Are Taking, URL: [https://www.forbes.com/forbesinsights/hds\\_digital\\_maturity](https://www.forbes.com/forbesinsights/hds_digital_maturity), Zugriff am 25.09.2017.
- Harvard Business Review (2016): What is Holding Back the Digital Revolution? URL: <https://hbr.org/sponsored/2016/05/what-is-holding-back-the-digital-revolution>, Zugriff am 23.09.2017.
- Heistermann, F.; ten Hompel, M.; Mallée, T. (2017): Digitalisierung in der Logistik, Positionspapier der Bundesvereinigung Logistik (BVL), Bremen 2017.
- Knight, R. (2015): Convincing Skeptical Employees to Adopt New Technology, URL: <https://hbr.org/2015/03/convincing-skeptical-employees-to-adopt-new-technology>, Zugriff am 29.09.2017.
- Kotter, J. P; Seidenschwarz, W. (2011): Leading Change: Wie Sie Ihr Unternehmen in acht Schritten erfolgreich verändern, München 2011.

## Literatur zu Kapitel 5

- Adam, D. (1996): Planung und Entscheidung: Modelle – Ziele – Methoden, 4. Aufl., Wiesbaden 1996.
- Anderson, N.; Herriot, P.; Hodgkinson, G. P. (2001): The Practitioner-Researcher divide in Industrial, Work and Organizational (IWO) Psychology: Where are we now, and where do we go

- from here? In: *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 74. Jg., Part 1 – March 2001, S. 391–411.
- Becker, J.; Probandt, W.; Vering, O. (2012): *Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung*, Berlin/Heidelberg 2012.
- Becker, T. (2008): *Prozess in Produktion und Supply Chain optimieren*. 2. Aufl., Berlin/Heidelberg 2008.
- Bortz, J.; Döring, N. (2006): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*, 4. Aufl., Heidelberg 2006.
- Bryman, A. (2012): *Social research methods*, 4. ed., Oxford et al. 2012.
- Bryan, A.; Bell, E. (2015): *Business research methods*, 4. ed., Oxford 2015.
- Chmielewicz, K. (1994): *Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft*, 3. Aufl., Stuttgart 1994.
- Delfmann, W. (2008): *Prozessmanagement*, in: Arnold, D., et al. (Hrsg.): *Handbuch Logistik*, Berlin, S. 927–933.
- Döring, N.; Bortz, J. (2016): *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*, 5. vollstdg. überarb., aktual. und erw. Aufl., Berlin/Heidelberg 2016.
- Dumke, R. (2003): *Software Engineering*. 4. Aufl., Wiesbaden 2003.
- Hars, A. (1994): *Referenzdatenmodelle - Grundlagen effizienter Datenmodellierung*, Wiesbaden 1994.
- Hilmer, S.; Krieg, A. (2014): *Standardisierung vs. Kultur: Klassisches und agiles Projektmanagement im Vergleich*. In: Martin Engstler (Hrsg.): *Projektmanagement und Vorgehensmodelle 2014. Soziale Aspekte und Standardisierung; gemeinsame Tagung der Fachgruppen Projektmanagement (WI-PM) und Vorgehensmodelle (WI-VM) im Fachgebiet Wirtschaftsinformatik der Gesellschaft für Informatik e. V.; 16. und 17. Oktober 2014 in Stuttgart (GI Edition Proceedings, 236), Bonn 2014, S. 47–57.*
- Hörmann, K.; Dittmann, L.; Hindel, B.; Müller, M. (2006): *SPICE in der Praxis - Interpretationshilfe für Anwender und Assessoren basierend auf ISO/IEC 15504*.
- Kelle, U. (2008): *Die Integration qualitativer und quantitativer Methoden in der empirischen Sozialforschung – Theoretische Grundlagen und methodologische Konzepte*, 2. Aufl., Wiesbaden 2008.
- Kieser, A.; Nicolai, A. T. (2005): *Success Factor Research – Overcoming the Trade-Off Between Rigor and Relevance?* In: *Journal of Management Inquiry*, 14. Jg., Nr. 3, S. 275–279.
- Kneuper, R.; Müller-Luschnat, G.; Oberweis, A. (1998): *Vorgehensmodelle für die betriebliche Anwendungsentwicklung*, Wiesbaden 1998.
- Kosiol, E. (1964): *Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung – Eine Untersuchung ihrer Standorte und Beziehungen auf wissenschaftstheoretischer Grundlage*, in: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 34. Jg., 1964, Nr. 12, S. 743–762.
- Popper, K. R. (1972): *Objective Knowledge – An Evolutionary Approach*, Oxford 1972.
- Sandhaus, G.; Knott, P.; Berg, B. (2014): *Hybride Softwareentwicklung. Das Beste aus klassischen und agilen Methoden in einem Modell vereint*, Berlin 2014.
- Schütte, R. (1998): *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung - Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*, Wiesbaden 1998.
- Schweitzer, M. (1978): *Wissenschaftsziele und Auffassungen der Betriebswirtschaftslehre – Eine Einführung*, in: Schweitzer, M. (Hrsg.): *Auffassungen und Wissenschaftsziele der Betriebswirtschaftslehre*, Darmstadt 1978, S. 1–14.
- Seiffert, H.; Radnitzky, G. (Hrsg.) (1992): *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie*, München 1992.
- Spath, D. (2003): *Revolution durch Evolution*, in: Spath, D. (Hrsg.): *Ganzheitlich produzieren - Innovative Organisation und Führung*, Stuttgart 2003, S. 11–45.

- Sreejesh S.; Mohapatra, S.; Anusree, M. R. (2014): Business Research Methods. An Applied Orientation, Cham 2014.
- Stachowiak, H. (1983): Modelle – Konstruktion der Wirklichkeit, München 1983.
- Töpfer, A. (2012): Erfolgreich Forschen – Ein Leitfaden für Bachelor-, Master-Studierende und Doktoranden, 3., überarb. und erw. Aufl., Wiesbaden 2012.
- Trepper, T. (2012): Agil-systemisches Softwareprojektmanagement, Wiesbaden 2012.
- Uygun, Y. (2011): GPS-Diagnose – Diagnose und Optimierung der Produktion auf Basis Ganzheitlicher Produktionssysteme, Dortmunder Initiative zur rechnerintegrierten Fertigung RIF e. V., Dortmund 2011.
- Wagner, K. W.; Dürr, W. (2008): Reifegrad nach ISO/IEC 15504 (SPICE) ermitteln, München 2008.
- Wolf, C.; Best, H. (2010): Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse, Wiesbaden 2010.
- Womack, J. P.; Jones, D. T.; Ross, D. (1992): Die zweite Revolution der Automobilindustrie - Konsequenzen aus der weltweiten Studie des Massachusetts Institute of Technology, Frankfurt, New York 1992.

## **Literatur zu Kapitel 6**

- Schmundt, H. (2018): Das Alte ist noch nicht fertig, in: Der Spiegel, Nr. 1/2018, S. 89, Hamburg 2018.

---

# Sachverzeichnis

3V-Modell, 87

5V-Modell, 87

## A

Abwicklungsphase, 53

After-Sales (Phase 4), 51

Aktor, 153

API s. Application Programming Interface

Application Programming Interface, 156

Architektur

    horizontale, 88

    skalierte, 88

Assessment, 2, 93

Augmented Reality (AR), 68, 117

Automatisierungsgrad

    digitaler, 22

    Erhöhung, 31

Automatisierungswahrscheinlichkeit, hohe, 63

Autonomie, 100, 101

## B

B2B, 41

    Kunde, 42

B2C-Kunde, 41

Beschaffungsprozess, 149

Big Data, 6

BLE s. Bluetooth Low Energy

Blockchain, 160

    Beispiele, 161

Bluetooth Low Energy (BLE), 159

Breitbandanschluss, 199

Breitband-Internet, 124

Business Analytics, 90

Business Ecosystem, 181

Business Intelligence (BI), 90, 130

## C

Cloud, 8, 131, 154

    Lösung, 116, 127

    Service-Portal, 149

Cross Channel, 38

Customer Journey, 36

    digitalisierte, 51

Cyber-physisches System (CPS), 114, 158

Cybersicherheit, 160, 167, 171

## D

Data Blending, 88

Data Mart, 130

Data Mining, 90

Data Warehouse, 84, 130

Daten, 11, 141

    konsolidierte Speicherung, 49

    Schutz und Integrität, 107, 199

    strukturierte, 84

Datenanalyse, 73, 126

    automatisierte, 144

    des Nutzungsverhaltens, 51

Datenaustausch, 121, 139, 199

Datenauswertung, 73

Datengenerierung, 126

Datenintegration, 140

Datenqualität, 199

Datenschutz, 160

Datensicherheit, 160

Dienste, digitale, 155



Dienstleistung, 173  
 Dienstleistungsmodell, 132  
 Digitalisierung, 12  
 Digitalisierungsgrad, 20  
   Erhöhung, 30  
 Dokumentenmanagement-System (DMS), 86  
   im engeren Sinne, 86  
   im weiteren Sinne, 86  
 Druck, dreidimensionaler (3D-Druck), 116  
 Durchdringungsgrad  
   der Schatten IT, 144  
   von Cloud-Lösungen, 144

## E

e-Auctions, 55  
 e-Collaboration, 55  
 E-Commerce, 40  
 EDI s. Electronic Data Interchange  
 Einkauf  
   4.0, 52  
   digitaler, 52  
 Einkaufsprozess, traditioneller, 39  
 Electronic Data Interchange (EDI), 55, 152  
 Enterprise Content Management (ECM), 86  
 Entwicklungsplattform, digitale, 181  
 e-RFX, 55  
 e-Supplier Directories, 55  
 ETL-Prozess, 84

## F

Fertigungsverfahren, additives, 116  
 FinTechs, 179  
 Funktionsintegration, 140

## G

Gegenstand der digitalen Transformation  
   im engeren Sinn, 11  
   im weiteren Sinn, 11  
 Geschäftsmodell, 11, 101, 104, 173  
   analoges, 176  
   digital erweitertes, 177–179  
   digitales, 9, 174  
   digitalisiertes, 8  
   innovatives, 168  
 Geschäftsökosystem, 162, 171, 181

## H

Hadoop, 88  
 Handlungsempfehlung, 2, 49, 127  
 Hardware, eigene (on-premise), 8  
 Henne-Ei-Problem, 181

## I

iBeacon, 159  
 Industrial Data Space (IDS), 171  
 Industrie 4.0, 112  
 Industrieroboter, 111  
 Informationslogistik, 143  
 Informationsversorgung, bedarfsgerechte, 142  
 In-Memory-Datenbank, 89  
 Innovationspotenzial, 149  
 Innovationsprozess, 73  
 Integration  
   horizontale, 140  
   Richtung, 139  
   vertikale, 140  
 Integrationsfähigkeit, 126  
   Determinanten, 139  
 Integrationsgrad  
   digitaler, 22, 23  
   Erhöhung, 31  
 Integrationsplattform, 154  
 Internet, 151  
   der Dinge s. Internet of Things  
   of Things, 99, 115, 131, 132, 141, 152, 167  
     Anwendungsbereiche, 169  
     Architektur, 153  
     drei Schichten, 153  
     Vernetzung, 154  
 Intralogistik, 125  
 IT-Betriebs- und Angriffssicherheit, 124  
 IT der zwei Geschwindigkeiten, 146  
 IT-Infrastruktur, 49  
 IT-Integration, 140  
 IT-Sicherheit, 127  
 IT-System, 9, 23, 42  
   agiles, 146  
   Anforderungen, 127  
   Arten, 127  
   Beschaffungsprozess, 149  
   Fähigkeit zur Vernetzung, 135  
   Merkmale, 134  
   Schwächen, 147  
   traditionelles, 146

zur Analyse, 84  
IT-Systemintegration  
  horizontale, 113  
  vertikale, 113  
IT-Systemsicht, 25

**K**

Kaizen, 17  
Kernprozess, 173  
Kompatibilität, 169  
Komplexität, 145  
Komponente, physische, 98  
Konnektivität, 98, 121, 139  
Koordinationskosten, 106  
Kunde, 11, 173  
Kundendienst, 105  
Kundensegment, Reifegrad, 50  
Kundensegmentierung, 105  
Kundenwünsche, individuelle, 113

**L**

Lagersystem, automatisiertes, 110  
Lernen, kontinuierliches, 142  
Leuchtturm-Projekt, 194  
Lieferant, 11  
  analoger, 56  
  beidseitig digital integrierte, 59  
  digital angebundener, nicht integrierter, 58  
  einseitig digital integrierter, 58  
Lieferantenmanagement, 53

**M**

Machine Learning, 142  
Machine-to-human (M2H), 115, 122  
Machine-to-machine (M2M), 115, 122, 156  
Maschine, 11, 110  
  Fähigkeit zur Vernetzung, 121  
  Merkmale, 117  
Mass Customization, 113  
Master Data Management System, 84  
Middleware, 151  
Minimum Viable Product, 195  
Mitarbeiter, 11, 158  
  analoger, 65, 67  
  geistig tätiger, 65  
  körperlich tätiger, 67

teildigitalisierter, 66, 67  
vernetzter, volldigitalisierter, mobiler, 66  
volldigitalisierter und kollaborierender, 68  
Mobilitätskauf, 183  
Modularität, 135  
Multi Channel, 38

**N**

Nachrichtenprotokoll, 154  
Netzwerkdichte, 164  
NoSQL-Datenbank, 89

**O**

Objekt in der physischen Welt, 153  
Omni Channel, 38  
Online Analytical Processing (OLAP), 84, 129  
Online Transaction Processing (OLTP), 128  
Open-Source-Framework, 88

**P**

PDCA-Zyklus, 17  
Phasenmodell, 17  
Plattform Business, 181  
Plattform, datenbasierte, 186  
Pre-Sales (Phase 2), 50  
Product-as-a-service, 101  
Produkt, 11, 173  
  analoges, 97  
  digitales, 98  
  digitalisiertes, 97  
  Entwicklung, 50, 168  
  intelligentes, 97, 98  
  Optimierung, 100, 168  
  Vernetzung, 105  
Produktdigitalisierung, Vorteile, 105  
Produktplattform, digitale, 181  
Produkt-Service-Kombination, 40  
Produktvariante, kundenindividuelle, 105  
Programmintegration, 140  
Prozess, 11, 42  
  analoger, 22  
  autonomer, 24  
  digitaler, 24  
  digitalisierter, 176  
  selbststeuernder, 126  
  teildigitalisierter, 22

- teilintegrierter digitaler, 23
- volldigitalisierter, 20
- vollintegrierter digitaler, 22
- Prozessautomatisierung, 168
- Prozesseffizienz im Kaufprozess, 48
- Prozesslogik, 25
- Prozessorientierung, 197

## Q

- Qualität, 113, 148
  - inhaltliche, 207
  - modellierungstechnische, 207

## R

- Rahmenbedingungen, rechtliche, 125
- Rechnungsprüfungsprozess
  - Variante 3, 35
  - Variante 4, 35
- Referenzarchitektur, 124
- Referenzmodell für das digitale Unternehmen,
  - 1, 3
- Reflexion, kritische, 11
- Reifegrad des Kundensegments, 50
- Reifegradmodell, 2
  - Beispiel, 102
- Ressourcen, 173
- Ressourceneinsatz, 114
- Restriktion, potenzielle, 107
- RFID-Technologie, 157
- Roboter, 11
  - kollaborativer, 115
  - Merkmale, 117
  - mobiler und flexibler, 69
  - sensitiver, 69
  - vernetzter, 67, 69
- Robotic Process Automation (RPA), 22
- Rules Engines, 142

## S

- Schatten-IT, 127
  - Gründe, 133
  - Probleme, 133
  - Risiko, 148

- Schnittstelle zur Anwendungsprogrammierung,
  - 156

- Selbststeuerung, 24
  - teilweise, 24
  - volle, 24

- Selbststeuerungsgrad
  - digitaler, 24
  - Erhöhung, 32

- Sensor, 153

- Service

- produktbasierter digitaler, 182
  - produktbasierter physischer, 182
  - rein digitaler, 182
  - rein physischer, 182

- Serviceplattform, digitale, 181

- Silo, funktionales, 197

- Simulation, 117

- Skalierbarkeit, 135

- Smart Contract, 162

- Smart Device, 40

- Smart Factory, 101, 112, 157

- Smart Glasses, 68

- Smart Home, 153

- Standard, 124

- für Schnittstellen zwischen IT-Systemen,
    - 139

- Substituierbarkeitsrisiko

- hohes, 63

- niedriges, 64

- Supplier Life Cycle Management, 56

- Supplier-Portal, 56

- Supplier Relationship Management, 52, 55

- Supplier Self Service, 55

- System

- cyber-physisches (CPS), 114, 158

- eingebettetes, 98, 114, 127, 144, 154

## T

- Technologie, digitale, 39

- Transaktionssystem, 84

- Transformation, digitale, 9

- im engeren Sinn, 11

- im weiteren Sinne, 11

- neue, 12

- traditionelle, 12

- Transportfahrzeug, autonomes, 125

**U**

Überwachung, 100, 105

Überwachungsfähigkeit, 102

**V**

Validität, 211

Value-added services, 101

Veränderungssensitivität, 210

Vernetzung, 9, 24, 100, 104, 105, 150, 154, 158

Reichweite, 164

unternehmensinterne, 164

unternehmensübergreifende, 164

Vernetzungsfähigkeit, 98, 101

Vision, 193

Vorgehensmodell, 2

Vorteil, 48, 113

Vorverkaufsphase, 50

**W**

Wachstumsdynamik, sich selbst verstärkende,  
181

Wandlungsbedarf, 196

Wandlungsbereitschaft, 196

Wandlungsfähigkeit, 126, 196

Werkzeugmaschine, 110

Winner-take-all-Effekt, 181

Wissenschaftsziel

pragmatisches, 202

theoretisches, 201

Work-Life-Blending, 65

**Z**

Zwilling, digitaler, 99, 117, 152, 158