

Volker Lang

Digitale Kompetenz

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz,
Blockchain-Technologie, Quanten-
Computing und deren Anwendungen für
die Digitale Transformation



Springer Vieweg

DIGITALE KOMPETENZ

GRUNDLAGEN DER KÜNSTLICHEN
INTELLIGENZ, BLOCKCHAIN-
TECHNOLOGIE, QUANTEN-COMPUTING
UND DEREN ANWENDUNGEN FÜR DIE
DIGITALE TRANSFORMATION

Volker Lang

 Springer Vieweg

Digitale Kompetenz: Grundlagen der Künstlichen Intelligenz, Blockchain-Technologie, Quanten-Computing und deren Anwendungen für die Digitale Transformation

Volker Lang
Pfaffenhofen, Deutschland

ISBN-13 (pbk): 978-3-662-66284-7
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66285-4>

ISBN-13 (elvectronic): 978-3-662-66285-4

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Apress Media, LLC, ein Teil von Springer Nature 2022

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 allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

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.

Geschäftsführender Direktor, Apress Media LLC: Welmoed Spahr
Editor für Akquisitionen: Shiva Ramachandran
Entwicklungsredakteur: Matthew Moodie
Koordinierender Herausgeber: Nancy Chen

Umschlag gestaltet von eStudioCalamar

Weltweit an den Buchhandel vertrieben von Springer Science+Business Media New York, 1 New York Plaza, New York, NY 100043. Telefon 1-800-SPRINGER, Fax (201) 348-4505, E-Mail orders-ny@springer-sbm.com oder www.springeronline.com. Apress Media, LLC ist eine kalifornische LLC und das einzige Mitglied (Eigentümer) ist Springer Science + Business Media Finance Inc (SSBM Finance Inc). SSBM Finance Inc ist eine Gesellschaft nach **Delaware**.

Für Informationen über Übersetzungen wenden Sie sich bitte an booktranslations@springernature.com; für Nachdruck-, Taschenbuch- oder Audiorechte wenden Sie sich bitte an bookpermissions@springernature.com.

Apress-Titel können in großen Mengen für akademische Zwecke, Unternehmen oder Werbezwecke erworben werden. Für die meisten Titel sind auch eBook-Versionen und -Lizenzen erhältlich. Weitere Informationen finden Sie auf unserer Webseite für Print- und eBook-Massenverkäufe unter <http://www.apress.com/bulk-sales>.

Jeglicher Quellcode oder anderes ergänzendes Material, auf das der Autor in diesem Buch verweist, steht den Lesern auf GitHub über die Produktseite des Buches zur Verfügung, die sich unter www.apress.com/9783662662847 befindet. Ausführlichere Informationen finden Sie unter <http://www.apress.com/source-code>.

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Für meine Familie und Freunde.

Vorschusslorbeeren für *Digital Fluency*

„Wenn Sie versuchen, Ihr Unternehmen fit für das 21. Jahrhundert zu machen, ist *Digital Fluency* Ihr ultimativer Ratgeber. Angereichert mit zahlreichen praktischen Beispielen, wertvollen Zusammenfassungen und umsetzbaren Anleitungen, bietet es eine zugängliche und umfassende Einführung in die aufregendsten Digitalen Technologien unserer Zeit. Ob Sie eine Führungskraft, ein Start-up-Unternehmer, ein politischer Entscheidungsträger oder ein Student sind, *Digital Fluency* bietet Ihnen alles was Sie brauchen, um sich auf die aufregende digitale Zukunft vorzubereiten.“

– Rasmus Rothe, Gründer der Merantix AG

„In einer technischen Welt, die zunehmend von Digitalen Technologien dominiert wird, vermittelt *Digital Fluency* das nötige theoretische und praktische Hintergrundwissen, um digitale Schlüsseltechnologien wie Künstliche Intelligenz, Blockchain und Quanten-Computing zu verstehen. Es verschafft den Führungskräften von heute einen Wissensvorsprung und ist eine Pflichtlektüre für alle, die unsere Zukunft durch den Einsatz Digitaler Technologien neu gestalten wollen.“

– Jean-Luc Scherer, CEO und Gründer von Innoopolis

„An der Schwelle zur vierten industriellen Revolution liefert Volker Lang ein zukunftsweisendes Meisterwerk, das uns allen ein gutes Gefühl für die digitale Zukunft gibt. In *Digital Fluency* finden Studenten und Fachleute auf technischer und geschäftlicher Ebene wertvolle Ratschläge, die sie auf ihrer transformativen Reise durch die schnell wachsende digitale Welt führen werden. Wenn Sie verstehen wollen, wie Künstliche Intelligenz, Blockchain und Quanten-Computer die menschliche Erfahrung erweitern, dann ist dieser ausgezeichnete Ratgeber genau das Richtige für Sie.“

– Greg Coquillo, LinkedIn 2020 Top-Stimme für KI und
Datenwissenschaft

„Durch die Fokussierung auf Künstliche Intelligenz, Blockchain, Quanten-Computing und ihre realen Anwendungen hat Volker Lang ein leicht zugängliches Buch geschrieben, das Mitarbeitern und Führungskräften von Unternehmen gleichermaßen das nötige Basiswissen vermittelt, um die Digi-

VI **Vorschusslorbeeren für Digital Fluency**

tale Transformation zu verstehen. Ich kann die Lektüre von *Digital Fluency* nicht genug empfehlen.“

– Vincent Anandraj, geschäftsführender Partner
bei Mynah Partners Ltd.

„Digitalisierung und Digitale Transformation sind die zentralen Themen des 21. Jahrhunderts. Volker Lang schafft mit seinem Buch ein grundlegendes Verständnis für die wichtigsten Digitalen Technologien und beschreibt umfassenderen Auswirkungen auf Industrie und Gesellschaft. Am Ende wird deutlich: Niemand kann der digitalen Zukunft entkommen, aber wir alle haben die Chance und die Pflicht, sie zu gestalten. Ein Buch für alle, die im digitalen Zeitalter Orientierung suchen.“

– Christoph Bornschein, Geschäftsführer und Gründer der TLGG

„*Digital Fluency* ist eine hervorragende Einführung in Zukunftstechnologien jenseits von Schlagwörtern. Gefüllt mit zahlreichen praktischen Anwendungen Digitaler Technologien für die eigene Arbeit, ist es sehr empfehlenswert für alle angehenden Disruptoren, von Studenten bis hin zu erfahrenen Führungskräften.“

– Michael Berns, Direktor für KI & FinTech
bei PricewaterhouseCoopers (PwC)

Als Industrie haben wir es geschafft, Künstliche Intelligenz (KI) von der „Forschung“ zu einer Technologie zu machen, die Teil des Lebens unzähliger Menschen auf der ganzen Welt ist. Und das ist erst der Anfang! *Digital Fluency* liefert hervorragende Beispiele dafür, wie Unternehmen KI auf sinnvolle Weise einsetzen.“

– Ewa Dürr, Leiterin der Abteilung Produktstrategie & Betrieb,
Google Cloud Artificial Intelligence

„Blockchain wird wie keine andere Technologie die Jahre 2020 bis 2030 prägen. Ihre wahren Fähigkeiten entfaltet sie aber erst in Kombination mit anderen Technologien. *Digital Fluency* bietet eine aufschlussreiche Einführung in genau diese Schlüsseltechnologien, die unsere Welt prägen, und gibt einen umfassenden Überblick über ihre vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten. Es fördert neues digitales Denken, inspiriert gekonnt zu neuen Anwendungen und ist daher eine überzeugende Pflichtlektüre für jede Führungskraft.“

– Philipp Sandner, Professor an der Frankfurt School of Finance &
Management und Leiter des Frankfurt School Blockchain
Center (FSBC)

„Volker Lang beschreibt die relevantesten Spitzentechnologien zur Lösung der kritischsten Probleme unserer Zeit auf klare und gut strukturierte Weise, so dass die Leser sie in den Kontext ihrer eigenen Geschäftsaktivitäten einordnen und anwenden können. *Digital Fluency* ist ein überzeugender Leitfaden

zur digitalen Wertschöpfung für Investoren, Unternehmer und Fachleute in privaten und öffentlichen Organisationen.“

– Alessandra Sollberger, Gründerin von Top Tier Impact (TTI)
und Technologie-Investorin

„Digitale Technologien haben die letzten fünfzig Jahre geprägt, und neu entstehende Digitale Technologien werden unsere Zukunft prägen. Quanten-Computer zum Beispiel, haben die Physiklabore verlassen – sie haben eine Reife in Bezug auf Größe und Leistung erreicht, die sie an der Schwelle dazu bringt, herkömmliche Supercomputer bei der Lösung wichtiger Probleme zu schlagen. *Digital Fluency* bietet einen topaktuellen Überblick über die heutige Quantencomputerbranche, von den derzeit in der Cloud verfügbaren Quantenchips bis hin zu den spannendsten Geschäftsanwendungen, die derzeit erforscht werden.“

– John Morton, Professor für Nanoelektronik und Nanophotonik
am University College London (UCL)

„Mit großer Klarheit und Pragmatismus erklärt Volker Lang auf unterhaltsame Weise die Schlüsselkonzepte und Schlagworte der digitalen Wirtschaft und inspiriert anhand zahlreicher Beispiele zu neuen Anwendungen, Produkten und Dienstleistungen in einer Vielzahl von Branchen, darunter Banken und Finanzdienstleistungen. *Digital Fluency* ist eine hervorragende Einführung in die wichtigsten digitalen Themen unserer Zeit und eine unverzichtbare Lektüre für alle, die in unserer digitalen Welt Orientierung suchen.“

– Laure Frank, Leiterin der Digitalisierung bei Raiffeisen Schweiz

„*Digital Fluency* ist ein unterhaltsamer Ratgeber voller wichtiger Informationen für alle, die sich für neue Technologien interessieren, die die Digitale Transformation von Unternehmen ermöglichen. Volker Lang bietet einen sehr leicht zugänglichen Überblick über die wichtigsten Digitalen Technologien und gibt Unternehmen wertvolle Empfehlungen und Werkzeuge, um ihre Digitale Transformation erfolgreich zu vollziehen.“

– Angeliki Dedopoulou, EU Public Affairs Senior Manager,
Huawei Technologies

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1	Digitalisierung und Digitale Transformation	I
Kapitel 2	Quanten-Computing	55
Kapitel 3	Blockchain-Technologie	121
Kapitel 4	Künstliche Intelligenz	177
Kapitel 5	Ihr Digitaler Aktionsplan	263
Anhang A.	Glossar	305

Über den Autor



Dr. Volker Lang ist ein erfahrener Digitalisierungsexperte mit langjähriger Expertise und großer Begeisterung für künstliche Intelligenz, Blockchain-Technologie, Quanten-Computing und deren Anwendungen für die Digitale Transformation. Als Senior Projektmanager und ehemaliger Management- und Strategieberater im Volkswagen Konzern hat er verschiedene große Unternehmenstransformationen mit Fokus auf Elektrifizierung, Digitalisierung und andere Zukunftstrends geleitet.

Volker ist ausgebildeter Quantenphysiker und besitzt einen Dokortitel der Universität Oxford sowie ein Diplom in Physik und Nanotechnologie der Ludwig-Maximilians-Universität München. Er hat das Oxford Blockchain Strategy Program an der Saïd Business School, Disruptive

Strategy an der Harvard Business School, sowie das weltweit bekannte Machine Learning Programm an der Stanford University neben anderen interdisziplinären Trainings für Führungskräfte besucht. Seine Leistungen wurden durch prestigeträchtige Stipendien und internationale Preise gewürdigt, z. B. vom Trinity College Oxford, dem Engineering and Physical Sciences Research Council, der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Konrad-Adenauer-Stiftung.

Sie können Volker auf LinkedIn (www.linkedin.com/in/dr-volker-lang) kontaktieren.

Einführung

Digitalisierung und Digitale Transformation, Big Data und Künstliche Intelligenz sowie Quanten-Computing und Blockchain-Technologie gehören zu den heißesten und meistzitierten Schlagwörtern unserer Zeit. Jeder hat von ihnen gehört, aber nur wenige verstehen sie. Metaphorisch gesprochen, scheinen sie einen Hochgeschwindigkeitszug zu besetzen, der bald abfährt. Niemand weiß woher und wohin, aber jeder möchte sofort einsteigen, um keine Chance zu verpassen. So sind die Digitalen Technologien Gegenstand intensiver Spekulationen und kontroverser Diskussionen in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft, die von übertriebenen Hoffnungen und Ängsten getragen werden. Optimisten betonen die großen Zukunftsperspektiven Digitaler Technologien und sehen neue, sehr praktische Anwendungen, die noch mehr Arbeitsplätze schaffen, als die Digitalisierung vernichtet. Pessimisten hingegen verbreiten Ängste und fürchten eine Massenarbeitslosigkeit durch intelligente und oft gewalttätige Roboter, die die Menschliche Intelligenz übertreffen und dadurch Millionen von Arbeitsplätzen überflüssig machen.

Unabhängig davon, welche dieser Partei die besseren Argumente hat, sind sich beide Seiten im Allgemeinen einig, dass die Digitalen Technologien weiterhin enorme soziale und wirtschaftliche Auswirkungen haben. Man denke nur an das Internet und das Smartphone, die die Art und Weise wie wir miteinander kommunizieren, uns informieren, interagieren und Geschäfte abwickeln, radikal verändert haben. Das Smartphone beispielsweise entwickelte sich von einem einfach besseren Telefon zu einer digitalen Plattform für mobile Anwendungen, die Zugang zum Internet bieten, und wurde bald zu einem unverzichtbaren Bestandteil unseres Alltags. Mit dem Aufkommen der Digitalen Technologien und insbesondere des Smartphones ist die Menge der verfügbaren Informationen und Daten explodiert. Bisher haben wir die deutlichsten Auswirkungen in Branchen wie Einzelhandel, Werbung, Medien und Musik gesehen, aber andere werden bald folgen. Google zum Beispiel verarbeitet jede Sekunde mehr als 40.000 Suchanfragen. YouTube-Nutzer sehen sich mehr als 68.000 Videos an und senden jede Sekunde über 5800 Tweets auf Twitter. Inspiriert von diesem atemberaubenden Ausmaß bemerkte der Chefökonom von Google, Hal Varian, 2013 einmal treffend: „Vor einer Milliarde Stunden ist der moderne *Homo sapiens* entstanden. Vor einer Milliarde Minuten begann das Christentum. Vor einer Milliarde Sekunden wurde der IBM-Personalcomputer vorgestellt. Vor einer Milliarde Google-Suchen ... war heute

Morgen.“¹ Mit einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 28 Minuten pro Tag und mehr als 8,9 Millionen täglichen Uploads neuer Fotos und Videos ist der Social-Networking-Dienst Instagram ein weiteres Beispiel, das eindrucksvoll zeigt, wie das Internet, Smartphones und andere digitale Geräte die Art und Weise, wie wir Informationen konsumieren, revolutioniert haben. Nachrichten werden nicht mehr in gedruckten Zeitungen und Magazinen gelesen, sondern über Online-Medienplattformen und soziale Netzwerke wie Facebook, was das Geschäft etablierter Medien- und Nachrichtenverlage völlig durcheinander gebracht hat. Amazon, Alibaba, Microsoft, Netflix und Spotify sind nur einige Beispiele für Unternehmen, die diesen digitalen Trend frühzeitig erkannt und aufgegriffen und Digitale Technologien erfolgreich genutzt haben, um bestehende Geschäftsfelder zu stören und neue, hochprofitable digitale Einnahmequellen zu schaffen.

Auch in der Finanzdienstleistungsbranche erleben wir heute den Beginn des digitalen Wandels. Etablierte Investmentbanken und Hunderte von Fintech-Start-ups – unterstützt durch Milliarden von US-Dollar an Risikokapital – setzen eine ganze Reihe Digitaler Technologien ein, um ihre Produkte und Dienstleistungen zu verbessern. Sie optimieren finanzielle Wertschöpfungsketten und Preismodelle mit Hilfe von Quantencomputern, bieten benutzerfreundliche Bank- und Zahlungsdienste für Privatkunden an, die durch die Blockchain-Technologie unterstützt werden, und erhöhen die Cybersicherheit durch Künstliche Intelligenz, wie Sie an ausgewählten Beispielen in diesem Buch sehen werden.

Beschleunigt durch die schwere Corona-Krise, die durch das tödliche COVID-19-Virus verursacht wurde, das sich 2020/21 weltweit ausbreitete, hat der digitale Wandel auch begonnen, die wirtschaftlich sehr wichtige Automobilindustrie zu beeinflussen. In nicht allzu ferner Zukunft könnte es beispielsweise autonome Fahrzeuge mit Künstlicher Intelligenz, vollständig vernetzte Infotainment-Dienste mit Bezahlssystemen im Fahrzeug auf der Grundlage der Blockchain-Technologie und Navigationssysteme geben, die den schnellsten Weg durch überfüllte Städte ermitteln, indem sie Quantencomputing in einer Mobilitäts-Cloud-Infrastruktur nutzen. Es wird erwartet, dass die Digitale Transformation der Automobilindustrie die Kundenerfahrungen durch neue Funktionalitäten verbessert und zu gigantischen Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen sowie Kosteneinsparungen führt, weshalb es nur eine Frage der Zeit ist, bis sie alle Bereiche der modernen Industrie und Gesellschaft erfasst.

Keine Diskussion über die Digitale Transformation wäre vollständig, ohne ihre weitreichenden Auswirkungen auch auf staatliche Organisationen wie Zentralbanken, Finanzämter, nationale Gerichte, Notariate und Gesundheitsämter zu

¹Siehe <https://behavioralscientist.org/when-google-speaks-people-listen-and-they-should-a-review-of-work-rules/>.

erwähnen. Die Digitale Transformation hilft nicht nur privaten Organisationen bei der Verschlinkung interner Prozesse, sondern auch öffentlichen Einrichtungen beim Abbau von Bürokratie und der Optimierung des öffentlichen Produkt- und Dienstleistungsportfolios. Es besteht kein Zweifel daran, dass Organisationen – private wie öffentliche – die sich heute mit Digitalen Technologien auseinandersetzen, ihre Wettbewerbsposition in den kommenden Jahrzehnten bestimmen werden.

Digital Fluency ist als einführendes Handbuch für Mitarbeiter und Entscheidungsträger in privaten und öffentlichen Organisationen gedacht, die Digitale Technologien verstehen und in ihrem eigenen Ökosystem anwenden möchten. Es unternimmt daher den Versuch, die wichtigsten Konzepte zusammenzufassen und die wichtigsten Technologien zusammenzubringen, die die Digitale Transformation in Organisationen heute ermöglichen. Sie werden in diesem Buch sehen, dass Quanten-Computing, Blockchain-Technologie und Künstliche Intelligenz aktuell die wichtigsten Digitalen Technologien sind, da sie auf eine Vielzahl von Anwendungsfällen in allen Bereichen der modernen Industrie und Gesellschaft angewendet werden können.

Doch worum geht es bei den Digitalen Technologien, und wie funktionieren sie? Wie können wir sie in unserem Beruf und Alltag einsetzen? Wie können wir sie nutzen, um bestehende Angebote zu optimieren und neue, wertvolle Möglichkeiten zu schaffen? Was sind die wichtigsten Anwendungsfälle von Quanten-Computing, Blockchain-Technologie und Künstlicher Intelligenz und wann sind sie sinnvoll? Was sind die Vor- und Nachteile im Vergleich zu bestehenden Technologien, und wo liegen die Grenzen und Herausforderungen bei der Nutzung dieser Technologien? *Digital Fluency* beantwortet alle wichtigen Fragen, die Sie sich zur Digitalisierung und zu Digitalen Technologien stellen. Die Antworten ermöglichen es Ihnen, ein tiefgreifendes Verständnis für diese Technologien zu entwickeln – eine wichtige Voraussetzung, um deren Auswirkungen auf Ihr eigenes berufliches Umfeld zu verstehen und sich auf die aufregende digitale Zukunft vorzubereiten, die vor uns liegt. Nach der Lektüre dieses Buches werden Sie in der Lage sein, digitale Technologien besser zu verstehen, die täglichen Nachrichten über sie kritisch zu hinterfragen und – was am wichtigsten ist – ihre Relevanz und Auswirkungen auf Ihr eigenes Leben und Ihre berufliche Karriere zu erkennen.

Wenn Sie eine Führungskraft in einem Unternehmen sind, vermittelt Ihnen *Digital Fluency* ein tiefes Verständnis der Digitalen Technologien und ihrer Auswirkungen auf Management und Entscheidungsfindung. Wenn Sie ein Student sind, bietet Ihnen dieses Buch verschiedene technologische Rahmenbedingungen, um über die Entwicklung von Arbeitsplätzen und beruflichen Laufbahnen in der digitalen Industrie nachzudenken. Wenn Sie Finanzanalyst oder Risikokapitalgeber sind, bietet Ihnen *Digital Fluency* inspirierende Einblicke für die Entwicklung und Umsetzung hochprofitabler Investitionsstrategien. Wenn Sie hingegen Politiker oder Entscheidungsträger sind, werden Sie besser ver-

stehen, wie sich Digitale Technologien auf die Gesellschaft und staatliche Organisationen auswirken werden und wie sie insbesondere zur Vereinfachung von Verwaltungsprozessen eingesetzt werden können. Als allgemein interessierter Leser, der in keine der beiden Kategorien fällt, werden Sie überrascht sein, wie sich digitale Technologien auf die moderne Industrie und Gesellschaft auswirken und wie sie unsere Zukunft als Individuen in einer zunehmend globalisierten, vollständig vernetzten und stark digitalisierten Welt gestalten werden.

Bei der Lektüre dieses Buches werden Sie feststellen, dass die Geschichte der Digitalen Transformation und der Digitalen Technologien eine vergnügliche und unterhaltsame Reise durch eine Vielzahl akademischer Disziplinen ist, darunter Wirtschaft, Verhaltenswissenschaften, Informationstechnologie, Naturwissenschaften und Physik. Aus diesem Grund werde ich Sie in den folgenden Kapiteln in einige der grundlegendsten und faszinierendsten Konzepte der modernen Wissenschaft einführen, ohne dass dafür Mathematikkenntnisse erforderlich sind, die über Ihre Grundschulkenntnisse hinausgehen.

Digital Fluency ist in fünf Kapitel gegliedert, um wissenschaftliche Schlüsselkonzepte abzudecken und wichtige Anwendungen beispielhaft hervorzuheben. Hier finden Sie eine kurze Beschreibung der einzelnen Kapitel:

- *Kap. 1, „Digitalisierung und Digitale Transformation“*: In diesem Kapitel lernen Sie die Grundlagen der Digitalisierung und der Digitalen Transformation kennen. Sie werden lernen, dass beide Konzepte auf unterschiedlichen Digitalen Technologien wie Quanten-Computing, Blockchain-Technologie und Künstliche Intelligenz basieren, die in ihrer Natur tiefgreifend disruptiv sind. Darüber hinaus werden wir das digitale Ökosystem von Unternehmen untersuchen und darin die wichtigsten treibenden Kräfte der Digitalen Transformation identifizieren, wie Nachhaltigkeit, Cybersicherheit sowie die zunehmende Komplexität und Konnektivität von Produkten und Dienstleistungen. Wir werden ebenfalls einen Blick auf die Strategie der Digitalen Transformation werfen, einschließlich der Innovationsmodelle von Amazon, Google, Microsoft und IBM, um zu verdeutlichen, dass die Digitale Transformation weit mehr ist als eine einfache Aktualisierung der IT-Infrastruktur eines Unternehmens. Populäre Beispiele von Nokia und Kodak Eastman Company veranschaulichen die fatalen Folgen der digitalen Disruption, einer Wettbewerbskraft, die etablierte Unternehmen oft zum Scheitern verurteilt, wenn sie die digitalen Technologien nicht rechtzeitig nutzen. Dieses Kapitel schließt mit einer kurzen Einführung in die Klassische

Informationsverarbeitung, die die Grundlage für den Betrieb moderner Computer, Smartphones und anderer digitaler Geräte bildet, die wir in unserem täglichen Leben nutzen.

- *Kap. 2, „Quanten-Computing“*: In diesem Kapitel lernen Sie die Schlüsselkonzepte des Quanten-Computings kennen, einer der aufregendsten und technologisch anspruchsvollsten Digitalen Technologien. Quantencomputer werden manchmal auch als die „nächste Stufe des Supercomputing“ bezeichnet, da sie Billionen von Berechnungen gleichzeitig durchführen können und damit eine exponentielle Steigerung der Rechengeschwindigkeit und -leistung im Vergleich zu herkömmlichen Computern bieten. Diese dramatische Steigerung hängt mit verschiedenen Quanteneffekten wie Überlagerung und Verschränkung zusammen, die zur Kodierung und Verarbeitung von Quanteninformationen genutzt werden. Wir werden auch die wichtigsten physikalischen Implementierungsschemata und die grundlegenden Typen von Quantencomputern behandeln, die in den Medien oft fälschlicherweise als solche bezeichnet werden. Darüber hinaus werden die wichtigsten Quantencomputer vorgestellt, die heute kommerziell verfügbar sind, wie z. B. D-Waves Quanten-Temperiergerät 5000Q und Googles legendärer Quantenprozessor Sycamore. Letzterer erregte in letzter Zeit große Aufmerksamkeit in den Medien, als Google 2019 zum ersten Mal die Quantenüberlegenheit demonstrierte, ein wichtiger technologischer Meilenstein in der Entwicklung von Quantencomputern. Nicht zuletzt werden die wichtigsten Anwendungen wie Arzneimittelentwicklung, Optimierung von Finanzportfolios und maschinelles Lernen mit Quanten erörtert.
- *Kap. 3, „Blockchain-Technologie“*: In diesem Kapitel werfen wir einen Blick auf die Blockchain-Technologie, die ursprünglich für Bitcoin, das erste weltweite und bis heute beliebteste digitale Geld oder die Kryptowährung, entwickelt wurde. Sie werden lernen, dass die Blockchain-Technologie – die „ultimative Vertrauensmaschine“, wie sie manchmal genannt wird – Vertrauen in nicht vertrauenswürdigen Umgebungen schafft. Dadurch ermöglicht sie den vertrauenswürdigen Austausch von Werten zwischen zwei oder mehreren Transaktionsparteien, selbst wenn diese sich weder kennen noch einander vertrauen. Es mag Sie überraschen zu erfahren, dass sich

Wert in diesem Zusammenhang auf jede Art von wertvollen digitalen Informationen beziehen kann, wie z. B. digitales Geld, geistige Eigentumsrechte und andere digitalisierte Vermögenswerte. Eine anschauliche Erklärung der wichtigsten Schlüsselkonzepte, darunter Peer-to-Peer-Computernetzwerke, Digitale Signaturen und Merkle-Bäume, wird es Ihnen auch ermöglichen, den gesamten Lebenszyklus von Bitcoin-Transaktionen zur Übertragung von Geldwerten besser zu verstehen. Darüber hinaus werden wir uns mit Intelligenten Verträgen („Smart Contracts“) als einer wichtigen Erweiterung der Blockchain-Technologie befassen, die die Automatisierung von Verwaltungsprozessen in Unternehmen ermöglicht. Obwohl die meisten Experten der Meinung sind, dass Bitcoin ein Hype war, werden wir am Ende dieses Kapitels sehen, dass die Anwendungen der Blockchain-Technologie weiter wachsen. Zu diesem Zweck werden wir die wichtigsten Anwendungen erörtern, wie internationale Handelsplattformen, Systeme für das Management der Lieferkette sowie E-Taxation und E-voting.

- *Kap. 4, „Künstliche Intelligenz“:* In diesem Kapitel werden Sie ein grundlegendes Verständnis von Künstlicher Intelligenz entwickeln, der vielseitigsten Digitalen Technologie, die den digitalen Wandel fördert. Nachdem wir ihre spannende Geschichte einschließlich der legendären IBM-Forschungsprojekte namens IBM Deep Blue und Watson studiert haben, werden wir uns den verschiedenen Unterkategorien und Lernstrategien zuwenden, die heute in modernen Anwendungen eingesetzt werden. In diesem Zusammenhang werden Sie etwas über Überwachtes, Unüberwachtes und Bestärkendes Lernen erfahren. Sie werden auch etwas über die Ähnlichkeiten zwischen unserem menschlichen Gehirn und künstlichen neuronalen Netzen erfahren, die Aspekte der Menschlichen Intelligenz durch Software nachbilden und das Herzstück des aufstrebenden und zunehmend beliebten Bereichs des Deep Learning bilden. Außerdem werden die wichtigsten Unterkategorien künstlicher neuronaler Netze behandelt, darunter Empfehlungssysteme sowie Faltungsnetze, rekurrente und generative neuronale Netze. Zu guter Letzt werden wir uns wichtige und gleichermaßen inspirierende Anwendungen Künstlicher Intelligenz genauer ansehen, wie z. B. Amazon's „Just-Walk-Out“-Einkaufstechnologie, Tesla's und

Waymo's autonome Fahrsysteme, Apple's virtuelle Assistentin Siri, Google's natürliches Sprachverarbeitungs- und Übersetzungssystem, Benevolent's KI-Ansatz für die Arzneimittelentwicklung, Bloomberg's Nachrichtenanalyseplattform, JPMorgan Chase's intelligenter Preisgestaltungsalgorithmus sowie BlackRock's ausgeklügeltes Investment-Netzwerk namens „Aladdin“.

- *Kap. 5, „Ihr Digitaler Aktionsplan“*: Zeit, sich auf Ihre eigene Digitale Transformation vorzubereiten. Dieses letzte Kapitel knüpft an unsere umfassende Diskussion über die Digitale Transformation und die zugrundeliegenden Technologien an und bietet Ihnen einen umsetzbaren und umfassenden Rahmen für die Planung und Durchführung Ihrer eigenen Digitalen Transformation auf der Grundlage von acht Kerndimensionen. Gespickt mit zahlreichen Beispielen sehr erfolgreicher und weltweit führender Unternehmen werden wir insbesondere auf die Entwicklung digitaler Geschäfts- und Betriebsmodelle, die Auswahl eines geeigneten Technologiepakets auf der Grundlage von Cloud Computing und die Digitalisierung des Kerns eines Unternehmens eingehen. Sie werden auch erfahren, wie Sie vielversprechende digitale Pilotprojekte identifizieren, Management und Mitarbeiter befähigen und die Organisationsstruktur gestalten können. Nicht zuletzt werden wir aufzeigen, wie wichtig es ist, eine offene Innovationskultur zu etablieren und Ihr Ökosystem zu nutzen, indem Sie sich mit Kunden und anderen wichtigen Nutznießern austauschen.

Zusätzlich zu einem Abschnitt mit weiterführender Literatur finden Sie am Ende jedes Kapitels eine Zusammenfassung der wichtigsten Punkte. In den Kap. 2, 3 und 4 finden Sie außerdem einfach zu verwendende Rahmenwerke, mit denen Sie feststellen können, ob eine Digitale Technologie auf Ihre eigenen Ideen und Anwendungsfälle anwendbar ist oder nicht. Ein umfassendes Glossar mit gängigen Begriffen im Zusammenhang mit der Digitalen Transformation und Digitalen Technologien im hinteren Teil des Buches gibt Ihnen weitere Hilfestellung auf Ihrem eigenen Weg zur Digitalen Transformation.

Aus der großen Anzahl von Referenzen in diesem Buch können Sie zu Recht ableiten, dass Quanten-Computing, Blockchain-Technologie und Künstliche Intelligenz sehr dynamische Bereiche sind, in denen fast täglich neue Entdeckungen und Akteure auftauchen. Obwohl die zahlreichen in diesem Buch besprochenen Beispiele sicherlich veralten werden, werden die vorgestellten Konzepte, die zugrunde liegenden Prinzipien und Rahmenwerke nicht ver-

alten. Diese wertvollen Erkenntnisse werden auch weiterhin gelten, wenn sich die Digitalen Technologien im Laufe der Zeit verbessern und weiterentwickeln.

Aufgrund der großen Vielfalt der behandelten digitalen Themen ermöglicht *Digital Fluency* drei verschiedene Lernpfade. Wenn Sie besonders daran interessiert sind, mehr über die Digitalisierung und die Digitale Transformation aus geschäftlicher Sicht zu erfahren, können Sie es vorziehen, nur ausgewählte Abschnitte der Kap. 1 und 5 zu lesen. Wenn Sie einen sehr starken technologischen Fokus haben und sich entweder mit Quanten-Computing, Blockchain-Technologie oder Künstlicher Intelligenz eingehend beschäftigen möchten, lesen Sie vielleicht nur ausgewählte Abschnitte der Kap. 1 bis 4. Wenn Sie hingegen mit der Digitalen Transformation und den Funktionsprinzipien der ihr zugrunde liegenden Technologien vertraut sind, empfehle ich Ihnen, die Anwendungsabschnitte der Kap. 2, 3 und 4 gemäß der folgenden Tabelle zu lesen.

I. Fokus Transformation	II. Fokus Technologie	III. Fokus Anwendungen
■ Abschn. 1.1 bis 1.3	■ Abschn. 1.4	■ Abschn. 2.3 bis 2.5
■ Abschn. 5.1 bis 5.9	■ Abschn. 2.1 und 2.2	■ Abschn. 3.3 bis 3.5
	■ Abschn. 3.1 und 3.2	■ Abschn. 4.4 bis 4.6
	■ Abschn. 4.1 bis 4.3	

Nun wünsche ich Ihnen eine vergnügliche und unterhaltsame digitale Reise durch drei der faszinierendsten Digitalen Technologien unserer Zeit und ihre spannenden Anwendungen und Einsatzmöglichkeiten in Industrie, Politik und Gesellschaft. Ich hoffe, dass *Digital Fluency* Ihr Denken von einer undurchsichtigen, von unverständlichen Schlagwörtern dominierten Landschaft in einen Ort der digitalen Inspiration für innovative Projekte und neuartige Ideen verwandelt.

Lassen Sie sich inspirieren und genießen Sie die Lektüre.

Digitalisierung und Digitale Transformation

Die Digitalisierung ist ein technologischer Trend, der heute alle Bereiche unserer modernen Industrie und Gesellschaft umgestaltet. Sie gilt als wichtige und unaufhaltsame Triebkraft für Innovation und Disruption, die private und öffentliche Organisationen gleichermaßen herausfordert. Da alle wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereiche betroffen sind, ist die digitale Wirtschaft sehr dynamisch und zunehmend wettbewerbsorientiert. Sie befähigt neue Startup-Unternehmen, die mit vielen Milliarden Dollar Risikokapital ausgestattet sind, durch die Nutzung Digitaler Technologien neue Wertangebote zu schaffen. Ihre hochgradig skalierbaren, datengesteuerten und softwarezentrierten Betriebsmodelle kollidieren zunehmend mit etablierten Unternehmen und stellen eine existenzielle Bedrohung für deren Geschäft dar. Denken Sie zum Beispiel an Apple's iOS und Google's Android-Smartphones. Beide Unternehmen, die auf einer einheitlichen digitalen Plattform aufbauen, zogen immer größere Ökosysteme von Drittanbietern an, die letztlich dazu führten, dass Nokia von einer dominanten Position in der Telefonbranche in die Bedeutungslosigkeit abrutschte. Diese Geschichte droht

sich überall in der Wirtschaft zu wiederholen: Die Cloud-Computing-Dienste von Amazon, Microsoft und Google fordern die traditionellen Software- und Hardware-Anbieter heraus, die Online-Marktplätze von Amazon und Alibaba ersetzen traditionellen Einzelhändler wie Walmart und die Video-Dienste von Netflix und Hulu sind dabei traditionelle Pay-TV-Anbieter zu stören. Ein weiteres sehr populäres Beispiel sind die Online-Buchungsplattformen Airbnb und [Booking.com](https://www.booking.com), die Digitale Technologien nutzen, um Buchungen zu vereinfachen und personalisierte und individuell zugeschnittene Reiseerlebnisse anzubieten, und damit das Geschäft der traditionellen Hotelketten wie Marriott, Hilton und Hyatt stören. Um die Vorteile Digitaler Technologien zu nutzen, sind etablierte Unternehmen – unabhängig davon, ob sie im öffentlichen oder privaten Sektor tätig sind – gezwungen, diese in ihr eigenes Ökosystem zu integrieren, um ihr Produkt- und Dienstleistungsportfolio durch einen organisatorischen Veränderungsprozess, der gemeinhin als Digitale Transformation bezeichnet wird, voranzubringen. Dieser Prozess der Technologieanpassung ist für Unternehmen, die – im Gegensatz zu Amazon, Google, Microsoft und anderen – nicht „digital geboren“ wurden, besonders herausfordernd, da diese Unternehmen weitreichende geschäftliche Veränderungen durchlaufen müssen, die etablierte Arbeitsstrukturen und interne Geschäftsprozesse auf den Kopf stellen und neue Wege des Denkens und der Zusammenarbeit erfordern.

Viele Organisationen im öffentlichen und privaten Sektor tun sich jedoch schwer damit, die Auswirkungen der Digitalen Technologien auf ihre Geschäfts- und Dienstleistungsmodelle zu verstehen. Die meisten Führungskräfte und Mitarbeiter glauben fälschlicherweise, dass die Digitalisierung von Dokumenten und die Nutzung von Skype oder Microsoft-Teams anstelle des Mobiltelefons automatisch zur Digitalen Transformation ihrer Organisation führen wird. Doch die Digitale Transformation ist – wie wir in diesem Buch lernen werden – viel mehr als die Integration Digitaler Technologien in bestehende Organisationsstrukturen. Bei der Digitalen Transformation geht es um die Schaffung einer agilen, aufgeschlossenen, ständig lernenden und innovativen Unternehmenskultur, die das Potenzial Digitaler Technologien – wie Quanten-Computing, Blockchain-Technologie und Künstliche Intelligenz – freisetzt, um Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern und nachhaltige Werte für Kunden und Mitarbeiter zu schaffen. Durch die Digitalisierung ihres „Kerns“, d. h. ihrer kritischsten IT-Infrastrukturen, Systeme und Prozesse, können Unternehmen herkömmliche Engpässe beseitigen und eine nie dagewesene Skalierbarkeit und Wachstum ermöglichen – die Digitalisierung ist nur ein Enabler und kein modischer Selbstzweck.

Laut einer aktuellen Umfrage von McKinsey & Company zur Digitalen Transformation geben mehr als 80 % der untersuchten Unternehmen an, dass sie in den letzten fünf Jahren bereits solche Transformationsbemühungen unternommen haben. Aber nur ein geringer Anteil von 16 % bestätigt, dass es ihnen gelungen ist, die Leistung zu verbessern und ihr Unternehmen langfristig

weniger anfällig für Störungen und Konkurse zu machen [1]. Andererseits haben andere Wirtschaftsanalysten die Auswirkungen der Digitalen Transformation auf Arbeitsplätze und Beschäftigung untersucht und herausgefunden, dass fast 40 % der derzeitigen US-Arbeitsplätze in Berufen angesiedelt sind, die wahrscheinlich schrumpfen werden [2] – ähnliche Zahlen sind auch für andere Länder zu finden. Auf globaler Ebene bedeutet dieser Anteil, dass bis 2030 mehr als 75 bis 375 Millionen Arbeitnehmer ihren Beruf und ihre Qualifikationen wechseln müssen, um Arbeitslosigkeit zu vermeiden [3] – eine wahrhaft alarmierende Größenordnung. Diese Zahlen zeigen eindrucksvoll, dass die Digitalen Technologien mittel- und langfristige Organisationen und damit auch Tausende von Arbeitsplätzen umgestalten und stören werden. Deshalb ist es für uns als Vordenker, Berater, Investoren oder Mitarbeiter unerlässlich, uns auf die Digitalisierung vorzubereiten und unsere Fähigkeiten, Qualifikationen und unser Wissen über Digitale Technologien zu erweitern, indem wir ihre Grundlagen studieren und ihre Anwendungen kennenlernen. Wir müssen nicht gleich Quantenphysiker, Blockchain-Programmierer oder Datenwissenschaftler werden. Aber einen Überblick über den digitalen Technologie-Stack zu haben und seine Funktionsprinzipien und Möglichkeiten zu verstehen, ermöglicht es uns, diese Trends in den Medien zu verfolgen, innovative Produkte und Dienstleistungen zu verstehen, Anwendungen und potenzielle Anwendungsfälle zu bewerten und schließlich die Digitale Transformation in unserem eigenen beruflichen Umfeld voranzutreiben. Die Digitalisierung ist im Grunde ein Auftrag an uns alle, die vor uns liegende digitale Zukunft aktiv zu gestalten.

In diesem Kapitel werden wir die grundlegenden Konzepte der Digitalisierung und der Digitalen Transformation kennenlernen und die Natur und den Ursprung ihrer disruptiven Kraft besser verstehen. Die vorgestellten Konzepte sind die Voraussetzung für das Verständnis von Quanten-Computing, Blockchain-Technologie und Künstlicher Intelligenz als den drei wichtigsten Technologien, die die Digitale Transformation von Unternehmen ermöglichen und fördern. Bevor wir jedoch in diese Konzepte eintauchen, ist es lehrreich, die Digitale Transformation mit anderen historischen Transformationen zu vergleichen, die unsere Industrie und Gesellschaft in der Vergangenheit geprägt haben.

1.1 Historische Unternehmensumwandlungen

Wissenschaft und Technologie haben Wirtschaft und Gesellschaft seit jeher geprägt. Historiker, die sich mit dieser Interdependenz befassen, haben die Idee entwickelt, dass die Menschheit vier große *Technologie Revolutionen* durchlaufen hat, die jeweils mit gravierenden Veränderungen in der Gesellschaft und Produktivitätssteigerungen in der Industrie einhergingen [4]. Die erste große Welle wird mit der Dampfmaschine in Verbindung gebracht, die 1698 von dem englischen Militäringenieur Capt. Thomas Savery erfunden wurde und den Dampf von kochendem Wasser in mechanische Energie umwandelt.

Ursprünglich wurde die Dampfmaschine entwickelt, um im Bergbau Wasser aus überfluteten Minen zu holen [5], doch schon bald setzte sie auch in anderen Industriezweigen technologische Innovationen in Gang. So wurden in der britischen Textilindustrie Dampfmaschinen zum Antrieb mechanisierter Webstühle eingesetzt, die die Produktivität im Vergleich zu einfachen Spinnrädern um das Achtfache steigerten. Aber die Anwendung der Dampfmaschinen war nicht nur auf den Bergbau und die Textilindustrie beschränkt. Mit dem Aufkommen von Dampfschiffen und dampfgetriebenen Lokomotiven rund 100 Jahre später revolutionierte sie auch die Transportindustrie. Beide Innovationen brachten weitere massive Veränderungen mit sich, da Menschen und Güter von nun an große Entfernungen in weniger Stunden zurücklegen konnten. Dieser Zeitraum zwischen 1760 und 1840¹ wird als *Industrielle Revolution* oder Industrie 1.0 bezeichnet. Die Einführung von Dampf- und Wasserkraft in der Fertigungs- und Transportindustrie hatte tief greifende Auswirkungen auf etablierte Unternehmen und förderte auch die Erschließung neuer Geschäftsfelder, da die menschliche Kreativität nicht mehr auf reine Muskelkraft beschränkt war. Die industrielle Revolution hatte aber auch erhebliche Auswirkungen auf die Gesellschaft, indem sie neue Arbeitsplätze und Berufe schuf, wie z. B. Maschineninstandhalter und Qualitätsingenieure in der verarbeitenden Industrie, und manuelle Arbeit durch automatisierte Prozesse ersetzte. Infolgedessen steigerte diese erste Welle der Technologieübernahme den Lebensstandard und machte Europa als Ganzes weniger abhängig von der Landwirtschaft und stärker auf die Massenproduktion von (Konsum-)Gütern ausgerichtet – mit allen Vor- und Nachteilen.

Im 19. Jahrhundert bildete die Pionierarbeit der drei Physiker André-Marie Ampère, Michael Faraday und James Clerk Maxwell die Grundlage für die nächste Welle der Technologieübernahme, die sich auf die Entdeckung der Elektrizität bezieht und als *Technologische Revolution* oder Industrie 2.0 bezeichnet wird. Elektrizität erwies sich als eine sehr bequeme Möglichkeit, große Mengen an Energie, d. h. die physikalische Fähigkeit, Arbeit zu verrichten, über sehr große Entfernungen mit minimalen Verlusten zu übertragen, um Glühlampen, schwere Industriemaschinen und andere elektrische Geräte zu betreiben. Sie inspirierte auch den Automobilpionier Henry Ford dazu, die Elektrizität mit der Idee der Massenproduktion zu verbinden und ab 1913 in seinem Ford-Werk in Highland Park Montagelinien mit beweglichen Chassis in der Automobilindustrie einzuführen.² Traditionell wurden Fahrzeuge an festen Arbeitsplätzen zusammengebaut, wobei verschiedene Arbeiter zu den Fahrzeugen kamen, um die benötigten Komponenten zu liefern und zu montieren. Am Fließband durchliefen die Fahrzeuge eine Reihe aufeinander

¹ Bitte beachten Sie, dass diese Jahre nur eine grobe Zeitangabe sind. Wie bei jeder neuen Technologie sind die Übergänge fließend und können nicht genau angegeben werden.

² Henry Ford übernahm die Idee der Massenproduktion von einem Schlachthof in Chicago, wo eine Reihe von Schweinen an Fließbändern hing, an denen jeder Schlachter nur einen bestimmten Teil der Tiere schlachtete.

folgender Arbeitsstationen auf einem automatisierten Fließband mit stationären Arbeitern, die hochspezialisierte, sich wiederholende und standardisierte Montageaufgaben ausführten. Mit Hilfe des amerikanischen Ingenieurs Frederick Taylor und seinen als *Taylorismus* bekannten Prinzipien für eine effiziente Arbeitsprozesskontrolle gelang es Henry Ford, die Montagezeit seines legendären Modells T – liebevoll „Tin Lizzie“ genannt – um den Faktor 10 zu verkürzen, eine Verbesserung, die die Herstellungskosten drastisch senkte. In Bezug auf die Standardisierung bemerkte Henry Ford einmal, dass „jeder Kunde ein Auto in jeder gewünschten Farbe lackieren lassen kann, solange es schwarz ist“. Elektrisch betriebene Fließbänder steigerten bald die Produktivität in praktisch allen Industriezweigen und reduzierten gleichzeitig die Herstellungskosten und die körperliche Belastung der Arbeiter drastisch. Es erübrigt sich zu sagen, dass sowohl die Elektrizität als auch die Einführung von Fließbändern zwischen 1840 und 1970 große Auswirkungen auf die Gesellschaft hatten, da sie zahlreiche neue Arbeitsplätze und Berufe in der verarbeitenden Industrie schufen, während sie andere überflüssig machten.

Besonders relevant für die in diesem Buch vorgestellten Digitalen Technologien ist die dritte Technologie Revolution, die sogenannte *Informations-Revolution* oder Industrie 3.0. In den 1970er-Jahren begannen die Unternehmen, die industrielle Fertigung mit speicherprogrammierbaren Steuerungen, den Vorläufern der Personal Computer, zu automatisieren. Durch den Einsatz solcher Computersteuerungen konnten sie ihre Produktionsprozesse teilweise ohne menschliche Hilfe automatisieren. Die technologische Grundlage für diese Technologie geht auf das Jahr 1947 und die Entdeckung des Transistors durch die drei amerikanischen Physiker und späteren Nobelpreisträger John Bardeen, William Shockley und Walter Brattain in den berühmten Bell Laboratories in New Jersey, Amerika, zurück. Dieser winzig kleine elektrische Schalter, auf den wir im Folgenden näher eingehen werden, wurde bald zum Grundbaustein von Personalcomputern und praktisch jedem elektronischen Gerät, das Mikrochips zur Steuerung von Fertigungsprozessen durch Verarbeitung digitaler Informationen einsetzt. Das erste kommerziell erhältliche Produkt von IBM, das auf der Transistortechnologie basierte, war das System IBM 608, ein schrankgroßer Buchhaltungsrechner mit insgesamt mehr als 3000 Transistoren. Zum Vergleich: Die Computer und elektronischen Geräte, die wir heute verwenden, sind viel leistungsfähiger und vielseitiger in ihrer Anwendung und können mehrere Milliarden Transistoren in einem Mikrochip haben.

Wir bereiten uns derzeit auf die vierte Welle der Technologie Innovation vor, die so genannte *Cyber-Revolution* oder Industrie 4.0.³ Dieser Zeitraum nach 2017 bezieht sich im Allgemeinen auf die Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien in der Industrie. Die Industrie 4.0 entwickelt

³ Der Begriff „Industrie 4.0“ oder „4. Industrielle Revolution“ wurde erstmals 2016 auf dem Weltwirtschaftsforum geprägt [6].

computergesteuerte Produktionssysteme weiter, indem sie diese mit modernen Kommunikationstechnologien zu einem Netzwerk aus vernetzten Sensoren und Computergeräten kombiniert, das die Umsetzung des sogenannten *Digitalen Zwilling*s ermöglicht. Diese virtuelle Computerdarstellung einer Produktionslinie ermöglicht die Optimierung und statistische Prozesskontrolle der Produktion in Echtzeit, so dass die Produkte autonom durch die Produktionslinien navigieren können, während sie automatisch die besten Produktionsressourcen finden sollen. Ein solches Netzwerk wird auch als *Internet der Dinge* (*Internet of Things*, IoT) bezeichnet und zeichnet sich durch ein vernetztes System elektronischer Sensoren und Geräte aus, das in der Lage ist, Daten automatisch zu erfassen, zu verarbeiten, zu analysieren und auszuführen. Das industrielle Internet der Dinge verändert die Art und Weise, wie Menschen und Maschinen miteinander interagieren, völlig. Man denke nur an intelligente kollaborative Roboter, die fortschrittliche Sensortechnologien einsetzen, um mit den Arbeitern sicher zusammenzuarbeiten und sie bei der Durchführung komplizierter Montageaufgaben oder der Handhabung schwerer Produkte zu unterstützen. Neben dieser Automatisierung ermöglicht das industrielle Internet der Dinge auch die Implementierung kosteneffizienter vorausschauender Wartungsprozesse, selbstoptimierender Produktionslinien, automatisierter Bestandsverwaltung und anderer industrieller Prozesse, die sich für eine automatisierte Prozesssteuerung eignen.⁴ Es wird erwartet, dass das Internet der Dinge auch die Einführung *Digitaler Fabriken* [8] fördern wird, in denen das Produktionssystem nahezu autonom arbeitet und Entscheidungsprozesse durch Datenanalyse und andere digitale Technologien automatisiert werden. Ein industrielles IoT kann entweder durch die Nutzung von Rechenressourcen vor Ort oder durch die Nutzung externer Ressourcen nach Bedarf implementiert werden, wie z. B. Siemens MindSphere, AWS IoT und Google IoT.

INTERNET DER DINGE

Das Internet der Dinge ist ein Netz von miteinander verbundenen Objekten, die ein bewusstes, autonomes und handlungsfähiges System bilden. Die von den verschiedenen Objekten gewonnenen Daten werden auf einer Speicherplattform zusammengefasst, um sie für Datenanalysedienste und -funktionen zur Verfügung zu stellen, die verschiedene Quellen von Rohdaten kombinieren, ihre gemeinsame Bedeutung analysieren und sie in konkrete Maßnahmen umsetzen.

In diesem Zusammenhang speulierte der renommierte amerikanische Wirtschaftswissenschaftler und Harvard-Business-School-Professor Michael Porter – dessen Buch über Wettbewerbsstrategie zu einem Klassiker auf

⁴Die BCG-Studie „Winning in IoT“ enthält eine detaillierte Analyse weiterer Anwendungsfälle [7].

diesem Gebiet wurde⁵ – bereits 2014, dass „es die erweiterten Möglichkeiten intelligenter, vernetzter Produkte und die von ihnen erzeugten Daten sind, die eine neue Ära des Wettbewerbs einläuten“ [9]. Daten sind das neue Öl, wie *The Economist* es beschrieb [10], und die existenzielle Bedrohung für etablierte Unternehmen, die diese digitalen Technologien nicht anpassen, ist in der Tat sehr real [11].

1.2 Theorie der Innovation und Störung

Dem aufmerksamen Leser ist vielleicht schon aufgefallen, dass die Technologien, die zu den vier Technologie Revolutionen geführt haben, wie die Dampfmaschine, die Elektrizität und der Transistor, drei Aspekte gemeinsam haben. Sie alle

1. Sie sind ihrem Wesen nach *allgegenwärtig* und nicht auf einen bestimmten Industriesektor beschränkt. Vielmehr verzweigen sie sich allmählich und geben den Anstoß für andere technologische Innovationen und lösen verschiedene Spillover-Effekte aus.
2. Sie bieten erhebliche *Verbesserungen* gegenüber dem Status quo, u. a. in Bezug auf Technologie, Produktivität, Kosten und Geschwindigkeit.
3. Sie *ergänzen* andere (bestehende) Technologien, wie z. B. Dampfmaschinen für Webstühle oder Transistoren für Fließbänder.

Aus diesem Grund bezeichnen Wirtschaftswissenschaftler, die sich mit dem Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem Fortschritt und technischem Wandel befassen, solche Technologien aufgrund ihres generischen Charakters und ihrer vielseitigen Anwendungen in mehreren Sektoren auch als *Allzwecktechnologien* [12]. Allzwecktechnologien sind in der Regel nicht rivalisierend und langlebig und spielen die Rolle von *Grundlagentechnologien*, indem sie neue Möglichkeiten eröffnen und neue Wellen von ergänzenden Innovationen auslösen, anstatt vollständige und endgültige Lösungen zu bieten [13] – ein Transistor allein wäre in der Tat ziemlich nutzlos. Das Internet ist ein hervorragendes Beispiel für eine Allzwecktechnologie, da es neue Wege der Produktion, der Verbreitung, des Zugriffs und der Wiederverwendung digitaler Informationen eröffnete, die Innovationen wie Online-Marktplätze und Plattformen für soziale Netzwerke ermöglichten.

Die Anpassung von Allzwecktechnologien in *etablierten Organisationen* erfordert größere organisatorische Veränderungen, da sich etablierte Organisationen in

⁵ Auf einer grundlegenden Ebene bezieht sich die Strategie im Allgemeinen darauf, was ein Unternehmen erreichen will und wie es dieses Ziel erreichen wird.

der Regel darauf konzentrieren, eine bestimmte Sache auf sehr effiziente Weise und über einen längeren Zeitraum zu erledigen. Zu diesem Zweck entwickeln sie Routinen, bauen Bürokratien, Karrierewege, Anreizsysteme und eingebettete normative Systeme auf. Darüber hinaus führen sie Prozesse ein und etablieren Systeme, die sich gegenseitig verstärken und Trägheit fördern, was die Anpassung neuer Technologien, die eine Organisation oft dazu bringen, Dinge anders zu machen, immer schwieriger macht. Aus diesem Grund stellen Allzwecktechnologien gerade für etablierte und sehr erfolgreiche Organisationen eine besondere Bedrohung dar. Unter Bezugnahme auf dieses weit verbreitete Verhaltensmuster haben die beiden amerikanischen Wirtschaftswissenschaftlerinnen Rebecca Henderson und Kim Clark solche Innovationen auch als *Architektonische Innovationen* bezeichnet, um zu betonen, dass ihre Anpassung von Organisationen eine Änderung der Architektur zwischen verschiedenen intern verwendeten technologischen Komponenten und Systemen erfordert [14]. Dies kann für Unternehmen eine große Herausforderung sein, die sich aber letztlich oft lohnt. Das Konzept der architektonischen Trägheit – der Widerstand gegen Technologieanpassung – war auch Grundlage der *Disruptionstheorie* von Clayton Christensen und Joseph Bower an der Harvard University im Jahr 1995 [15]. Die beiden amerikanischen Wirtschaftswissenschaftler untersuchten damals die Festplattenindustrie und fragten sich, warum es bestimmten Unternehmen gelang, durch die Anpassung neuer Technologien Wettbewerbsvorteile zu erlangen und zu behalten, während andere daran scheiterten und in Konkurs gingen. In ihrem Konzept unterscheiden sie zwei Hauptkategorien:

1. *Nachhaltige Technologien* verbessern oder erweitern die Eigenschaften einer bestehenden Technologie oder eines Produkts, die die Kunden bereits schätzen. Sie machen (i) gute Produkte besser, (ii) zielen in der Regel auf die profitabelsten Kunden am oberen Ende des Marktes und (iii) verbessern die Gewinnspanne. Mit anderen Worten: Nachhaltige Technologien ermöglichen bessere Produkte, die mit höherem Gewinn an die besten Kunden eines Unternehmens verkauft werden können. Ein Beispiel dafür sind Flachbildfernseher, die lediglich die auf der Vakuumröhrentechnologie basierenden Geräte ersetzt haben.
2. *Disruptive Technologien* haben völlig andere oder neue Eigenschaften, die von dem abweichen, was die Kunden bisher zu schätzen wussten, und werden in der Literatur manchmal als „Kinder“ der Allzwecktechnologien bezeichnet. Sie selbst lassen sich in zwei Unterkategorien einteilen, nämlich in „Low-End“- und „New-Market“-Disruptionen:

- a. Low-End-Disruptionen zielen in der Regel auf überversorgte Kunden mit erschwinglichen und zugänglichen Produkten ab, die gerade „gut genug“ sind, aber keine über den Marktdurchschnitt hinausgehende Leistung aufweisen.⁶ Man denke nur an die Discount-Kaufhäuser, die einen billigeren Weg gefunden haben, dasselbe zu tun wie die traditionellen Kaufhäuser.
- b. New-Market-Disruptionen konkurrieren mit dem Nicht-Konsum und zielen auf Kunden ab, die zuvor keinen Zugang zu einem Produkt oder einer Dienstleistung hatten. Im Vergleich zu Personalcomputern können Smartphones als New-Market-Disruptionen verstanden werden, da sie ähnliche Funktionen wie Personalcomputer bieten, z. B. Internet und E-Mail, und gleichzeitig für (Massenmarkt-)Kunden erschwinglich sind, die aufgrund der viel höheren Betriebskosten keinen Zugang zu Personalcomputern hatten. Steve Jobs, der legendäre Gründer von Apple, beschrieb das erste iPhone bei seiner Markteinführung im Jahr 2007 mit den berühmten Worten „Heute wird Apple das Telefon neu erfinden [...]. Es ist das Internet in Ihrer Tasche, zum ersten Mal überhaupt“. Ein wichtiges Hauptmerkmal neuer Marktumbrüche ist, dass sie zunächst auf breiter Basis angenommen werden, bevor sich die Gesellschaft an sie anpasst.

Später ersetzte Clayton Christensen die Begriffe „Nachhaltige und Disruptive Technologien“ durch „Nachhaltige und Disruptive Innovationen“, nachdem er erkannte, dass die Disruption nicht von der Technologie selbst ausgeht, sondern vielmehr von ihren Auswirkungen auf Geschäftsstrategien und -modelle. In diesem Zusammenhang ist es wichtig festzustellen, dass eine Innovation fast nie von sich aus nachhaltig oder disruptiv ist. Dieses Attribut wird ihr vielmehr verliehen, wenn sie auf einem Markt eingeführt wird und mit anderen Technologien verglichen wird, die bereits vom Markt angenommen wurden. Flash-Laufwerke zum Beispiel – die Technologie hinter USB-Sticks – sind dis-

⁶ Dies sind in der Regel Märkte mit geringeren Gewinnen für die etablierten Unternehmen, aber attraktive Märkte für neue Marktteilnehmer. Sie sind daher ideal für die Schaffung neuer Wachstumsmöglichkeiten, da neue Marktteilnehmer in der Regel versuchen werden, sich „vorwärts“ zu bewegen, um im Laufe der Zeit Marktanteile gegenüber den etablierten Anbietern in profitableren Marktsegmenten zu gewinnen.

ruptiv für Festplattenlaufwerke, aber nachhaltig für die DRAM-Technologie⁷, die für den Aufbau des Arbeitsspeichers von Personalcomputern verwendet wurde.

Die Disruption ist eine Kraft, die die Märkte und ihre Wettbewerbslandschaft seit jeher geprägt hat. Sobald Disruptive Innovationen im unteren Marktsegment und auf neuen Märkten ausgereift und robust sind, stellen sie eine unmittelbare Gefahr für etablierte Unternehmen dar, die aufkommende Technologien nicht nutzen, um ihre Produkte und Dienstleistungen zu verbessern. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu wissen, dass Disruptive Innovationen in der Regel eine Chance darstellen, lange bevor sie eine Bedrohung für die etablierten Marktteilnehmer werden. Eines der bekanntesten Beispiele für diesen Aspekt ist die legendäre Eastman Kodak Company, die 1880 von dem amerikanischen Geschäftsmann George Eastman gegründet wurde. George Eastman erfand und patentierte eine Trockenplattenformel für die Entwicklung von Fotofilmrollen, ein industrielles Verfahren, das sich gut für die Massenproduktion eignete. Im Jahr 1888 brachte er dann eine preiswerte (tragbare) Filmkamera auf den Markt, die für die Verwendung dieser Technologie konzipiert war. Mit dem Slogan „Sie drücken den Knopf, wir machen den Rest“ entwickelte er in den folgenden Jahren ein sehr erfolgreiches Geschäftsmodell, indem er sich auf billige Kameras und ein effizientes fotografisches Filmentwicklungsverfahren konzentrierte. Kodak wurde bald zum Marktführer in dieser Branche und beherrschte etwa 90 % der Film- und 85 % der Kameraverkäufe in den Vereinigten Staaten [16]. Aber – wie Sie vielleicht schon vermutet haben – wurde dieses Fotoimperium durch den Einzug der Digitalkameras in den 1990er-Jahren in den unteren Marktsegmenten zerstört. Ironischerweise war es Steven Sasson, ein Kodak-Ingenieur, der die digitale Fotografie erfand und 1975 die weltweit erste Digitalkamera baute. Doch das Management von Kodak stand diesem frühen Prototyp aufgrund seiner geringen Leistung sehr skeptisch gegenüber und erkannte nicht, dass sein disruptives Potenzial das Geschäft neu definieren und jahrzehntelang aufgebaute Wettbewerbsvorteile beseitigen könnte – eine Disruptive Technologie ist eine Chance, lange bevor sie eine Bedrohung darstellt. Stattdessen war die Geschäftsführung von Kodak der Meinung, dass sich die Verbraucher wieder auf das Drucken konzentrieren werden, sobald der vorübergehende Trend zur Digitalfotografie abgeklungen ist. Aus diesem Grund hat Kodak damit begonnen, sein Geschäft durch den Einsatz seines riesigen Marketingapparats zu schützen. Im Gegensatz zu seinem großen japanischen Konkurrenten Fujifilm, der die digitale Technologie sehr früh in sein Geschäft integriert hat, trug die disruptive Kraft der Digitalfotografie zu

⁷ DRAMs oder „Dynamic Random Access Memories“ kodieren digitale Informationen in elektrischen Ladungen. Im Gegensatz zu Flash-Speichern verlieren DRAMs daher ihre Daten schnell, wenn der Strom abgeschaltet wird. Dies ist auch der Grund, warum DRAMs manchmal als „flüchtige Speicher“ bezeichnet werden, während Flash-Speicher „nicht-flüchtig“ sind.

Kodaks (architektonischer) Trägheit bei und war kein Katalysator für einen Wandel oder eine Digitale Transformation. Als das Unternehmen seine gründliche Fehleinschätzung erkannte und seine erste eigene Digitalkamera auf den Markt brachte, war es bereits zu spät, und der Niedergang von Kodak war unvermeidlich. Das 120 Jahre alte Unternehmen musste 2012 Konkurs anmelden, verkaufte seine Patente und tauchte 2013 als viel kleineres Unternehmen wieder auf. Im Jahr 2018 verzeichnete es einen Umsatz von rund 1,33 Milliarden US-Dollar, ein Zehntel des legendären Wertes, den es 37 Jahre zuvor erreicht hatte. Dieses und zahlreiche andere Beispiele zeigen, dass die Unterbrechung der Geschäftstätigkeit eine Frage des Zeitpunkts ist. Aus diesem Grund sollten Vordenker den Wandel antizipieren, indem sie proaktiv nach einer Selbstdisruption suchen und diese anstreben, anstatt mit der Disruption fertig zu werden, wenn sie eintritt.

Die Kodak Eastman Company ist nur ein Beispiel für das, was Clayton Christensen als „*Innovator's Dilemma*“ bezeichnete [17]. Dieser Begriff bezieht sich auf die Herausforderung für marktführende Unternehmen, ihr bestehendes Kerngeschäft zu nutzen und gleichzeitig neue Disruptive Innovationen zu erforschen, die die Marktführerschaft in der Zukunft sichern und ein wirtschaftliches Scheitern aufgrund neuer disruptiver Marktteilnehmer vermeiden. Im Falle von Kodak manifestierte sich dieses Dilemma in der Entscheidung, ob man in die Digitalfotografie investieren sollte oder nicht. Das Management von Kodak verglich die Grenzkosten des bestehenden Filmgeschäfts mit den Grenzkosten der Digitalfotografie und kam zu der irreführenden Schlussfolgerung, dass es viel profitabler ist, das etablierte Filmgeschäft weiterzuführen. Mit anderen Worten, das *Denken in Grenzkosten* hat sie dazu verleitet, sich auf das zu konzentrieren, was in der Vergangenheit erfolgreich war, anstatt sie dazu anzuleiten, die digitalen Möglichkeiten zu schaffen, die sie in Zukunft brauchen werden. Kodak hat es letztlich versäumt, die Digitalfotografie als bahnbrechende Technologie oder als das „nächste große Ding“ in diesem Markt zu erkennen und musste am Ende die Gesamtkosten⁸ für die Nichtinvestition zahlen, anstatt die viel geringeren Grenzkosten⁹ für die Investition in die Digitalfotografie. Wirtschaftliches Scheitern ist oft die Folge dieses Grenzdenkens. Im Vergleich zu einem ausgereiften Kerngeschäft sind Investitionen in zukünftige Innovationen, einschließlich der drei in diesem Buch vorgestellten Digitalen Technologien, fast immer mit geringen Grenzgewinnen und hohen Grenzkosten verbunden.

⁸ In den Wirtschaftswissenschaften sind die *Gesamtkosten* gleich den Gesamtkosten und der Summe der fixen und variablen Kosten, die unabhängig bzw. abhängig von der Anzahl der produzierten Güter sind.

⁹ Die *Grenzkosten* entsprechen der Veränderung der Gesamtkosten, die sich ergibt, wenn die produzierte Menge um eine Einheit erhöht wird. Die klassische Finanz- und Wirtschaftswissenschaft schlägt vor, alternative Investitionen anhand der Grenzkosten und -erlöse zu bewerten, was für die Bewertung strategischer Zukunftsinvestitionen nicht geeignet ist.

Da sie sich aber oft als entscheidend für den zukünftigen Erfolg eines Unternehmens erweisen, ist es wichtig, Investitionen in Zukunftsinnovationen im Hinblick auf die Gesamtkosten und die strategischen Konsequenzen zu bewerten, die mit einer Nichtinvestition verbunden sind – die marginale Seite der Dinge ist zweitrangig. Der amerikanische Automobilpionier und Geschäftsmann Henry Ford beschrieb diese Einsicht sehr schön mit den berühmten Worten „Wenn du eine Maschine brauchst und sie nicht kaufst, wirst du am Ende feststellen, dass du sie bezahlt hast und sie nicht hast.“ Mit diesen Erkenntnissen, Beispielen und Begriffen in der Hand sind wir nun bereit, die drei in diesem Buch vorgestellten digitalen Technologien als Allzwecktechnologien zu diskutieren, die eine disruptive Kraft entfalten und die Digitale Transformation vorantreiben.

1.3 Das Digitale Ökosystem

Aufgrund ihrer großen Relevanz für Wirtschaft und Gesellschaft werden Digitalisierung und Digitale Transformation in der Literatur intensiv untersucht. Sowohl Unternehmensberatungen als auch Unternehmen des digitalen Zeitalters wie Google, Microsoft und Amazon veröffentlichen häufig aufschlussreiche Artikel und Berichte darüber in ihren Blogs.¹⁰ Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Definitionen für Digitalisierung und Digitale Transformation herausgebildet, die jeweils unterschiedliche Aspekte beleuchten. Die beiden Kommunikationswissenschaftler Scott Brennen und Daniel Kreiss beispielsweise definieren die Digitalisierung über die Auswirkungen der digitalen Kommunikation und Medien auf das heutige gesellschaftliche Leben [18]. Eine praktischere Definition liefert das Oxford English Dictionary, das die ersten Verwendungen des Begriffs „Digitalisierung“ bis zur Einführung von Computern Mitte der 1950er-Jahre zurückverfolgt und ihn als „die Einführung oder zunehmende Nutzung von Digital- oder Computertechnologie durch eine Organisation, eine Branche, ein Land usw.“ definiert. Darüber hinaus unterscheidet dieses renommierte Wörterbuch der englischen Sprache zwischen Digitisierung und Digitalisierung, wobei letztere definiert wird als „die Handlung oder der Prozess der Digitalisierung; die Umwandlung von analogen Daten (insbesondere bei der späteren Verwendung von Bildern, Videos und Text) in digitale Form“. Eine der intuitivsten Definitionen findet sich im IT-Glossar von Gartner, das die folgenden Definitionen für diese Begriffe liefert¹¹ [19]:

- „*Digitisierung* ist der Prozess der Umwandlung von analoger in digitale Form [...]. Anders ausgedrückt: Die

¹⁰Siehe z. B. www.blog.google/, <https://blogs.microsoft.com/> und <https://aws.amazon.com/de/blogs/>.

¹¹Weitere Definitionen dieser Begriffe finden sich z. B. in [20, 21].

Digitisierung nimmt einen analogen Prozess und wandelt ihn in eine digitale Form um, ohne dass der Prozess selbst in irgendeiner Weise verändert wird.“

- „*Digitalisierung* ist die Nutzung Digitaler Technologien, um ein Geschäftsmodell zu verändern und neue Umsatz- und Wertschöpfungsmöglichkeiten zu schaffen; es ist der Prozess der Umstellung auf ein digitales Unternehmen.“
- „*Digitale Transformation* kann sich auf alles beziehen, von der IT-Modernisierung (z. B. Cloud Computing) über die digitale Optimierung bis hin zur Erfindung neuer digitaler Geschäftsmodelle. In öffentlichen Einrichtungen wird der Begriff häufig für bescheidene Initiativen wie die Online-Stellung von Dienstleistungen oder die Modernisierung von Legacy-Systemen verwendet.“

Mit anderen Worten: Digitalisierung und Digitale Transformation sind unternehmerische Veränderungsprozesse, die durch digitale Allzwecktechnologien ermöglicht werden. Die Definitionen legen nahe, dass die drei Begriffe von Natur aus miteinander verbunden sind und nacheinander auftreten. Aus diesem Grund visualisieren Wissenschaftler die Beziehung zwischen ihnen manchmal mit Hilfe einer Pyramidenstruktur, die in Abb. 1-1 beispielhaft dargestellt ist. Diese einfache Grafik veranschaulicht, dass Digitisierung, Digitalisierung und Digitale Transformation aufeinander aufbauen, wobei die Digitisierung die grundlegende Basis bildet. Bei der Digitisierung werden Informationen von Sensoren und anderen Eingaben einfach in ein digitales Format umgewandelt, das eine weitere Datenverarbeitung ermöglicht. Die Digitalisierung auf der mittleren Ebene nutzt diese digitalen Informationen, um Schlussfolgerungen zu ziehen oder aufschlussreiche verborgene Muster zu finden, die es ermöglichen, durch die Optimierung und Automatisierung von Geschäftsprozessen Geld zu sparen. Die höchste Stufe dieser Pyramide ist die Digitale Transformation. Sie ermöglicht es Unternehmen, Geld zu sparen, aber auch zusätzliches Geld zu verdienen, indem sie neue Märkte schaffen und neue Geschäftsmöglichkeiten bieten. Die Digitale Transformation wird durch digitale Technologien ermöglicht. Deshalb wird sie manchmal auch als *technologiegetriebene Digitale Transformation* bezeichnet, um zu verdeutlichen, dass sie auf der Integration und interdisziplinären Verknüpfung verschiedener digitaler Technologien in allen Kernbereichen eines Unternehmens beruht – ein wichtiger Aspekt, auf den wir im Folgenden näher eingehen werden.