



Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland

Technologie- und Trendradar 2020

**Studie im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der
Wirtschaft am Standort Deutschland“ im Auftrag des Bundesministeriums für
Wirtschaft und Energie**

Stand Januar 2021

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Wirtschaft
und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Autoren

FIR an der RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. Volker Stich
Vasco Seelmann, M.Sc.
Max-Ferdinand Stroh, M.Sc.
Murtaza Abbas, M.Sc.
Sebastian Kremer, M.Sc.
Dr.-Ing. Jan Hicking, M.Sc.
Lucas Wenger, M.Sc.
Leonhard Henke, M.Sc.

Stand

November 2020

Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:

Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament

Inhalt

1	Einleitung.....	5
1.1	Ausgangssituation.....	5
1.2	Motivation.....	5
1.3	Inhalt und Ziele der Studie.....	5
2	Grundlegende Begrifflichkeiten	7
2.1	Technik und Technologie	7
2.2	Informationstechnologie und digitale Technologie.....	7
3	Methode.....	9
4	Technologie- und Trendradar	13
4.1	Vernetzung	13
4.1.1	Beschreibung des Technologiefeldes.....	13
4.1.2	Anwendungsfall: Connected Car	13
4.2	Virtualisierung.....	24
4.2.1	Beschreibung des Technologiefeldes.....	24
4.2.2	Anwendungsfall: Digitaler Schatten in der Produktion.....	24
4.3	Datenverarbeitung.....	32
4.3.1	Beschreibung des Technologiefeldes.....	32
4.3.2	Anwendungsfall: Digitale Diagnose.....	32
4.4	Prozesse.....	44
4.4.1	Beschreibung des Technologiefeldes.....	44
4.4.2	Anwendungsfall: Fraud Detection mittels AI Security	45
4.5	Produkte	54
4.5.1	Beschreibung des Technologiefeldes.....	54
4.5.2	App StoreAnwendungsfall: Connected Consumer Products	54
4.6	Geschäftsmodelle.....	68
4.6.1	Beschreibung des Technologiefeldes.....	68
4.6.2	Anwendungsfall: Virtuelle Kraftwerke	68
5	Fazit.....	77
6	Literaturverzeichnis	78

Kurzfassung

Worum geht es in der Studie?

Ziel der Studie ist die Erarbeitung eines Technologie- und Trendradar, um eine transparente Übersicht über die Digitalisierungstechnologien und deren Nutzen für die Wirtschaft darzustellen. Sie entstand im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) beauftragten Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“. Dafür wurden zentrale Trends und Technologien aus unterschiedlichen Bereichen der Digitalisierung gesammelt, analysiert und geclustert. Die ausgewählten Trends und Technologien wurden anschließend in Steckbriefen dargestellt. Dabei wurde für jeden Trend oder Technologie ihr aktueller Reifegrad ermittelt. Die Steckbriefe und Reifegrade werden im Rahmen dieser Studie im Detail vorgestellt.

Welche Erkenntnisse erzielt der Leser?

Die zentralen Ergebnisse der Studie können in drei Teile aufgeteilt werden: Zunächst gibt sie eine Übersicht über die zentralen Trends und Technologien zur Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland. Diese sind jeweils in Technologiefeldern zusammengefasst und werden in Steckbriefen detailliert beschrieben. Die Technologiefelder sind: *Vernetzung, Virtualisierung, Datenverarbeitung, Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle*.

Darüber hinaus wird für jedes Technologiefeld ein Anwendungsfall aus der Praxis beschrieben. Dieser setzt das Technologiefeld in den Anwendungskontext.

Abschließend wurde für alle Trends und Technologien ein Technologiereifegrad bestimmt. Anhand des Technologiereifegrades kann festgestellt werden, wie nah die Trends und Technologien am Einsatz in der Serie ist. Somit gibt sie auch Aufschluss über die Machbarkeit unterschiedlicher Trend- und Technologieprojekte.

Wie ist die Studie aufgebaut?

Zunächst werden die grundlegenden Begrifflichkeiten, sowie das methodische Vorgehen erläutert. In den darauffolgenden Kapiteln werden die einzelnen Technologiefelder des Technologie- und Trendradars erläutert. Deren Darstellung ist nach einem einheitlichen Muster aufgebaut. Zu Beginn wird das Technologiefeld beschrieben. Daraufhin wird der Anwendungsfall zum Technologiefeld vorgestellt. Für jedes Technologiefeld werden nun die selektierten Trends- und Technologien auf Basis ihres Steckbriefs erläutert. Abschließend wird ein Ausblick auf die nächsten Schritte im Projekt gegeben. Dazu zählt eine jährliche Aktualisierung des Technologie- und Trendradars.

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Digitale Technologien sind ein Ergebnis der rasanten technologischen Entwicklung der vergangenen Jahre und Jahrzehnte. Sie beschreiben Technologien, die auf (Computer)Hardware, Software und Vernetzung beruhen, und heben sich von klassischen Technologien durch ihre Flexibilität und hohe Verfügbarkeit ab. Das Angebot an digitalen Technologien und deren Anwendungsmöglichkeiten ist dabei ausgesprochen vielfältig. In allen Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft können digitale Technologien zu Verbesserungen führen, zum Beispiel in Bezug auf die Effizienz von Produktionsprozessen, die Individualisierbarkeit von Gütern und Dienstleistungen oder die Art und Weise der Kommunikation und Interaktion. Vorteile werden dabei realisiert durch die hohe Schnelligkeit von digitalen gegenüber mechanischen Systemen. Ermöglicht wird zudem die Implementierung komplexer, aber dennoch flexibler Logiken durch Programmierbarkeit und einen Zusammenschluss verschiedener Technologien. Vorteile ergeben sich weiterhin auch aus der einfachen Ausnutzung der informationstechnischen Möglichkeiten zur Generierung und Übertragung von Daten. Solche Verbesserungen aufgrund digitaler Technologien werden in vielen Unternehmen und Institutionen angestrebt, da sich daraus Möglichkeiten für effizientere Prozessgestaltungen und neue Geschäftsmodelle entwickeln. Unternehmen, welche digitale Technologien bereits einsetzen, können sich in ihrem Geschäftsfeld oftmals besser durchsetzen. An manchen Stellen werden digitale Technologien aber auch noch eher als Herausforderung statt als Chance gesehen, weshalb sie nur zögerlich eingesetzt werden. Diese Herausforderungen ergeben sich vermehrt aus dem mangelnden Verständnis zum korrekten Einsatz der digitalen Technologien und der Transformation bisheriger Systeme und Prozesse in ein digitales Umfeld. Trotz der hohen Verfügbarkeit bedarf es Experten, um diese Technologien auszuwählen, zu konfigurieren und effizient und wertschöpfend einzusetzen sowie die steigende Komplexität eines wachsenden digitalen Umfeldes zu beherrschen. Die schnelle Entwicklung der digitalen Technologien macht es zudem schwer, Neuerungen sowie die Erschließung neuer Anwendungsbereiche zu verfolgen und zu überblicken.

1.2 Motivation

Um die Chancen der digitalen Technologien zu fördern und ihre Herausforderungen zu beherrschen, ist es bedeutsam, den Status quo der Digitalisierung in der Wirtschaft und die erzielten Fortschritte hinsichtlich der digitalen Technologien konsequent und konsistent zu erfassen. Dies ist das Ziel des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort in Deutschland“. Konkret steht zur Aufgabe, die Digitalisierung der Wirtschaft hierzulande in ihren verschiedenen Dimensionen zu messen und über den Zeitablauf zu beobachten. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bieten dann einen evidenzbasierten Orientierungsrahmen für Wirtschaft und Politik im Hinblick auf Entscheidungen, die mit digitalen Technologien in Zusammenhang stehen. Mit dieser Studie „Technologie- und Trendradar“ wird im Rahmen des Projekts eine Aufnahme der zurzeit verfügbaren digitalen Technologien vorgenommen und diese anhand ihrer Etablierung in der Wirtschaft bewertet.

1.3 Inhalt und Ziele der Studie

Die vorliegende Studie „Technologie- und Trendradar“ behandelt die Messung des Status quo und der Digitalisierungsentwicklung in der Wirtschaft am Standort Deutschland. Sie dient der Übersicht über aktuelle Technologien sowie sich entwickelnde Technologietrends in der Wirtschaft. Die

Identifikation der bedeutsamsten Trends und Technologien und die Zuordnung zu den strukturgebenden Technologiefeldern erfolgte auf Basis einer ausführlichen Literatur- und Onlinerecherche sowie Experteninterviews und der Analyse funktionsähnlicher Instrumente wie etwa dem *Gartner Hype Cycle*. Mittels beispielhafter Anwendungsfälle in jedem Technologiefeld sowie kurzer Steckbriefe zu den jeweiligen Technologien werden dem Leser ein Grundverständnis über den aktuellen technologischen Stand und Handlungsoptionen für die technologische Zukunftsperspektive in der deutschen Wirtschaft vermittelt. Kern der Bewertung ist ein Index für die jeweiligen Technologien, der die Digitalisierung der deutschen Wirtschaft erfasst und umfassend quantifiziert. Neben dem Index werden im Technologie- und Trendradar neue technologische Entwicklungen identifiziert und unter Betrachtung der potenziellen Anwendungen sowie der spezifischen Potenziale und Herausforderungen beschrieben. Dies dient dazu, dem Leser ein erstes Grundverständnis für die jeweiligen Technologien sowie deren Möglichkeiten zu vermitteln und ihre Relevanz für die Zukunft abschätzen zu können. Über die Einzelvorstellung hinaus werden die Trends und Technologien einem eindeutigen Technologiefeld zugeordnet, welches jeweils die Typisierung der umfassenden Trends und Technologien beschreibt. Somit werden generelle Strukturierungen und Zuordnungen vorgenommen, die entsprechende Anwendungsgebiete aufzeigen, Beziehungen zwischen den Trends und Technologien verdeutlichen und die Verfolgung der Entwicklungen auf individuelle Fokusbereiche vereinfachen.

2 Grundlegende Begrifflichkeiten

Das Technologie- und Trendradar betrachtet Technologien, die einen großen Einfluss auf die Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft haben, und stellt diese sowie ihre Anwendungen und Potenziale vor. Der Einfluss von Technologien, Informationstechnologien und digitalen Technologien für die wirtschaftliche Entwicklung wird in zahlreichen Studien, Berichten und Reports beschrieben. Allerdings gibt unter den genannten Begriffen oft unterschiedliche Auffassungen. In diesem Abschnitt werden die zentralen Begriffe dieser Studie erläutert und definiert, mit dem Ziel, ein einheitliches Verständnis zu schaffen. Die in diesem Abschnitt vorgestellten Definitionen dienen als Grundlage für die Vorstellung der Technologien und ihrer Anwendungen in Kapitel 3.

2.1 Technik und Technologie

Der technische Fortschritt ist die Grundlage der Steigerung der Produktivität in einer Wirtschaft und damit der Treiber des Wirtschaftswachstums. Er basiert auf der stetigen Weiterentwicklung der Technik. Der Begriff der Technik kann als Gesamtheit der materiellen Gegenstände und immateriellen Verfahren, die zur Veränderung der Natur nach den Wünschen des Menschen genutzt werden, beschrieben werden (BLECK 2004, S. 9–11).

Der Begriff der Technologie ist eng mit dem der Technik verwandt, allerdings ist der Technologiebegriff weiter gefasst. Technologie ist die Wissenschaft der Technik. Technologie beschreibt also die Anwendung theoretischen Wissens (wie z. B. ingenieurwissenschaftlicher Kenntnisse) auf die Technik, um bestimmte Probleme zu lösen. Sie umfasst demnach das technische Wissen zu möglichen Lösungswegen sowie deren Verknüpfung mit dem wirtschaftlichen, gesellschaftlichen, sozialen oder politischen Umfeld. Zu Verwirrung führt häufig die Übersetzung des englischen Begriffs „*technology*“. Oft mit „Technologie“ übersetzt, bedeutet er eigentlich „Technik“ (s. MOEHRLE U. ISENMANN 2002, S. 5).

2.2 Informationstechnologie und digitale Technologie

Die digitale Transformation bzw. die vierte industrielle Revolution wird insbesondere durch den Einsatz zweier Arten von Technologien ermöglicht: Informationstechnologien und digitalen Technologien. Oft synonym verwendet, gibt es dennoch Unterschiede zwischen diesen beiden Arten der Technologie.

Für den Begriff der Informationstechnologie gibt es unterschiedliche Definitionen. Einige Autoren verstehen Informationstechnologien als Kombination aus Ressourcen und Organisation zur Speicherung, Verarbeitung und Kommunikation von Informationen (s. KRUMHOLTZ 2015, S. 30). Andere sehen in Informationstechnologien die technischen Komponenten einer Informationsarchitektur oder eines Informationssystems (s. LEHNER ET AL. 2008, S. 42). Im Rahmen dieser Studie wird die Definition nach BLECK verwendet, der Informationstechnologien als Gesamtheit der zur Eingabe, Ausgabe, Wandlung, Übertragung und Speicherung von Informationen zur Verfügung stehenden materiellen und immateriellen Hilfsmittel beschreibt (s. BLECK 2004, S. 11). Hierzu zählen unter anderem Übertragungstechnologien, Mensch-Maschine-Schnittstellen oder die IT-Infrastruktur.

Digitale Technologien sind der Grundbaustein des Technologie- und Trendradars. Der Begriff der digitalen Technologie ist allerdings der bisher der von allen in dieser Studie definierten Begriffe am wenigsten scharf definiert. Im Zuge dieser Studie werden digitale Technologien definiert als Lösungskomponenten für das digital vernetzte Unternehmen, die aus der Vernetzung betrieblicher

Anwendungssysteme, Software- und Hardwarekomponenten bestehen, sodass sie mittels Datenverarbeitung einen datenbasierten Mehrwert in einer Anwendung schaffen. Die digitalen Technologien sind im Rahmen des Technologie- und Trendradars in die in Kapitel 3 beschriebenen Kategorien **Vernetzung**, **Virtualisierung** und **Datenverarbeitung** aufgeteilt. Der Einsatz digitaler Technologien ermöglicht die in den Kategorien **Geschäftsmodelle**, **Produkte** und **Prozesse** beschriebenen Trends und Anwendungen.

Diese Studie liefert eine detaillierte Bestandsaufnahme, Beschreibung und Klassifizierung der wichtigsten Trends und digitalen Technologien am Industriestandort Deutschland.

3 Methode

Das methodische Vorgehen zur Entwicklung des Technologie- und Trendradars ist angelehnt an die Methode der Technologiefrüherkennung und folgt den vier übergeordneten Schritten „Suchfeldbestimmung“, „Informationsbeschaffung“, „Präzisierung und Bewertung“ und „Einordnung der Technologien“ (siehe Abbildung 3-1)

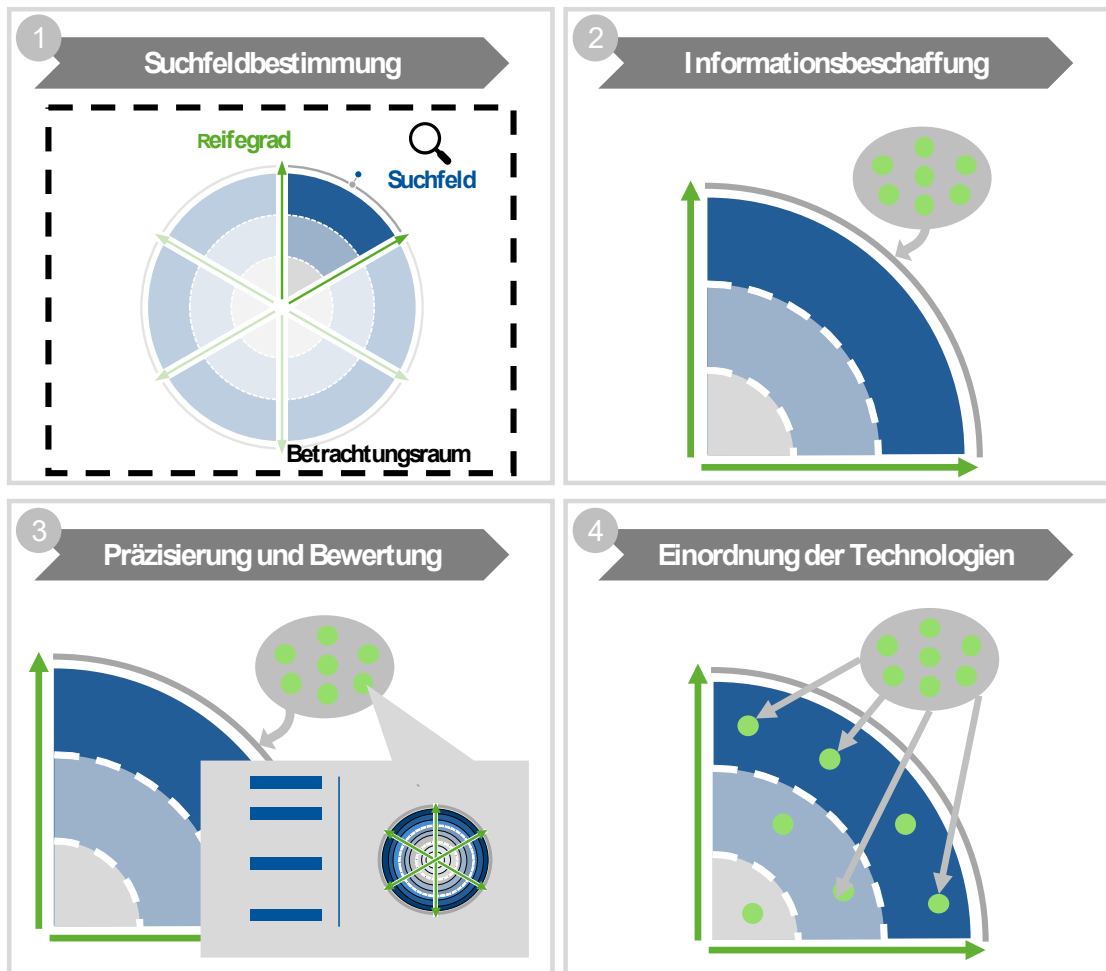


Abbildung 3-1: Methodisches Vorgehen zur Entwicklung des Technologie- und Trendradars

Zu Beginn wird im Rahmen der Suchfeldbestimmung die Grundstruktur des Radars erarbeitet. Dabei verhilft die handlungsleitende Definition der Digitalisierung, welche im Projektkonsortium aufgrund seiner umfassenden Erfahrung im Themenfeld sowie der Erkenntnisse aus zahlreichen Unternehmensbefragungen und Experten- und Unternehmensinterviews in den vergangenen Jahren entwickelt worden ist:

Definition: Digitalisierung bedeutet die Verwendung von Daten und algorithmischen Systemen als Produktionsfaktor oder als Bestandteil neuer oder verbesserter Prozesse und Produkte. Kennzeichen sind die Virtualisierung und Vernetzung von Produkten und Prozessen, das Teilen von Daten sowie die plattformbasierte Organisation und Steuerung von Wertschöpfungsketten. Aus dieser Kombination ergeben sich neue digitale Geschäftsmodelle.

Die Definition der Digitalisierung verhilft zur Aufspannung eines vollumfänglichen Betrachtungsraums. Anhand von Suchkriterien innerhalb des Betrachtungsraums werden die übergeordneten Suchfelder der Geschäftsmodelle, Produkte, Prozesse, Vernetzung, Virtualisierung und Datenverarbeitung hergeleitet. Während die ersten Suchfelder (Vernetzung, Virtualisierung und Datenverarbeitung) die Gesamtheit der zur Digitalisierung notwendigen Technologien abbilden, spiegeln die restlichen Suchfelder (Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle) die durch die Technologien ermöglichten Trends und Anwendungen. Deren Einführung dient insbesondere zur Schaffung von Strukturelementen innerhalb des Betrachtungsraums.

Ein weiteres strukturgebendes Element ist die Einführung von Reifegradstufen zur konsistenten Einordnung von Trends und Technologien innerhalb des Radars. Diese sind angelehnt an die etablierten Reifegradstufen des „*Technology Readiness Level*“ und spiegeln die Reife jeweiliger Trends und Technologien wider (s. HEDER 2017). Dabei beinhaltet die Makroansicht eine Innovationsphase, eine Prototypenphase und eine Marktablierungsphase und dient somit zur Einordnung der Trends und Technologien in eine Grobstruktur. Dagegen unterscheidet die Mikroansicht insgesamt neun verschiedene Reifegradstufen, sodass insbesondere bei jährlicher Aktualisierung des Radars die Entwicklung der Trends und Technologien nachvollzogen werden können. Eine Übersicht über die Reifegradstufen ist in Abbildung 3-2 abgebildet.

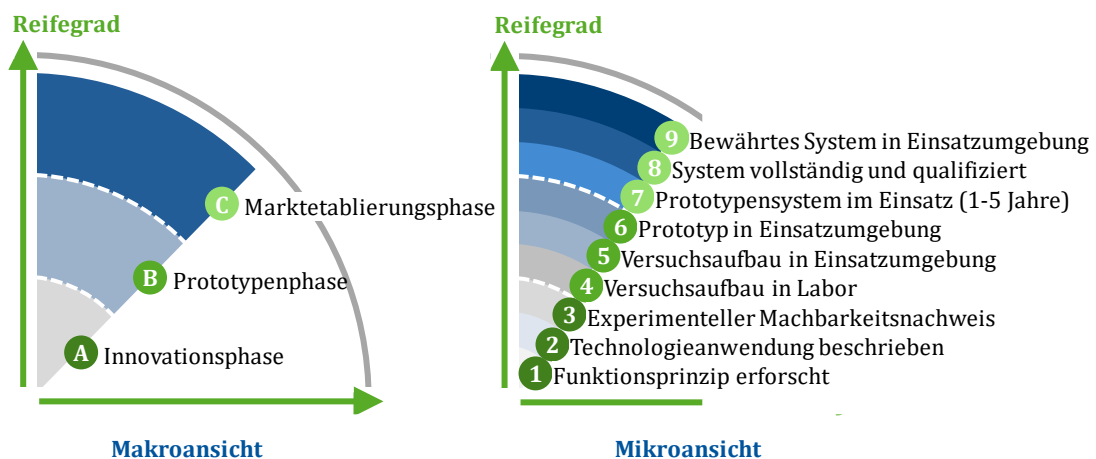


Abbildung 3-2: Reifegradstufen des Technologie- und Trendradars

Im weiteren Verlauf werden im zweiten Schritt, der Informationsbeschaffung, relevante Trends und Technologien anhand vertiefender Recherchen identifiziert. Um einen möglichst breiten Zielkorridor aufspannen zu können, werden diverse, sich ergänzende Informationsmedien genutzt. In einer ersten Analyse werden über Literatur- und Onlinerecherchen aktuelle Trendthemen suchfeldspezifisch recherchiert. Ergänzend hierzu folgen Analysen bestehender Technologie- und Trendradar, sodass bereits gewonnene Erkenntnisse aus vorangegangenen Untersuchungen ebenfalls in das aufzubauende Radar einfließen können (s. SOFTWARE AG 2018; THOUGHTWORKS). Zuletzt wird der Vollständigkeit halber auf Instrumente wie den *Gartner Hype Cycle* (s. GOASDUFF 2019) zurückgegriffen, in welchem Technologien themenbehaftet nach Phasen der öffentlichen Aufmerksamkeit verortet werden. Ergebnis dieser unterschiedlichen Ansätze sind insgesamt 218 verschiedene Trends und Technologien, welche den sechs Suchfeldern zugeordnet werden können. Nachdem auf diesen Wegen eine Vielzahl an Trends und Technologien gesammelt werden konnten, sind die Erkenntnisse der Recherchen in Interviews mit dem Expertennetzwerk des FIR an der RWTH Aachen, bestehend aus Vertretern der Wissenschaft und Industrie, diskutiert worden. Hierdurch konnte für jedes Suchfeld individuell die Relevanz identifizierter Trends und Technologien gespiegelt und die Anzahl auf die bedeutsamsten 46 Trends und Technologien reduziert werden.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Trends und Technologien untereinander wird in einem dritten Schritt, der Präzisierung und Bewertung, ein standardisierter Technologiesteckbrief

entworfen, in welchem vertiefende Informationen festgehalten werden können. Diese Steckbriefe beinhalten neben einer Kurzbeschreibung des jeweiligen Trends oder der Technologie die Reifegradeinordnung, Anwendungsbeispiele in diversen Branchen sowie damit einhergehende Potenziale und aktuelle Hindernisse der Implementierung in der deutschen Wirtschaft. Ein Beispiel eines Technologiesteckbriefs kann in Abbildung 3-3 eingesehen werden.

Technologiesteckbrief: 5G


In a nutshell	Die fünfte Generation der Mobilfunktechnologie ermöglicht anspruchsvolle Anwendungen sowohl im privaten als auch im industriellen Einsatz. 5G übertrifft bisherige Technologien mit verringerten Latenzzeiten für zeitkritische Anwendungen, größeren Datenübertragungsraten sowie der Ermöglichung einer höheren Anzahl angebundener Geräte.	Reifegradstufe  <ul style="list-style-type: none"> ▪ Suchfeld: Vernetzung ▪ Mikroansicht: Reifegrad Stufe 6 ▪ Jahr: 2020
Anwendung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Multiple Gerätevernetzung (Smart Cities, Videoüberwachung, Bestandskontrolle) ▪ Verzögerungsarme und Zuverlässige Datenübertragung (autonomes Fahren, eHealth, Industrie 4.0-Anwendungen) ▪ Schnelle Datenübertragung (Augmented Reality, Virtual Reality) 	
Potenziale	<ul style="list-style-type: none"> + Network Slicing ermöglicht eine flexible Konfiguration der Netze je nach Anforderungen (hohe Bandbreite, ultrageringe Latenz oder sehr hohe Anzahl verbundener Geräte). + Es ist eine garantierte Datenübertragung für kritische Anwendungen möglich. + Industriekonzerne können eigene Campusnetze mit 5G aufspannen. 	
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> - Aufgrund der geringeren Reichweite ist eine höhere Anzahl an Sendemasten erforderlich. - Eine Verstärkung des Glasfaserausbaus ist zur vollständigen Ausschöpfung des Potenzials von 5G-Netzen erforderlich. - In der Bevölkerung gibt es Vorbehalte bezüglich der gesundheitlichen Auswirkungen von 5G. 	

Abbildung 3-3: Technologiesteckbrief 5G

Zur Finalisierung des Technologie- und Trendradars werden im letzten Schritt die Trends und Technologien innerhalb des Radars eingeordnet. Damit eine zeitliche Entwicklung des Radars realisiert werden kann, werden jedes Jahr die erhobenen Trends und Technologien einer neuen Bewertung unterzogen. In dieser werden irrelevante Trends und Technologien verworfen, weiterhin aktuelle Trends und Technologien neu bewertet und verortet und neue, relevante Trends und Technologien in den Radar integriert. Eine Übersicht über das Radar aus dem Jahr 2020 ist in Abbildung 3-4 dargestellt.

Vernetzung

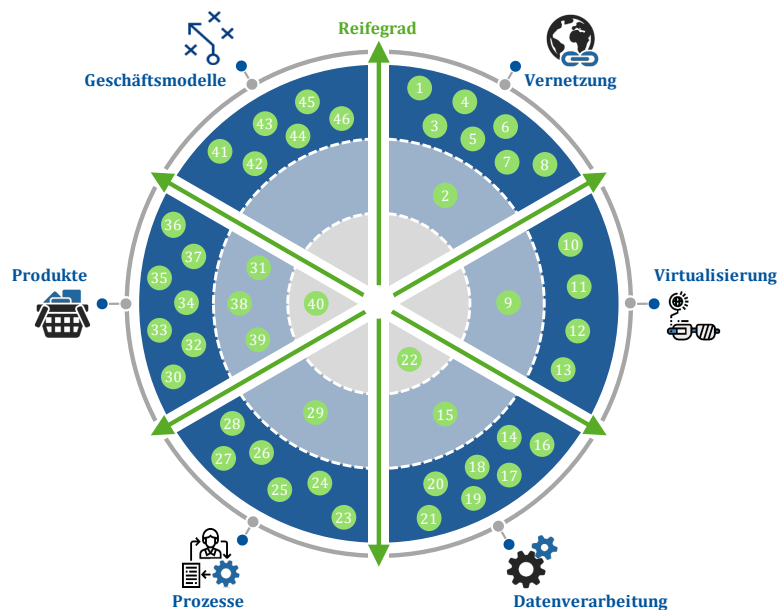
1. 4G
2. 5G
3. Gigabit-WLAN
4. Bluetooth 5
5. ZigBee
6. IoT (Internet of Things)
7. Cloud-Computing
8. Distributed Cloud

Virtualisierung

9. Digitaler Schatten
10. Digitaler Zwilling
11. Conversational Interfaces
12. AR (Augmented Reality)
13. VR (Virtual Reality)

Datenverarbeitung

14. AI (Artificial Intelligence)
15. AI Cloud Services
16. Machine-Learning
17. Deep Learning
18. NLP (Natural-Language-Processing)
19. Data Analytics
20. Computer Vision
21. Process-Mining
22. Quantum Computing



Prozesse

18. DevOps
19. Digital Work
20. Democratization of Knowledge
21. Edge Computing
22. AI-Security
23. Hyperautomation
24. DLT (Distributed-Ledger-Technologie)

Produkte

30. App Stores und Marktplätze
31. Kryptowährungen
32. Cyber-physische Systeme
33. Digitale Assistenzsysteme
34. Autonomous Things
35. Robotik
36. 3D-Scan
37. 3D-Druck
38. Predictive Productivity
39. Human Augmentation
40. Human-Multiexperience

Geschäftsmodelle

41. Shareconomy
42. Subscription-Economy
43. User Designed
44. IaaS (Infrastructure as a Service)
45. PaaS (Platform as a Service)
46. SaaS (Software as a Service)

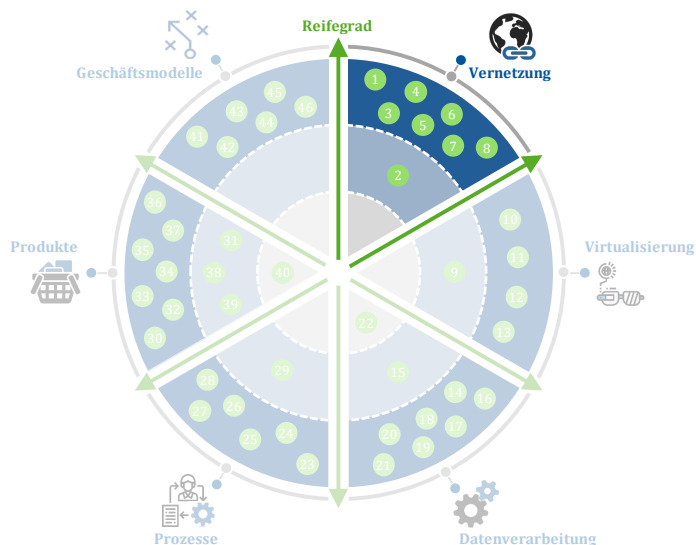
Abbildung 3-4: Technologie- und Trendradar 2020

4 Technologie- und Trendradar

4.1 Vernetzung

4.1.1 Beschreibung des Technologiefeldes

Innerhalb des Technologiefeldes „Vernetzung“ werden Technologien verortet, die zur Zusammenführung bzw. Weiterleitung von Daten und Informationen dienen. Hierunter werden sowohl Infrastrukturtechnologien als auch Datenübertragungs-, Datenhaltungs- und Schnittstellentechnologien verstanden. Die Mobilfunktechnologien 4G und 5G dienen heute vor allem der Vernetzung von Smartphones und anderen Endgeräten von Verbrauchern im B2C-Kontext. Der neue 5G-Standard wird allerdings vollständig neue Einsatzfelder in der Industrie ermöglichen. Auch WLAN wird stetig weiterentwickelt. Ein neuer Standard namens WLAN AX (auch als Wi-Fi-6 bekannt) wird Übertragungsgeschwindigkeiten ermöglichen, die weit über den heutigen liegen. Im Bereich Smart Home wird ZigBee genutzt, um Geräte untereinander zu verbinden und so die intelligente Steuerung von Geräten im Haus zu realisieren. Die Verbindung zwischen einzelnen Endgeräten wie Smartphones und kabellosen Kopfhörern ist Bluetooth zu verdanken. Eine weitere Vernetzungstechnologie ist das IoT, das Internet der Dinge. Beim IoT handelt es sich nicht um einen Standard, sondern um ein Konzept, mit physischen Objekten mittels Datenanbindung kommunizieren zu können. Den schnellen Zugriff auf Software und Daten aus der ganzen Welt machen Cloud-Technologien möglich, die Daten zentral in Rechenzentren speichern und jedem mit Zugriffsrechten und einer Internetverbindung zur Verfügung stellen können.



Vernetzung

1. 4G
2. 5G
3. Gigabit-WLAN
4. Bluetooth 5
5. ZigBee
6. IoT (Internet of Things)
7. Cloud-Computing
8. Distributed Cloud

Abbildung 4-1: Technologie- und Trendradar: Fokus Vernetzung

4.1.2 Anwendungsfall: Connected Car

Die Digitalisierung hat auch den Mobilitätssektor inzwischen voll erfasst. Moderne Autos sind heute schon über WLAN oder Mobilfunk mit dem Internet verbunden. Das sogenannte Connected Car, der vernetzte PKW, birgt Potenziale, um einige der zahlreichen Probleme des heutigen Individualverkehrs zu lösen und ganz neue Anwendungen und Geschäftsmodelle zu realisieren.

Ziel des Connected Cars ist es, durch intelligente Nutzung von Daten den Mehrwert des Autos für Kunden und andere involvierte Stakeholder zu erhöhen. Hierfür müssen Daten aufgenommen, übertragen und ausgewertet werden, wobei Vernetzungstechnologien das Übertragen und das Auswerten der gesammelten Daten ermöglichen. Moderne Autos verfügen bereits heute über WLAN oder Mobilfunkschnittstellen (z. B. LTE), die sowohl Daten aus den einzelnen Steuergeräten im Auto an den Hersteller oder Betreiber schicken als auch den Insassen Daten zur Verfügung stellen können. Automobilhersteller sammeln Daten aus ihren Flotten in ihren Cloud-Infrastrukturen. Hier werden Erkenntnisse über die Kunden gesammelt und für die Entwicklung neuer, digitaler Dienste zur Verfügung gestellt.

Unternehmen verschiedener Branchen haben das enorme Wertschöpfungspotenzial erkannt, welches die Daten aus Autos und den Absichten ihrer Fahrer beinhalten. Mithilfe neu gewonnener Erkenntnisse versuchen sie, durch digitale Mehrwertdienste Nutzen für Autofahrer zu stiften und die eigenen Geschäftsmodelle zu verbessern. Einige Beispiele der ermöglichten digitalen Dienste befinden sich in den Bereichen Sicherheit, Unterhaltung, Instandhaltung, Versicherung und der kontinuierlichen Entwicklung. Sicherheit, insbesondere im Falle eines Verkehrsunfalls, hängt stark davon ab, wie schnell Hilfe geleistet wird. Um die Zeit zu verkürzen, sind alle in Europa neu zugelassenen Autos verpflichtet, ein eigenes Notrufsystem (eCall) zu integrieren. Um diesen Dienst anbieten zu können, müssen Autos mit der Außenwelt kommunizieren. Im Bereich der Unterhaltung wird durch eine ständige Verbindung mit dem Internet das Streamen von Filmen oder Onlinespiele für die Passagiere auf langen Autofahrten möglich. Versicherungen bieten Kunden Tarife an, bei denen Fahrern bei vorsichtiger Fahrweise Rabatte geboten werden. Um diese Tarife anbieten zu können, muss der Fahrzeughalter einverstanden sein, seine Fahrdaten an die Versicherung zu übermitteln. Durch die Erfassung der Zustandsdaten können Probleme, die eine Reparatur erfordern, erkannt und der entsprechende Werkstattbesuch automatisch gebucht werden. Ein Dienst mit enormem Potenzial ist die kontinuierliche Verbesserung des Fahrzeugs durch Over-the-Air-Updates und Upgrades. Das zunehmend digitalisierte, vernetzte Auto kann beispielsweise durch Softwareupdates über seinen Lebenszyklus mit neuen Funktionen ausgestattet werden, die dem Wertverlust des Autos über zu Zeit gegenüberstehen.

Drei große Herausforderungen des Automobils sind seine geringe Auslastung und damit verbundene hohe Kosten, eine hohe und zunehmende Anzahl an Verkehrsstaus und eine immer noch erhebliche Anzahl an Unfällen. Durch Carsharing-Konzepte könnten die Auslastung erhöht und die Betriebskosten gesenkt werden. Das autonome Fahren verspricht, Verkehrsstaus und Unfälle zur Vergangenheit gehören zu lassen. Für beide dieser Konzepte ist das Connected Car von zentraler Bedeutung.

Carsharing-Konzepte sind heute in vielen deutschen Städten verbreitet. Einige Autos müssen vorgebucht werden, in andere kann einfach eingestiegen werden und die Nutzung wird minutengenau abgerechnet. Damit dies funktioniert, besitzen die meisten Carsharing-Autos Datenschnittstellen. Über diese Schnittstellen wird beispielsweise das Smartphone des Fahrers authentifiziert, bevor das Auto sich automatisch aufsperrt. Weiterhin wird die aktuelle Position des Fahrzeugs nahezu in Echtzeit übertragen oder die gefahrene Zeit sekundengenau übermittelt. Das Konzept des Connected Cars ist heute bereits Realität und ein wesentlicher Treiber für die innovativen Konzepte der Mobilität von morgen.

In den Zukunftsvisionen des Individualverkehrs muss niemand mehr Auto fahren. Vielmehr fährt das Auto vollständig autonom und transportiert den Menschen schnell und zuverlässig an den gewünschten Zielort. In heutigen Konzepten nimmt das Auto die Umwelt über eine Vielzahl an Sensoren auf, verarbeitet diese Umgebungsinformationen und entscheidet auf dieser Basis, wie es sich im Verkehr verhalten soll. Bereits heute werden schon Sensordaten aus tausenden, auf der Straße befindlichen Fahrzeugen durch den Autohersteller verarbeitet, um entsprechende

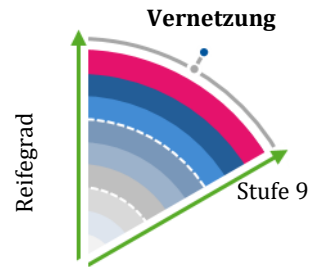
Entscheidungsalgorithmen zu entwickeln. Um die Routen der Fahrzeuge nicht nur individuell zu bestimmen, sondern ein ganzes Verkehrssystem zu koordinieren, werden Fahrzeuge über sogenannte Car-to-X-Schnittstellen verfügen müssen. Diese Schnittstellen erlauben dem Fahrzeug, mit anderen Autos oder mit Verkehrsinfrastruktur wie Ampeln zu kommunizieren. Durch die automatisierte Kommunikation können sich Autos untereinander koordinieren und so sicherstellen, dass Verkehrsstaus und Unfälle zur Vergangenheit gehören. Heutige Technologien sind noch nicht ausreichend performant, um diese Szenarien verlässlich zu realisieren. Der neue 5G-Standard wird jedoch bereits heute vielen der Performance-Anforderungen gerecht und könnte bei der Car-to-X-Kommunikation zum Durchbruch verhelfen.

Fallbeispiel: Tesla, Inc.

Tesla ist ein US-amerikanischer Hersteller von Elektroautos, Stromspeichern und Photovoltaikanlagen. Die Fahrzeuge von Tesla verfügen standardmäßig über eine WLAN-, Bluetooth- sowie LTE-Schnittstelle. Über eine mobile App können die Besitzer verschiedene Funktionen im Auto steuern, z. B. das Fahrzeug aufschließen, hupen lassen, aktuelle Zustandsinformationen, wie den aktuellen Akkustand, abrufen oder die Klimaanlage bedienen. Über die Internetanbindung können zudem im Fahrzeug bereits heute Videos gestreamt oder im Internet gesurft werden.

Tesla nutzt seine vernetzten Fahrzeuge als strategischen Vorteil. Über Over-the-Air-Updates werden Kunden kontinuierlich neue Funktionen freigeschaltet. Diese reichen von der Verbesserung der Fahrzeugfunktionen bis zu kleinen Überraschungen zu besonderen Anlässen. Für die Entwicklung von Fähigkeiten für autonomes Fahren greift Tesla auf Daten aus seiner gesamten Flotte zurück, was einen großen Entwicklungsvorteil gegenüber anderen Herstellern darstellt.

4G



In a nutshell

4G ist die vierte Generation des Mobilfunkstandards zur drahtlosen Kommunikation und wurde von der International Telecommunication Union (ITU) definiert. Er wird weltweit kommerziell im Mobilfunk eingesetzt und ermöglicht anspruchsvolle Anwendungen mit dem Bedarf schneller Datenverbindungen sowohl im privaten als auch im industriellen Einsatz (s. Ebert 2018). Im Vergleich zu seinen Vorgängern bietet er nicht nur höhere Datenraten, sondern auch eine bessere spektrale Effizienz, wodurch die maximale Anzahl an Nutzern erhöht werden kann (s. Saxena et al. 2013, S. 1).

Anwendungen

4G ermöglicht vor allem auf mobilen Endgeräten, wie z. B. Smartphones und Tablets, den Zugriff auf das Internet (s. MARTÍN-SACRISTÁN ET AL. 2009, S. 1–8). Mithilfe dieser Endgeräte und der hohen Datenraten, die 4G bietet, können Nutzer Anwendungen wie Voice over IP, Video-Konferenzen, Multiplayer Games und Video-Streaming benutzen (s. MARTÍN-SACRISTÁN ET AL. 2009, S. 1–8). Der Mobilfunkstandard ist aber nicht nur für mobile Endgeräte relevant, denn auch in Fahrzeugen und in der Logistik hilft 4G beim Tracking und Tracing sowie dem Flottenmanagement (s. KAINZ U. BÜRGER 2016, S. 348–350).

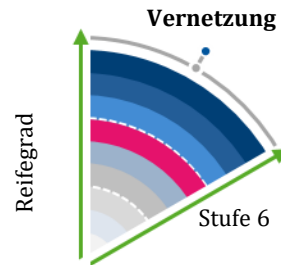
Potenziale

Die 4G-Technologie ist für Mobilfunkprovider besonders attraktiv, da 4G-LTE-Advanced fähige Geräte weit verbreitet sind und der Aufbau der 4G-Infrastruktur verhältnismäßig günstig ist (s. VARSHNEY 2012, S. 34–39). Im Bereich Internet-of-Things (IoT) bietet sich der Einsatz von 4G-Technologien besonders an, da die Kommunikation im 4G-Netz vergleichsweise wenig Energie benötigt und somit eine lange Laufzeit im Akkubetrieb möglich wird (s. SAUTER 2018, S. 205–208). Mit dem Internet-of-Things können mit 4G auch sämtliche Prozesse einer Stadt, wie beispielweise das Verkehrs- und Abfallmanagement, digitalisiert werden und somit eine Smart City erschaffen werden (s. KAINZ U. BÜRGER 2016, S. 348–350).

Herausforderungen

Die Herausforderungen für 4G ergeben sich aus der sich schnell entwickelnden technologischen Umwelt sowie den damit verbundenen Bedarfen und liegen in den für den Mobilfunkstandard speziellen technischen Limitationen. Für viele industrielle Anwendungen im Bereich der Automatisierung und dem autonomen Fahren werden sehr geringe Latenzzeiten benötigt, die 4G aktuell nicht ermöglichen kann (s. SCHULZ ET AL. 2019, S. 34; BRAUCKMÜLLER ET AL. 2017). Auch für Anwendungen in der Industrie 4.0 ist 4G nur bedingt geeignet, da noch höhere Datenraten erforderlich sind als 4G liefern kann (BRAUCKMÜLLER ET AL. 2017). Hinzukommend sind nicht nur für industrielle Anwendungen, sondern auch für Nutzer mobiler Endgeräte, die geringere Gebäudedurchdringung der meisten 4G-Frequenzbänder ein Nachteil (s. KAINZ U. BÜRGER 2016, S. 348–350).

5G



In a nutshell

Die fünfte Generation der Mobilfunktechnologie ermöglicht anspruchsvolle Anwendungen sowohl im privaten als auch im industriellen Einsatz (s. TEWES ET AL. 2020, S. 1012). 5G übertrifft bisherige Technologien mit verringerten Latenzzeiten für zeitkritische Anwendungen, einer erhöhten Geschwindigkeit sowie der Ermöglichung einer höheren Anzahl angebundener Geräte (s. SCHULZ ET AL. 2019, S. 34).

Anwendungen

Der neueste Mobilfunkstandard unterstützt die Anbindung einer sehr hohen Anzahl von Geräten. Dies findet seine Anwendung im Kontext von Smart Citys, bei der Videoüberwachung oder bei Bestandskontrollen (s. LIYANAGE ET AL. 2018, S. 32–46; BRAUCKMÜLLER ET AL. 2017). 5G ermöglicht eine verzögerungsarme Übertragung, die gleichzeitig sehr zuverlässig ist. Diese Eigenschaften werden unter anderem in den Bereichen Autonomes Fahren, E-Health und Industrie 4.0 genutzt (s. LIYANAGE ET AL. 2018, S. 32–46; CHANDRAMOULI ET AL. 2019, S. 3). Zudem bietet die neueste Mobilfunktechnologie eine schnellere Datenübertragung als ihre Vorgänger. Anwendungen für *Augmented* oder *Virtual Reality* können damit in Echtzeit realisiert werden (s. LIYANAGE ET AL. 2018, S. 32–46; BRAUCKMÜLLER ET AL. 2017).

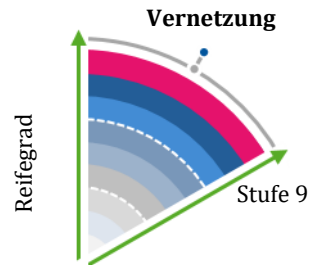
Potenziale

Die fünfte Generation der Mobilfunktechnologie bringt einige Neuerungen mit sich, welche sie für Unternehmen interessant macht. *Network Slicing* wird eingesetzt, um die Netze flexibel zu konfigurieren. So kann jedes Netz je nach Anforderungen an die Bandbreite, Latenz oder Anzahl an verbundenen Geräten angepasst werden (s. LIYANAGE ET AL. 2018, S. 32–46). Für sicherheitskritische Anwendungen ist außerdem eine garantierte Datenübertragung möglich. So können z. B. Warnsignale garantiert übertragen werden. Damit die Vorteile von 5G für die Industrie gut nutzbar sind, können Industriekonzerne eigene Campusnetze mit 5G aufspannen (s. FALCK ET AL. 2019, S. 10). Solche Campusnetze können an die Anforderungen des Konzerns angepasst werden. Zudem bieten sie eine erhöhte Sicherheit für die Daten und Geräte im Netz, da sie grundsätzlich isoliert vom öffentlichen Netz sind.

Herausforderungen

Je nach verwendetem Frequenzbereich hat 5G eine geringere Reichweite als seine Vorgänger. Aus diesem Grund werden in der Regel mehr Sendemasten für dieselbe Fläche benötigt (s. DEMARY U. RUSCHE 2018, S. 3). Außerdem reichen die Antennen allein nicht aus, um von allen Vorteilen von 5G Gebrauch zu machen. Der Glasfaserausbau muss verstärkt werden, damit das Potenzial von 5G-Netzen vollständig ausgeschöpft werden kann (s. BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR 2017, S. 3–18). Die Meinung der Bevölkerung zu 5G ist gespalten. Auch wenn viele die Vorteile von 5G anerkennen, gibt es doch Vorbehalte bezüglich der gesundheitlichen Auswirkungen von 5G auf den Menschen (s. CHIARAVIGLIO ET AL. 2019, S. 1).

Gigabit-WLAN (802.11ac)



In a nutshell

Gigabit-WLAN (auch 802.11ac), ist die 5. Generation der WLAN-Technologie, welche ausschließlich auf dem 5-GHz-Frequenzband arbeitet. Gegenüber seinen Vorgänger-Technologien zeichnet sich Gigabit-WLAN durch deutlich höhere Übertragungsgeschwindigkeiten im Gigabit-Bereich, eine höhere Bandbreite und erhöhte Anbindungsmöglichkeiten aus. (s. KHAIRY ET AL. 2017, S. 1; LEWIN ET AL. 2018, S. 21–22)

Anwendungen

Gigabit-WLAN-Geräte bieten eine Möglichkeit für den automatischen Datenaustausch zwischen zwei oder mehr Geräten (s. LEWIN ET AL. 2018, S. 21–22). Mit einem Gigabit-WLAN-fähigem Router können *Devices* drahtlos vernetzt werden, wodurch eine kostenintensive und unflexible Kabelverlegung eingespart werden kann (s. YARALI U. BARROW 2015, S. 9). Unternehmen können so den Vorteil einer flexiblen Produktionsstätte genießen und gleichzeitig ihre Geräte und Maschinen für die Digitalisierung der Industrie vorbereiten. Diese bringt neue Funktionen für die Industrie mit sich. So kann z. B. eine Karte entwickelt werden, welche immer den aktuellen Standort eines Geräts oder einer Maschine anzeigt. Mit der „*Beamforming*“-Technik in Gigabit-WLAN können weiterhin die angebotenen Geräte und Maschinen in den Produktionshallen lokalisiert werden (s. SIDDIQUI ET AL. 2015, S. 165–170).

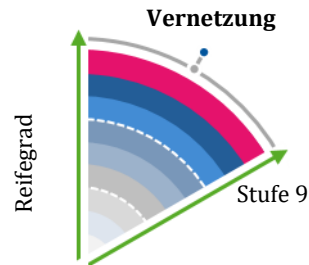
Potenziale

Im Gegensatz zu vorherigen WLAN-Standards, welche auch das 2,4-GHz-Band nutzten, nutzt Gigabit-WLAN ausschließlich das 5-GHz-Band zur Übertragung von Daten, welches eine höhere Bandbreite ermöglicht (s. KHAN ET AL. 2016, S. 878). Diese wird nochmal erhöht durch den Einsatz einer verbesserten MU-MIMO (*Multi-User Multiple-Input Multiple-Output*)-Technologie. MU-MIMO verdoppelt die Anzahl an parallelen Datenströmen (*Partial Streams*), welche von angeschlossenen Geräten genutzt werden können. MU-MIMO sorgt zudem für eine verbesserte Zuverlässigkeit sowie einen höheren Datendurchsatz (s. KHAN ET AL. 2016, S. 878).

Herausforderungen

Auch Gigabit-WLAN stellt sich vielen Herausforderungen von drahtlosen Kommunikationsmedien: Hindernisse werden nur schwer durchdrungen, was die Reichweite und Signalstärke stark beeinflusst (s. LEWIN ET AL. 2018, S. 21–22). Außerdem reichen Gigabit-WLAN fähige Endprodukte allein nicht aus, um die erhöhten Geschwindigkeiten nutzen zu können. Die Komponenten des Kernnetzes, an das der Router angebunden ist, müssen eine ausreichend große Übertragungsrate bieten können, um die Geschwindigkeit der neuen Gigabit-WLAN-Produkte zu ermöglichen (s. SIDDIQUI ET AL. 2015, S. 165–170). Beim Kauf muss der Endbenutzer zudem bedenken, dass nicht alle aktuellen Geräte die mit Gigabit-WLAN möglichen Übertragungsgeschwindigkeiten unterstützen (s. KHAN ET AL. 2016, S. 878).

Bluetooth 5



In a nutshell

Die drahtlose Bluetooth-Technologie wurde als Konnektivitätslösung für kurze Entfernungen für kleine und portable elektronische Geräte entwickelt (s. BISDIKIAN 2001, S. 86). Die Bluetooth-5-Spezifikation wurde Ende 2016 als neueste Version der Bluetooth-Funktechnik veröffentlicht. Sie ist eine Weiterentwicklung der Bluetooth-Version 4.2 und verbessert Datenrate, Reichweite, Sendefunktionen und ermöglicht schnellere und nahtlose Kopplungsprozesse (s. BÖCKER ET AL. 2017).

Anwendungen

Bluetooth 5 wurde bewusst für die Anforderungen von IoT-Anwendungen entwickelt (s. COLLOTTA ET AL. 2018, S. 125). In Smart-Home-Anwendungen wird die höhere Reichweite zur Steuerung von Home-Entertainment, Heizung, Licht oder anderen smarten Gegenständen in der Gebäudeautomatisierung genutzt. In der Industrie 4.0 kommt Bluetooth 5 zum Beispiel zur Nachverfolgung von Lagerbeständen zum Einsatz, und im Konzept der Smart City als Verwaltungsfunktion für Straßenlaternen. Aber auch in privaten mobilen Geräten wie Smartphones, Tablets oder Laptops wird Bluetooth 5 eingesetzt. So sind beispielsweise stabilere und größere Datenübertragungen zu Wearables, wie Fitnessarmbändern oder Smartwatches, aber auch die Steuerung von smarten Anwendungen über weitere Entfernungen mit mobilen Endgeräten möglich.

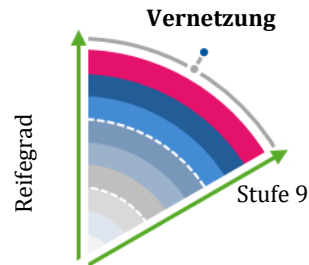
Potenziale

Mit der Einführung der Bluetooth-5-Spezifikation ergeben sich einige Vorteile gegenüber seinen Vorgängern. Die Entwickler konnten mit Bluetooth 5 die Reichweite ihrer Funktechnik erheblich verbessern. Der neueste Standard ermöglicht dabei die vierfache Reichweite von Bluetooth 4.2 (s. RAY U. AGARWAL 2016, S. 1461–1465). Neben der höheren Reichweite bietet Bluetooth 5 auch eine signifikante Verbesserung der Datenübertragung. So sind mit der neuesten Spezifikation eine doppelte Datenübertragungsgeschwindigkeit und eine um 800 Prozent gesteigerte Kapazität der Datenübertragung möglich (s. RAY U. AGARWAL 2016, S. 1461–1465). Auch mit dem Blick auf die Energieeffizienz konnten Fortschritte erzielt werden. Bluetooth 5 verbraucht ca. zweimal weniger Strom als vorherige Versionen (s. COLLOTTA ET AL. 2018, S. 125).

Herausforderungen

Schwierigkeiten in der Verwendung von Bluetooth 5 liegen in der Aktualisierung von älteren Geräten. Zwar ist die Technologie mit vorherigen Versionen rückwärtskompatibel, möchte man aber die Vorteile von Bluetooth 5 nutzen, ist die Installation eines neuen Chip-Typs erforderlich, was vor allem neuen Geräten vorbehalten ist (s. COLLOTTA ET AL. 2018, S. 125). Ältere Geräte sind somit nicht mit Bluetooth 5 aufrüstbar.

ZigBee



In a nutshell

ZigBee ist ein funkbasiertes Kommunikationsprotokoll (s. WENZEL 2018, S. 307) und einer der wichtigen Standards für die drahtlose Kommunikation des Internet of Things (s. ZILLNER 2016, S. 700). ZigBee wurde von der *ZigBee Alliance* entwickelt, mit dem Ziel, einen kostengünstigen, energiesparenden, offenen und zuverlässigen Kommunikationsstandard für kurze Entfernungen zur Verfügung zu stellen (s. ZILLNER 2016, S. 700). Die ZigBee-Funktechnik basiert auf dem IEEE 802.15.4 (s. ZILLNER 2016, S. 700).

Anwendungen

ZigBee findet Anwendung in cyber-physischen Systemen (CPS) und „Internet of Things“-Anwendungen. Ein Beispiel für den Einsatz in CPS ist die Überwachung bzw. das Tracking von Containern in der Schifffahrt (s. WENZEL 2018, S. 307). Außerdem wird die Technik in Smart Homes zur drahtlosen Kommunikation und Steuerung eingesetzt (s. HAN U. LIM 2010, S. 1408; PAN ET AL. 2018, S. 224–225). In einem Smart Home kann mittels ZigBee das Licht ausgestellt oder abgedimmt werden. Dies erfolgt manuell über eine App oder automatisch anhand der Uhrzeit, der Sonneneinstrahlung und der Gebäudenutzung. Eine weitere Anwendung liegt in der Medizintechnik, in der durch ZigBee wichtige Gesundheitsparameter mittels Wearables überwacht werden (s. VENKATESWARA U. PUVIARASI 2018). Bei einer solchen Anwendung misst beispielweise eine Smartwatch Werte wie die Körpertemperatur oder den Herzschlag und leitet die Daten kabellos zur nächsten Verarbeitungseinheit weiter.

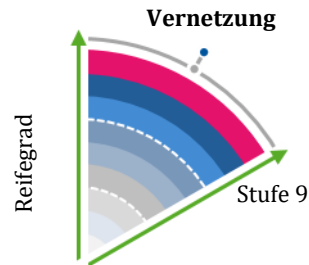
Potenziale

Ein großer Vorteil von ZigBee liegt in der Verringerung des Energieverbrauchs und der Netzwerkkosten. Insbesondere im Vergleich zu WLAN oder Bluetooth weist ZigBee hier deutliche Verbesserungen auf (s. QADIR ET AL. 2018, S. 301). Dies ermöglicht kostengünstige, batteriebetriebene Anwendungen mit einer langen Lebensdauer (s. ZILLNER 2016, S. 700). Weitere Potenziale liegen im Einsatz großer und zeitkritischer Systeme. So ist die Reaktionszeit von ZigBee äußerst kurz, was die Zuverlässigkeit von Systemen steigert (s. QADIR ET AL. 2018, S. 301). Außerdem werden durch dieses Kommunikationsprotokoll die Verwendung großer Netzwerke möglich, die bis zu 65.000 Knoten enthalten (s. ZILLNER 2016, S. 700).

Herausforderungen

Eine Schwierigkeit des Kommunikationsprotokolls ist die eingeschränkte Nutzbarkeit und Signalstabilität aufgrund einer schlechten Durchdringung von Hindernissen. So verschlechtern z. B. bereits Türen und Wände die Signalqualität und schränken die effektive Konnektivität ein (s. PAN ET AL. 2018, S. 224–225). Weitere Herausforderungen bestehen, wie bei allen funkbasierten Kommunikationsstandards, im Sicherstellen der Datensicherheit und -verfügbarkeit sowie dem Schutz vor Manipulation (s. QADIR ET AL. 2018, S. 301). Da die Kommunikationswege sensible Daten und Steuerbefehle für kritische Systeme tragen können, muss eine entsprechende Absicherung erfolgen.

IoT



In a nutshell

Das *Internet of Things* (engl. für Internet der Dinge) bezeichnet ein Netzwerk, das physische Objekte über das Internet miteinander verbindet, mit diesen kommuniziert und sämtliche Teilnehmer verwalten kann (s. BALAS ET AL. 2019, S. 30). Das Netzwerk erhält Zugriff auf alle generierten Daten und ermöglicht das Management der enthaltenen physischen Objekte und deren Informationsflüsse (s. DORSEMAINE ET AL. 2015, S. 73).

Anwendungen

Eine der häufigsten Anwendungsbereiche des *IoT* ist das *Smart Home*. In Gebäuden kann mittels intelligenter Vernetzung Energie eingespart und die Sicherheit verbessert werden (s. HAVARD ET AL. 2018, S. 1). Ein weiterer Sektor, in dem *IoT*-Lösungen zum Einsatz kommen, ist die Gesundheitsbranche. Hier können zum Beispiel Patientenwerte drahtlos überwacht und angezeigt werden (s. PORTER U. HEPPPELMANN 2015, S. 19). Weitere Anwendungen finden sich bei Airlines zur Prozessunterstützung bei Wartung und Instandhaltung durch eine Diagnose während des Flugs (s. PORTER U. HEPPPELMANN 2015, S. 19). Außerdem werden durch *IoT* aufgrund der höheren Datenverfügbarkeit neue Geschäftsmodelle möglich (s. PORTER U. HEPPPELMANN 2015, S. 19). Auch in der Produktion wird das *IoT* genutzt, wo es dann als *Industrial Internet of Things (IIoT)* bezeichnet wird (s. E. SISINNI ET AL. 2018, S. 4724). Dies umfasst Anwendungen wie die *Machine-to-Machine*-Kommunikation, industrielle Kommunikationstechnologien und Automatisierungslösungen (s. E. SISINNI ET AL. 2018, S. 4724).

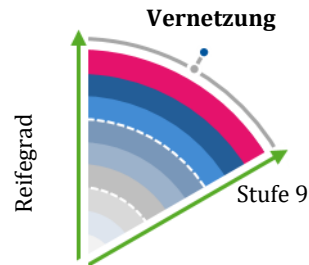
Potenziale

IoT bietet für Unternehmen wie für Privatpersonen zahlreiche Potenziale. So ermöglicht das Internet of Things eine verbesserte Kommunikation zwischen den Systemelementen, da die Kommunikation zwischen Objekten, zwischen Menschen und zwischen Objekten und Menschen automatisiert werden kann (s. GUARDA ET AL. 2017, S. 3). Die Vernetzung der *IoT-Devices* ermöglicht neben der Sammlung und Speicherung großer Datenmengen auch den Erkenntnisgewinn durch die Auswertung, Steuerung und Interpretation der Daten mit Hilfe geeigneter *IoT-Plattformen* (s. MINERVA U. CRESPI 2017, S. 148).

Herausforderungen

Die Implementierung von *IoT-Anwendungen* erfordert eine komplexe Integration von Systemen, Netzwerken und Anwendungen. Für die technische Umsetzung wird hochqualifiziertes Personal benötigt (s. GUARDA ET AL. 2017, S. 3). Außerdem steigt durch die höhere Anzahl vernetzter Geräte und der damit einhergehenden höheren Zahl potenzieller Schwachstellen das Sicherheitsrisiko gegenüber Cyber-Kriminalität (s. NARANG ET AL. 2018, S. 319).

Cloud-Computing



In a nutshell

Cloud-Computing ist ein Modell, das es erlaubt, bei Bedarf, jederzeit und überall über ein Netz auf einen geteilten Pool von konfigurierbaren Rechnerressourcen (z. B. Netze, Server, Speichersysteme, Anwendungen und Dienste) zuzugreifen. Diese Rechnerressourcen können schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion zur Verfügung gestellt werden. Die anfallenden Kosten richten sich damit nach dem flexiblen, tatsächlichen Bedarf (s. MELL U. GRANCE 2011).

Anwendungen

Mit Cloud-Computing können Leistungen wie Infrastruktur, Plattformen oder Software bei Bedarf flexibel „as a Service“ zur Verfügung gestellt werden. Benötigt ein Unternehmen zum Beispiel Rechnerkapazität oder eine Software, kann das Unternehmen gegen eine wiederkehrende Zahlung auf die Systeme der Anbieter zugreifen (s. MELL U. GRANCE 2011). Private Nutzer können ebenso Cloud-Speicher zur Sicherung ihrer Dateien verwenden (s. HENTSCHEL U. LEYH 2018, S. 3). Mit Cloud-Computing lassen sich außerdem verteilte Datei- und Speichersysteme, also Systeme, bei denen die Daten nicht zentral abgelegt, sondern auf mehrere Orte verteilt werden, realisieren (s. YANG ET AL. 2017, S. 13).

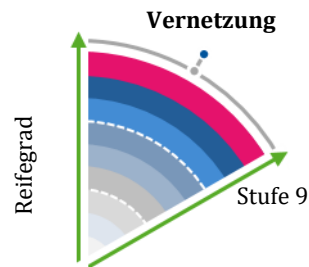
Potenziale

Da mit Cloud-Computing Leistungen „as a Service“ angeboten werden können, ergeben sich auch völlig neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen, wie dezentrale Serverparks (s. AVRAM 2014, S. 529–534). Der flexible Zugriff auf Speicher- und Rechnerkapazität ermöglicht Unternehmen außerdem eine günstige Bearbeitung von rechenintensiven Aufgaben, da die kapitalintensive Beschaffung von Hard- und Software entfällt (s. AVRAM 2014, S. 529–534). Da Daten mit Cloud-Computing auf der ganzen Welt verteilt gespeichert sein können, entfällt auch für Arbeitnehmer die Notwendigkeit, beim Arbeitgeber vor Ort zu sein und Unternehmen können Fachkräfte auf dem globalen Arbeitsmarkt beziehen (s. RITTINGHOUSE U. RANSOME 2016).

Herausforderungen

Die dezentrale Speicherung von großen Datenmengen bietet eine breitere Angriffsfläche für den unberechtigten Zugriff von Dritten und erfordert außerdem eine ständige Internetverbindung (s. MELL U. GRANCE 2011). Eine weitere Herausforderung ist, dass bei der Migration von Anwendungen in die Cloud sie dem direkten Einflussbereich der Unternehmen entkommen (s. MELL U. GRANCE 2011). Unternehmen, die Cloud-Computing nutzen wollen, müssen sich vor der Verlagerung der Verantwortung über ihre Daten an Dritte neue Regeln zur Nutzung jener und ein Konzept zur Überwachung der Regeln entwickeln (s. MELL U. GRANCE 2011). Darüber hinaus gilt *Vendor lock-in*, also die Herstellerbindung, aufgrund des Mangels an Standardisierung als Hindernis für die Einführung von Cloud-Computing. Die Folge sind proprietäre Standards, die die Interoperabilität und Portabilität von Anwendungen bei der Inanspruchnahme von Dienstleistungen und Anbietern behindern (s. OPARA-MARTINS ET AL. 2016).

Distributed Cloud



In a nutshell

Bei der Distributed-Cloud-Architektur werden aus Gründen der Skalierbarkeit und Effizienz Rechen-, Netzwerk- und Speicherressourcen als verteilte Systeme außerhalb eines zentralen Rechenzentrums aufgebaut. Insbesondere bei latenzempfindlichen Systemen ist es sinnvoll, Komponenten näher am Endgerät zu platzieren (s. ROSEBORO 2019; P. ÖSTBERG ET AL. 2017, S. 1). Im Gegensatz zum Edge Computing, das sich auf die Datenverarbeitung am Rand eines Netzwerks bezieht (s. LI ET AL. 2018, S. 96), handelt es sich der Distributed Cloud um eine Form der Datenspeicherung verteilter Systeme in einer Cloud (s. P. ÖSTBERG ET AL. 2017, S. 1).

Anwendungen

Distributed Clouds werden aufgrund ihrer Architektur, der nahen Platzierung an den Endgeräten, in Echtzeitanwendungen eingesetzt. Darunter fallen vor allem Anwendungen, die eine geringe Latenz benötigen. Solche sind beispielsweise die Maschinenkommunikation, industrielle Anwendungen, Smart-Grid-Steuerungen oder die interaktive Zusammenarbeit (s. COADY ET AL. 2015, S. 39–42). Auch um Regulierungsanforderungen gerecht zu werden, verwenden Akteure die dezentrale Struktur von Distributed Clouds. Gerade mit Blick auf die Datensicherheit erfordern viele Anwendungen, dass Benutzerdaten in demselben Land gespeichert werden, in dem der Nutzer lebt (s. COADY ET AL. 2015, S. 39–42). Viele bekannte Cloud-Service-Modelle wie Software-as-a-Service, Platform-as-a-Service und Infrastructure-as-a-Service bauen auf der Architektur einer Distributed Cloud auf (s. K. GOVINDARAJAN ET AL. 2017, S. 1–6).

Potenziale

Durch die Nutzung nahegelegener, verfügbarer Speicher- und Rechenressourcen ermöglichen Distributed Clouds eine erhebliche Reduzierung der Latenz bei Echtzeitanwendungen und die Steigerung der Ressourceneffizienz, bei gleichzeitiger Entlastung der Wide-Area-Kommunikation (s. COADY ET AL. 2015, S. 39–42). Außerdem werden so mobile High-Performance-Anwendungen wie autonomes Fahren möglich. Mit dem steigenden Druck auf einen hinreichenden Datenschutz stellt die Distributed-Cloud-Architektur eine Möglichkeit dar, den Anforderungen der Politik und Gesellschaft gerecht zu werden. Der dezentrale Aufbau ermöglicht eine nationale Datenspeicherung und die damit einhergehende Vermeidung von Datentransfers ins Ausland (s. COADY ET AL. 2015, S. 39–42).

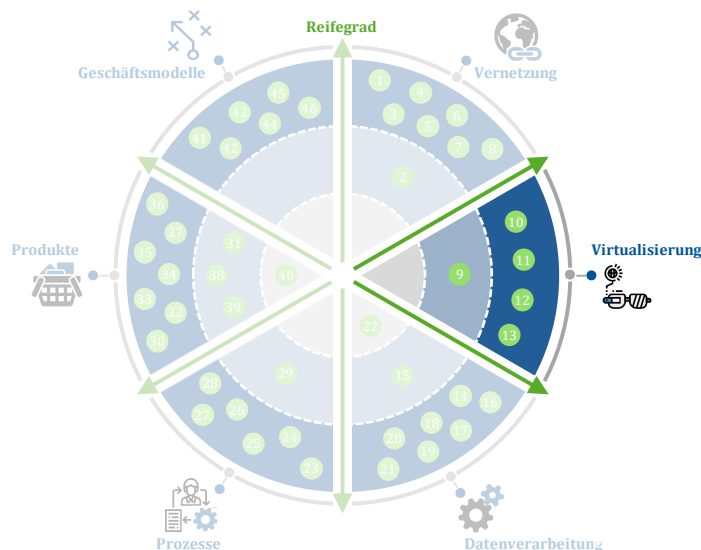
Herausforderungen

Allerdings gilt es noch einige größere Herausforderungen zu bewältigen. So fehlen noch geeignete Netzwerkprogrammiersprachen und Programmiermodelle für Distributed-Cloud-Computing, um sie großflächig und kommerziell anbieten zu können (s. COADY ET AL. 2015, S. 39–42). Außerdem ist der Neu- und Ausbau bestehender Infrastrukturen dringend erforderlich, da die Nutzung einer Distributed Cloud eine zuverlässige und schnelle Internetverbindung benötigt.

4.2 Virtualisierung

4.2.1 Beschreibung des Technologiefelds

Dem Technologiefeld „Virtualisierung“ werden Technologien zugeordnet, die ein digitales Abbild der Realität anhand von Daten erzeugen. Ferner werden Technologien verortet, die zur Automatisierung von Datenflüssen oder auch zur Ermöglichung von Skalierbarkeit beitragen. Die erste Technologie in diesem Feld ist *Virtual Reality*. Sie erlaubt es, virtuell eine Vorstellung von räumlichen Elementen zu erhalten. *Augmented Reality* baut darauf auf und verbindet die Virtualisierung von räumlichen Elementen mit dem realen Bild. So können bspw. Montageprozesse visuell angeleitet und unterstützt werden. Virtualisierung kann sich dabei aber auch auf die virtuelle Abbildung und Weiterentwicklung von Anlagen sowie die darin enthaltenen Informationen beziehen. Der *digitale Schatten* bildet beispielsweise den virtuellen Schatten einer Produktionsanlage ab. Ähnlich ist es beim *digitalen Zwilling*, bei dem neben den Informationen auch Simulationen durchgeführt werden können. *Conversational Interfaces* verbinden die intelligente Auswertung und die Darstellung von Daten zur Realisierung von interaktiven Systemen.



Virtualisierung

9. Digitaler Schatten
10. Digitaler Zwilling
11. Conversational Interfaces
12. AR (Augmented Reality)
13. VR (Virtual Reality)

Abbildung 4-2: Technologie- und Trendradar: Fokus Virtualisierung

4.2.2 Anwendungsfall: Digitaler Schatten in der Produktion

Eine weit verbreitete Herausforderungen im produktionsnahen Umfeld ist die Frage, wo der Auftrag bzw. das Produkt sich aktuell befindet. Oftmals ist es schwierig, dazu eine belastbare Aussage zu treffen. Schnell wird deutlich: Häufig fehlt bei Unternehmen die Transparenz über die Vorgänge in der Produktion. Dies kann eine Vielzahl von Gründen haben.

Eine Herausforderung, mit der die meisten Unternehmen konfrontiert sind, ist die nicht vorhandene Verbindung der IT- mit der OT¹-Landschaft im Unternehmen. Das bedeutet, dass die Office-Floor-Systeme, wie etwa *Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP-Systeme)*, nicht mit den

¹ Bei OT handelt es sich um sog. *Operational Technology*, alle Systeme auf dem Shopfloor, beispielsweise Waagen, Sensoren, Steuerung, ME-Systeme.

Shopfloor-Systemen verbunden sind. Daraus folgt oft das eingangs beschriebene Problem: Wenn ein Auftrag in die Produktion übergeben wird, ist eine Nachverfolgung nur sehr schwer möglich. Wenn eine Verbindung zwischen dem Auftrag und dem aktuellen Produktionsfortschritt hergestellt werden kann, dann leidet die Genauigkeit der Informationen häufig unter langen Rückmeldezeiträumen. So wird nicht jeder Arbeitsschritt, sondern maximal der Abschluss des Auftrags auf einer Station gemeldet. Neben den fehlenden Daten zur Herstellung des Produkts werden so manuelle Eingriffe in die Produktion nur sehr selten erfasst. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Reporting von Kennzahlen zur Steuerung der Produktion. Häufig dauert die wertschöpfende Aufbereitung der Kennzahlen so lange an, dass nur noch reaktiv in die Produktion eingegriffen werden kann. Das führt zu Einbußen bei der Flexibilität und kann wirtschaftliche Folgen haben, weil nicht umgehend auf Änderungen eingegangen werden kann.

Eine Möglichkeit, die Aufbereitung von Kennzahlen sowie die Transparenz in der Produktion zu erhöhen, ist der Einsatz eines digitalen Schattens. In einem digitalen Schatten werden alle relevanten Informationen zu einem Betrachtungsobjekt, z. B. einem Produkt oder einer Produktion, dargestellt.

In dem hier beschriebenen Anwendungsfall wird vor allem näher auf den digitalen Schatten einer Produktion eingegangen. Im wörtlichen Sinne handelt es sich bei einem digitalen Schatten um ein virtuelles Abbild aus den verfügbaren Daten in der Produktion. Diese Daten können in unterschiedlichen Ansichten und Kontexten dargestellt werden. Bei einem digitalen Schatten wird normalerweise die Zusammenstellung der Informationen automatisiert durchgeführt. Die Inhalte werden aus den verschiedenen angebotenen Informationsquellen in der Produktion gespeist. Der digitale Schatten ist aber kein reines Kennzahlen-Dashboard – normalerweise werden die Inhalte auch noch mit räumlichen Informationen, z. B. einer Karte oder einem 3D-Modell der Produktionsumgebung, verknüpft

Konkrete Nutzenpotenziale des digitalen Schattens liegen in der Steigerung der Transparenz der Produktion durch die aggregierte Darstellung der Informationen aus der Produktion. Anders als bei einem herkömmlichen Dashboard ist auch ein „Zoom“, also ein Einblick in die zugrundeliegenden Daten, sowie ein Fokus auf bestimmte Bereiche möglich. Darüber hinaus wird durch die Erfassung von Echtzeit- bzw. Kurzzeitinformatoren die Flexibilität in der Produktion maßgeblich gesteigert. Die flexiblen Betrachtungswinkel und Darstellung der Informationen in einem 3D-Umfeld ermöglichen das Aufzeigen von konkreten Problemen in den Prozessabläufen durch das Aufdecken von Unregelmäßigkeiten. Die Virtualisierung erlaubt es, durch den Einsatz digitaler Technologien Transparenz zu schaffen und die anfallenden Daten nutzenstiftend darzustellen.

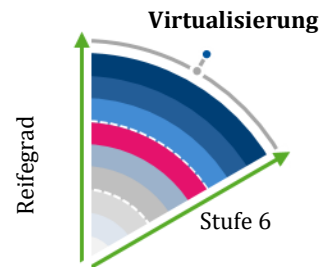
Allgemein ist der Einsatz eines digitalen Schattens in der Produktion ein Beispiel für den Einsatz von Virtualisierung in der Produktion. Hierbei werden Daten aus den verschiedenen Informationsquellen im Produktionsumfeld in einer Ansicht zusammengeführt. Dazu zählen die Informationen aus den Produktionsanlagen, Qualitätsstationen und den Auftragsabwicklungssystemen in der Produktion, aber auch Daten aus umliegenden betrieblichen Informationssystemen, wie etwa dem ERP- oder *Customer-Relationship-Management-System* (CRM-System). All diese Informationen können durch Virtualisierung sinnvoll verknüpft und visualisiert werden (z. B. durch ein 3D-Modell). So kann auch durch den Einsatz eines digitalen Schattens die Eingangsfrage nach dem Auftrag durch die neu gewonnene Transparenz beantwortet werden.

Fallbeispiel: Elisa Smart Factory und Nvision

Die Nvision EMS-Division betreibt eine hochmoderne Produktionsstätte in Votice (Tschechische Republik) und bietet ein Dienstleistungsportfolio rund um das Design, die Produktion und das Testen elektronischer Komponenten für die Telekommunikations-, Automobil-, Sicherheits-, Audio-, Medizin- und Unterhaltungselektronikindustrie. In der Vergangenheit hatte Nvision mit schwankender Produktionsqualität bei dem Anlauf neuer Produkte in der Produktion zu kämpfen. Dies führte unter anderem zu gesteigerten Ausschussraten und den damit verbundenen Kosten sowie einer gesunkenen Gesamtanlageneffektivität OEE (*Overall Equipment Effectiveness*). Die Vielzahl an Prozessabhängigkeiten innerhalb des Produktionssystems und die damit einhergehende Komplexität erschwerten die Ursachenbekämpfung.

Als Lösung wurde ein digitaler Schatten aufgebaut, der sich aus Daten- und Visualisierungskomponenten zusammensetzt. Zunächst wurde sichergestellt, dass relevante Maschinenprozessdaten in Echtzeit in der IoT-Plattform zur Verfügung stehen. Auf Basis der Daten und mit Hilfe der Prozessingenieure wurden Datenanalysemodelle entwickelt, die Abweichungen der Ist-Prozessdaten von den Soll-Prozessdaten erkennen und bekannten Störungen zuordnen. Zuletzt wurde eine Benutzeroberfläche für Maschinenbediener konzipiert, die sowohl Leistungsdaten der Produktionslinie als auch sich anbahnende und eingetretene Störungen anzeigt und im 3D-Abbild der Linie verortet. Der digitale Schatten befähigt die Linienverantwortlichen, den Leistungsstand der Linie in Echtzeit einzusehen, vor allem aber frühzeitig Anomalien im Produktionsablauf zu erkennen und diesen gezielt und mit den richtigen Maßnahmen entgegenzuwirken. Über die Projektlaufzeit der ersten 6 Monate wurde eine Erhöhung der OEE um 13,5 Prozent, der Auslastung um 13 Prozent und eine Verringerung der Erstdurchlauf-Ausschussrate um 4 Prozent realisiert.

Digitaler Schatten



In a nutshell

Der digitale Schatten bildet die Prozesse in der Produktion, der Entwicklung und der angrenzenden Bereiche hinreichend genau ab, um alle relevanten Daten auswerten zu können (s. BAUERNHANSL ET AL. 2016, S. 23). Dazu wird eine umfassende Datenaufnahme aller relevanten Quellen, wie zum Beispiel der Produktionsdaten, benötigt (s. BAUERNHANSL ET AL. 2016, S. 23). Im Kontrast zum Digitalen Zwilling, erfordert ein Digitaler Schatten somit keine hochauflösende kopierte Datenbasis mehr, sondern greift lediglich auf die für den Anwendungsfall relevanten Datenbestände zurück.

Anwendungen

Der digitale Schatten wird in der Automobilindustrie zur Verkürzung der *Time-to-Market* eingesetzt (s. WOHLFELD ET AL. 2017, S. 786). Durch frühzeitige Simulationen kann die Entwicklung neuer Autos verbessert werden und umfangreiche Verbesserungsschleifen werden vermieden. Auch im Schienenverkehr findet das Konzept des digitalen Schattens Verwendung. Durch *Predictive Maintenance* wird der Verschleiß und Ausfall von Komponenten vorhergesagt. Durch das Wissen über den aktuellen Zustand der Komponenten können Wartungsprozesse angepasst und verbessert werden (s. BAUERNHANSL ET AL. 2016, S. 23). Der digitale Schatten findet auf dem *Shopfloor* ebenfalls eine Anwendung. Er ermöglicht die Darstellung der relevanten Daten und unterstützt dadurch die Entscheidungsfindung. Durch eine Anbindung an ein *ERP-System* können Daten wie Materialnummern, Materialmenge, Auftragsnummern oder Lieferanten in Echtzeit auf einem Dashboard dargestellt werden (s. PAUSE ET AL. 2019, S. 606).

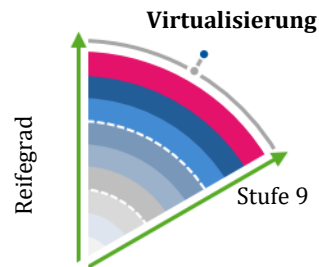
Potenziale

Die Potenziale des digitalen Schattens umfassen nahezu den gesamten Produktlebenszyklus. In der Entwicklung ermöglicht er die Darstellung von Produktinformationen aus verschiedenen Perspektiven (s. SCHUH ET AL. 2018, S. 2). In der Produktion unterstützt der digitale Schatten durch eine Visualisierung der relevanten Parameter die Entscheidungsfindung (s. PAUSE ET AL. 2019, S. 606). Die Produktinformationen können hier, wie bereits in der Entwicklung, dargestellt werden (s. SCHUH ET AL. 2018, S. 2). Außerdem verbessert der digitale Schatten die Fertigungsplanung durch die Aufnahme realer Prozessdaten (s. PAUSE ET AL. 2019, S. 606). Dies geschieht durch die Analyse und statistische Auswertung vergangener Produktionsprozesse und der Berücksichtigung von Umweltfaktoren.

Herausforderungen

Es besteht derzeit keine standardisierte Architektur für die Implementierung eines digitalen Schattens (s. COLANGELO ET AL. 2019, S. 541). Dies kann zu hohen Kosten bei der Einführung führen. Darüber hinaus werden zu Beginn initiale Investitionen in Technologien zur Datenerfassung und in Systeme zur Datenauswertung benötigt (s. BAUERNHANSL ET AL. 2016, S. 23).

Digitaler Zwilling



In a nutshell

Ein digitaler Zwilling ist eine virtuelle Repräsentanz eines real existierenden Gegenstands (s. KLOSTERMEIER ET AL. 2018, S. 298–300). Ein solches Abbild dient der Befähigung zur Definition, Simulation, Vorhersage, Optimierung und Verifikation eines Produkts während des gesamten Lebenszyklus (s. SCHUH ET AL. 2018, S. 2). Dazu müssen umfangreiche Betriebs, Zustands- und Prozessdaten erhoben und diese mittels intelligenter Verbindungen, wie z. B. Algorithmen oder Simulationsmodellen, integriert werden (s. FRAUNHOFER IPK 2017, S. 1).

Anwendungen

Der digitale Zwilling wird verwendet zur Ermöglichung von „Predictive Maintenance“ oder „Equipment as a Service“-Lösungen für Kunden im Maschinenbau (s. KLOSTERMEIER ET AL. 2018, S. 298–300). So kann beispielsweise ein Hersteller von Schweißrobotern statt einem Roboter die Bereitstellung der Anlage verkaufen und die Leistung anhand der Schweißnahtlänge abrechnen. Außerdem unterstützt der digitale Zwilling die Produktentwicklung und Produktnutzung. Mittels virtueller Simulationen können Produkte frühzeitig getestet und verbessert werden. In der Luftfahrtindustrie beispielweise wird der digitale Zwilling in der Entwicklungsphase für die Flugsimulation genutzt (s. KLOSTERMEIER ET AL. 2018, S. 298–300). Auch die Ausfallzeiten werden reduziert. Dies erfolgt z. B. im Maschinenbau, wo Anlagen virtuell in Betrieb genommen und getestet werden (s. FRAUNHOFER IPK 2017, S. 1). Mögliche Probleme können entsprechend vorab entdeckt und vor der eigentlichen Inbetriebnahme behoben werden.

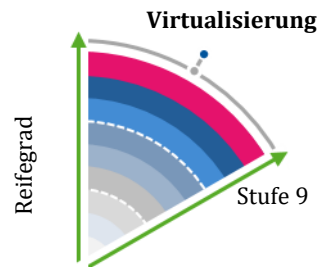
Potenziale

Der digitale Zwilling kann zu Qualitätsverbesserungen, insbesondere in der frühen Prototypenphase, führen (s. BADKILAYA U. BHAT 2020, S. 47). Dies liegt an den umfangreichen Daten, die Simulationen frühzeitig ermöglichen, und an der Rückführung der Ergebnisse. Ein weiteres Potenzial ist die Überwachung und Steuerung von Produkten aus der Ferne (*Remote Controlling & Monitoring*) (s. DESAI ET AL. 2020, S. 79). Die umfangreiche Datenaufnahme und Überwachung der Produkte führen zu einem besseren Verständnis des Produktlebenszyklus (s. DESAI ET AL. 2020, S. 79). Der Hersteller bekommt Einblicke in die Verwendung der Produkte und erfährt, wie und wofür Produkte verwendet werden.

Herausforderungen

Die Vorarbeit zur Erstellung eines digitalen Zwillings ist verhältnismäßig hoch. Die genaue Abbildung eines physischen Produkts bedarf einer großen Datenmenge und erfordert somit hohe Rechenkapazitäten (s. SCHUH ET AL. 2018, S. 2). Des Weiteren werden während des Lebenszyklus viele verschiedene Daten von mitunter verschiedenen Betriebssystemen benötigt. Bislang existieren hierfür keine standardisierten Schnittstellen, was die Entwicklung von digitalen Zwillingen ausbremst (s. KLOSTERMEIER ET AL. 2018, S. 298–300).

Conversational Interfaces



In a nutshell

Conversational Interfaces haben das Ziel, Interaktionen zwischen Menschen und elektronischen Geräten durch natürliche Konversationen zu realisieren. Im Gegensatz zu klassischen Interfaces, die auf taktile Eingabe (wie Tasten, PC-Maus und Fingertippen) sowie grafischen Oberflächen mit Symbolen und Menüs basieren, ermöglichen *Conversational Interfaces*, mithilfe von *Natural Language-Processing* (NLP) und Künstlicher Intelligenz, die Kommunikation über natürliche Sprache (s. FURINI ET AL. 2020, S. 2–5).

Anwendungen

Conversational Interfaces findet man als Sprachassistenten in Computern, Smartphones, Automobilen oder intelligenten Lautsprechern. Zu den bekanntesten und etabliertesten Sprachassistenten zählen bspw. Apples Siri, Microsofts Cortana, Amazons Alexa und Google Assistant (s. FURINI ET AL. 2020, S. 2–5; DALE 2016, S. 811–812). Auf Webseiten und in Apps benutzen Unternehmen Chatbots für die Kommunikation über die natürliche Sprache als direktes Mittel zur Benutzer- und Kundenbindung für Marketing- und Kundendienstzwecke (s. BRANDTZAEG U. FØLSTAD 2017, S. 377–387). Außerdem automatisieren sprachbasierte Assistenten Telefonzentralen mit Spracherkennung, Unternehmensbegrüßung und Verzeichnissuchen (s. MICROSOFT 2019, S. 1).

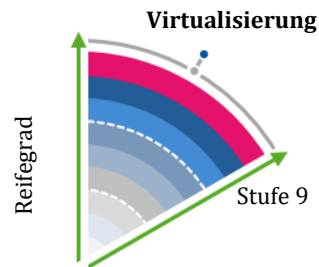
Potenziale

Der natürlichere und effizientere Informationsaustausch zwischen Nutzern und Bots über die direkte Kommunikation bietet dem Nutzer eine neue User-Experience, die nicht nur informiert, sondern auch unterhält (s. BRANDTZAEG U. FØLSTAD 2017, S. 377–387; FIORE ET AL. 2020, S. 80). Außerdem haben sprachbasierte Assistenten das Potenzial, zukünftig immer mehr Aufgaben von Menschen zu übernehmen. So können Chatbots auch außerhalb von Betriebszeiten automatisch antworten, wenn menschliche Ressourcen nicht verfügbar sind (s. BRANDTZAEG U. FØLSTAD 2017, S. 377–387). Zur Entlastung von Mitarbeitern bearbeiten Systeme mit *Conversational Interfaces* einfache und repetitive Anfragen automatisiert und standardisiert (s. FIORE ET AL. 2020, S. 80).

Herausforderungen

Die komplexen Funktionen von *Conversational Interfaces* basieren auf Technologien wie NLP und Künstlicher Intelligenz. Dabei limitieren Faktoren wie die Abhängigkeit von der Entwicklung von ebenjenen Technologien das eigentliche Potenzial von *Conversational Interfaces* (s. RAHMAN ET AL. 2017, S. 76–78). Dazu kommen Herausforderungen aus Sicht der Nutzer. So können im Umgang mit Sprachassistenten oder Chatbots Unsicherheiten und Akzeptanzprobleme bei unerfahrenen Nutzern oder Neukunden auftreten (s. FURINI ET AL. 2020, S. 2–5). Auch treten viele Bedenken zum Datenschutz auf, da Benutzer fürchten, dass Daten und Konversationen von Unternehmen aufgezeichnet, gespeichert und verwendet werden können (s. FURINI ET AL. 2020, S. 2–5).

Augmented Reality (AR)



In a nutshell

Unter Augmented Reality (dt. augmentierte Realität) versteht man die Anreicherung der realen Umgebung durch virtuelle Inhalte (s. DÖRNER ET AL. 2019, S. 21). Eine solche Anreicherung geschieht unmittelbar, interaktiv und kann für beliebige Zwecke erfolgen (s. DÖRNER ET AL. 2019, S. 21). Im Gegensatz zur Virtual Reality (VR), bei der nur virtuelle Inhalte dargestellt werden, werden bei AR Realität und Virtualität miteinander kombiniert und beeinflussen sich somit gegenseitig (s. DÖRNER ET AL. 2019, S. 21).

Anwendungen

Angewendet wird die AR-Technologie zur Darstellung und Aufbereitung von Lerninhalten im Bildungsbereich (s. ARDINY U. KHANMIRZA 2018, S. 485). Sie ergänzt die klassischen Bildungsangebote und erweitert diese um neue Darstellungs- und Interaktionsmöglichkeiten. Auch eine visuelle Unterstützung von Mitarbeitern in der Produktion, Wartung und Logistik kann mit Augmented Reality umgesetzt werden (s. KIND ET AL. 2019, S. 43). AR-Brillen stellen zusätzliche Informationen über Produkte oder Abläufe bereit, die dem Mitarbeiter bei seiner Tätigkeit behilflich sind. Zudem eignet sich Augmented Reality für einen Einsatz in Assistenzsystemen in den Bereichen Mobilität und Verkehr. Beispielsweise werden mittels Head-up-Displays in Autos Informationen wie die Fahrgeschwindigkeit und Navigationshinweise im Sichtfeld des Fahrers angezeigt (s. KIND ET AL. 2019, S. 43).

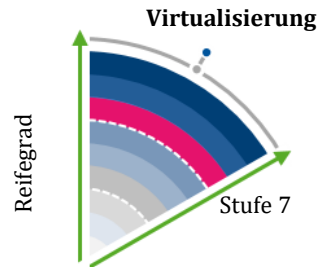
Potenziale

Augmented Reality bietet vielfältige Potenziale in den Bereichen der Mensch-Maschine-Interaktion, der Darstellung von Informationen und der Prozessüberwachung. Mittels AR können Mensch-Maschine-Interaktionen intuitiv gestaltet werden, z. B. durch Gestensteuerung (s. MOHATTA ET AL. 24-31 March, S. 330). Bei einer solchen Steuerung erfasst eine Brille die menschlichen Gesten und verarbeitet diese. Eine solche Brille eignet sich zudem zur Darstellung von Informationen. Sie ermöglicht ein besseres Verständnis und eine realistischere Darstellung von 3D-Modellen für den Anwender durch ein räumliches Sehen und Manipulieren von 3D-Modellen (s. ARDINY U. KHANMIRZA 2018, S. 485). Eine Echtzeit-Darstellung von Informationen erlaubt zudem die Überwachung von Produktionsparametern sowie die Verbesserung der Qualität von Wartungsprozessen durch eine Remote-Unterstützung der Mitarbeiter (s. KOSTOLANI ET AL. 2019, S. 131–134).

Herausforderungen

Gewisse Features der Augmented Reality, wie zum Beispiel das Tracking von Objekten oder das Erfassen der Umgebung, erfordern eine hohe Rechenleistung (s. QIAO ET AL. 2019, S. 655). Zudem wird für eine echtzeitfähige Interaktion insbesondere bei hohen Datenübertragungen eine sehr geringe Latenzzeit (Netzwerkverzögerung) benötigt, sodass große Anforderungen an die Übertragungstechnologie bestehen (s. QIAO ET AL. 2019, S. 655).

Virtual Reality (VR)



In a nutshell

Der Begriff *Virtual Reality* (engl. für virtuelle Realität) beschreibt ein Computersystem, das eine virtuelle Realität für einen oder mehrere Nutzer erzeugt und darstellt (s. DÖRNER ET AL. 2019, S. 7–24). Ein solches System besteht aus *Hardware*, z.B. einer VR-Brille, und der entsprechenden Software zur Darstellung der virtuellen Inhalte (s. DÖRNER ET AL. 2019, S. 7–24). Dabei wird eine betrachterabhängige, intuitive Echtzeitinteraktion ermöglicht, die multimodal, also auf mehrere Sinne, wirkt (s. DÖRNER ET AL. 2019, S. 7–24). Im Gegensatz zur *Augmented Reality* (AR) erfolgt die Darstellung rein virtuell (s. DÖRNER ET AL. 2019, S. 7–24). Das heißt, Realität und Virtualität werden nicht kombiniert.

Anwendungen

Virtual Reality kann im Bildungsbereich zur Darstellung und Aufbereitung von Lerninhalten verwendet werden (s. ARDINY U. KHANMIRZA 2018, S. 485). Es ermöglicht eine abwechslungsreiche Wiedergabe von Inhalten, welche die Motivation und das Interesse von Schülern steigern. Außerdem können mit Hilfe von VR kollaborative, virtuelle Arbeitsumgebungen für *Team-Meetings* erzeugt werden (s. GARCÍA ET AL. 2019, S. 1). Ein weiterer Einsatzbereich sind VR-Brillen, die für Videospiele (s. PARK, H. ET AL. 2017, S. 20), aber auch für Anwendungen in der Produktentwicklung¹ verwendet werden können. Dort ermöglichen sie eine realistischere Darstellung von Prototypen.

Potenziale

Die VR-Technologie ermöglicht eine intuitivere Mensch-Maschine-Interaktion, z. B. durch eine Gestensteuerung (s. MOHATTA ET AL. 24-31 March, S. 330). Dabei erkennt die VR-Brille oder ein anderes Gerät die Gesten des Nutzers, verarbeitet diese und passt die virtuelle Realität entsprechend an. Außerdem kann diese Technologie zur Verbesserung der Kommunikation von räumlich verteilten Teams durch virtuelle Meetings via VR-Brille verwendet werden (s. GARCÍA ET AL. 2019, S. 1). Richtig eingesetzt können solche VR-Brillen zu einem besseren Verständnis von 3D-Modellen durch ein räumliches Sehen und manipulieren der Modelle führen (s. ARDINY U. KHANMIRZA 2018, S. 485).

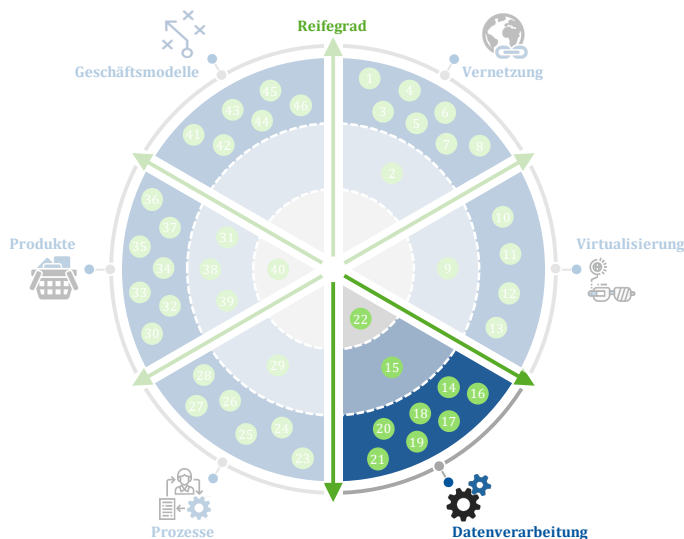
Herausforderungen

Bei der Verwendung von VR kann es auf Grund von widersprüchlichen Sinneseindrücken zu sogenannter *Cybersickness* kommen, welche sich durch Übelkeit beim Anwender äußert (s. KIND ET AL. 2019, S. 67). Dies liegt unter anderem an der unzureichenden Wiedergabe von haptischen (Tastsinn), olfaktorischen (Geruchssinn) und geschmacklichen Sinneseindrücken. Eine solche Wiedergabe ist komplex und bisher nur unzureichend gelöst (s. KIND ET AL. 2019, S. 67).

4.3 Datenverarbeitung

4.3.1 Beschreibung des Technologiefelds

Die Datenverarbeitung dient der Auswertung von bereits vorliegenden Daten sowie der Konvertierung von Information in das digitale Format bzw. aus dem digitalen Format. Sie lässt sich grob in drei Bereiche unterteilen: Die Aufnahme von Daten, die direkte digitale Verarbeitung von Daten und die Ableitung von Maßnahmen in Reaktion auf neu gewonnenen Informationen. Die Aufnahme der Daten soll die in der Umwelt verfügbare Information in ein digital nutzbares Format konvertieren. Zur Aufnahme dienen Technologien wie *Computer Vision*, NLP und *Process-Mining*. Die Aufbereitung der digital vorliegenden Daten ermöglicht die Umstrukturierung der existierenden Daten und Schaffung neuer Information. Dies wird ermöglicht durch die Technologien *Artificial Intelligence (AI)* (bzw. *Machine-Learning (ML)* oder *Deep Learning*) sowie *Data Analytics* und *Quantum-Computing*. Die Ableitung der Maßnahmen bedingt zur Umsetzung nicht notwendigerweise eine Verwendung von Technologien, sondern stellt die logische Konsequenz der Datenverarbeitung dar. So dienen die verarbeiteten Daten der Entscheidung direkten Maßnahmen sowie der Identifikation von langfristigen Handlungsbedarfen.



Datenverarbeitung

14. AI (Artificial Intelligence)
15. AI-Cloud-Services
16. Machine-Learning
17. Deep Learning
18. NLP (Natural-Language-Processing)
19. Data Analytics
20. Computer Vision
21. Process-Mining
22. Quantum Computing

Abbildung 4-3: Technologie- und Trendradar: Fokus Datenverarbeitung

4.3.2 Anwendungsfall: Digitale Diagnose

Die angewandte Medizin wird bei jeder Diagnose mit einem neuen Rätsel konfrontiert: Die Identifikation der Krankheit anhand der messbaren Symptome. Dieses Verfahren, die Erforschung der Ursache anhand der Rückverfolgung der Folgen, ähnelt der Lösung eines kriminologischen Falls. Jede neue Erkenntnis gibt Hinweise auf den Vorfall, Möglichkeit auf den Ausschluss von Thesen und bestenfalls eine Richtung für weitere Untersuchungen. Dem Mediziner stehen in diesem Prozess der Diagnose einige Herausforderungen entgegen. Ihm wird zur Aufgabe gestellt, das gesamte verfügbare medizinische Wissen mit einem speziellen Fall abzugleichen. Diese Flut an Informationen muss durch den Mediziner zum einen erlernt sowie zum anderen kontinuierlich erweitert werden und stets verfügbar sein. Jeder weitere Labortest erzeugt eine Vielfalt an neuen Informationen, die mit diesem Wissen abgeglichen werden müssen. Dabei ist die Einbeziehung der gesamten Testresultate erforderlich, da die Abweichung eines einzigen Wertes auf ein gänzlich anderes Krankheitsbild hindeuten kann. Etwa werden seltene Krankheiten schwerer detektiert, wenn sie Symptome, gewöhnlichen Krankheiten ähnlich, besitzen. All dieser Informationsabgleich

geschieht zusätzlich unter Zeitdruck, aufgrund paralleler Behandlung von Patienten und der Notwendigkeit von schnellen Handlungen in Notfällen. Es besteht folglich ein Risiko von Fehlentscheidungen in der Einleitung oder Auswahl von lebensentscheidenden Maßnahmen.

Diese Herausforderungen erschweren die für die Heilung wichtige Aufgabe der Diagnose. Dabei ist eine korrekte Diagnose das Fundament für die Wahl der richtigen Behandlungsmethoden und folglich der Genesung des Patienten. Die Aufgaben des Abgleichs von großen Datenmengen sowie einer schnellen Mustererkennung fallen in die Domäne digitaler Technologien, sodass vermehrt die digitale Diagnose in Betracht gezogen wird. Die digitale Diagnose beschreibt dabei die Analyse von Patienten- und Labordaten durch digitale Technologien zum automatisierten Abgleich mit bekannten Krankheitsbildern. Darüber hinaus können verschiedene digitalisierbare Informationsquellen, auch unstrukturierte wie etwa Bilddaten, zu dieser Analyse für eine umfassende Datenbasis hinzugezogen werden.

Die digitale Diagnose dient der Unterstützung und Entscheidungsfindung von Medizinern. Sie ermöglicht primär, sämtliche relevanten Daten aus der Vielzahl an Informationen in Betracht zu ziehen und eine variabel granulare Vorauswahl zu treffen. Dem Mediziner kann in Kürze eine Einschätzung über die Erfordernis direkter Handlungsbedarfe und eine Richtung für weitere Untersuchungen mitgeteilt werden. Im Zuge dessen wird auch die Erkennung seltenerer Krankheiten vereinfacht, die aufgrund ihrer Rarität möglicherweise nicht in Betracht gezogen werden. Neben der direkten Diagnose bietet die Wirtschaftlichkeit digitaler Verfahren, gegenüber der teureren und limitierteren Ressource des Mediziners, die Möglichkeit der kontinuierlichen Überwachung stationierter Patienten.

Die Problemstellungen der medizinischen Diagnose können mit der digitalen Diagnose vorwiegend durch die Datenverarbeitung gelöst werden. Die adäquate Aufnahme und Verarbeitung von Patienten- und Labordaten sind der Schlüsselpunkt zur Realisierung der digitalen Diagnose. Die Verwendung digitaler Technologien, wie etwa *Computer Vision* und *Machine-Learning*, ist für die Datenverarbeitung entscheidend, da diese die Grundlage für einen automatisierten, schnelleren und einheitlichen Findungsprozess liefern. Besonders die effiziente Mustererkennung anhand von definierten Krankheitsbildern ist in der medizinischen Diagnose maßgebend.

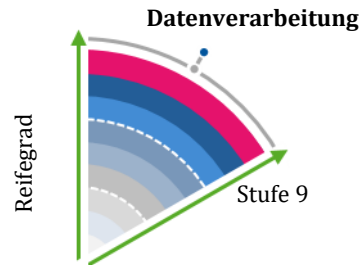
Im Zentrum der digitalen Diagnose steht die Technologie des *Machine-Learning* bzw. der *AI*. Mit *Machine-Learning* werden Modelle mittels bekannter Krankheitsbilder trainiert, die als Auswertungsfunktion der Erkennung von Krankheiten oder auch der einfachen Auswertung von Vitalwerten für Frühwarnsysteme dienen. Diese arbeiten schneller, kostensparender und im Falle von unstrukturierten Bilddaten oftmals auch zuverlässiger als beispielweise manuelle Auswertungsmethoden. Mittels eines umfassenden Anlernprozesses von großen Datenmengen können somit auch schwer detektierbare bzw. ungewöhnliche Anomalien erfasst werden. Weiterhin dient etwa die Technologie *Computer Vision* der automatisierten Datenaufnahme im Rahmen der digitalen Diagnose. So kann bereits die Überwachung von Vitalwerten (wie Herzschlag, Körpertemperatur, Blutdruck, Blutzucker etc.) durch geeignete Kameraüberwachung erfolgen. Somit können bisher invasive Methoden oder unpraktische Apparaturen vermieden werden, etwa bei der Überwachung von Säuglingen.

Fallbeispiel: Hamilton Early Warning System

Die Organisation *Hamilton Health Science* umfasst über 15.000 Mitarbeiter aus Ärzten, Forschern und Freiwilligen in Ontario, Kanada. Die Gemeinschaft hat sich zur Aufgabe gestellt, die Qualität der Versorgung ihrer Patienten durch Innovation und evidenzbasierte Verfahren zu verbessern. Ein Fallbeispiel war unter anderem der sogenannte „Code Blue“, eine Notfallsituation, in welcher ein Patient Herz- oder Lungenstillstand erleidet und umgehend medizinische Behandlung benötigt.

Mit dem *Hamilton Early Warning System* konnte das Potenzial der Datenverarbeitung erfolgreich in die Entwicklung eines Frühwarnsystems für „Code Blues“ realisiert werden. Da der Eintritt eines solchen Falles Zeitnot auslöst, lag die Lösung in dessen Früherkennung, um präventive Maßnahmen einleiten zu können oder bereits erforderliches Fachpersonal zu mobilisieren. Dem System werden sämtliche Vitaldaten des Patienten zugeführt und AI-ähnliche Verfahren berechnen einen Score. Dieser gibt dem medizinischen Personal die Möglichkeit, frühzeitig kritische Änderungen zu erkennen und entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Bereits mit der ersten Einführung des Systems erhöhte sich die Zahl der Einsätze des Notfallteams der Intensivstation drastisch, allerdings mit nur einem geringfügigen Anstieg der letztlichen Einweisungen auf die Intensivstation verbunden und insgesamt mit einer Verringerung der Herzstillstände um 50 Prozent.

Artificial Intelligence (AI)



In a nutshell

Artificial Intelligence, oder zu Deutsch „Künstliche Intelligenz“, ist ein Teilgebiet der Informatik. AI befasst sich mit der Entwicklung intelligenter Computerprogramme, die selbständig Probleme lösen können. Unterschieden werden kann zwischen der „*Strong AI*“ und der „*Weak AI*“. Unter *Strong AI* versteht man Ansätze, die versuchen auf abstrakter Ebene die Vorgänge und Fähigkeiten des menschlichen Gehirns zu imitieren. Die *Weak AI* befasst sich mit abgegrenzten und einfacheren Problemstellungen. (s. BUXMANN U. SCHMIDT 2019, S. 6–25)

Anwendungen

Artificial-Intelligence-Anwendungen finden sich schon heute in unserem Alltag wieder. So wird es mithilfe von NLP-Computern ermöglicht, menschliche Sprache in Wort und Schrift zu verstehen und so bei alltäglichen Aufgaben zu unterstützen (s. KREUTZER U. SIRRENBURG 2019, S. 28–50). Mit AI können aber auch Bilder mithilfe von (*Natural*) *Image Processing* (NIP) verarbeitet werden. Als Ergebnis von NIP kann entweder wieder ein Bild oder ein Datensatz erzeugt werden (s. KREUTZER U. SIRRENBURG 2019, S. 28–50). Auf physischer Ebene unterstützen Roboter, deren Bewegungen von AI geplant werden, bei schwerer und gefährlicher Arbeit, zum Beispiel bei der Minenräumung oder dem Arbeiten mit giftigen Chemikalien im Labor (s. KREUTZER U. SIRRENBURG 2019, S. 28–50). Auch bei der Entscheidungsfindung bei komplexen Fragestellungen kann AI durch Expertensysteme unterstützen, zum Beispiel bei der Auswertung von Röntgen- und CT-Aufnahmen (s. KREUTZER U. SIRRENBURG 2019, S. 28–50).

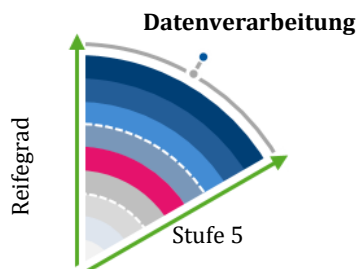
Potenziale

Artificial Intelligence ermöglicht die Auswertung von großen Datenmengen, die für den Menschen sonst nicht verwertbar wären, wodurch sich völlig neue Anwendungsmöglichkeiten und Geschäftsmodelle ergeben (s. SAMEK ET AL. 2019, S. 8; HARKUT, DINESH, KASAT, KASHMIRA U. HARKUT 2019, S. 2–3). Mit AI können zum Beispiel mithilfe von Genanalysen Rückschlüsse auf die Anfälligkeit für Krankheiten getroffen werden (s. SAMEK ET AL. 2019, S. 8). Das weltweite wirtschaftliche Potenzial wird auf bis zu 5,8 Billionen US-Dollar Umsatz pro Jahr geschätzt (s. CHUI ET AL. 2018, S. 12–26). In Unternehmen können mithilfe von AI bestehende Produkte verbessert, interne Abläufe optimiert und durch Automatisierung den Mitarbeitern das Bearbeiten von kreativeren Aufgaben ermöglicht werden (s. SALLABA U. ESSER 2019, S. 2–17).

Herausforderungen

Die Ressourcen von AI sind Daten. Für eine erfolgreiche Anwendung werden hohe Anforderungen an die Qualität und an die Quantität der Datensätze gestellt (s. CHUI ET AL. 2018, S. 12–26). Wird eine AI mithilfe von überwachtem Lernen trainiert, setzt das notwendige *Labeling* ein hohes Maß an manueller Arbeit voraus (s. CHUI ET AL. 2018, S. 12–26). Ein weiteres Problem bei der Verwendung von AI ist das sogenannte „*Black-Box-Problem*“: Da AI-Systeme selbständig lernen und ihre Ergebnisse autonom ermitteln, ist es für den Menschen oft nicht möglich, die Ergebnisse nachzuvollziehen und Fehler zu beseitigen (s. SALLABA U. ESSER 2019, S. 2–17).

AI-Cloud-Services



In a nutshell

Große Anbieter von Cloud-Computing haben *Artificial Intelligence* in ihre Systeme integriert und bieten damit *AI-Cloud-Services* an. Entwickler erhalten dadurch vereinfachten Zugang zu *AI-Services* und können Features wie intelligente Suche, dynamische Übersetzung oder Computer-Vision in ihre Produkte integrieren. Durch die Nutzung von Skaleneffekten wird die Leistungsfähigkeit der einzelnen Produkte gesteigert (s. KUMAR 2016, S. 19071–19073).

Anwendungen

Die Integration von AI in die Cloud bietet Unternehmen und Entwicklern verschiedene Vorteile. So ist es mit *AI-Cloud-Services* möglich, komplexe Apps, die AI-Funktionen nutzen, mit wenigen Zeilen Code für eine Vielzahl von Betriebssystemen und Geräten zu entwickeln (s. KUMAR 2016, S. 19071–19073). Zudem können AI-Cloud-Services die Kameraüberwachung durch eine verbesserte Erkennung von Gesichtern und Bewegungsmustern unterstützen (s. SHIRSAT ET AL. 2019, S. 1). Dies kann für die Sicherheit in Unternehmen wie auch an öffentlichen Orten und Veranstaltungen dienen. Des Weiteren hilft AI bei der Analyse von Texten und Nachrichten und überprüft deren Inhalt, Ton und die Stimmung, die diese vermitteln (s. KAHN U. WINTERS September 12-15, S. 1).

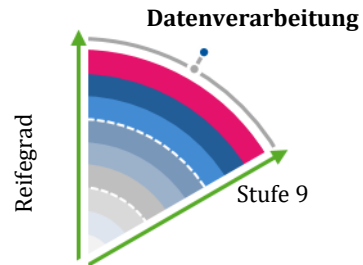
Potenziale

AI-Cloud-Services können in vielen verschiedenen Gebieten eingesetzt werden. Sie unterstützen Unternehmen bei der Erkennung unangemessener Inhalte wie z. B. Gewaltdarstellungen und melden oder entfernen diese automatisch (s. KUMAR 2016, S. 19071–19073). Außerdem helfen sie bei der Realisierung der Vision von Smart Citys. In Städten können Datensätze über den Verkehr ausgewertet werden, um diesen zu optimieren und die Sicherheit aller Beteiligten zu erhöhen (s. NAPHADE ET AL. 2017 - 2017, S. 1). Mit AI werden zudem interaktive Programme, die auf die individuellen Eingaben der Nutzer authentisch reagieren, gestaltet (s. KATO, TAIKIM DOI, SHIGEKI 2018, S. 1).

Herausforderungen

Wie bei vielen *Cloud-Services* ist es auch für *AI-Cloud-Services* wichtig zu entscheiden, welche Prozesse und Anwendungen auf lokalen Geräten wie Smartphones stattfinden und welche in die Cloud ausgelagert werden können. In dieser Entscheidung spielt u. a. eine Rolle, wie viel Latenz bei der Anwendung akzeptabel ist und wie rechenaufwendig ein Prozess ist. Außerdem besteht ein Sicherheitsrisiko bezüglich der Auslagerung der Daten und Prozesse in die Cloud und zu externen Anbietern (s. SANJEEVI ET AL. 2016, S. 207).

Machine-Learning



In a nutshell

Machine-Learning ist ein Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz, durch welches IT-Systeme (anhand von bestehenden Daten) Lösungen für Probleme finden können (s. HORVITZ U. MULLIGAN 2015, S. 255–259). *Machine-Learning* ist unerlässlich, um große Datenmengen mit steigender Präzision zu erschließen und schwache Signale aus einer überwältigenden Menge an Signalen zu erfassen (s. LEMM ET AL. 2011, S. 387). ML-Algorithmen können in überwachtes, teilüberwachtes und unüberwachtes Lernen eingeteilt werden (s. HORVITZ U. MULLIGAN 2015, S. 255–259).

Anwendungen

Für das *Machine-Learning* lassen sich viele Anwendungsbereiche finden. Beispielsweise in der Medizin, wo zur Unterstützung der Diagnostik Bilddateien (Röntgen, MRT etc.) auf Anomalien geprüft werden können und nur die Dateien, bei denen etwas festgestellt wird, einem Arzt zur Kontrolle vorgelegt werden (s. LEMM ET AL. 2011, S. 387). Einen weiteren wichtigen Anwendungsbereich stellt die Cyber Security dar. Hierbei kann ein Algorithmus Bestandsdaten, die im Lernprozess gesammelt wurden, auf aktuelles Geschehen anwenden und dieses bewerten. Dadurch kann Kreditkartenbetrug beispielsweise deutlich effektiver als bisher bekämpft werden (s. ABADI ET AL. 2016, S. 1–9). Einen großen Anwendungsbereich hat *Machine-Learning* bereits in der Analyse von Texten und Sprache sowie deren Analyse bewiesen (s. HORVITZ U. MULLIGAN 2015, S. 255–259). Als Bestandsdaten werden dabei Volltexte von Muttersprachlern verwendet, um korrekte Übersetzungen zu generieren.

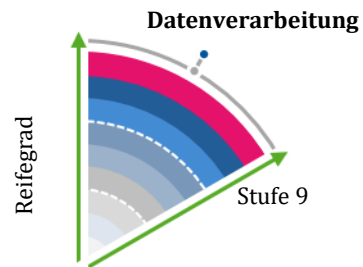
Potenziale

Das wohl größte Potenzial des *Machine-Learnings* besteht darin, dass es in jeder Branche auf vielfältige Weise sinnvoll einsetzbar ist (s. SZE ET AL. 2017 - 2017). ML kann in den Bereichen der Texterkennung, der Stichwortsuche und der Bilderkennung vollständige Automatisierung erreichen (s. LEMM ET AL. 2011, S. 387). In der Forschung und Entwicklung kann ML unterstützend eingesetzt werden, indem aus Tabellen (u. a.) mathematische oder zeitliche Zusammenhänge erkannt und wenn möglich in einen formelmäßigen Zusammenhang gebracht werden (s. MJOLSNESS U. DECOSTE 2001, S. 2051).

Herausforderungen

Im Sinne der Cyber Security können *Machine-Learning*-Algorithmen natürlich auch von Hackern gegen Datensicherheitssysteme angewandt werden. Hieraus folgt die Herausforderung, trotzdem Datensicherheit gewährleisten zu können (s. SZE ET AL. 2017 - 2017). Des Weiteren erfordern die meisten aktuellen Algorithmen eine vergleichsweise hohe Rechenleistung und sind deshalb oft nicht die optimale Lösung, insbesondere dann nicht, wenn man den Gesichtspunkt der Energieeffizienz betrachtet (s. SZE ET AL. 2017 - 2017).

Deep Learning



In a nutshell

Deep Learning ist ein Teilgebiet von *Machine-Learning*, bei dem komplexe Zusammenhänge durch eine ausreichend große Menge an Datenpunkten abgebildet werden. Dazu werden komplexe parametrisierte Modelle genutzt, sogenannte neuronale Netze. Im Vergleich zum herkömmlichen maschinellen Lernen weist *Deep Learning* ein neuronales Netz mit einer höheren Komplexität auf. Durch überwachtes Lernen, unüberwachtes Lernen oder verstärktes Lernen werden Parameter zur Beschreibung des Problems identifiziert. (s. FOLKERS 2019, S. 3)

Anwendungen

Deep Learning bietet zahlreiche Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise in den Bereichen Gesundheitsversorgung, Finanzen und Verkehr. Im Bereich der Gesundheitsversorgung können mithilfe von *Deep Learning* und Patientendaten automatisierte Diagnosen zu Krankheiten realisiert werden (s. ARIF WANI ET AL. 2020, S. 3–4). Der Finanzsektor verwendet *Deep Learning* zur Aufdeckung von Kreditkartenbetrug durch die automatische Warnung der Besitzer bei auffälligen Zahlungsflüssen (s. LEBICHOT ET AL. 2019, S. 78). *Deep Learning* wird im Verkehrssektor zur Vorhersage und Optimierung von Verkehrsflüssen in urbanen Ballungsräumen verwendet (s. PINTO ET AL., S. 216). Aber auch beim autonomen Fahren werden ‚*Deep Learning*‘-Techniken zur Identifikation von Verkehrsteilnehmern und Hindernissen verwendet (s. ARIF WANI ET AL. 2020, S. 3–4).

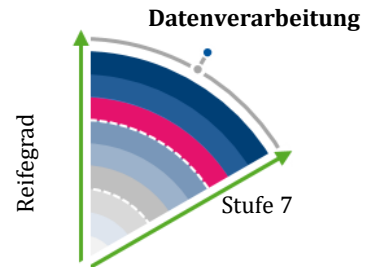
Potenziale

Mit *Deep Learning* können riesige Datenmengen ausgewertet werden, die für den Menschen vorher nicht verarbeitbar waren. Damit ergibt sich das Potenzial, mit *Deep Learning* Zusammenhänge aufzudecken, die für menschliche Experten nicht auffindbar sind (s. SAMEK ET AL. 2019, S. 8). Mit *Deep Learning* erhalten Daten einen höheren monetären Wert, da sich völlig neue Geschäftsmodelle zur Verwendung dieser Daten ergeben, zum Beispiel Plattform-Geschäftsmodelle, die als Vermittler zwischen Kunden und Anbieter dienen. Das wirtschaftliche Potenzial von *Deep Learning* ist dadurch erheblich (s. CHUI ET AL. 2018, S. 12–26). Auch in der Forschung und Entwicklung kann *Deep Learning* durch die Auswertung von Daten und die Generalisierung von Erkenntnissen den Erwerb von neuem Wissen ermöglichen (s. HOLZINGER 2018, S. 1).

Herausforderungen

Für diese neue Art der Datenauswertung ergeben sich auch neue Herausforderungen. Für das sogenannte „Training“ von neuronalen Netzen sind qualitativ hochwertige Daten in großer Menge erforderlich (s. CHUI ET AL. 2018, S. 12–26). Wird auf das überwachte Lernen zurückgegriffen, ist ein hohes Maß an manueller Arbeit zum sogenannten „Labeln“ (Kennzeichnen) der Daten erforderlich (s. LEBICHOT ET AL. 2019, S. 78). Da *Deep Learning* die Erkenntnisse aus den Daten automatisch generiert, sind die Ergebnisse für den Menschen oft nur schwer nachvollziehbar und die Erkennung von Fehlern anspruchsvoll, sodass in diesem Feld bereits aktiv geforscht wird (s. HARKUT, DINESH, KASAT, KASHMIRA U. HARKUT 2019, S. 2–3)..

Natural-Language-Processing



In a nutshell

Natural-Language-Processing ist ein junges, interdisziplinäres Feld, das Computerlinguistik, Informatik, Kognitionswissenschaft und Künstliche Intelligenz kombiniert. Das Ziel von NLP ist es, menschliche Sprache in Wort und Schrift zu verarbeiten und zu verstehen. Aus technischer Sicht befasst sich NLP mit der Entwicklung neuartiger praktischer Anwendungen, um die Interaktion zwischen Computern und der menschlichen Sprachen zu erleichtern. (s. DENG U. LIU 2018, S. 1)

Anwendungen

Anwendungen des *Natural-Language-Processings* findet man schon heute in fast jedem Smartphone. NLP ermöglicht Sprachassistenten zur Steuerung von Multimedia und Smart-Home Anwendungen, zum Beispiel Siri der Alexa (s. QUARTERONI 2018, S. 107–108). NLP lässt sich aber auch außerhalb von Sprachassistenten nutzen, zum Beispiel zur automatischen Übersetzung von Texten mit Übersetzungsdiensten wie Google Translate (s. QUARTERONI 2018, S. 107–108). Die Kommunikation mit Computern wird außerdem über Speech-to-Text(STT)- und Text-to-Speech(TTS)-Konvertierung möglich (s. QUARTERONI 2018, S. 107–108).

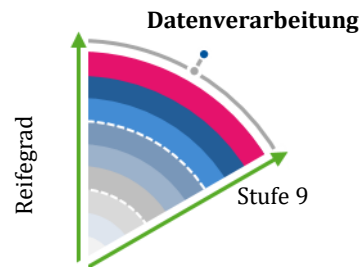
Potenziale

Natural-Language-Processing ermöglicht eine Vielzahl von digitalen Kommunikationsanwendungen. Unternehmen können zum Beispiel über Chat-Bots einen neuen, digitalen und sprachbasierten Kundenkontakt erschaffen (s. LENZ-KESEKAMP U. WEBER 2018, S. 24). Kundenanfragen können mit NLP digital und automatisch aufgenommen und verarbeitet werden (s. LENZ-KESEKAMP U. WEBER 2018, S. 24). Die unternehmensinterne Kommunikation kann aber auch durch NLP verbessert werden. Der Workflow für Protokolle und Berichte kann mit NLP vereinfacht und verkürzt werden (s. LENZ-KESEKAMP U. WEBER 2018, S. 24).

Herausforderungen

Die Vielfaltigkeit und Komplexität von Sprache stellt NLP vor große Herausforderungen. Die schiere Menge an Sprichwörtern, Wortspielen, Doppeldeutigkeiten und Metaphern ist von NLP-Systemen nur schwer zu verarbeiten (s. CHADHA ET AL. 2015). Auch die Vermischung von Wortgrenzen in verschiedenen Sprachen stellt für Computer eine Herausforderung dar (s. CHADHA ET AL. 2015). Um eine vollständige Konversation mit NLP-Systemen führen zu können, ist es erforderlich, dass Sachverhalte und Zusammenhänge über einzelne Sätze hinweg, z. B. bei der Verwendung von Personalpronomen, verstanden werden (s. CHADHA ET AL. 2015). Doch insbesondere Personalpronomen stellen NLP-Systeme vor Herausforderungen. Die weite Verbreitung von Smartphones und die darauf befindlichen Sprachassistenten haben zu überzogenen Erwartungen des Benutzers geführt und die Akzeptanz von Fehlern zusätzlich gesenkt (s. KOCIELNIK ET AL. 14-17 December, S. 1)

Data Analytics



In a nutshell

Data Analytics ist die automatisierte Anwendung von Algorithmen zur Analyse von großen Datenmengen. Das Ziel von *Data Analytics* ist es, bei der Findung von Entscheidungen im wirtschaftlichen oder industriellen Kontext zu unterstützen. *Data Analytics* ist ein interdisziplinäres Feld, das Aspekte von Statistik, *Machine-Learning*, Mustererkennung und Systemtheorie beinhaltet (s. RUNKLER 2020, S. 2).

Anwendungen

Data Analytics bietet Unternehmen zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Unternehmen können einerseits zur Strategieentwicklung das Kundenverhalten, die Marktsegmente und ihre Wachstumspotenziale analysieren und somit Fehlentscheidungen vermeiden und andererseits ihr Produktangebot erweitern (s. SCHLEICHERT ET AL. 2020). Im Tagesgeschäft kann *Data Analytics* Unternehmen bei der unmittelbaren Entscheidungsfindung unterstützen, indem es Prognosen, basierend auf zurückliegenden Daten, erzeugt (s. MONNAPPA 2020). *Data Analytics* wird aber auch auf großen Gebieten der Forschung verwendet, in dem es hilft, Informationen aus Texten zu extrahieren und zu strukturieren. Dadurch trägt es zum Verständnis von natürlicher Sprache in Computersystemen bei (s. RUNKLER 2020, S. 2).

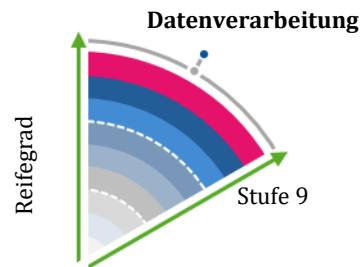
Potenziale

Mit *Data Analytics* kann die Auswertung von Daten in risikoarmen Prozessen automatisiert werden, wodurch in Unternehmen mehr Zeit für das Treffen der Entscheidungen und die Bearbeitung von risikoreichen Prozessen aufgebracht werden kann (s. SCHLEICHERT ET AL. 2020). Da die Verfügbarkeit von Daten und Rechnerkapazitäten in den letzten Jahren stark gestiegen sind, ist *Data Analytics* für die meisten Unternehmen möglich geworden. Die Daten im Unternehmen und ihre Auswertung können so zu Wettbewerbsvorteilen für Unternehmen werden, indem die eigenen Kernkompetenzen verbessert und komplett neue Geschäftsmodelle ermöglicht werden (s. BUGHIN ET AL. 2016, S. vi).

Herausforderungen

Da *Data Analytics* ein neues Betätigungsfeld für Unternehmen ist, haben viele Unternehmen Schwierigkeiten bei der Integration von datenbasierten Ergebnissen und Entscheidungen in das Tagesgeschäft, obwohl diese Erkenntnisse dem Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil bieten könnten (s. BUGHIN ET AL. 2016, S. vi). Den Unternehmen mangelt es außerdem an qualifizierten Fachkräften, die den notwendigen mathematischen Hintergrund beherrschen, um solche Datenauswertungen durchzuführen oder zu planen (s. BUGHIN ET AL. 2016, S. vi). Unternehmen müssen gegenüber ihren Kunden und Partnern außerdem die Datensicherheit und den Datenschutz für alle verwendeten Daten gewährleisten, was eine weitere Herausforderung darstellt (s. TSAI ET AL. 2015, S. 24–26).

Computer Vision



In a nutshell

Computer Vision ist ein Teilgebiet der Computervisualistik und beinhaltet die rechnergestützte Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Interpretation von Bildern. Dabei werden Bilder durch Filter und Transformationen für den Computer analysierbar gemacht. Die Detektion elementarer Merkmale im Bild und die Segmentierung zusammenhängender Bildbereiche macht eine Identifikation von Objekten möglich. (s. PRIESE 2015, S. 1–3)

Anwendungen

Mit *Computer Vision* lassen sich zahlreiche Anwendungen in der Industrie und im Alltag realisieren. *Computer Vision* wird beispielsweise in der Altenpflege zur kontaktlosen Messung der Herzschlagfrequenz in alltagstauglichen Assistenzlösungen für ein selbstbestimmtes Leben eingesetzt (s. BECHMANN ET AL. 2019, S. 195). Aber auch im Straßenverkehr finden sich Anwendungen der *Computer Vision*. In hochautomatisierten Fahrzeugen werden mithilfe von *Computer Vision* die Fahrzeug- und Fahreraktivitäten erkannt und überwacht (s. CLÁUDIO ET AL. 2020, S. 566–568; XING ET AL. 2019, S. 5379). Gleichzeitig wird *Computer Vision* in der Industrie zur Qualitätskontrolle in der Produktion von Gütern durch das automatisierte Erkennen von Fehlstellen verwendet (s. TZOVARAS ET AL. 2019, S. 176–487; LIU ET AL. 2017, S. 557).

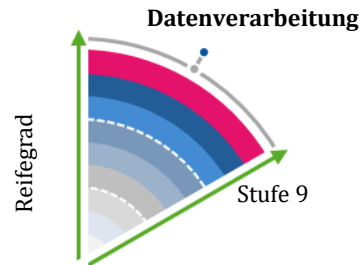
Potenziale

Mit *Computer Vision* wird eine Vielzahl von Anwendungen, die für den Menschen zu gefährlich oder zu monoton sind, automatisierbar. In Gefahren- und Krisengebieten können unbemannte Bodenfahrzeuge in Rettungsmissionen eingesetzt werden und somit kann die Anzahl an Opfern reduziert werden (s. TZOVARAS ET AL. 2019, S. 176–487). Im Straßenverkehr kann durch Vermeidung von Kollisionen mithilfe der automatisierten Detektion von anderen Verkehrsteilnehmern die Anzahl an Verkehrsunfällen gesenkt werden (s. CLÁUDIO ET AL. 2020, S. 566–568). Auch in der Industrie ergeben sich Zeit- und Kosteneinsparungen durch automatisierte Mustererkennung für Überwachungsaufgaben (s. TZOVARAS ET AL. 2019, S. 176–487).

Herausforderungen

Die Automatisierung von hochkomplexen Aufgaben stellt besondere Anforderungen an Hardware und Infrastruktur. In komplexen Systemen erfordert die Integration der visuellen Sensoren enorme Ressourcen (s. KANELAKIS U. NIKOLAKOPOULOS 2017, S. 161). Da oftmals enorme Rechenleistungen für die Bilderverarbeitung in der *Computer Vision* erforderlich sind, müssen diese von externen Rechenzentren erbracht werden (s. LEAL-TAIXÉ U. ROTH 2019, S. 3–4). Die Anbindung der Rechenzentren an den Ort der Überwachungsaufgabe erfordert hohe Bandbreiten und niedrige Latenzen (s. LEAL-TAIXÉ U. ROTH 2019, S. 3–4). Um das volle Potenzial von mobilen Anwendungen der *Computer Vision* auszuschöpfen, müssen die notwendigen optischen Sensoren und benötigten Rechner deutlich kompakter werden, da sie noch zu groß und zu schwer für Luftfahrzeuge und Drohnen sind (s. KANELAKIS U. NIKOLAKOPOULOS 2017, S. 161).

Process-Mining



In a nutshell

Process-Mining ermöglicht die einfache Analyse und Visualisierung komplexer Prozesse (s. AHMED ET AL. 2019 - 2019, S. 1–2). Es dient der Geschäftsdatenanalyse zur Verbesserung der Prozesse eines Unternehmens. Eingesetzt werden kann *Process-Mining* überall, wo Schritte eines Prozesses nachvollziehbar in einem IT-System gespeichert werden. Als Typen sind Discovery, Conformance und Enhancement zu nennen (s. VAN DER AALST ET AL. 2012, S. 182–183).

Anwendungen

Process-Mining kann in jedem produzierenden Unternehmen angewendet werden. Muster und Details, die sonst in Informationssystemen verloren gehen oder übersehen werden, können identifiziert werden. Der Algorithmus kann beispielsweise nachverfolgen, wann und wie häufig Einträge in einer Datei geändert werden. Daraus resultierende Ineffizienzen kann ein Algorithmus selbst erkennen und darstellen (s. RODRIGUEZ-FERNANDEZ ET AL. 2020, S. 1–7). Diese Prozessanalyse erfolgt im laufenden Betrieb, ohne dass der Datenfluss (o. ä.) zum Erliegen kommt oder dieser modelliert werden muss (s. JENSEN ET AL. 2008, S. 72).

Potenziale

Die Suche nach Optimierungspotenzialen erfolgt automatisiert. So kann, wenn nötig, eingegriffen werden, um zum Beispiel notwendige Iterationen von unnötigen zu trennen, falls dies für den Algorithmus nicht eindeutig zu unterscheiden ist (s. JÜRGENSEN o.J.). Indes werden Fehler sowie unnötige Doppelarbeit und Prozessabweichungen zuverlässig und schnell erkannt und aufgedeckt (s. JÜRGENSEN o.J.). Somit kann ein umfassender Überblick über sämtliche Abläufe der Produktion vom Auftrag bis zum Versand des Produkts erlangt werden (s. RODRIGUEZ-FERNANDEZ ET AL. 2020, S. 1–7).

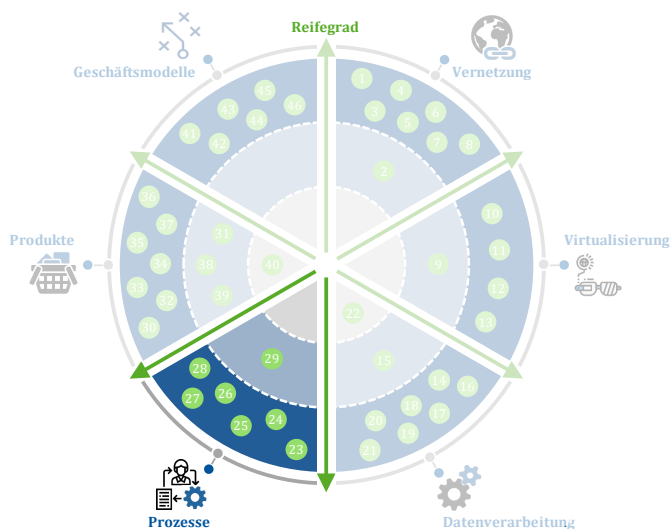
Herausforderungen

Das Process-Mining benötigt die Digitalisierung jedes einzelnen Prozessschrittes und deren ständige Aktualisierung, um optimal zu funktionieren, da der Algorithmus nur solche Daten auswerten kann (s. AHMED ET AL. 2019 - 2019, S. 1–2). Darauf aufbauend ist Process-Mining als rein exploratives Werkzeug anzusehen und zu benutzen, denn es kann lediglich Stellen im Prozess mit eventuellem Verbesserungspotenzial aufzeigen, selbst aber keine Verbesserungen einbringen (s. JÜRGENSEN o.J.). Dazu kommt, dass sich die Validierung der Ergebnisse und deren Interpretation manchmal als wenig aussagekräftig erweisen, da es verschiedene Gründe geben kann, Daten im Prozess noch zu ändern, diese aber nicht optimierbar sind. Ein Beispiel sind Änderungen der Kundenwünsche mit anschließender Anpassung des Produkts (s. JÜRGENSEN o.J.)

4.4 Prozesse

4.4.1 Beschreibung des Technologiefelds

In dem Technologiefeld „Prozesse“ werden diejenigen Technologien zusammengefasst, die im Rahmen des betrieblichen Ablaufs angewendet werden. Dabei gibt es grundlegende Technologien, wie etwa *Digital Work* oder die Demokratisierung des Know-hows, die über die gesamte Wertschöpfungskette eines Unternehmens wirken. Darüber hinaus gibt es unterschiedliche Anwendungen von diesen Technologien, die sich auf bestimmte Elemente der Wertschöpfungskette eines Unternehmens beziehen. Dazu zählt das *Edge Computing*, mit dessen Hilfe Daten direkt an ihrem Entstehungspunkt verarbeitet werden können. Mit Hilfe von *Distributed Ledger Technologie (DLT)* können die Daten durchgängig nachverfolgbar bereitgestellt werden. Ermöglicht wird das durch die verteilte Haltung des Ledger (dt. Hauptbuch) bei verschiedenen Entitäten, die Veränderungen, also Transaktionen, mit einer Mehrheit validieren. Gesichert werden können diese Vorgänge dann mithilfe von AI-Security, die in der Lage ist, Anomalien und damit potenzielle Betrugsfälle zu erkennen und ggf. sogar Gegenmaßnahmen einzuleiten. Allgemein kann zur Verarbeitung von Daten im Unternehmen *Hyperautomation* zum Einsatz kommen. Das bedeutet, durch eine Kombination von *Robotic Process Automation* und Künstlicher Intelligenz Prozesse im Unternehmen zu automatisieren. In Kombination können verschiedene der bereits genannten Technologien im Rahmen von *DevOps* zum Einsatz kommen. *DevOps* behandelt die Verschmelzung der Grenzen zwischen Entwicklung und Betrieb eines Produkts. Dabei wird entlang des Releasetrains des Produkts dafür gesorgt, dass Inkremente des Produkts in möglichst häufigen Zyklen in die produktive Anwendung überführt werden. Dadurch kann eine hohe Menge an Veränderungen bei trotzdem hoher Stabilität realisiert werden.



Prozesse

23. DevOps
24. Digital Work
25. Democratization of Knowledge
26. Edge Computing
27. AI-Security
28. Hyperautomation
29. DLT (Distributed-Ledger-Technologie)

Abbildung 4-4: Technologie- und Trendradar: Fokus Prozesse

4.4.2 Anwendungsfall: Fraud Detection mittels AI Security

Urlaub buchen, Einkaufen, das Bankgeschäft verwalten – immer mehr von diesen Tätigkeiten werden heutzutage online abgewickelt. Dabei werden die Zahlungsinformationen wie Kreditkartennummer, Anschrift und Name online ausgetauscht. Ein solcher Austausch von Informationen über das Internet ist immer auch ein potenzielles Angriffsziel von Cyber-Kriminellen. 2019 gab es allein in Deutschland 17,7 Millionen Opfer von Cyber-Kriminalität (s. NORTON LIFELOCK 2020, S. 9). Der dadurch entstandene Schaden wird auf über 100 Milliarden Euro geschätzt (s. SCHMERER 2019).

Aber nicht nur das Abgreifen von Zahlungsinformationen stellt ein potenzielles Risiko dar: Unternehmen speichern sensible Informationen über neue Produkte, Technologien und Märkte auf ihren Servern. Diese können gestohlen, es können Gespräche abgehört werden oder es werden Informations- und Produktionssysteme sabotiert (s. SCHMERER 2019). Sowohl Unternehmen als auch Privatpersonen müssen sich somit vor den Gefahren von Cyber-Kriminalität schützen. Eine Möglichkeit hierfür ist die Nutzung von Fraud-Detection.

Unter Fraud-Detection (dt. Betrugserkennung) wird das Vorbeugen und Erkennen von sowie das richtige Reagieren auf Betrugsvorfälle verstanden. Hierfür wird zunehmend *AI Security* verwendet. *AI Security* steht für die Nutzung von Künstlicher Intelligenz zum Schutz vor digitalen Angriffen. Es handelt sich dabei um ein selbstlernendes System, das umfassende Datenquellen analysiert und dadurch Sicherheitsrisiken erkennt. In diesem Anwendungsfall wird vor allem auf den Einsatz von Fraud-Detection mittels *AI Security* in der Finanzbranche eingegangen. Hierfür existieren bereits viele Softwareanbieter, die solche Lösungen für Banken und Versicherungen vertreiben.

Betrug im Finanzwesen folgt häufig ähnlichen Mustern: Einer der häufigsten Fälle sind der nichtautorisierte Zugang zu Kunden-Accounts mittels Bots oder die Durchführung von Geldwäsche (s. ROUSE Mai, 2019). Bei solchen Vorfällen weicht meist das tatsächliche Verhalten vom erwarteten Verhalten ab. Dies kann durch den Einsatz von Machine Learning oder Deep Learning verfolgt und analysiert werden. Erscheint ein Verhalten oder eine Transaktion verdächtig, kann das System Sicherheitsmaßnahmen einleiten. Das kann in der Praxis wie folgt aussehen: Ein Bankkunde in Deutschland verwendet Online-Banking und nutzt es hauptsächlich für Überweisungen und für gelegentliche Einkäufe im Internet. Wird seine Kreditkarte nun für Sportwetten in den USA genutzt, registriert ein System diese Abweichung und vergleicht diese mit vorherigen Fällen von Cyber-Kriminalität. Wird ein Betrug vermutet, wird die Transaktion verhindert und es wird bei Bedarf die Kreditkarte gesperrt.

Der Nutzen von Fraud-Detection mittels *AI Security* liegt in einer Steigerung der Sicherheit vor Cyber-Kriminalität. Betrug kann verhindert werden und der finanzielle Schaden wird reduziert. Auch der Diebstahl von Informationen und Identitäten, bei dem das Opfer durch eine missbräuchliche Verwendung in Misskredit gebracht wird, kann verhindert werden. Ein solcher Diebstahl wird vom Opfer oft nicht bemerkt.

Der Einsatz von *AI Security* im Finanzbereich ist nur ein Beispiel für die Verbesserung von Prozessen in Unternehmen. Musste früher die Betrugserkennung durch Mitarbeiter manuell durchgeführt werden, steigert *AI Security* die Geschwindigkeit und erlaubt die Prüfung großer Datenmengen. Weitere Anwendungen von digitalen Technologien für die Verbesserung von Prozessen finden Sie auf den folgenden Seiten.

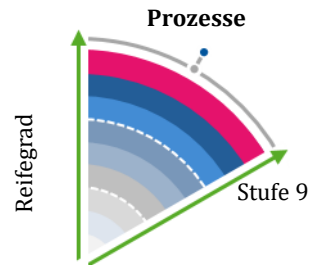
Fallbeispiel: Danske Bank und Teradata

Die Danske Bank hat ihren Sitz in Kopenhagen und ist die größte Bank Dänemarks. Sie ist aktiv in 12 Ländern, vor allem in Skandinavien, und hat mehr als 3 Millionen Kunden sowie 22.000 Mitarbeiter. Teradata ist ein amerikanischer Anbieter von Datenbank- und Analyse-Software. Er berät Unternehmen aus verschiedenen Branchen und unterstützt sie bei der Einführung von ‚*Big Data*‘- und ‚*Artificial Intelligence*‘-Lösungen. In der Vergangenheit hat die Danske Bank nur 40 Prozent der Betrugsfälle entdeckt. Außerdem wurden pro Tag 1.200 Vorfälle fälschlicherweise als Betrug deklariert (sogenannte *False Positives*). Dies führte dazu, dass zeitweise bei bis zu 99,5 Prozent der Alarme kein Betrug vorlag. Dies hat Zeit, Kapital und Mitarbeiter gebunden.

Die Danske Bank arbeitete zusammen mit Teradata an einem neuen Fraud-Detection-System, das auf *AI Security* basiert. Dazu wurde ein Deep Learning-System verwendet, um Unternehmensvorgänge zu analysieren. Zunächst wurde festgelegt, welche Daten verwendet werden sollen und es wurde festgelegt, wie diese Daten analysiert werden. Außerdem musste sichergestellt werden, dass die Daten dauerhaft für die Analyse verfügbar sind und dass die Mitarbeiter die Ergebnisse optimal verwenden können.

Das eingeführte Fraud-Detection-System auf AI-Basis hat die Falschmeldungen (*False Positives*) um 60 Prozent verringert. Es wird erwartet, dass eine Steigerung auf 80 Prozent durch das sich verbessernde System möglich ist. Gleichzeitig ist die Zahl der aufgespürten Betrugsfälle um 50 Prozent gestiegen.

DevOps



In a nutshell

DevOps ist eine Kombination der englischen Wörter für Entwicklung (*Development*) sowie Betrieb (*Operations*)¹ und beschreibt eine Softwareentwicklungsmethode, die diese beiden Bereiche miteinander verbindet (s. A. WAHABALLA ET AL. 2015 // 2014, S. 211). Wichtiger Bestandteil von *DevOps* ist neben einer Kultur, die eine gemeinsame Vision zur Erleichterung der Zusammenarbeit zwischen den beiden Bereichen erzeugt (s. RAVICHANDRAN ET AL. 2016, S. 28), die Automatisierung von Entwicklungs- und Betriebsaufgaben (s. HASSELBRING 2015, S. 6). Dadurch kann der Zielkonflikt zwischen einer schnellen Entwicklung und einem stabilen Betrieb gelöst werden (s. RAVICHANDRAN ET AL. 2016, S. 28).

Anwendungen

Mithilfe von *DevOps* können Softwareanwendungen automatisiert erstellt und getestet werden (s. AWS 2019). Zudem ermöglicht *DevOps* kontinuierliche und kurzzyklische *Software-releases* (s. AWS 2019). Es kann zur Entlastung der Mitarbeiter von manuellen Konfigurationen mittels API-basierten Cloudmodellen genutzt werden und dient der Einführung neuer kultureller Normen mittels Informationsaustausch und offener Kommunikation über *Bugtracking*- und Projektmanagementsoftware (s. AWS 2019).

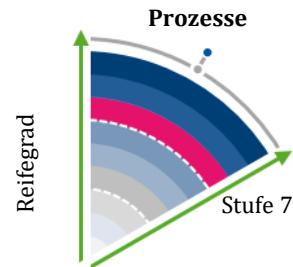
Potenziale

Ein Vorteil von *DevOps* ist die Verkürzung der Entwicklungs- und Produkteinführungszeit (s. KASTELEINER U. SCHWARTZ 2019, S. 212). Dabei werden mögliche Produktideen früh getestet und in die Produktion gegeben, was eine schnelle Rückmeldung über den Erfolg oder Misserfolg ermöglicht. Zudem wird durch die Nutzung der kurzen *Feedbackzyklen* das Lernen innerhalb der Organisation verbessert, sodass Kundenbedürfnisse immer besser verstanden werden (s. KASTELEINER U. SCHWARTZ 2019, S. 212). Ein weiteres Potenzial ist die Steigerung der Produktqualität durch den ganzheitlichen Prozessansatz (s. AGRAWAL U. RAWAT 2019, S. 1).

Herausforderungen

Der Wandel hin zu einer *DevOps*-Kultur geht einher mit einer organisatorischen Umstellung hin zu interdisziplinären Teams sowie der Implementierung von Werten wie *Ownership* und Verantwortlichkeit (s. AWS 2019). Die Mitarbeiter müssen bei diesem Wandel ausreichend unterstützt werden und es fallen Kosten für Schulungen und Weiterbildungen der Mitarbeiter an (s. KASTELEINER U. SCHWARTZ 2019, S. 212). Außerdem werden unter Umständen Investitionen in Technologien und die Infrastruktur benötigt, z. B. für neue Datenbanken oder die Implementierung neuer Schnittstellen (s. KASTELEINER U. SCHWARTZ 2019, S. 212).

Digital Work



In a nutshell

Während bei „Traditional Work“ bekannte Arbeiten durch Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ergänzt werden, wird bei „Digital Work“ die Arbeitsweise durch IKT verändert. Der Mensch wird nicht länger zur Bedienung, sondern zur Koordination von Werkzeugen und Maschinen eingesetzt. Zur Handhabung der veränderten Anforderungen werden vom Arbeitnehmer Kreativität und Problemlösungsfähigkeiten erwartet. (s. RICHTER ET AL. 2017, S. 260–261)

Anwendungen

Digital Work bietet Unternehmen die Möglichkeit, ihre Arbeitsaufträge für viele potenzielle Auftragnehmer anzubieten. Diese können Aufträge individuell annehmen und bearbeiten (s. DURWARD ET AL. 2016, S. 281). Das sogenannte „Crowd Working“ bietet den Auftragnehmern Flexibilität bei der Bearbeitung von Aufträgen. Während die Aufträge dann bearbeitet werden, können Mitarbeiter die einzelnen Arbeitsprozesse in Echtzeit aus der Ferne überwachen (s. JIA MING HENG ET AL. 2019, S. 5). So behalten Unternehmen die Kontrolle über die Arbeit und können auch digital in jeden Prozess eingreifen.

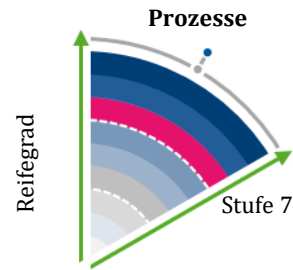
Potenziale

Durch Digital Work sinkt der Bedarf an Büromaterialien und Lagerplatz, was grundsätzlich Kosten für ein Unternehmen reduziert (s. JIA MING HENG ET AL. 2019, S. 5). Utensilien wie Druckertinte und Papier, aber auch Services wie die Instandhaltung von Druckern werden seltener benötigt. Dies wirkt sich ebenfalls positiv auf die ökologische Bilanz eines Unternehmens aus. Zudem werden Arbeitsanweisungen und Checklisten digitalisiert. Dabei wird sowohl die Handhabung dieser vereinfacht als auch gleichzeitig die allgemeine Effizienz gesteigert (s. JIA MING HENG ET AL. 2019, S. 5). Die Flexibilität, welche durch Digital Work entsteht, steigert weiterhin die Arbeitsproduktivität (s. JIA MING HENG ET AL. 2019, S. 5).

Herausforderungen

Bei der Umstrukturierung von „Traditional Work“ zu „Digital Work“ werden Unternehmen vor zwei große Herausforderungen gestellt. Eine davon ist es, die Expertise der bestehenden Mitarbeiter bei dieser Umstrukturierung zu nutzen. Die Mitarbeiter sollten in den Prozess eingebunden werden, sodass ebenfalls deren Motivation aufrecht gehalten wird (s. RICHTER ET AL. 2017, S. 260–261). Das Unternehmen sollte zudem bei der Umstrukturierung besonders auf ältere Mitarbeiter achten. Es ist wichtig, diese langsam an die neue Technik heranzuführen, da diese häufig nicht aufgeschlossen gegenüber den neuen Arbeitsprozessen und der Technik dahinter sind. Wenn sie nicht richtig an die Digital Work herangeführt werden, kann ein „Digital Divide“ entstehen (s. WÖRWAG U. CLOOTS 2020, S. 3). Junge Mitarbeiter werden dann die Älteren abhängen.

Democratization of Knowledge



In a nutshell

Democratization of Knowledge beschreibt den Vorgang möglichst große Mengen an Wissen für möglichst viele Menschen zugänglich zu machen (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 17–18). Dies geschieht im Allgemeinen digital durch wissenschaftliche Datenbanken mit Open Access (s. BRITT HOLBROOK 2019, S. 26).

Anwendungen

Durch die oben genannten Open-Access-Datenbanken muss die Veröffentlichung von wissenschaftlichen Arbeiten nicht den Filterprozess von Publizisten und Fachzeitschriften durchlaufen, sondern kann direkt durch den oder die Wissenschaftler geschehen, die diese Arbeit erstellt haben (s. BRITT HOLBROOK 2019, S. 26–28). Dies stellt für Recherchen eine größere Menge an Quellen zur Verfügung, was sowohl beruflich als auch privat genutzt wird (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 17–18). Außerdem ist der Zugang zu diesen Quellen in der Regel nicht örtlich beschränkt, weshalb sie weltweit von verschiedensten Personen genutzt werden können (s. MÖßNER U. KITCHER 2017, S. 6–8; s. RAZA ET AL. 2007, S. 68–71).

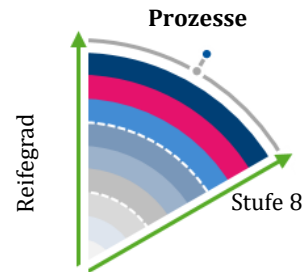
Potenziale

Die Potenziale der hieraus resultierenden Technologien reichen in sämtliche Bereiche des globalen Miteinanderlebens. Durch besseren Zugang zu verlässlichem Wissen haben in der Vergangenheit bereits Länder wie zum Beispiel Japan, Südkorea und China den Wohlstand der Gesellschaft vergrößern können (s. RAZA ET AL. 2007, S. 68–71). Durch *Democratization of Knowledge* könnten natürlich auch andere Länder und weniger wohlhabende Personengruppen profitieren. Im Idealfall führt dies dazu, dass alle Menschen die gleichen Voraussetzungen zum Erlangen von allgemeinem Wissen und Erhalt neuer Kenntnisse haben (s. BRITT HOLBROOK 2019, S. 26–28; s. RAZA ET AL. 2007, S. 68–71).

Herausforderungen

Die „Fake News“-Thematik stellt bereits auf dem jetzigen Level der Demokratisierung eine große Herausforderung dar. Ähnlich wie durch die Editierbarkeit von Wikipedia können auf kostenlosen Plattformen wissenschaftliche Arbeiten von jedem hochgeladen werden, ohne dass die Stichhaltigkeit von Quellen geprüft wird. Dies kann sich drastisch auf die Glaubwürdigkeit sowohl von der jeweiligen Arbeit als auch von der gesamten Datenbank auswirken (s. BRITT HOLBROOK 2019, S. 26–28; MÖßNER U. KITCHER 2017, S. 6–8). Die herkömmlichen Methoden der Veröffentlichung bieten neben der Qualitätsprüfung auch einen finanziellen Anreiz für die Wissenschaftler, den gegebenen Standards zu entsprechen. Stattdessen kann sich der Druck erhöhen, möglichst zeitnah zu publizieren, bevor andere es tun. Daraus folgend kann der Anreiz von Qualität zu Quantität wechseln oder der Qualitätsanreiz komplett verschwinden (s. BRITT HOLBROOK 2019, S. 26–28).

Edge Computing



In a nutshell

Edge Computing verlagert die Rechenkapazität von zentralisierten Cloud-Servern auf sogenannten Edge-Knoten direkt an das Endgerät bzw. dessen lokales Netzwerk. Dabei werden große Datenmengen in den Edge-Knoten vorverarbeitet, bevor sie an die Cloud-Server übertragen werden. Dadurch soll die Nutzung von Cloud-Ressourcen optimiert und der Traffic minimiert werden, da die Menge der zu verarbeitenden Daten erwartungsgemäß die Verarbeitungskapazität von Cloud-Servern übersteigt (s. LI ET AL. 2018, S. 96).

Anwendungen

Bei vielen modernen Anwendungen werden riesige Mengen an Daten gesammelt und verarbeitet. Um mit diesen Datenmengen umzugehen, wird *Edge Computing* immer häufiger zur Vorverarbeitung eingesetzt. Im Zuge der Digitalisierung der produzierenden Industrie werden Prozesse auf der Basis von Daten automatisiert. Dort wird *Edge Computing* verwendet, um in IoT-Anwendungen die zu übertragenden Datenmengen zu verringern (s. LI ET AL. 2018, S. 96). Aus demselben Grund findet *Edge Computing* seinen Einsatz auch in anderen Szenarien, wie Smart-Home- oder Smart-City-Anwendungen (s. LI ET AL. 2018, S. 96), bei denen ähnlich viele Daten anfallen. Spezifisch bedeutet dies, dass beispielsweise in Video-Analytics-Systemen empfangene Bilddaten in den Geräten selbst verarbeitet und nur die relevanten Ergebnisse, wie etwa die erkannten Objekte, an die Cloud gemeldet werden (s. SHI U. DUSTDAR 2016, S. 80).

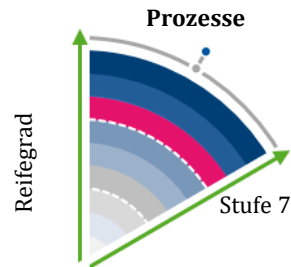
Potenziale

Durch die Funktionsweise der Edge Computing-Technologie ergeben sich Potenziale, die sich vor allem aus der enormen Reduzierung der zu übertragenden Datenmengen erschließen. Dies ist durch die Vorverarbeitungsverfahren in den Edge-Knoten möglich (s. LI ET AL. 2018, S. 96). Dadurch ergeben sich deutlich schnellere Übertragungszeiten und eine Reduzierung der genutzten Netzwerk-Bandbreite (s. YU ET AL. 2018, S. 6906–6911). Die geringere Beanspruchung der Rechenleistung von Endgeräten ist ein weiterer Vorteil, der sich durch die Verlegung der Datenverarbeitung in die Edge-Knoten ergibt. Daraus resultiert ein energieeffizienter Einsatz von *Edge Computing*, der die Gerätelaufzeit von mobilen Endgeräten maximieren kann (s. YU ET AL. 2018, S. 6906–6911).

Herausforderungen

Bei der Einführung von *Edge Computing* liegen noch einige Herausforderungen vor, die es zu bewältigen gilt. Schwierigkeiten liegen zum Beispiel noch in der Integration von verschiedenen Geräten, Plattformen oder Anforderungen in einer Edge Computing-Umgebung, da beispielsweise die Kombination unterschiedlicher Programmiersprachen notwendig ist (s. YU ET AL. 2018, S. 6906–6911). Unsicherheiten liegen auch mit Blick auf den Datenschutz vor. Datenschutzrelevante Informationen, die in Edge-Knoten verarbeitet werden, können durch die Nähe zu den Endnutzern und deren individueller Informationssicherheit anfälliger sein als in sicheren Cloud-Server-Umgebungen (s. YU ET AL. 2018, S. 6906–6911).

AI-Security



In a nutshell

Die Anwendung von Künstlicher Intelligenz in der Wirtschaft und anderen Bereichen unseres Lebens steigt stetig, wodurch sowohl Chancen als auch Risiken entstehen. Um mit diesen Herausforderungen umzugehen, beschäftigt sich die *AI-Security* mit dem Schutz KI-unterstützter Systeme, der KI-Nutzung zur Abwehr von Angriffen und der Antizipation neuer KI-basierter Angriffsformen. (s. PANETTA 2019)

Anwendungen

AI-Security kann eingesetzt werden, um die öffentliche Sicherheit zu erhöhen. In Sicherheitssystemen kann KI unterstützend eingesetzt werden. So können Personen auf der Basis von mehr als hundert Charakteristika identifiziert und durch Menschenmassen verfolgt werden (s. TOOMEY 2017). KI-basierte Abwehrsysteme können auch die Qualität von *Cyber-Security* erhöhen. Sie werden genutzt, um Schwachstellen zu suchen und Systemaktivitäten auf Auffälligkeiten zu analysieren (s. KHURANA ET AL. 2018, S. 1). Somit werden Hinweise auf Angriffe und Datenverletzungen gefunden. Aber auch die eingesetzten KI selbst müssen vor Angriffen geschützt werden. Angreifer können Datensätze potenziell so manipulieren, dass es Menschen nicht auffällt, KI aber Schwierigkeiten haben, korrekte Aussagen über die Datensätze zu treffen. Geschützt werden KI oftmals vor dem Release durch das Training mit „*Adversarial Attacks*“ (s. CLARKE ET AL. 2018, S. 3). Dabei wird die KI zusätzlich darauf trainiert, nicht von manipulierten Daten beeinflusst zu werden.

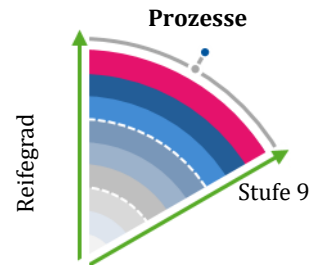
Potenziale

Echtzeit-*AI-Security* kann zur Unterstützung verschiedener Systeme eingesetzt werden. So kann sie mit biometrischen Daten zur permanenten Nutzeridentifikation eingesetzt werden und Passwörter und *PINs* ersetzen (s. POLLARI ET AL. 2019, S. 44). Im IoT werden Anwendungen geschützt, indem Angriffe antizipiert und abgewehrt werden. Dies geschieht bereits an den Randschichten des Systems (s. HADDADPAJOUH ET AL. 2020, S. 3–13). So kann der potenzielle Schaden schnell erkannt und minimiert werden. KI-Anwendungen können auch darauf trainiert werden, Angriffe und Variationen dieser Angriffe zu identifizieren und abzuwehren (s. HADDADPAJOUH ET AL. 2020, S. 3–13). Erkannt werden die Angriffe oft durch Verhaltensmuster, welche die KI auf der Basis vergangener Attacken erkennen.

Herausforderungen

Die Neutralität der Sicherheitssysteme wird durch ihre Programmierer beeinflusst. Es muss also darauf geachtet werden, dass diese erhalten bleibt und die KI beispielsweise nicht aktiv bestimmte Bevölkerungsgruppen verfolgt (s. TOOMEY 2017). Für die Anwendung von *AI-Security* wird die Aufstellung internationaler Standards, Richtlinien und Werteausrichtungen benötigt, welche gegen eben solche Herausforderungen angehen (s. BURCHETT 2018, S. 44). Somit wird Gleichheit aktiv gefördert und durch Software gegen Diskriminierung vorgegangen

Hyperautomation



In a nutshell

Der Begriff Automatisierung beschreibt die selbständige Steuerung und Regelung eines Prozesses durch ein technisches System (s. HAGEDORN ET AL. 2016, S. 250). *Hyperautomation* (dt. Hyperautomatisierung) nutzt darüber hinaus *Machine-Learning* und *Artificial Intelligence* zur Automatisierung von sämtlichen automatisierbaren Geschäftsprozessen, auch solche mit hoher Komplexität (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 3). Schlüsselkomponenten der *Hyperautomation* sind *Robotic Process Automation* (RPA) und *Intelligent Business Process Management Suites* (iBPMSs) (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 10).

Anwendungen

Anwendung findet *Hyperautomation* unter anderem in der Produktion. Mittels vernetzter Produkte werden Produktionsparameter automatisiert angepasst, was eine Steigerung der Flexibilität ermöglicht (s. PARK, S.-C. 2017, S. 434). Ein häufiger Verwendungszweck ist die Vereinfachung von klassischen Bürotätigkeiten wie dem Personalwesen. Intelligente Analysetools prüfen Bewerber intensiv und laden die besten Bewerber für ein Auswahlgespräch ein (s. WILSON U. DAUGHERTY 2018, S. 9). Auch das *Customer-Relationship-Management* bedient sich der Hyperautomatisierung. Bots verarbeiten einfache Kundenanfragen automatisiert und entlasten die Mitarbeiter, die sich mehr Zeit für komplexe Anfragen nehmen können (s. WILSON U. DAUGHERTY 2018, S. 9). Eine weitere Anwendung ist die Vorauswahl von Investmentmöglichkeiten im Finanzwesen auf Basis von Echtzeit-Marktdaten (s. WILSON U. DAUGHERTY 2018, S. 9).

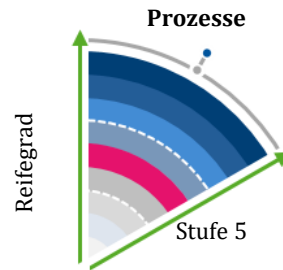
Potenziale

Ein Potenzial dieser Technologie ist die Steigerung der Automatisierungsmöglichkeiten in Unternehmen. Insbesondere sich häufig wiederholende Tätigkeiten oder Tätigkeiten mit ähnlichem Ablauf eignen sich für die *Hyperautomation* und können vereinfacht werden (s. PARK, S.-C. 2017, S. 434). Außerdem steigert Hyperautomatisierung die Agilität durch schnelle und ganzheitlich automatisierte Prozessschritte sowie einen optimierten Informationsfluss zwischen den Schritten (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 3). Darüber hinaus führt es zu einer Verbesserung der Entscheidungsfindung und zu einer Unterstützung der Mitarbeiter, z. B. mittels echtzeitfähiger Kennzahlen (s. WILSON U. DAUGHERTY 2018, S. 9).

Herausforderungen

Bei der Einführung von Hyperautomatisierung liegt die vorwiegende Schwierigkeit in der Umschulung von Mitarbeitern. Klassische operative Arbeiten mit hohem repetitivem Anteil werden automatisiert und Mitarbeiter müssen vermehrt steuernde Tätigkeiten übernehmen (s. PARK, S.-C. 2017, S. 434). Damit eine solche Übernahme von neuen Tätigkeiten gelingt, muss Hyperautomatisierung unter der Berücksichtigung der Belegschaft eingeführt werden. Dies sorgt für die Akzeptanz neuer Lösungen und stellt die wirksame Unterstützung der Mitarbeiter sicher (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 10).

Distributed- Ledger- Technologie (DLT)



In a nutshell

Distributed Ledgers sind verteilte digitale Kontoführungssysteme zur gemeinsamen Nutzung, Replikation und Synchronisierung von Daten. Mit kryptografischen Verfahren ermöglichen Distributed Ledger Technologien (DLT) fälschungssichere Abbildungen von Transaktionen. Eine der bekanntesten Distributed Ledger Technologien ist die Blockchain, welche ein Grundbaustein für Kryptowährungen ist. (s. BRÜHL 2017, S. 135–140)

Anwendungen

DLT bilden die Möglichkeit, den Finanzsektor um Kryptowährungen wie Bitcoin zu erweitern (s. BRÜHL 2017, S. 135–140). Diese bieten verschiedene Vorteile wie eine dezentrale Struktur, welche unter anderem Manipulation erschwert, und ein hohes Maß an Anonymität. DLT bieten sich auch dazu an, sie in die Datenspeicherung verschiedener Branchen einzubinden (s. ØLNES ET AL. 2017, S. 357–361). Energie, Logistik, Musik und Gesundheit besitzen teilweise schon Datenspeicherungskonzepte, welche auf DLT basieren, um eine Verfälschung der Daten zu verhindern. Im Internet of Things können Probleme mit der Sicherheit und Privatsphäre behoben werden, indem die Dezentralisierung der Datenverwaltung durch DLT genutzt wird (s. LAMBA ET AL. 2017, S. 5688).

Potenziale

Mit DLT kann, wie es z. B. auch Kryptowährungen zeigen, eine Transaktionsintegrität ermöglicht werden, ohne zentrale Behörden in diese einbinden zu müssen (s. BENEDICT 2019, S. 195). Es gibt dadurch bei Datenbanken keinen Single-Point-of-Failure mehr, der eine Schwachstelle für das System darstellt. Da die Distributed Ledger autonom agieren und Transaktionen systemseitig getätigt werden, können auch Personalkosten eingespart werden (s. ØLNES ET AL. 2017, S. 357–361). Dass die Distributed Ledger autonom arbeiten können, ist auch den Konsensmechanismen zu verdanken. Diese sind für die Änderung von Informationen zuständig. Dieser Mechanismus und die Verteilung der Datenspeicherung an mehreren Orten erhöhen die Zuverlässigkeit der DLT (s. ØLNES ET AL. 2017, S. 357–361).

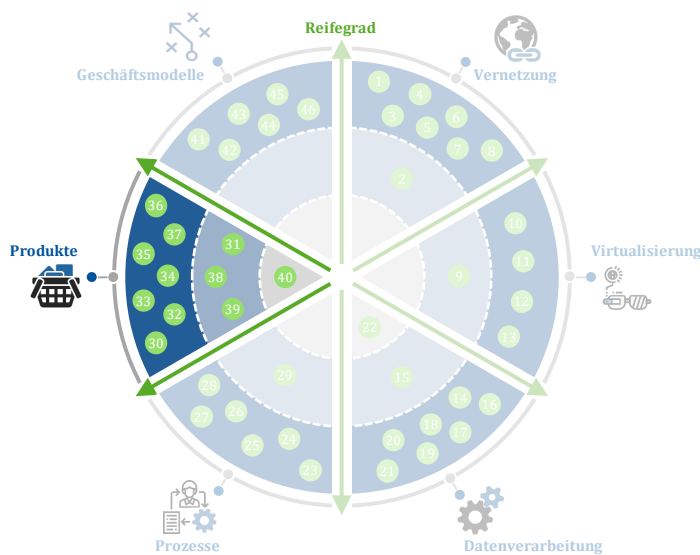
Herausforderungen

Die Dezentralität der *Distributed Ledger* bringt auch Herausforderungen mit sich: Da viele verschiedene Knoten zur Datenspeicherung benötigt werden, steigt der Energiebedarf durch die DLT an (s. DESHPANDE ET AL. 2017, S. 10). Gleichzeitig bußen *Distributed Ledger* Leistung zugunsten von Sicherheit und Authentizität ein, da Transaktionen von allen Knoten unabhängig verarbeitet werden müssen (s. WUNDERLICH ET AL. 2018, S. 1204). DLT können, je nach Design, anonyme Nutzer haben oder Nutzer mit einer Identität (s. ØLNES ET AL. 2017, S. 357–361). Die Entscheidung dafür muss für jeden Einsatz bedacht werden. Zur Frage steht, ob Missbrauch des Systems vorgebeugt oder eine anonyme Benutzung sowie eine gut geschützte Privatsphäre gewährt werden sollen.

4.5 Produkte

4.5.1 Beschreibung des Technologiefelds

Im Technologiefeld „Produkte“ werden physische Produkte, Dienstleistungen, Smart Devices und Cyber-physische Systeme (CPS) verortet. Dabei vereinen all diese Produkte eine integrierte Intelligenz, welche die Kommunikation der Produkte mit der Umwelt ermöglicht. Es werden allgemein solche Produkte betrachtet, die Merkmale im Sinne der Digitalisierung nutzen wie Datenverarbeitung und -analyse, Übertragungstechnologien, Mensch-Maschine-Schnittstelle, IT-Infrastruktur, Sensorik und Aktorik. Hierdurch verfügen diese Produkte im Gegensatz zu klassischen Produkten über einen erweiterten Leistungsumfang, welcher insbesondere dem Endkunden eine spürbare Steigerung des Mehrwerts bieten soll. Gleichzeitig ermöglicht insbesondere die Vernetzung dieser Produkte einen Felddatenrücklauf, wodurch die Unternehmen in der Lage sind, aus den neuen gewonnenen Daten zu lernen und diese unter anderem zur Weiterentwicklung der Produkte zu nutzen.



Produkte

30. App Stores und Marktplätze
31. Kryptowährungen
32. Cyber-physische Systeme
33. Digitale Assistenzsysteme
34. Autonomous Things
35. Robotik
36. 3D-Scan
37. 3D-Druck
38. Predictive Productivity
39. Human Augmentation
40. Human-Multiexperience

Abbildung 4-5: Technologie- und Trendradar: Fokus Produkte

4.5.2 App Store Anwendungsfall: Connected Consumer Products

Durch eine fortschreitende Globalisierung lassen sich jegliche Produkte vielerorts in ähnlicher Qualität herstellen. Eine beschleunigte Marktdynamik, welche durch immer kürzere Produktionszyklen und steigenden Kostendruck angetrieben wird, verstärkt zusätzlich dieses Phänomen. Umso größer wird der Druck produzierender deutscher Unternehmen, durch innovative Produkte aus der Masse herauszustechen, um sich somit am globalen Markt durchsetzen zu können. Folglich werden zunehmend intelligente vernetzte Produkte (z. B. *Connected Consumer Products*) entwickelt, welche einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Kundenbindung leisten.

Connected Consumer Products (CCP) bestehen aus drei Komponenten: einer physischen Komponente, einer digitalen Komponente und einer Dienstleistungskomponente (Smart Service). Dank der Kombination der drei Elemente können durch Rückführung der Daten die intelligenten Produkte in hohem Maße individualisiert und personalisiert werden. Dies ermöglicht eine

verbesserte Kundenbindung, frühzeitige Fehlererkennung und -behebung sowie die Umsetzung von (digitalen) Geschäftsmodellen.

Connected Consumer Products sind zur Kommunikation mit ihrer Umgebung fähig. Sie sind in der Lage, sowohl Daten über sich selbst als auch Daten der Umwelt kontinuierlich aufzunehmen oder zu verarbeiten. Infolgedessen kann gewährleistet werden, dass die Produktion dieser Produkte sich immer im optimalen Betriebspunkt in Abhängigkeit zu ihrer Umwelt befinden. Durch die vielfältigen Attribute von CCP ergibt sich eine breite Anzahl an Einsatzszenarien. So können diese sowohl passive Tätigkeiten wie die Überwachung von Produktzuständen oder die Beobachtung des Nutzungsverhaltens einnehmen als auch proaktiv Updates installieren oder Upgrades (zusätzliche Leistungsumfänge) eigenständig integrieren.

Durch intelligente vernetzte Produkte werden diverse Nutzenpotenziale adressiert, die in klassischen Produkten in dieser Weise nicht vorzufinden sind. Diese Nutzenpotenziale werden durch die Möglichkeit des kontinuierlichen, wechselseitigen Austauschs zwischen Unternehmen und Produkt hervorgerufen. Die Unternehmen können so auf die Felddaten der Produkte zugreifen und hierüber das Nutzerverhalten analysieren.

Auf Basis dieser Informationen können die Unternehmen die Weiterentwicklung und Optimierung ihrer Produkte deutlich zielgerichteter vornehmen. Die Felddatenrückführung trägt zur Verbesserung der weiteren Produktentwicklung bei, sodass die Kunden passiv in die Neu- oder Weiterentwicklung von Produkten einbezogen werden, wodurch eine Erhöhung der Kundenzufriedenheit erreicht werden kann. Des Weiteren wird durch die Felddatenrückführung das Erkennen und Beheben von Produktfehlern ermöglicht. Diese stetige Verbesserung der Produkte kann durch regelmäßige, im Hintergrund stattfindende Updates erreicht werden.

Ein weiteres Nutzenpotenzial ist die Möglichkeit des Produkts, mit den Endkunden zu kommunizieren. Durch die wechselseitige Kommunikation kann durch direktes Feedback des CCP eine fehlerhafte Nutzung des Produkts vermieden und der Konsument in der Nutzung des Produkts unterstützt werden. Diese stärkere Kundenorientierung erhöht infolgedessen die Zufriedenheit des Kunden in der Produktnutzung.

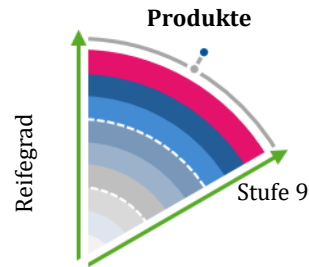
Durch die Etablierung von CCP in das Produktportfolio von Unternehmen werden diese dazu befähigt, neue Geschäftsmodelle zu realisieren. Dies kann beispielsweise in Form von Mehrwertdiensten (Smart Services) geschehen. Mehrwertdienste eröffnen dem Kunden einen einfachen Zugang zu einem erweiterten Leistungsumfang. Ein Mehrwertdienst entsteht durch die Ableitung einer nutzenstiftenden digitalen Leistung aus den Felddaten eines intelligenten Produkts. Hierdurch kann der Kunde seinen Produktumfang individuell nach seinen Wünschen konfigurieren und bei Bedarf schnell und einfach ändern. Die Möglichkeit, schnellen Zugriff auf die Erweiterung des Leistungsumfangs zu haben, um somit das Produkt nach Belieben individuell zusammenstellen zu können, ist einer der ausschlaggebenden Gründe zum Einsatz von CCP. Weiterhin kann das Unternehmen nicht nur vom Verkauf der Produkte profitieren, sondern ebenfalls über ein Abonnement-Modell (*Subscription*) den Leistungsumfang der Produkte anbieten. Somit werden regelmäßige Einnahmen generiert und der Kunde wird dauerhaft an das Unternehmen gebunden.

Fallbeispiel: Smarter Assistant

Amazon.com, Inc. ist ein US-amerikanischer Onlineversandhändler mit über 840.400 Mitarbeitern (2020) und einem Umsatz von über 280 Milliarden US-Dollar (2019). Mit einem Börsenwert von 1,32 Billionen US-Dollar ist Amazon das drittgrößte Unternehmen der USA. Nach eigenen Angaben gilt der Konzern als Marktführer des Online-Handels mit der weltweit größten Auswahl an Büchern, CDs und Videos. Aber auch Privatpersonen können über die Plattform eigene, neue wie auch gebrauchte Artikel anbieten. Neben dem Online-Handel vertreibt Amazon erfolgreich den *Amazon Kindle*, den *Amazon Fire HD*, die Set-Top-Box *Fire TV* sowie den HDMI-Stick *Fire TV Stick* und das Spracherkennungssystem *Echo*.

Das Spracherkennungssystem *Amazon Echo* ist ein intelligenter Lautsprecher mit der internetbasierten intelligenten persönlichen Assistentin Alexa. Durch eine Sprachsteuerung kann Alexa auf Dienste und Informationen zugreifen und so Befehle ausführen. Dabei lernt Alexa mit jedem Befehl mehr über den Nutzer und kann infolgedessen die Kommunikation mit diesem stets optimieren. Durch die Interaktion mit dem Nutzer und die Smart-Home-Steuerung hat Alexa die Möglichkeit, private Informationen über den Nutzer zu erfahren und erstellt auf Basis dessen ein Profil des Nutzers. So lernt Alexa beispielsweise, wie groß die Wohnung des Nutzers ist, wie oft dieser zuhause ist oder auch welchen Hobbys und Freizeitaktivitäten dieser nachgeht. Hierdurch ist Amazon befähigt, dem Nutzer kundenindividuelle Produktempfehlungen auf der Online-Handel-Plattform anzubieten und somit gezielt die Absatzzahlen zu erhöhen.

App Stores und Marktplätze



In a nutshell

App Stores und Marktplätze sind digitale Vertriebsplattformen, auf denen Nutzer sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite Transaktionen eingehen können. Abhängig von der Marktplatzplattform werden sowohl physische als auch digitale Waren und Dienstleistungen von einzelnen Personen oder Organisationen angeboten. (s. DERAIVE ET AL. 2020; AICHELE U. SCHÖNBERGER 2016, S. 1)

Anwendungen

App Stores und Marktplätze findet man in unterschiedlichen Branchen, in denen im Onlinehandel (E-Commerce) zwischen der Art der Akteure unterschieden wird. Dabei entstehen Transaktionen im klassischen Onlinegeschäft zwischen Unternehmen und Privatkunden, den B2C-Märkten (Amazon AppStore, Google Playstore), in Geschäften zwischen zwei Unternehmen, den B2B-Märkten (Metro, CrowdFox) und in Geschäften zwischen privaten Akteuren bzw. Konsumenten, den C2C-Märkten (C2C-Handel bei eBay, Airbnb). Diese beispielhaften Marktplätze dienen den Akteuren als Plattform für den Handel von Waren, digitalen und materiellen Gütern und Dienstleistungen, wie Netzwerk- und Kommunikationsdiensten. (s. AICHELE U. SCHÖNBERGER 2016, S. 1)

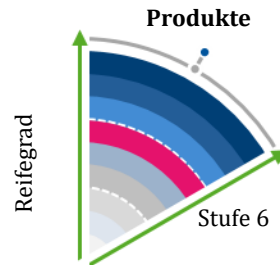
Potenziale

Digitale Vertriebsplattformen dienen allen Akteuren als Instrument, um die Vorteile des Onlinehandels auszunutzen. App Stores und Marktplätze geben kleineren Händlern die Möglichkeit, Onlineverkäufe ohne große Vorabinvestitionen durchführen zu können (s. RUMSCHEIDT 2020, S. 64–69). Des Weiteren ermöglicht die Digitalisierung von Vertriebsplattformen den Verbrauchern den Zugang zu vielen Händlern und einer großen Produktvielfalt (s. RUMSCHEIDT 2020, S. 64–69). Unternehmen dient der Handel über das Internet der Steigerung der Effizienz und der Reduzierung von Lohnkosten, da die Verkäufe über Onlineplattformen automatisiert und digital erfolgen können (s. SHI ET AL. 2019, S. 728; HÄRTING ET AL. 2019, S. 1060).

Herausforderungen

Bei der Verwendung von App Stores und Marktplätzen stehen sowohl Nutzer als auch Anbieter vor Herausforderungen. Beispielsweise müssen Nutzer gegebenenfalls das Auftreten von Lock-in-Effekten in Kauf nehmen, da die Verwendung von bestimmten Betriebssystemen (iOS, Android etc.) sie an die Stores/Marketplaces der Hersteller (AppStore, Google Playstore etc.) bindet. Gleichzeitig erschwert die hohe Anzahl an Onlineshops kleinen Händlern und Anbietern, beim Kunden sichtbar zu bleiben und diese ihren Online-Shop zu binden (s. RUMSCHEIDT 2020, 64-49; BUDZINSKI 2016, S. 2–9). Außerdem besteht aus Sicht der Käufer das Risiko der Produktunsicherheit, da Produkte auf Online-Marktplätzen nicht physisch bewertet werden können.

Kryptowährungen



In a nutshell

Bei Kryptowährungen handelt es sich um verschlüsselte und dezentral gespeicherte Datenprotokolle. Sie werden ohne Einflussnahme einer staatlichen Zentralbank produziert und zwischen Zahlungssender und -empfänger übermittelt. Durch die verschlüsselte und dezentrale Speicherung lassen sie sich als digitales Zahlungsmittel einsetzen. Dadurch soll ein möglichst unabhängiger und bargeldloser Zahlungsverkehr ermöglicht werden (s. THIELE ET AL. 2017, S. 3–12).

Anwendungen

Der Einsatz von Kryptowährungen ist so vielfältig wie der Einsatz anderer, physischer Währungen. Kryptowährungen können für alle Zahlungsflüsse in unterschiedlichen Wirtschaftsbereichen, aber auch in der Politik und der öffentlichen Verwaltung eingesetzt werden (s. GS1 GERMANY GMBH 2018, S. 3). Die Verschlüsselung und dezentrale Speicherung garantieren dabei ein Höchstmaß an Fälschungssicherheit (s. GS1 GERMANY GMBH 2018, S. 3). Da Kryptowährungen vollständig digital sind, eignen sie sich besonders für Anwendungen in der Verwaltung von Zahlvorgängen im E-Commerce (s. GS1 GERMANY GMBH 2018, S. 3).

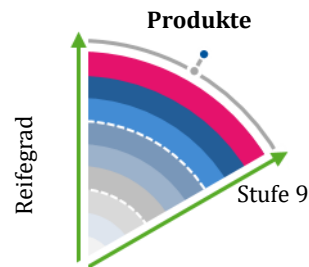
Potenziale

Die digitale und dezentrale Speicherung macht Banken und Geldinstitute überflüssig, sodass es keinen zentralen direkten Einfluss auf die Geldmenge und Zahlungsflüsse gibt (s. WENGER U. TOKARSKI 2019, S. 279–280). Besonders kleine Staaten und die politische Opposition in totalitären Staaten profitieren von der geringen Einflussnahme auf den Geldwert und die Zahlungsströme. Durch die Geldmengenobergrenze ergibt sich außerdem keine Möglichkeit zur Buchgeldschöpfung (s. WENGER U. TOKARSKI 2019, S. 279–280). Da keine Banken involviert sind und Transaktionen in Peer-to-Peer-Verfahren übertragen werden, fallen auch deutlich reduzierte Transaktions- oder Verwaltungskosten an (s. DIERKSMEIER U. SEELE 2018, S. 2).

Herausforderungen

Neben der Freiheit der Zahlungsströme wünschen sich viele Benutzer von Kryptowährungen auch vollständig anonyme Transaktionen. Prinzipiell ist eine vollständig anonyme Nutzung von Kryptowährungen auch möglich, allerdings sind nicht alle Kryptowährungen anonym, da beim Erwerb meist persönliche Informationen angegeben werden müssen (s. DIERKSMEIER U. SEELE 2018, S. 2). Eine Herausforderung von Kryptowährungen ist außerdem der komplizierte Erwerb der Währungen, der ein gewisses Maß an Vorwissen erfordert (s. THIELE ET AL. 2017, S. 3–12). Da Kryptowährungen keiner Regierung und Institution unterliegen, existiert auch kein gesicherter, regulatorischer Rahmen für die Benutzer (s. THIELE ET AL. 2017, S. 3–12). Dies bedeutet, dass Kryptowährungen auch ungeschützt Spekulationen und Kursschwankungen unterliegen, in einem deutlich stärkeren Maße, als dies bei konventionellen Währungen üblich ist (s. THIELE ET AL. 2017, S. 3–12).

Cyber-physische Systeme



In a nutshell

Ein cyber-physisches System (CPS) integriert Netzwerke und verteilte Rechnersysteme mit physischen Prozessen (s. LANOTTE ET AL. 2017, S. 436). Solche Prozesse werden durch Sensor-Netzwerke und integrierte Computer mithilfe von Feedback-Mechanismen überwacht und kontrolliert (s. AGARWAL U. KACHROO, S. 86). Dabei geht ein CPS über eingebettete Systeme (engl. *embedded systems*) hinaus und beinhaltet statt eigenständigen Geräten ein System von interagierenden Geräten mit physischem Input und physischem Output (s. MINERVA ET AL. 2015, S. 71).

Anwendungen

Cyber-physische Systeme finden Anwendung im Stromnetz (Smart Grid) (s. MINERVA ET AL. 2015, S. 71). Sie sammeln Informationen über Energieversorger und Verbraucher, um den Verbrauch und die Versorgung von Strom zu prognostizieren. Durch eine solche Vorhersage steigen die Effizienz und die Zuverlässigkeit des Netzes.

Eine weitere Verwendung ist die Nutzung von CPS in Gebäuden (Smart Buildings) (s. MINERVA ET AL. 2015, S. 71). Durch die umfangreiche Aufnahme relevanter Daten wie Temperatur und Sonneneinstrahlung sowie die Vernetzung mit Sicherheitssystemen kann Energie eingespart und die Sicherheit gesteigert werden (s. SHIH ET AL. 2016, S. 4).

Außerdem werden CPS verwendet, um ein intelligentes Verkehrskontrollsystem zu ermöglichen (s. SHIH ET AL. 2016, S. 4). Durch die Aufnahme des Verkehrsflusses kann zum Beispiel die Ampelschaltung verbessert werden, etwa durch aktive Steuerung einer grünen Welle.

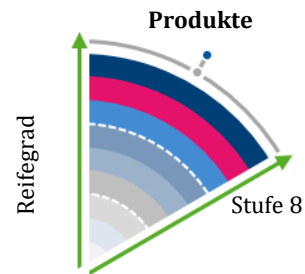
Potenziale

Aufgrund der Vielzahl an Anwendungsgebieten bieten CPS umfangreiche Potenziale. Zunächst ist hier die Konstruktion und Entwicklung von Produkten zu nennen. Durch die Nutzung von Performance-Daten steigt die Effizienz und die Kundenbedürfnisse werden verstärkt berücksichtigt (s. AHMADI ET AL. 2017 - 2017). In der Produktion können CPS zur Kontrolle und zum Management von Produkten und der Produktion aus der Ferne verwendet werden (s. AHMADI ET AL. 2017 - 2017). Außerdem eignen sie sich für die Unterstützung und Optimierung von Services durch Ferndiagnosen (s. AHMADI ET AL. 2017 - 2017).

Herausforderungen

Durch ihre vielfältige Einsetzbarkeit und Nähe zum System werden CPS vermehrt Opfer von Cyber-Angriffen. Insbesondere aufgrund der Integration von physischen Prozessen und der damit einhergehenden realen Auswirkung solcher Angriffe muss die Sicherheit gewährleistet sein (s. LANOTTE ET AL. 2017, S. 436). Eine weitere Herausforderung liegt in der Speicherung und Analyse großer Datenmengen, die bei der Implementierung dieser System anfallen (s. GRIFFOR ET AL. 2017 December 14-16).

Digitale Assistenzsysteme



In a nutshell

Digitale Assistenzsysteme unterstützen Menschen bei ihren Handlungen. Sie werden als intelligent bezeichnet, wenn sie über Sensoren oder die Einbettung in ein IT-System in der Lage sind, selbstständig auf Situationen zu reagieren. Bekannt sind Assistenzsysteme vor allem aus ihrer Anwendung in Autos, sie werden aber zunehmend auch in der Produktion eingesetzt (s. BEYERER ET AL. 2019, S. 87–89; KELLER ET AL. 2019, S. 441–442; BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) 2017, S. 14). Es wird zwischen physischer Assistenz und Informationsassistenz unterschieden (s. REISINGER ET AL. 2018, S. 100–102).

Anwendungen

Anwendungen digitaler Assistenzsysteme finden sich bereits in unserem direkten Umfeld. Ob als Fahrer-Assistenzsysteme, wie Einparkassistenten, Spurhalteassistenten und Auffahrwarnsystemen in modernen Autos, Bussen und LKWs oder als Sprachassistenten wie *Alexa*, *Siri* und *Cortana* in Geräten des täglichen Lebens (s. BENGLER ET AL. 2014, S. 6; REISINGER ET AL. 2018, S. 100–102). Auch am Arbeitsplatz nimmt die Zahl der Anwendungen immer stärker zu. In vielen Unternehmen wird bereits auf *Assembly Assistance Systems* in der Herstellung und im Zusammenbau von Produkten vertraut (s. KELLER ET AL. 2019, S. 441–442; NUNES 2019, S. 337–341).

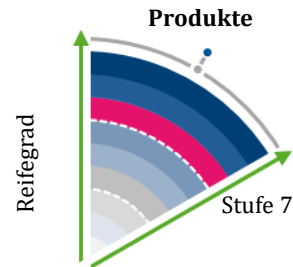
Potenziale

Im Alltag stellen sich die Potenziale als vielfältig dar (s. BENGLER ET AL. 2014, S. 6). Die Bedienung von Software wird für sämtliche Nutzer vereinfacht, beispielsweise durch Ermöglichung neuer Bedienungskonzepte wie Sprachsteuerung (s. BEYERER ET AL. 2019, S. 87–89; NUNES 2019, S. 337–341). Die unternehmerisch ansprechendsten Potenziale liegen zurzeit in der Steigerung der Produktivität und Produktqualität, bei Minimierung von Ausschuss. Dies gelingt durch Filterung nach genau den Informationen, die benötigt werden, um einen Prozessschritt durchzuführen, sowie durch direkte und fortlaufende Qualitätsprüfung unter anderem auch durch das System (s. BEYERER ET AL. 2019, S. 87–89; HOLD ET AL. 2017, S. 144–149; KELLER ET AL. 2019, S. 441–442).

Herausforderungen

Die Filterung stellt eine der wesentlichen Herausforderungen dar. Eine zu starke Filterung kann bewirken, dass die für einen Prozessschritt relevanten Daten nicht vollständig vorhanden sind (s. Beyerer et al. 2019, S. 87–89). Wenn dagegen eine zu geringe Filterung vorgenommen wird, kann das Optimierungspotential nicht vollständig ausgeschöpft werden (s. Beyerer et al. 2019, S. 87–89). Des Weiteren muss aus einer breiten Auswahl an für Assistenzsysteme benötigter Hardware die geeignete bedacht ausgesucht werden, da die Festlegung mit hohen Investitionskosten verbunden sein kann (s. Beyerer et al. 2019, S. 87–89; Hold et al. 2017, S. 144–149). Zudem müssen eventuell eine Software und deren Visualisierung separat entwickelt oder eingekauft werden (s. Beyerer et al. 2019, S. 87–89; Hold et al. 2017, S. 144–149).

Autonomous Things



In a nutshell

Autonomous Things sind physische Komponenten, die durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz befähigt werden, Funktionen zu übernehmen, welche bisher lediglich von Menschen durchgeführt werden konnten (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 36–39; KHALID ET AL. 2019 - 2019, S. 429–432). Das Ziel des Einsatzes dieser Komponenten ist die Unterstützung zur Schaffung einer nachhaltigen Zukunft, in der Ressourcen effizient genutzt werden (s. KHALID ET AL. 2019 - 2019, S. 429–432). Die Stufen der Automatisierung reichen von "keine Automatisierung", in welcher die Menschen die vollständige Kontrolle über die Aufgabe haben, bis hin zu "voller Automatisierung", bei der Menschen das System lediglich überwachen und nur im Gefahrenfall eingreifen. Dazwischen lassen sich die Stufen "Menschlich unterstützte Automatisierung", "Partielle Automatisierung", "Konditionelle Automatisierung" und "Hohe Automatisierung" verorten (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 36–39).

Anwendungen

Zu den Anwendungen von *Autonomous Things* zählen unter anderem eigenständig arbeitende Landwirtschaftsmaschinen und selbstfahrende Schiffe. Weiterhin sind autonome Systeme bereits heute verbreitet in Produktionsstraßen vorzufinden, bieten mehr Sicherheit im Straßenverkehr durch Spurhalte- und Bremsassistenten und vereinfachen die Suche und Rettung von Personen. (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 36–39; SIMOES-COSTA U. BRONNER 2016, S. 1573)

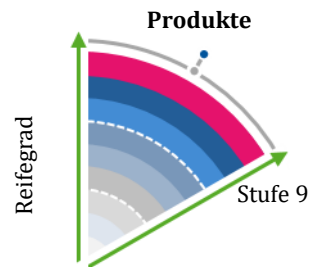
Potenziale

Autonome Systeme können in vielen Zweigen des Arbeits- und Privatlebens Anwendung finden. Durch diesen Trend kann unter anderem bessere Hilfe für alternde, kranke und behinderte Menschen erreicht werden (s. KHALID ET AL. 2019 - 2019, S. 429–432). Weiterhin kann durch den Einsatz dieser Systeme der Grad der Eigenständigkeit erhöht und somit eine Verbesserung der Lebensqualität erreicht werden. Ein weiterer relevanter Anwendungsbereich sind autonom fahrende Fahrzeuge und deren Infrastruktur. Hier soll durch den Einsatz autonomer Systeme sowohl die Verkehrseffizienz als auch die Luftverschmutzung verbessert, sowie durch eine bis zu 90-prozentige Reduktion der Verkehrsunfälle mehr Sicherheit im Straßenverkehr garantiert werden (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 36–39; SIMOES-COSTA U. BRONNER 2016, S. 1573).

Herausforderungen

Teilautomatisierte Systeme hängen oftmals stark von der Erlernung und Umsetzung menschlicher Verhaltensmuster ab. Die natürliche personen- und zeitabhängige Veränderung dieser Verhaltensmuster können aktuelle Systeme noch nicht erkennen und korrekt verarbeiten, was sich insbesondere bei Systemen der Sprach- und Gestensteuerung wiederfinden lässt (s. ELMALAKI ET AL. 2018, S. 35–36; KHALID ET AL. 2019 - 2019, S. 429–432). Eine weitere Herausforderung lässt sich bei autonom fahrenden Fahrzeugen erkennen, bei welchen Unfälle nicht vollkommen ausgeschlossen werden können, wodurch die Herausforderung der ethischen Programmierung dieser Fahrzeuge entsteht (s. SIMOES-COSTA U. BRONNER 2016, S. 1573).

Robotik



In a nutshell

Robotik behandelt die Konstruktion, den Bau und den Einsatz von Robotern. Ein Roboter ist dabei ein Objekt, das in mehr als einer Achse programmierbar ist und einen bestimmten Grad an Autonomie aufweist. Dabei hat ein Roboter die Aufgabe, sich innerhalb einer Umgebung zu bewegen, um einen bestimmten Zweck zu erfüllen (s. ISO 8373, S. 7–9).

Anwendungen

Roboter sind in der Industrie weit verbreitet und übernehmen dort beispielsweise sowohl die autonome Ausführung von Montage- und Fertigungsschritten als auch Inspektions- und Reinigungsaufgaben (s. BEN-ARI U. MONDADA 2018, S. 3–6). Auch in der Logistik können autonome, mobile Roboter den Transport von Waren und Personen übernehmen (s. BEN-ARI U. MONDADA 2018, S. 3–6). Roboter, die dem Menschen ähneln, werden humanoide Roboter genannt und können in der Altenpflege und der Lehre eingesetzt werden (s. BEN-ARI U. MONDADA 2018, S. 3–6). Anstatt den Menschen zu ersetzen, kann ein Roboter aber auch als kollaborierender Roboter mit ihm zusammenarbeiten und damit die flexiblen, kognitiven Fähigkeiten eines Menschen mit der Genauigkeit und Geschwindigkeit eines Roboters vereinen (s. SCHLEICHER 2020, S. 1–2).

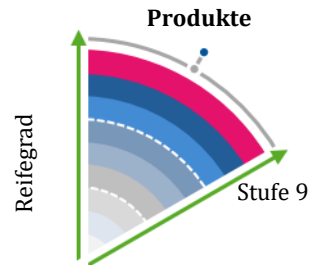
Potenziale

Die High-Level-Programmierung von Robotern verspricht die Vereinfachung der Roboterprogrammierung zu intuitiven Programmiermethoden, wie etwa dem „Führen an der Hand“ (s. SCHLEICHER 2020, S. 1–2). Durch diese Vereinfachung können auch Mitarbeiter ohne umfangreiche Programmierkenntnisse Roboterbewegungen schnell und einfach definieren, womit Roboter auch wirtschaftlich in der Kleinserie eingesetzt werden können (s. SCHLEICHER 2020, S. 1–2). Aber auch der Einsatz von kollaborierenden Robotern ist vielversprechend, denn mit der effektiven Zusammenarbeit zwischen Menschen und Robotern können ökonomische Vorteile erzielt und es kann die Qualität der Produktion verbessert werden (s. GALIN U. MESHCHERYAKOV 2020, S. 63).

Herausforderungen

Klassische, vollautomatisierte Industrieroboteranlagen stoßen durch immer kürzere Produktlebenszyklen und komplexere Produkte an ihre wirtschaftlichen Grenzen, da die Programmierung und Implementierung aufwändig und kostenintensiv ist (s. GALIN U. MESHCHERYAKOV 2020, S. 63). Eine weitere zentrale Fragestellung beim Einsatz von vollautomatisierten Systemen ist die unklare Haftungslage. Es lässt sich in vielen Fällen nicht widerspruchsfrei klären, ob bei Unfällen mit autonomen Robotern der Benutzer, der Besitzer, der Hersteller oder sogar ein Zulieferer des Herstellers haftet (s. HEY 2019, S. 243–244).

3D-Scan



In a nutshell

3D-Scanning ermöglicht die automatisierte Aufnahme von Messdaten oder die Erzeugung von digitalen 3D-Modellen. Dabei lässt sich zwischen kontaktbehafteten und kontaktlosen Methoden differenzieren. Bei kontaktbehafteten Methoden wird mit einem Messarm die aufzunehmende Kontur abgetastet. Kontaktlose Methoden basieren auf der Aussendung von Licht- oder Ultraschallimpulsen und anschließender Triangulation (s. KROWICKI ET AL. 2019, S. 574–575).

Anwendungen

3D-Scanning bietet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in verschiedenen Branchen. In der Produktion ist durch 3D-Scanning eine Automatisierung der Qualitätskontrolle möglich; es erlaubt durch *Reverse Engineering* die Digitalisierung von händisch erstellten Produktmodellen (s. NEGES ET AL. 2019 // 2018, S. 3–4; SHAH U. LUXIMON 2017, S. 47–48). Die Aufnahme von anthropometrischen Daten wie Körpermaßen ermöglicht außerdem die Herstellung von individueller Schutzausrüstung und Prothesen (s. SHAH U. LUXIMON 2017, S. 47–48). Es ergeben sich auch Anwendungsmöglichkeiten in der Archäologie und Kriminalistik durch die Rekonstruktion von zerstörten Gegenständen mithilfe von 3D-Scanning (s. KROWICKI ET AL. 2019, S. 574–575).

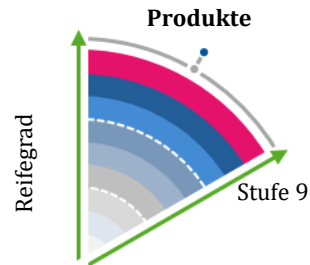
Potenziale

3D-Scanning erlaubt durch die schnelle Digitalisierung von Modellen sehr kurze Iterationszeiten in der Produktentwicklung und ermöglicht damit Rapid-Design und Rapid-Prototyping-Ansätze (s. FITZGERALD ET AL. 2018, S. 3–9). Produktentwicklungsprozesse können durch die automatische Erfassung von Geometrien ebenfalls automatisiert und somit automatisch kundenindividuelle Produkte erstellt werden (s. FITZGERALD ET AL. 2018, S. 3–9). Ein weiteres Potenzial von 3D-Scanning ist die Verringerung von Fehlerraten und Steigerung der Präzision durch die Automatisierung von manuellen Messaufgaben (s. SEGURA U. GARCÍA-ALONSO 2019, S. 57–66).

Herausforderungen

Herausforderungen ergeben sich vor allem beim Scannen von gesamten Szenen oder mehreren Gegenständen auf einmal. Durch das häufige Umsetzen und Anpassen der Scanwerkzeuge ergibt sich ein hoher manueller Aufwand, der gut geschultes Personal erfordert (s. DANESHMAND ET AL. 2018, S. 1). Des Weiteren liefern die verschiedenen 3D-Scanning-Technologien je nach Oberflächenbeschaffenheit des zu scannenden Gegenstands unterschiedliche Ergebnisse (s. DANESHMAND ET AL. 2018, S. 1). Für detailreiche Oberflächen eignen sich besonders photogrammetrische Techniken, welche allerdings für einfache Strukturen weniger geeignet sind.

3D-Druck



In a nutshell

3D-Druck, auch *Additive Manufacturing (AM)* genannt, ist eine Technologie, die mithilfe von Informationen aus einem computergenerierten Design physische Objekte erstellt. Dabei werden in einem additiven Vorgang sukzessive Materialschichten aufgetragen, wodurch feste, dreidimensionale Strukturen entstehen (s. NOORANI 2018, S. xvii).

Anwendungen

In den letzten Jahren gab es einen regelrechten Boom an 3D-Druck-Anwendungen, ob privat oder in der kommerziellen Nutzung. In der produzierenden Industrie erlauben 3D-Druck-Systeme es, leichte und komplexe Strukturen in kurzer Zeit herzustellen (s. SHAHRUBUDIN ET AL. 2019, S. 1291–1292). Außerdem ermöglicht 3D-Druck, schnell und kostengünstig Prototypen oder Ersatzteile zu produzieren. Aber auch in Bereichen, in denen man ein solches Verfahren nicht erwarten würde, findet man Anwendungen, zum Beispiel im Gesundheitswesen und der Medizin. Dort werden 3D-Drucker beispielsweise in der Forschung als kostengünstiges Mittel eingesetzt, um die natürliche Struktur der Haut für Testzwecke nachzustellen (s. SHAHRUBUDIN ET AL. 2019, S. 1291–1292).

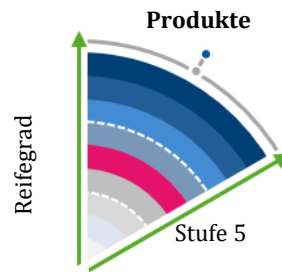
Potenziale

Mit der Einführung des 3D-Druck-Verfahrens ergeben sich zahlreiche Potenziale, um beispielsweise Produktionsketten effizienter zu gestalten. Dabei ermöglicht 3D-Druck die Herstellung von Objekten in kürzerer Zeit, ohne von großen Lieferketten abhängig zu sein. 3D-Druck-Verfahren sind dabei aber nicht nur auf die Erstellung von einfachen Strukturen limitiert, sondern auch in der Lage, neuartige, komplexe Objekte wie geschlossene Strukturen, Kanäle oder Gitter herzustellen (s. FORD ET AL. 2016, S. 1575). Außerdem führt das additive Vorgehen des 3D-Drucks zu Materialeinsparungen, ebenso zu der Möglichkeit, Abfallmaterialien, die während der Herstellung angefallen und nicht verwendet wurden, wiederzuverwenden (s. FORD ET AL. 2016, S. 1575).

Herausforderungen

Um in der produzierenden Industrie sinnvoll großflächig eingesetzt zu werden, müssen 3D-Druck-Verfahren allerdings noch einige Herausforderungen bewältigen. Werden zukünftig 3D-Druck-Systeme und die Prozessplanung automatisiert, könnte durch solch ein Produktionsverfahren die Fertigungseffizienz erheblich verbessert werden. Dieser Schritt müsste dafür allerdings noch erfolgen. Außerdem gilt es, die Qualität der Druckerzeugnisse zu verbessern. Häufig ist die Nachbearbeitung der erstellten Objekte notwendig, um zum Beispiel Treppenstufeneffekte nachzubessern, die bei der additiven Fertigung entstehen (s. FORD ET AL. 2016, S. 1575).

Predictive Productivity



In a nutshell

Predictive Productivity wird zur Generierung von Produktivitätseinblicken eingesetzt. Künstliche Intelligenz oder maschinelles Lernen bilden meistens die Grundlage für die Systeme. Auf Basis implementierter Trainingsdaten werden kausale Beziehungen zwischen den Prozessparametern und dem Output hergestellt und können entsprechend optimiert werden (s. NI ET AL. 2018, S. 3).

Anwendungen

Predictive Productivity betrachtet nicht nur das gesamte System. Es findet auch eine Einzelbetrachtung der Prozessparameter statt (s. TEDO-VERLAG GMBH 2018). Auf diese Weise werden optimale Vorhersageergebnisse erzielt. Die Produktionsdaten werden von der Software dazu genutzt, die Rentabilität zu steigern (s. FERO LABS 2019). Die Industrie in den Bereichen Chemie, Metall- und Bergbau, Energie, Versorgung und die Automobilindustrie profitiert infolgedessen hiervon. Einem Unternehmen bietet *Predictive Productivity* zudem die Möglichkeit, frühzeitige Prognosen über die Qualität des Produkts zu machen. Dazu wird von der Qualität einzelner Bauteile auf die Qualität des Endteils geschlossen (s. BERGER ET AL. 2018, S. 162).

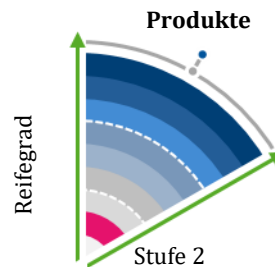
Potenziale

Durch die Möglichkeit, auf der Basis eines kontinuierlichen Qualitätsmonitorings sofort Fehler zu identifizieren, trägt *Predictive Productivity* dazu bei, die Defekte und die Ausschussrate zu minimieren (s. FERO LABS 2019). Die Informationen, die dadurch erlangt werden, können außerdem zur weiteren Prozessoptimierung beitragen. Weniger Defekte, eine niedrigere Ausschussrate und dazu eine exaktere Bedarfsvorhersage, wie sie mit einer Predictive-Productivity-Software erreicht wird, führen zu einer Einsparung von kostenintensiven Ressourcen in der Produktion (s. BERGER ET AL. 2018, S. 162). Dies wirkt sich auch positiv auf die ökologische Bilanz eines Unternehmens aus.

Herausforderungen

Predictive Productivity basiert meist auf Künstlicher Intelligenz oder maschinellem Lernen. Aus diesem Grund wird ein ausreichend großer Datensatz benötigt, damit die Software entsprechend gut trainiert werden kann (s. TEDO-VERLAG GMBH 2018). Sollte der Trainingsdatensatz zu klein sein, kann die KI beispielsweise Zusammenhänge nicht richtig erkennen. Zudem gibt es Unterschiede zwischen den angebotenen Programmen für *Predictive Productivity*. Die Programme können beispielsweise auf wenige Branchen spezialisiert oder für bestimmte Anwendungen optimiert worden sein. Deshalb sollte ein Unternehmen die optimale Software für seine individuellen Anwendungen auswählen (s. TORRES VEGA ET AL. 2018, S. 437).

Human Multiexperience



In a nutshell

Human Multiexperience beschreibt eine zukünftige Lebensweise, in der Computer allgegenwärtig und multisensorisch sind. Der multisensorische Aspekt wird alle menschlichen Sinne emulieren, sowie technische Sensoren (Wärme, Feuchtigkeit, Radar etc.) beinhalten. In der Zukunft wird die heutige Wahrnehmung eines Computers antiquiert erscheinen. Es wird angestrebt, ebenfalls Gebäude, die wir bewohnen, als multisensorische Interfaces mit vielen Berührungspunkten auszuliegen. (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 13–17)

Anwendungen

Die Verarbeitung menschlicher Intentionen und deren Bereitstellung als maschinell erkennbare Signale kann in vielen Branchen genutzt werden. Die Intention kann in diesem Rahmen durch Gehirnsignale, Gesichtsausdruck, Sprache, Gesten, Augen-/Lippen-/Kopf-/Hand-/Fingerbewegungen und Laufmuster registriert werden (s. MAHMUD ET AL. 2020 - 2020, S. 768–772). Dies passiert z. B. über Smartwatches und intelligente Kleidung (s. CAO ET AL. 2018, S. 5190–5191). Weitere bereits im Alltag zu findende Beispiele sind Sprachassistenten, wie Siri, Alexa und Cortana. Weniger alltäglich, aber ebenfalls bereits im Einsatz sind sogenannte *Brain Machine Interfaces*, die bei der Rehabilitation von Schlaganfallpatienten helfen können (s. MAHMUD ET AL. 2020 - 2020, S. 768–772).

Potenziale

Im *Multitasking* wird eines der größten Potenziale gesehen. Der Benutzer kann dementsprechend vollständig ohne Maus und Tastatur einer Maschine Befehle erteilen, welche dann anhand vorprogrammierter Signale von ebenjener Maschine befolgt werden. Dieser Trend beschreibt den Übergang von Menschen, die sich mit Technologie auskennen, zu Technologie, die sich mit Menschen auskennt (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 13–17). Dies kann in besonderem Maße für Menschen mit körperlichen und geistigen Einschränkungen eine erstrebenswerte Alternative zu aktuellen, komplizierten Interfaces sein (s. GUPTA ET AL. 2016, S. 6425–6431).

Herausforderungen

Bei der Programmierung von Algorithmen, die die oben genannten Signale auswerten können, ist es essenziell, die von Mensch zu Mensch unterschiedlichen Bewegungs- und Sprachmuster schnell und richtig auszuwerten. Dabei können bereits geringe Unterschiede in Tonhöhe, Dialekt, Hintergrundgeräuschen oder im Bewegungsradius einen großen Einfluss nehmen (s. CAO ET AL. 2018, S. 5190–5191; MAHMUD ET AL. 2020 - 2020, S. 768–772). Zudem muss eine solche Software schnell arbeiten, kosteneffektiv sein, vom Benutzer anpassbar und einfach zu verstehen sein (s. MAHMUD ET AL. 2020 - 2020, S. 768–772). Die Nutzbarkeit resultiert außerdem zu einem großen Teil aus der digitalen Vernetzung der Sensoren und allen beteiligten Geräten (s. CEARLEY ET AL. 2019, S. 13–17).

4.6 Geschäftsmodelle

4.6.1 Beschreibung des Technologiefelds

Das Technologiefeld „Geschäftsmodelle“ betrachtet daten- und plattformbasierte Geschäftsmodelle, die im Zuge der Digitalisierung ermöglicht werden. Darunter fallen insbesondere digitale, innovative Geschäftsmodelle, die den Nutzen von Kunde und Anbieter steigern und die Auswirkungen von Digitalisierung ökonomisch nutzbar machen. Dies ermöglicht der Einsatz digitaler Technologien.

Allein aus dem heutigen Bedarf an IT-Ressourcen ergeben sich Geschäftsmodelle, die durch das Angebot der entsprechenden Ressource als Dienstleistung deren Verfügbarkeit steigern. *IaaS*, *PaaS* und *SaaS* (Infrastructure bzw. Plattform bzw. Software as a Service) ermöglichen die Nutzung anspruchsvoller IT-Infrastrukturen, IT-Plattformen und Software, ohne den Bedarf der benötigten Expertise, um solche Leistungen selbst zu realisieren. Die Geschäftsmodelle *Shareconomy* und *User Designed* hingegen nutzen die digitalen Möglichkeiten, um mehrwertbringende Rollen in einem Unternehmen auf einen größeren und gestreuten Personenkreis auszubreiten. Die *Subscription-Economy* nutzt zuletzt digitale Technologien zur Produktentwicklung oder als Vertriebskanal, um ein sich stetig verbesserndes Produkt subscriptionsbasiert anzubieten.

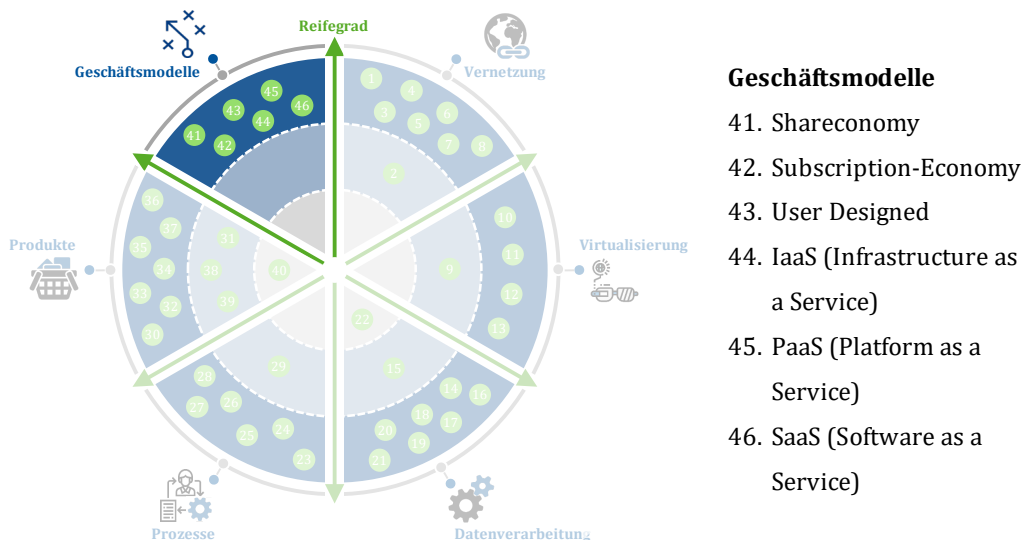


Abbildung 4-6: Technologie- und Trendradar: Fokus Geschäftsmodelle

4.6.2 Anwendungsfall: Virtuelle Kraftwerke

Die Aufgaben heutiger Kraftwerke gehen über die eigentliche Erzeugung und Bereitstellung von Energie hinaus. Ein Energienetz wird durch eine Vielzahl an Variablen beeinflusst: Auf der Erzeugerseite sind diese unter anderem gegeben durch die Art bzw. Technologie der Energieerzeugung, die Anschlussleistung eines Kraftwerks, die zeitliche Verfügbarkeit von Rohstoffen bzw. der aufgenommenen Energieform und den geographischen Standort im Netzwerk selbst. Weitere Einflüsse entstehen durch Störungen im Netz und durch Schwankungen auf der Verbraucherseite, durch unvorhersehbare Verbraucherprofile und den Wandel von Technologien wie etwa der E-Mobilität. Um trotz aller Einflüsse eine verlässliche Energieversorgung zu garantieren, sind Kraftwerke dazu angehalten, neben der vertraglich geregelten Erzeugung von Energie auch oftmals entsprechende Regelleistungen flexibel bereitstellen zu können. Neben der

Herausforderung, diese Regelung strikt einhalten zu können, sehen sich Kraftwerksbetreiber weiteren Schwierigkeiten ausgesetzt. Im Wandel von Technologien und einem wachsenden Umweltbewusstsein der Verbraucher steht eine Energiewende bevor, die von Kraftwerken mit konservativen Energiere Ressourcen eine Umstrukturierung verlangt. Im stetigen Wettkampf am Energiemarkt sind solche massiven Investitionsbedarfe nicht ohne weiteres umsetzbar. Gleichmaßen können auch eine Aufstockung von bereitgestellten Leistungen oder die Erfüllung neuer gesetzlicher Richtlinien größere Herausforderungen für ein Kraftwerk darstellen.

Diese Herausforderungen rühren aus der Verkörperung eines Kraftwerks als eine einzelne große Entität in dem technisch und regulatorisch flexiblen Umfeld des Energiesektors. Daher werden heutzutage flexiblere Lösungen in Form eines virtuellen Kraftwerkes angestrebt. Ein virtuelles Kraftwerk beschreibt einen Verbund aus vielzähligen, kleineren Netzkomponenten, Erzeugern, Verbrauchern und Speichern, um in Gesamtheit die Funktionalität eines größeren Kraftwerks abbilden zu können. Durch eine Vielzahl orchestrierter Erzeuger können die benötigten Energiemengen dynamisch bereitgestellt werden. Gleichzeitig ermöglicht die Steuerbarkeit von Verbrauchern und Speichern die bedarfsgerechte Bereitstellung positiver und negativer Regelleistungen. Die Entitäten können dabei sowohl durch industrielle als auch private Anbieter oder Erzeuger gestellt werden.

Der Vorteil des virtuellen Kraftwerks besteht dabei in der Flexibilität. Die genannten Herausforderungen können durch die Verwaltung kleinerer Entitäten besser bewältigt werden. Die Eingliederung weiterer bzw. der Ausschluss bestimmter Teilnehmer kann ohne größere Störung der restlichen Struktur unternommen werden. Damit ist die Aufstockung von bereitgestellter Leistung und die Abkehr von veralteten Energieformen nicht an eine generelle Umstrukturierung des Verbunds gekoppelt. Dies vereinfacht die Reaktion auf zukünftige rechtliche Regularien. Zusätzlich kann die Versorgungssicherheit des Energienetzes unterstützt werden. Ausfälle einzelner Teilnehmer verursachen aufgrund eines kleineren Anteils am Gesamtverbund einen geringeren Einfluss auf die Versorgung. Durch geeignetes Management können Regelleistungen nicht nur bereitgestellt werden, sondern durch Vorabplanung verhindert werden.

Die Problemstellungen größerer Kraftwerke werden mit dem Einsatz virtueller Kraftwerke durch einen Wechsel im Geschäftsmodell mitigiert. Während ein klassisches Kraftwerk eine einzelne Interessengruppe am Energiemarkt vertritt, besteht das virtuelle Kraftwerk aus vielen kleineren Teilhabern und erlangt somit die Möglichkeit, flexibler handeln zu können.

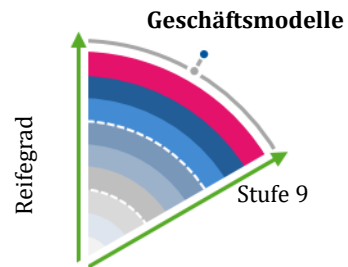
Das hier betrachtete Geschäftsmodell wird durch die sogenannte *Shareconomy* realisiert. In der hier beschriebenen Form zeichnet sich die *Shareconomy* durch den Zusammenschluss verschiedener Akteure mit unterschiedlichen Ressourcen und Handlungsräumen aus. Besitzer von Energieerzeugungsanlagen, etwa Photovoltaik-Anlagen, Windkraftanlagen oder kleineren Kraftwerken, können ihre kleineren Energiemengen zu wettbewerbsfähigen Preisen an den Markt bringen, da ihre Versorgungsleistung im Verbund kalkuliert ist. Besitzer von Speichern und Verbraucher können ihre Ressourcen (bspw. Photovoltaik-Anlagen) für die Deckung der notwendigen Regelleistungen bereitstellen und darüber hinaus den Erzeugern mit der Bereitstellung von Informationen für die Planung dienen. Auch regionale Gegebenheiten und kurzfristige Wechselhaftigkeiten, etwa unterschiedliche Sonneneinstrahlungen und Windstärken, können durch die geografische Streuung der Teilhaber abgedeckt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit der Hinzunahme bisher im Energienetz unbetrachteter Teilnehmer, etwa von Akteuren im E-Mobilitätssektor oder Vertretern zukünftiger Technologien. Insgesamt werden die unterschiedlichen Ressourcen der teilhabenden Entitäten gebündelt und Synergieeffekte erzielt, um wirtschaftlich, flexibel und richtlinienkonform am Energiemarkt teilzunehmen.

Fallbeispiel: Next Kraftwerke GmbH

Das Geschäftsmodell der Shareconomy wird durch die Next Kraftwerke GmbH in Form eines virtuellen Kraftwerks umgesetzt. Der sogenannte Next Pool umfasst dezentrale Energieerzeuger und Verbraucher in Europa an sieben verschiedenen Standorten. Die eingeschlossene Leistung umfasst über 7,1 TW aufgeteilt auf über 8.000 Anlagen.

Die Teilnehmer sind über abgesicherte Datenübertragungen an ein zentralisiertes Leitsystem angebunden. Somit können aktuelle Informationen über Anlagenverfügbarkeit und Energienetzdaten dem Leitsystem mitgeteilt werden, welches wiederum nach Auswertung sämtlicher Daten Steuerungsbefehle übermittelt. Der Zusammenschluss ermöglicht kleineren oder planungsunsicheren Energiequellen, wie etwa erneuerbaren Energien, am Energiemarkt teilzunehmen. Der Mehrwert entsteht vorwiegend durch die flexible Orchestrierung der Teilnehmer, welche die Ausnutzung günstiger Strompreise und schnelle Regelungen durch direkte Steuerung kleinerer Teilnehmer ermöglicht. Bei einer Einführung von Smart Metern wird auch Privatanbietern ermöglicht, sich als Verbraucher dem Verbund anzuschließen und das Informationssystem zur Reduzierung der eigenen Kosten nutzen zu können.

Shareconomy



In a nutshell

Shareconomy, auch bekannt als Shared Economy oder Sharing Economy, ist ein wirtschaftliches Konzept, das durch moderne Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglicht wird und auf dem Austausch digitaler Inhalte, physischer Güter oder der Teilnahme an kommerziellen, kulturellen oder sozialen Projekten basiert. So kann der Zugang zu ungenutzten, kapitalintensiven Investitionsgütern erleichtert werden (s. ELLWEIN ET AL. 2018; KRAUS U. GISELBRECHT 2015, S. 80–82).

Anwendungen

Anwendungen der Shareconomy lassen sich in verschiedenen Branchen finden. Dabei lassen sich die Anwendungsbereiche in das Teilen von physischen Gütern wie Produktionsressourcen, Autos (Carsharing), E-Scooter oder Immobilien (Homesharing) und in das Teilen von digitalen Inhalten wie Software, Services, Informationen oder anderen immateriellen Gütern aufteilen (s. ELLWEIN ET AL. 2018; KRAUS U. GISELBRECHT 2015, S. 80–82). Auch die gemeinschaftliche Finanzierung von Projekten (bspw. durch Crowdfinanzierung) reiht sich in das Konzept der Shareconomy ein (s. KRAUS U. GISELBRECHT 2015, S. 80–82).

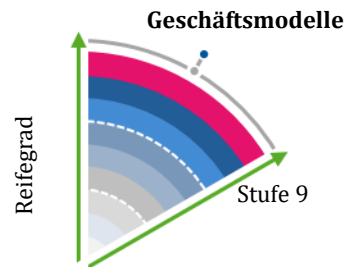
Potenziale

Die Verwendung von Shareconomy-Konzepten bietet geringe Einstiegskosten für neue Benutzer und Möglichkeiten, um aus privatem Besitz ein Einkommen zu erzielen (s. QUERBES 2018, S. 633). Außerdem stellt Shareconomy eine Chance zur Reduzierung der Leerlaufzeiten von Produktionsressourcen und Auslastungssteigerung durch Teilen von wenig genutzten Produktionsmaschinen dar (s. ELLWEIN ET AL. 2018). In ökologischer Hinsicht trägt das gemeinsame Benutzen von wenig beanspruchten Gütern zum Umweltschutz und der Steigerung der Nachhaltigkeit bei (s. CUI ET AL. 2019 // 2019, S. 2).

Herausforderungen

Der unkontrollierte Umgang mit Sachgütern oder der Mangel an Vertrauen in die Qualität kann in der Shareconomy zu Unsicherheiten führen, die durch die Anonymität zwischen Ressourcenbesitzern und -nutzern ausgelöst werden (s. WANG ET AL. 2018, S. 155; ELLWEIN ET AL. 2018). Des Weiteren birgt das Konzept von einer Shareconomy das Risiko einer niedrigen Transaktionsfrequenz, wenn Kunden nur selten das geteilte Gut benötigen (s. TAEUSCHER U. KIETZMANN 2017). Niedrige Wechselkosten zwischen Plattformen und der Konkurrenz zu klassischen Verkaufsmodellen können außerdem eine geringe Kundenbindung zu den eigenen Plattformen bedingen. Beispielsweise stehen Unternehmen in der Carsharing-Branche nicht nur in Konkurrenz zu anderen Carsharing-Anbietern, sondern auch zum klassischen Autoverkauf (s. TAEUSCHER U. KIETZMANN 2017).

Subscription Economy



In a nutshell

Ziel des Subscription Economy-Geschäftsmodells ist es nicht mehr, dem Kunden einzelne Produkte oder Services zu verkaufen. Vielmehr erhält der Kunde Zugang zu einer sich konstant verbessernden Leistung. Im Gegenzug tätigt der Kunde regelmäßige Zahlungen an das Unternehmen (s. SCHUH ET AL. 2019, S. 1–9; JUSSEN 2019).

Anwendungen

Mit dem Subscription Economy-Geschäftsmodell ergibt sich eine Vielzahl von neuen Servicemöglichkeiten. So kann beispielsweise Mobilität durch eine flexible Auswahl von Fahrzeugen aus einer Flotte als Service angeboten werden (s. SCHUH ET AL. 2019, S. 1–9; GRÜNDERSZENE 2019). Auch Software kann als Service angeboten werden, indem der Kunde Zugang zu einem ständig aktualisierten, optimierten und zentral verwalteten Software-System erhält (s. GRÜNDERSZENE 2019; KRCMAR 2015, S. 213). Die stetige Aktualisierung der Leistungen wird u. a. durch die Auswertung des Nutzungsverhaltens der Kunden ermöglicht. Aber auch der klassische Versandhandel kann durch Abo-Angebote, also die wiederkehrende, an den Kunden angepasste, Lieferung von Produkten, vom Subscription Economy-Geschäftsmodell profitieren (s. RAMKUMAR U. Woo 2018). Des Weiteren können der Zugang zu Medienbibliotheken und Rabatte auf Online-to-offline-Dienstleistungen angeboten werden (s. GUPTA 2019).

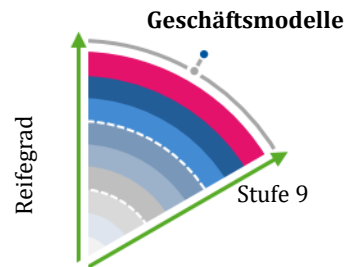
Potenziale

Durch ein besseres Verständnis des Kundenverhaltens mithilfe des Subscription Economy-Geschäftsmodells können Produkte und Dienstleistungen individuell und flexibel an die Kundenbedürfnisse und Wünsche angepasst werden (s. SCHUH ET AL. 2019, S. 1–9; TZUO 2016). Dadurch steigt die Kundenzufriedenheit und der Kunde ist bereit, mehr Geld für die Produkte und Dienstleistungen auszugeben. Der subscription-basierte E-Commerce-Markt ist in den letzten Jahren um 100 Prozent pro Jahr gewachsen und eine Abnahme des Wachstums ist nicht zu erwarten (s. CHEN ET AL. 2018).

Herausforderungen

Das Leistungsangebot beim Subscription Economy-Geschäftsmodell geht über das bloße Produkt hinaus und wird für den Kunden komplexer. Das führt dazu, dass der Kunde die Preisstrukturen nur schwer durchschauen und zunächst ablehnend auf das Angebot reagieren kann (s. SCHUH ET AL. 2019, S. 1–9). Für Unternehmen ergeben sich große Herausforderungen, denn fast jeder Aspekt ihres Leistungsangebots muss hinterfragt werden. Es ist eine grundlegende Änderung des Vertriebssystems notwendig, um von kurzfristigen Verkäufen auf den Kundenlebenszykluswert und jährlich wiederkehrende Einnahmen umzustellen (s. SCHUH ET AL. 2019, S. 1–9).

User Designed



In a nutshell

Im Geschäftsmodell *User Designed* ist das Unternehmen nicht selbst in die Entwicklung seiner Produkte involviert (s. REMANE ET AL. 2017). Diese werden von Kunden entworfen und vom Unternehmen beworben und vertrieben. Unternehmen profitieren dabei von Kostensenkungen in der Forschung und Entwicklung, während Kunden nicht selbständig in eine Infrastruktur zur Realisierung ihrer Produkte investieren müssen (s. GASSMANN ET AL. 2017, S. 250–251).

Anwendungen

Anwendungen finden sich vorwiegend bei Produkten, die aufgrund ihrer Beschaffenheit eine individuelle Konfiguration ermöglichen oder deren Wertschöpfungsprozess auf Kreativität beruht. Beispiele für solche Anwendungen des Geschäftsmodells sind u. a. von Kunden designte Lego-Modelle oder individuelle T-Shirts und Schuhe, die produziert und über die jeweiligen Online-Shops vertrieben werden. Auch Tattoo-Studios verwenden vermehrt die Designs von Kunden weiter und bieten diese anderen Kunden an (s. GASSMANN ET AL. 2017, S. 250–251). In der Technologiebranche findet sich ein Beispiel für ein User-designed-Geschäftsmodell in Form von App Stores, über welchen Dritte ihre entwickelten Anwendungen vertreiben können und folglich einen Mehrwert für das Gesamtsystem liefern.

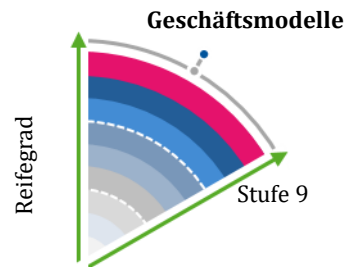
Potenziale

Für den Kunden ergeben sich Potenziale, da dieser persönlich in den vollständigen Wertschöpfungsprozess eingebunden werden kann. Er ist dann nicht mehr nur ein Konsument, sondern kann zugleich auch Designer und Produzent sein, sodass das Produkt mehr Relevanz aufweist und möglicherweise eine größere Kundschaft anspricht (s. FELDMANN ET AL. 2019, S. 51). Dabei wird die Herstellung dieser hochindividualisierten Produkte durch Fortschritte in Technologien wie 3D-Druck, Lasercutten und CNC-Fräsen ermöglicht (s. GASSMANN ET AL. 2017, S. 250–251). Die vertreibenden Unternehmen erlangen durch dieses Geschäftsmodell nicht nur eine erhöhte Kundennähe, sondern erweitern kostengünstig ihren Entwicklerkreis und schaffen so das Potenzial für neue Innovationen (s. GASSMANN ET AL. 2017, S. 250–251).

Herausforderungen

Die Qualität des Produkts sichergestellt werden, welche aufgrund des ausgelagerten Entwicklungsprozesses nicht immer den Standards des Unternehmens genügt (s. GÓMEZ ET AL. 2018, S. 81). Im Falle eines App Stores kann dies etwa bedeuten, dass das Unternehmen die angebotenen Anwendungen zusätzlich auf Malware überprüfen muss. Zudem muss das Unternehmen kulturelle Unterschiede bei der Kundenakzeptanz von Produkten beachten (s. SONG ET AL. 2017, S. 7–16). Gerade auf dem Weltmarkt ist es nicht einfach, einheitliche Produkte für alle Interessenten zu entwickeln und so können Produkte eventuell nur für bestimmte Länder angeboten werden. Eine Schwierigkeit besteht dazu noch beim Vertrieb von Luxusgütern, da Konsumenten im Luxussegment oftmals weniger Vertrauen in von anderen Kunden entwickelte Produkte haben (s. SONG ET AL. 2017, S. 7–16).

Infrastructure as a Service (IaaS)



In a nutshell

Infrastructure as a Service (IaaS) ist eine Dienstleistung, bei der dem Kunden Zugang zu einem virtuellen Rechenzentrum gegeben wird (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 21). Ein solches Rechenzentrum besteht unter anderem aus *Servern*, *Routern*, und *Firewalls* (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 21). IaaS ist eine der drei Kategorien des *Cloud Computing* und stellt dem Nutzer hochwertige Programmierschnittstellen (APIs) zur Verfügung (s. BERREZZOUQ ET AL. 2019, S. 60). Dies führt dazu, dass der Nutzer keine eigene IT-Infrastruktur benötigt und diese stattdessen anmietet (s. NAJI ET AL. 2019, S. 267).

Anwendungen

Mit Hilfe von IaaS können Daten auf einer externen *Cloud* gespeichert und bereitgestellt werden. Dies wird unter anderem von *Video-on-Demand*-Anbietern genutzt. So werden z.B. Netflix-Filme in der *Amazon Web Services Cloud* gespeichert (s. AWS 2020). Eine weitere Anwendung ist die Datenarchivierung von Unternehmen. Dabei stellt der Anbieter flexibel Speicherplatz in der *Cloud* zur Verfügung und rechnet diese Leistung anhand der gespeicherten Terabyte pro Monat ab (s. AWS2 2020). Auch Anwendungen zur Bereitstellung von Rechenkapazität existieren bereits. Statt Speicherplatz werden hier Prozessoren für die Datenverarbeitung in einem zentralen Rechenzentrum bereitgestellt, die innerhalb weniger Minuten einsatzbereit sind (s. IBM 2020).

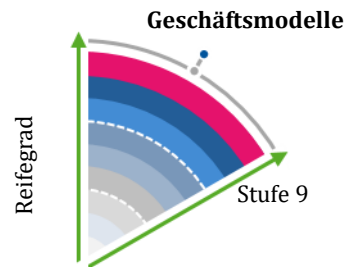
Potenziale

Die Potenziale für Nutzer von IaaS-Dienstleistungen liegen in der Verringerung der Beschaffungsausgaben und der Steigerung der Flexibilität der Infrastruktur (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 21). Statt des Kaufs der Infrastruktur wird diese nach Bedarf angemietet und konfiguriert. Außerdem kann die Energieeffizienz durch eine optimale Serverauslastung auf Seiten des IaaS-Anbieters verbessert werden (s. NAJI ET AL. 2019, S. 267). Dies wird erreicht durch die Virtualisierung von Speichern, der Konsolidierung nichtbenötigter Infrastruktur, Energieeffizienz-Maßnahmen, die sich häufig erst in großen Rechenparks lohnen sowie durch Anreize zur Infrastrukturnutzung außerhalb von Stoßzeiten.

Herausforderungen

Auf Grund der Bereitstellung der Infrastruktur über die *Cloud* benötigt IaaS eine schnelle und stabile Internetverbindung (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 21). Auch ein gutes IT-Teammanagement beim Kunden wird benötigt, um die benötigte Infrastruktur passend zu konfigurieren und an bestehende Betriebssysteme anzupassen (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 21). Eine weitere Herausforderung stellt ein möglicher Anbieterwechsel dar. Dieser ist mitunter nur unter hohem Aufwand möglich, da die verschiedenen IaaS-Anbieter häufig keine standardisierten Schnittstellen zur Verfügung stellen (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 21).

Platform as a Service (PaaS)



In a nutshell

Platform as a Service (PaaS) ist ein Bestandteil des Cloud-Computings und beschreibt eine Dienstleistung, bei der dem Kunden eine virtuelle Plattform über das Internet bereitgestellt wird (s. BERREZZOUQ ET AL. 2019, S. 60; BELBERGUI ET AL. 2019, S. 22). Auf einer solchen Plattform kann der Nutzer eigene Anwendungen und Services entwickeln, anbieten und vertreiben (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 22). Kunden von PaaS sind zumeist Entwickler von Softwareanwendungen (s. NAJI ET AL. 2019, S. 267).

Anwendungen

Ein Beispiel einer PaaS-Anwendung ist die „*Google App Engine*“, die zur Entwicklung und Bereitstellung von Web-Services genutzt wird (s. NAJI ET AL. 2019, S. 267). Mit deren Hilfe können Entwickler eigene Anwendungen programmieren, ohne die notwendige Hardware, wie z. B. Server, bereitzustellen. PaaS kann auch als Softwareentwicklungs-Plattform in der Automobilindustrie verwendet werden (s. MICROSOFT AZURE 2020a). Eine solche Plattform stellt Werkzeuge wie Java und Docker-Container bereit, mit deren Hilfe Fahrzeug-Software entwickelt wird. Eine weitere Möglichkeit der Anwendung ist die Durchführung von Datenanalysen mittels bereitgestellter Business-Intelligence-Tools (s. MICROSOFT AZURE 2 2020). Die bei der PaaS-Nutzung anfallenden Daten werden mit Data-Mining ausgewertet und für Prognosen und Entscheidungen zu Produktentwürfen genutzt.

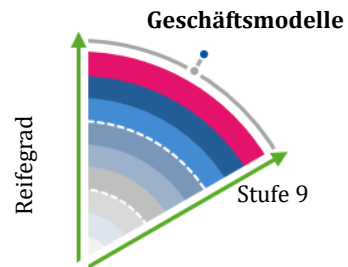
Potenziale

Der Vorteil von PaaS liegt in der Vereinfachung der Entwicklung neuer Anwendungen. Dabei stellt der PaaS-Anbieter die Entwicklungsumgebung und die benötigte Infrastruktur bereit. Bei Bedarf können neue Werkzeuge oder weitere Infrastruktur flexibel ergänzt werden (s. NAJI ET AL. 2019, S. 267). Der Nutzer muss keine Infrastruktur verwalten, was Kosten und Komplexität reduzieren kann. Dies entlastet den Nutzer und ermöglicht eine effizientere Entwicklung eigener Lösungen und Anwendungen (s. MICROSOFT AZURE 2 2020). Außerdem ermöglicht PaaS „Pay per Use“-Modelle für die Nutzung der Plattform (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 22).

Herausforderungen

Aufgrund der Speicherung von Daten auf externen Servern besteht das Risiko des Kontrollverlusts von Anwendungen, z. B. wenn der Internetzugriff beim Anwender nicht gewährleistet ist (s. BELBERGUI ET AL. 2019, S. 22). Außerdem muss der Anbieter von PaaS die Sicherheitsanforderungen des Kunden sicherstellen, da es ansonsten zu Datenverlusten oder Sicherheitsrisiken kommen kann (s. MICROSOFT AZURE 2 2020). Da das Plattformkonzept online betrieben wird, besteht stets die Gefahr von Sicherheitslücken, die zu Datenmissbrauch oder Datenverlust führen können. Es ist die Aufgabe des PaaS-Anbieters, diese Sicherheitslücken zu vermeiden und zu beheben.

Software as a Service (SaaS)



In a nutshell

Software as a Service (SaaS) ist ein Bestandteil des Cloud-Computings und ist das höchste und umfangreichste Level der Cloud-Services (s. BERREZZOUQ ET AL. 2019, S. 60; BELBERGUI ET AL. 2019, S. 22). SaaS ist eine Dienstleistung, bei der der Nutzer Zugang zu einem zentral verwalteten und verteilten Software-System erhält (s. KRCCMAR 2015, S. 213). Häufig werden SaaS-Dienstleistungen durch ein Abonnement angeboten, bei dem der Kunde eine monatliche Zahlung an den Anbieter entrichtet (s. KRCCMAR 2015, S. 213). Außerdem erhält der Nutzer die Möglichkeit, weitere Leistungen, wie z. B. Datenbackups oder Schulungen, zu erwerben und zu nutzen (s. KRCCMAR 2015, S. 213).

Anwendungen

SaaS bietet eine Kollaborationsumgebung zur Entwicklung neuer Softwareanwendungen bei verteilten Entwicklungsteams (s. MICROSOFT AZURE 2020b). Dadurch erhalten Software-Entwickler Zugriff auf Unternehmensnetzwerke und können gleichzeitig an neuen Lösungen arbeiten. SaaS eignet sich für einfache Anwendungen wie Mail- und Office-Anwendungen in Unternehmen aber auch für komplexe Anwendungen wie ein ERP-System als On-Demand-Lösung aus der Cloud (s. IBM 2019).

Potenziale

Potenziale von *Software as a Service* liegen insbesondere in einer Kostenreduktion und einer Verbesserung der Datensicherheit. Kosteneinsparungen werden aufgrund von Skaleneffekten realisiert, welche die spezialisierten Software-Anbieter aufweisen. Sie vertreiben ihre Leistung an viele verschiedene Anwender und bündeln die IT-Infrastruktur in zentralen Rechenparks. Durch diese Größenvorteile sinkt der finanzielle Aufwand beim Einkauf der Infrastruktur und beim Betrieb der Rechenzentren (s. KRCCMAR 2015, S. 213). Auch die Datensicherheit sowie Betriebseffizienz können durch spezialisierte Anbieter, welche die Sicherheit laufend überwachen, verbessert werden (s. KRCCMAR 2015, S. 213). Insbesondere für Mittelständler, die nur begrenzte IT-Kompetenzen besitzen, kann sich ein Umstieg auf SaaS lohnen. Ein weiterer Vorteil besteht in der einfachen Integration und guten Skalierbarkeit. Wird ein größerer Leistungsumfang benötigt, kann dieser ohne Probleme nachbestellt werden (s. NAJI ET AL. 2019, S. 266).

Herausforderungen

Ein Problem der SaaS-Lösungen sind die hohen Wechselbarrieren zwischen zahlreichen Anbietern aufgrund geschlossener Systeme und fehlender standardisierter Schnittstellen (Lock-in-Effekt) (s. KROKER 2020). Außerdem besteht die Gefahr des Verlusts der Datenhoheit und eines möglichen Datenzugriffs ausländischer Regierungen, z. B. durch den amerikanischen Cloud-Act (s. KRCCMAR 2015, S. 213; KROKER 2020).

5 Fazit

Die Messung der Digitalisierung der deutschen Wirtschaft ist eine komplexe Aufgabe: Die Digitalisierung hat viele Facetten – von den grundsätzlichen technologischen Möglichkeiten und Varianten, über die Konzeption und Organisation digitaler Landschaften, bis hin zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Neuerungen und Veränderungen. Nicht alle sind in Bezug auf die Messung relevant, nicht alle haben den gleichen Erklärungsgehalt, nicht alle Facetten sind überhaupt messbar. Vor diesem Hintergrund hat das Team des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort in Deutschland“ erste Schritte der Identifikation, Strukturierung und Erfassung der verschiedenen Aspekte der Digitalisierung aus Sicht der deutschen Wirtschaft unternommen. Diese Studie behandelt mit dem Technologie- und Trendradar einen Kernpunkt des ersten Arbeitspakets im Projekt.

Mit dem Technologie- und Trendradar liegt nun eine Studie vor, welche Steckbriefe der betrachteten Trends und Technologien und umfasst. Insgesamt wurden durch die Informationsbeschaffung 218 Trends und Technologien identifiziert, die eine generelle Auswirkung auf die Digitalisierung der deutschen Wirtschaft haben oder voraussichtlich haben werden. Hiervon werden 46 Trends und Technologien mit einer höheren Relevanz bewertet. Die Ergebnisse werden in standardisierten Technologiesteckbriefen festgehalten. Diese beinhalten neben der Kurzbeschreibung der jeweiligen Technologie die Reifegradeinordnung, Anwendungsbeispiele in diversen Branchen sowie damit einhergehende Potenziale und aktuelle Hindernisse der Implementierung in der deutschen Wirtschaft. Insbesondere technische Implikationen mit weiteren Trends und Technologien werden durch die anwendungsfallbasierte Recherche für branchenspezifische Einsatzzwecke transparent.

Im weiteren Projektverlauf finden jährlich Aktualisierungen des Technologie- und Trendradars statt. Jene beinhalten nicht nur Überarbeitungen, die Entwicklungen der vorgestellten Technologien hinsichtlich ihrer Einstufung im spezifischen Reifegrad festhalten. Mit weiteren Neuheiten und Innovationen in der Digitalisierung werden in den kommenden Jahren auch neue gänzlich neue Trends und Technologien betrachtet und in die Studie eingepflegt. Somit dient diese als stets aktuelle Informationsquelle zum Technologiestand in der Wirtschaft.

6 Literaturverzeichnis

- A. Wahaballa; O. Wahballa; M. Abdellatif; H. Xiong; Z. Qin: Toward unified DevOps model. In: 2015 6th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS) // 5th IEEE International Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), 2014. 27-29 June 2014, China Hall of Science and Technology, Beijing, China ; proceedings. Hrsg.: IEEE; M. S. P. Babu. IEEE, Piscataway, NJ, 2015 // 2014, S. 211–214.
- Abadi, M.; Agarwal, A.; Barham, P.; Brevdo, E.; Chen, Z.; Citro, C.; Corrado, G. S.; Davis, A.; Dean, J.; Devin, M.; Ghemawat, S.; Goodfellow, I.; Harp, A.; Irving, G.; Isard, M.; Jia, Y.; Jozefowicz, R.; Kaiser, L.; Kudlur, M.; Levenberg, J.; Mane, D.; Monga, R.; Moore, S.; Murray, D.; Olah, C.; Schuster, M.; Shlens, J.; Steiner, B.; Sutskever, I.; Talwar, K.; Tucker, P.; Vanhoucke, V.; Vasudevan, V.; Viegas, F.; Vinyals, O.; Warden, P.; Wattenberg, M.; Wicke, M.; Yu, Y.; Zheng, X.: TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems 14.03.2016. <http://arxiv.org/pdf/1603.04467v2>.
- AGARWAL, S.; KACHROO, P.: On the Economic Control of Cyber-physical Systems, S. 86–90.
- AGRAWAL, P.; RAWAT, N.: Devops, A New Approach To Cloud Development & Testing. In: 2019 International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT). Hrsg.: IEEE; 1. IEEE, 2019, S. 1–4.
- AHMADI, A.; CHERIFI, C.; CHEUTET, V.; OUZROUT, Y.: A review of CPS 5 components architecture for manufacturing based on standards. In: 2017 11th International Conference on Software, Knowledge, Information Management and Applications (SKIMA). Hrsg.: IEEE. IEEE, 06.12.2017 - 08.12.2017, S. 1–6.
- AHMED, R.; FAIZAN, M.; Anwer Irshad Burney: Process Mining in Data Science: A Literature Review. In: 2019 13th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics (MACS). Hrsg.: IEEE. IEEE, 14.12.2019 - 15.12.2019, S. 1–9.
- AICHELE, C.; SCHÖNBERGER, M.: E-Business. In: E-Business. Hrsg.: C. Aichele; M. Schönberger. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2016, S. 1–34.
- ANUKOOL, W.; LIM, J.; SONG, Y.; AHN, J.: Quantum Computing Systems: A Brief Overview. In: Journal of the Korean Physical Society 73(2018)6, S. 841–845.
- ARDINY, H.; KHANMIRZA, E.: The Role of AR and VR Technologies in Education Developments: Opportunities and Challenges. In: 2018 6th RSI International Conference on Robotics and Mechatronics (IcRoM). Hrsg.: I. Staff. IEEE, Piscataway, Oct. 2018, S. 482–487.
- ARIF WANI, M.; KANTARDZIC, M.; SAYED-MOUCHAWEH, M.: Trends in Deep Learning Applications. In: Deep Learning Applications. Hrsg.: K. e. a. Wani. Springer, Singapore, 2020, S. 1–7.
- AVRAM, M. G.: Advantages and Challenges of Adopting Cloud Computing from an Enterprise Perspective. In: Procedia Technology 12(2014)0, S. 529–534.
- AWS: Was ist DevOps? Hrsg.: Amazon Web Services (AWS). <https://aws.amazon.com/de/devops/what-is-devops/> (letzter Zugriff: 16.04.2020).
- AWS: Netflix auf AWS. Hrsg.: Amazon Web Services. https://aws.amazon.com/de/solutions/case-studies/netflix/?trk=ec2_landing (letzter Zugriff: 25.03.2020).
- AWS2: Datenarchivierung. Hrsg.: Amazon Web Service. https://aws.amazon.com/de/archive/?nc2=h_ql_sol_use_ar (letzter Zugriff: 25.03.2020).
- BADKILAYA, S. K.; BHAT, H. P.: The Need for a System to Benefit the Implementation of Digital Twin, by Helping Visualize the Virtual Dynamics Remotely. In: Cyber-physical Systems and Digital

- Twins. Hrsg.: M. E. Auer; K. Ram B. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer International Publishing, Cham, 2020, S. 38–50.
- BALAS, V. E.; SOLANKI, V. K.; KUMAR, R.; KHARI, M.: Internet of Things and Big Data Analytics for Smart Generation. Springer International Publishing, Cham 2019.
- Bauernhansl, T.; Krüger, J.; Reinhart, G.; Schuh, G.: WGP-Standpunkt Industrie 4.0, Darmstadt 2016.
- BECHMANN, D.; CHESSA, M.; CLÁUDIO, A. P.; IMAI, F.; KERREN, A.; RICHARD, P.; TELEA, A.; TREMEAU, A. (Hrsg.): Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications; 997. Springer International Publishing, Cham 2019.
- BELBERGUI, C.; ELKAMOUN, N.; HILAL, R.: Cloud Computing: Overview and Risk Identification Based on Classification by Type. In: Cloud Computing and Big Data: Technologies, Applications and Security. Hrsg.: M. Zbakh; M. Essaaidi; P. Manneback; C. Rong. Springer International Publishing, Cham, 2019, S. 19–34.
- BEN-ARI, M.; MONDADA, F.: Elements of Robotics. Springer, Cham 2018.
- BENEDICT, G.: Challenges of DLT-enabled Scalable Governance and the Role of Standards. In: Journal of ICT Standardization 7(2019)3, S. 195–208.
- BENGLER, K.; DIETMAYER, K.; FARBER, B.; MAURER, M.; STILLER, C.; WINNER, H.: Three Decades of Driver Assistance Systems: Review and Future Perspectives. In: IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine 6(2014)4, S. 6–22.
- BERGER, D.; ZAIß, M.; LANZA, G.; SUMMA, J.; SCHWARZ, M.; HERRMANN, H.-G.; POHL, M.; GÜNTHER, F.; STOMMEL, M.: Predictive quality control of hybrid metal-CFRP components using information fusion. In: Production Engineering 12(2018)2, S. 161–172.
- BERREZZOUQ, M.; EL GHAZI, A.; ABDELALI, Z.: Issues and Threats of Cloud Data Storage. In: Cloud Computing and Big Data: Technologies, Applications and Security. Hrsg.: M. Zbakh; M. Essaaidi; P. Manneback; C. Rong. Springer International Publishing, Cham, 2019, S. 60–72.
- BEYERER, J.; KÜHNERT, C.; NIGGEMANN, O.: Machine Learning for Cyber Physical Systems. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg 2019.
- BISDIKIAN, C.: An overview of the Bluetooth wireless technology. In: IEEE Communications Magazine 39(2001)12, S. 86–94.
- BISWAS, D. K.; SINCLAIR, M.; HYDE, J.; MAHBUB, I.: An NFC (near-field communication) based wireless power transfer system design with miniaturized receiver coil for optogenetic implants. In: 2018 Texas Symposium on Wireless and Microwave Circuits and Systems (WMCS). Hrsg.: IEEE. IEEE, 05.04.2018 - 06.04.2018, S. 1–5.
- BLECK, S.: Entwicklung einer Methodik zur integrierten Planung von Informationstechnologie-Einsatz und intermediären Informationsdienstleistungen im elektronischen Geschäftsverkehr. Shaker, Aachen 2004.
- BÖCKER, S.; ARENDT, C.; WIETFELD, C.: On the suitability of Bluetooth 5 for the Internet of Things: Performance and scalability analysis. In: 2017 IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC). Hrsg.: IEEE. IEEE, 2017, S. 1–7.
- BRANDTZAEG, P. B.; FØLSTAD, A.: Why People Use Chatbots. In: Internet Science. Hrsg.: I. Kompatsiaris; J. Cave; A. Satsiou; G. Carle; A. Passani; E. Kontopoulos; S. Diplaris; D. McMillan. Springer International Publishing, Cham, 2017, S. 377–392.
- BRAUCKMÜLLER, T.; GUTT, E.; KENSY, F.; RIEWE, J.; WESTERMANN, K.: 5G. Aktuelle Entwicklungen, Herausforderungen und Potenziale für den Zugang zu kommunaler Infrastruktur. Hrsg.: Hessisches Ministerium für Wirtschaft Energie, Verkehr und Landesentwicklung. https://www.breitband-in-hessen.de/mm/5G_Studie_final.pdf (letzter Zugriff: 17.02.2020).

- BRITT HOLBROOK, J.: Open Science, Open Access, and the Democratization of Knowledge. *Philosopher's Corner*. In: *Science and Technology* 35(2019)3, S. 26–28.
- BRÜHL, V.: Bitcoins, Blockchain und Distributed Ledgers. In: *Wirtschaftsdienst* 97(2017)2, S. 135–142.
- BUDZINSKI, O.: Aktuelle Herausforderungen der Wettbewerbspolitik durch Marktplätze im Internet, Institut für Volkswirtschaftslehre, Ilmenau 2016.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2842216 (letzter Zugriff: 31.08.2020).
- BUGHIN, J.; MANYIKA, J.; WOETZEL, J.: *The Age of Analytics: Competing in a Data-Driven World* 2016.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR UND DIGITALE INFRASTRUKTUR: 5G-Strategie für Deutschland. Eine Offensive für die Entwicklung Deutschlands zum Leitmarkt für 5G-Netze und -Anwendungen 2017. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/098-dobrindt-5g-strategie.pdf?__blob=publicationFile.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (Hrsg.): *Sensor, Tablet, RFID: Digitale Technologien in der Produktion*. Hrsg.: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-technologien-in-der-produktion.pdf?__blob=publicationFile&v=13 (letzter Zugriff: 25.08.2020).
- BURTCHETT, N.: *Political Norms and their impact on the security and value alignment of artificial intelligence* 2018 (letzter Zugriff: 18.04.2020).
- BUXMANN, P.; SCHMIDT, H. (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz. Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg*. 1. Auflage. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg 2019.
- CAO, R.; PU, X.; DU, X.; YANG, W.; WANG, J.; GUO, H.; ZHAO, S.; YUAN, Z.; ZHANG, C.; LI, C.; WANG, Z. L.: *Screen-Printed Washable Electronic Textiles as Self-Powered Touch/Gesture Tribo-Sensors for Intelligent Human-Machine Interaction*. In: *ACS nano* 12(2018)6, S. 5190–5196.
- CEARLEY, D.; NICK JONES; DAVID SMITH; BRIAN BURKE; ARUN CHANDRASEKARAN; CK LU: *Top 10 Strategic Technology Trends for 2020*. Hrsg.: Gartner, I.
<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/> (letzter Zugriff: 25.08.2020).
- CHADHA, N.; GANGWAR, R. C.; BEDI, R.: *Current Challenges and Application of Speech Recognition Process using Natural Language Processing: A Survey*. In: *International Journal of Computer Applications* 131(2015)11, S. 28–31.
- CHANDRAMOULI, D.; LIEBHART, R.; PIRSKANEN, J.: *5G for the Connected World*. John Wiley & Sons, Incorporated, Newark 2019.
- CHEN, T.; FENYO, K.; YANG, S.; ZHANG, J.: *Thinking inside the subscription box. New research on e-commerce consumers*. Hrsg.: McKinsey Global Institute.
<https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/thinking-inside-the-subscription-box-new-research-on-e-commerce-consumers> (letzter Zugriff: 04.05.2020).
- CHIARAVIGLIO, L.; BIANCHI, G.; BLEFARI-MELAZZI, N.; FIORE, M.: *Will the Proliferation of 5G Base Stations Increase the Radio-Frequency "Pollution"?* 02.12.2019. <http://arxiv.org/pdf/1912.00902v5> (letzter Zugriff: 17.03.2020).
- CHUI, M.; MANYIKA, J.; MIREMADI, M.: *Notes from the AI Frontier. Insights from hundres of Use Cases* 2018.
- CLARKE, B.; FOKOUE, E.; ZHANG, H. H.; HAHN, T.; EBNER-PIEMER, U.; MEYER-LINDENBERG, A.: *Transparent Artificial Intelligence. A Conceptual Framework for Evaluating AI-based Clinical Decision Support Systems* 2018. <https://ssrn.com/abstract=3303123> (letzter Zugriff: 19.04.2020).

- CLÁUDIO, A. P.; BOUATOUCH, K.; CHESSA, M.; PALJIC, A.; KERREN, A.; HURTER, C.; TREMEAU, A.; FARINELLA, G. M.: Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications. Springer International Publishing, Cham 2020.
- COADY, Y.; HOHLFELD, O.; KEMPF, J.; MCGEER, R.; SCHMID, S.: Distributed Cloud Computing: Applications, Status Quo, and Challenges. In: SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 45(2015)2, S. 38–43.
- COLANGELO, E.; HARTLEIF, S.; KRÖGER, T.; BAUERNHANSL, T.: A Service-Oriented Approach for the Cognitive Factory — A Position Paper. In: 2019 International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIIIC) // The 1st International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication. ICAIIC 2019. Hrsg.: IEEE. IEEE, [Piscataway, NJ], 2019, S. 540–542.
- COLLOTTA, M.; PAU, G.; TALTY, T.; TONGUZ, O. K.: Bluetooth 5: A Concrete Step Forward toward the IoT. In: IEEE Communications Magazine 56(2018)7, S. 125–131.
- Corcoles, A. D.; Kandala, A.; Javadi-Abhari, A.; McClure, D. T.; Cross, A. W.; Temme, K.; Nation, P. D.; Steffen, M.; Gambetta, J. M.: Challenges and Opportunities of Near-Term Quantum Computing Systems. In: Proceedings of the IEEE(2019)o. H., S. 1–15.
- CUI, L.; Y. Hou; M. Gao; Y. Yang: Exploring the influencing factors of sharing economy sustainability based on a two-mode social network analysis. In: 2019 16th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM). Hrsg.: IEEE. IEEE, [Piscataway, New Jersey], 2019 // 2019, S. 1–5.
- DAILY, M.; OULASVIRTA, A.; REKIMOTO, J.: Technology for Human Augmentation. In: Computer 50(2017)2, S. 12–15.
- DALE, R.: The return of the chatbots. In: Natural Language Engineering 22(2016)5, S. 811–817.
- Daneshmand, M.; Helmi, A.; Avots, E.; Noroozi, F.; Alisinanoglu, F.; Arslan, H. S.; Gorbova, J.; Haamer, R. E.; Ozcinar, C.; Anbarjafari, G.: 3D Scanning: A Comprehensive Survey. In: CoRR abs/1801.08863(2018)1, S. 1–18.
- DEMARY, V.; RUSCHE, C.: Zukunftsfaktor 5G: Eine ökonomische Perspektive, Institut der deutschen Wirtschaft (IW), Köln 2018 (letzter Zugriff: 11.03.2020).
- DENG, L.; LIU, Y.: Deep Learning in Natural Language Processing. Springer Singapore, Singapore 2018.
- DERAVE, T.; PRINCE SALES, T.; GAILLY, F.; POELS, G.: Defining sharing economy, marketplace and other service platform related concepts: A reference ontology approach, Department of Business Informatics and Operations Management, Ghent University 2020.
- DESAI, N.; ANANYA, S. K.; BAJAJ, L.; PERIWAL, A.; DESAI, S. R.: Process Parameter Monitoring and Control Using Digital Twin. In: Cyber-physical Systems and Digital Twins. Hrsg.: M. E. Auer; K. Ram B. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer International Publishing, Cham, 2020, S. 74–80.
- DESPANDE, A.; STEWART, K.; LEPETIT, L.; GUNASHEKAR, S.: Distributed Ledger Technologies/Blockchain: Challenges, opportunities and the prospects for standards 2017.
- DIERKSMEIER, C.; SEELE, P.: Cryptocurrencies and Business Ethics. In: Journal of Business Ethics 152(2018)1, S. 1–14.
- DÖRNER, R.; BROLL, W.; GRIMM, P.; JUNG, B.: Virtual und Augmented Reality (VR/AR). Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg 2019.
- DORSEMAINE, B.; GAULIER, J.-P.; WARY, J.-P.; KHEIR, N.; URIEN, P.: Internet of Things: A Definition & Taxonomy. In: The Ninth International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies : proceedings. Hrsg.: K. Al-Begain; N. Albeiruti. IEEE, Piscataway, NJ, 2015, S. 72–77.

- DURWARD, D.; BLOHM, I.; LEIMEISTER, J. M.: Crowd Work. In: Business & Information Systems Engineering 58(2016)4, S. 281–286.
- E. Sisinni; A. Saifullah; S. Han; U. Jennehag; M. Gidlund: Industrial Internet of Things: Challenges, Opportunities, and Directions. In: IEEE Transactions on Industrial Informatics 14(2018)11, S. 4724–4734.
- EBERT, M.: LTE und 4G: Das sind die Unterschiede. Hrsg.: Inside digital. <https://www.inside-digital.de/ratgeber/48714-mobilfunk-standards-lte-4g-5g-unterschied> (letzter Zugriff: 20.04.2020).
- ELLWEIN, C.; SCHMIDT, A.; RIEDEL, O.; LECHLER, A.: Shareconomy in der Fertigungsindustrie. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 113(2018)11, S. 775–778.
- ELMALAKI, S.; SHOUKRY, Y.; SRIVASTAVA, M.: Internet of Personalized and Autonomous Things (IoPAT). In: Proceedings of the 1st ACM International Workshop on Smart Cities and Fog Computing - CitiFog'18. Hrsg.: G. S. Ramachandran; B. Krishnamachari. ACM Press, New York, New York, USA, 2018, S. 35–40.
- FALCK, O.; LINDLACHER, V.; ESCHWEILER, W.; WÖSSNER, D.; HEINZ, M.: Versteigerung der 5G-Lizenzen in Deutschland. Ein Meilenstein auf dem Weg in die digitale Zukunft? In: ifo Schnelldienst 72(2019)72, S. 3–14.
- FELDMANN, C.; SCHULZ, C.; FERNSTRÖNING, S.: Digitale Geschäftsmodell-Innovationen mit 3D-Druck. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden 2019.
- FERO LABS (Hrsg.): Machine Learning for Continuous Improvement. Hrsg.: Fero Labs. <https://www.ferolabs.com/> (letzter Zugriff: 22.04.2020).
- FIGLIORE, D.; THIEL, C.; BALDAUF, M.: Potenziale von Chatbots für den innerbetrieblichen IT-Support. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 57(2020)1, S. 77–88.
- FITZGERALD, J.; TILTON, B.; SWAMINATHAN, V.: Using 3D scanning to drive supply chain innovation. A series exploring Industry 4.0 technologies and their potential impact for enabling digital supply networks in manufacturing 2018.
- FOLKERS, A.: Steuerung eines autonomen Fahrzeugs durch Deep Reinforcement Learning. 1. Auflage. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden 2019.
- FORD, S.; DESPEISSE, M.; DESPEISSE, M.: Additive manufacturing and sustainability: an exploratory study of the advantages and challenges. In: Journal of Cleaner Production 137(2016)o. H., S. 1573–1587.
- FRAUNHOFER IPK: Smarte Fabrik 4.0 – Digitaler Zwilling (letzter Zugriff: 19.03.2020).
- FUMY, W.: Quantencomputer und die Zukunft der Kryptographie. In: Datenschutz und Datensicherheit - DuD 41(2017)1, S. 13–16.
- FUQUAN, Z.: The Opportunities and Challenges of Quantum Computing. In: Biomedical Journal of Scientific & Technical Research 6(2018)3, S. 5319–5321.
- FURINI, M.; MIRRI, S.; MONTANGERO, M.; PRANDI, C.: Do Conversational Interfaces Kill Web Accessibility? In: 2020 IEEE 17th Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC). Hrsg.: IEEE. IEEE, 2020, S. 1–6.
- GALIN, R. R.; MESHCHERYAKOV, R. V.: Human-Robot Interaction Efficiency and Human-Robot Collaboration. In: Robotics: Industry 4.0 Issues & New Intelligent Control Paradigms. Hrsg.: A. G. Kravets; 272. Springer International Publishing, Cham, 2020, S. 55–63.
- GARCÍA, A. S.; FERNANDO, T.; ROBERTS, D. J.; BAR, C.; CENCETTI, M.; ENGELKE, W.; GERNDT, A.: Collaborative virtual reality platform for visualizing space data and mission planning. Springer 2019.

- GASSMANN, O.; FRANKENBERGER, K.; CSIK, M.: Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. 2. Auflage. Hanser, München 2017.
- GOASDUFF, L.: Top Trends on the Gartner Hype Cycle for Artificial Intelligence, 2019.
<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-on-the-gartner-hype-cycle-for-artificial-intelligence-2019/> (letzter Zugriff: 30.03.2020).
- GÓMEZ, M.; ADAMS, B.; MAALEJ, W.; MONPERRUS, M.; ROUYVOY, R.: App Store 2.0: From Crowd Information to Actionable Feedback in Mobile Ecosystems. In: IEEE Software 34(2018)2, S. 81–89.
- GRIFFOR, E. R.; GREER, C.; WOLLMAN, D. A.; BURNS, M. J.; KEERTHI, C. K.; JABBAR, M. A.; SEETHARAMULU, B.: Cyber Physical Systems (CPS): Security Issues, Challenges and Solutions. In: 2017 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research. Hrsg.: N. Krishnan; M. Karthikeyan. IEEE, Piscataway, NJ, 2017 December 14-16, S. 1–4.
- GRÜNDERSZENE (Hrsg.): Subscription Economy: So abonnieren Unternehmen den Erfolg. Hrsg.: Gründerszene. <https://www.gruenderszene.de/business/subscription-economy-erfolg-geschaeftsmodell-nexnet-2019-11288>.
- GS1 GERMANY GMBH (Hrsg.): Technologieradar 2018. Frühwarnsystem für die Konsumgüterwirtschaft. https://www.gs1-germany.de/fileadmin/gs1/basis_informationen/trendradar2018.pdf (letzter Zugriff: 03.02.2020).
- GUARDA, T.; LEON, M.; AUGUSTO, M. F.; HAZ, L.; LA CRUZ, M. de; OROZCO, W.; ALVAREZ, J.: Internet of Things challenges. In: 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Hrsg.: IEEE. IEEE, Piscataway, 2017, S. 1–4.
- GUPTA, H. P.; CHUDGAR, H. S.; MUKHERJEE, S.; DUTTA, T.; SHARMA, K.: A Continuous Hand Gestures Recognition Technique for Human-Machine Interaction Using Accelerometer and Gyroscope Sensors. In: IEEE Sensors Journal 16(2016)16, S. 6425–6432.
- GUPTA, S.: Signing up to the subscription economy. The race for recurring revenue in Asia Pacific. <https://www.citibank.com/tts/insights/articles/article81.html> (letzter Zugriff: 09.04.2020).
- HADDADPAJOUH, H.; KHAYAMI, R.; DEGHANTANHA, A.; CHOO, K.-K. R.; PARIZI, R. M.: AI4SAFE-IoT: an AI-powered secure architecture for edge layer of Internet of things. In: Neural Computing and Applications 3(2020)6, S. 854.
- HAGEDORN, J.; SELL-LE BLANC, F.; FLEISCHER, J.: Handbuch der Wickeltechnik für hocheffiziente Spulen und Motoren. Ein Beitrag zur Energieeffizienz. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg 2016.
- HAN, D.-M.; LIM, J.-H.: Smart home energy management system using IEEE 802.15.4 and zigbee. In: IEEE Transactions on Consumer Electronics 56(2010)3, S. 1403–1410.
- Harkut, Dinesh, Kasat, Kashmira; HARKUT, V. D. (Hrsg.): Artificial Intelligence - Scope and Limitations. IntechOpen 2019.
- HÄRTING, R.; REICHSTEIN, C.; LAEMMLE, P.; SPRENGEL, A.: Potentials of Digital Business Models in the retail industry – Empirical Results from European Experts. In: Procedia Computer Science 159(2019)1, S. 1053–1062.
- HASSELBRING, W.: DevOps. Softwarearchitektur an der Schnittstelle zwischen Entwicklung und Betrieb. <http://eprints.uni-kiel.de/29215/1/2015-07-10Architekturen.pdf> (letzter Zugriff: 16.04.2020).
- HAVARD, N.; MCGRATH, S.; Colin Flanagan; Ciaran MacNamee: Smart Building Based on Internet of Things Technology. In: 2018 12th International Conference on Sensing Technology (ICST). Hrsg.: IEEE. IEEE, Piscataway, NJ, 2018, S. 278–281.

- HEDER, M.: From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation. In: THE INNOVATION JOURNAL 22(2017)2, S. 1–23.
- HENTSCHEL, R.; LEYH, C.: Cloud Computing: Status quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. In: Cloud Computing. Hrsg.: S. Reinheimer. Edition HMD. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2018, S. 3–20.
- HEY, T.: Die außervertragliche Haftung des Herstellers autonomer Fahrzeuge bei Unfällen im Straßenverkehr. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden 2019.
- HOLD, P.; EROL, S.; REISINGER, G.; SIHN, W.: Planning and Evaluation of Digital Assistance Systems. In: Procedia Manufacturing 9(2017)1, S. 143–150.
- HOLZINGER, A.: Introduction to MACHINE Learning & Knowledge Extraction (MAKE). In: Machine Learning and Knowledge Extraction 1(2018)1, S. 1–20.
- HORVITZ, E.; MULLIGAN, D.: Policy forum. Data, privacy, and the greater good. In: Science (New York, N.Y.) 349(2015)6245, S. 255–260.
- IBM (Hrsg.): IaaS, PaaS und SaaS – IBM Cloud-Servicemodelle. Hrsg.: IBM. <https://www.ibm.com/de-de/cloud/learn/iaas-paas-saas> (letzter Zugriff: 06.01.2020).
- IBM: Compute Services. Rechenleistung in der IBM Cloud. <https://www.ibm.com/de-de/cloud/compute> (letzter Zugriff: 25.03.2020).
- JENSEN, K.; VAN DER AALST, W.; BILLINGTON, J.: Transactions on petri nets and other models of concurrency. Springer, Berlin, Heidelberg 2008.
- JIA MING HENG, B.; KEONG NG, A.; KONG HEE TAY, R.: Digitization of Work Instructions and Checklists for Improved Data Management and Work Productivity 2019. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8880219> (letzter Zugriff: 27.03.2020).
- JÜRGENSEN, D.: Die Top 5 Herausforderungen in Process Mining Projekten. <https://www.zaplance.com/de/blog/die-top-5-herausforderungen-in-process-mining-projekten> (letzter Zugriff: 06.01.2020).
- JUSSEN, P.: Mit Industrie 4.0 Beute machen. Nur verbunden mit Subscription-Geschäftsmodellen führt Industrie 4.0 zu langfristigem unternehmerischen Erfolg. In: Unternehmen der Zukunft 01/2019(2019)01, S. 6–11.
- K. Govindarajan; V. S. Kumar; T. S. Somasundaram: A distributed cloud resource management framework for High-Performance Computing (HPC) applications. In: 2016 Eighth International Conference on Advanced Computing (ICoAC). Hrsg.: IEEE. IEEE, 2017, S. 1–6.
- KAHN, K.; WINTERS, N.: Child-friendly Programming Interfaces to AI Cloud Services. In: Data driven approaches in digital education. 12th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2017: proceedings. Hrsg.: É. Lavoué; H. Drachsler; K. Verbert; J. Broisin; M. Pérez-Sanagustín. Lecture notes in computer science Information systems and applications, incl. internet/web, and HCI; 10474. Springer, Cham, September 12-15, S. 566–570.
- KAINZ, A.; BÜRGER, M.: Die IoT-Kommunikation der Zukunft – LPWAN & LTE Evolution. In: e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 133(2016)7, S. 348–350.
- KANELLAKIS, C.; NIKOLAKOPOULOS, G.: Survey on Computer Vision for UAVs: Current Developments and Trends. In: Journal of Intelligent & Robotic Systems 87(2017)1, S. 141–168.
- KASTELEINER, B.; SCHWARTZ, A.: DevOps. In: Informatik Spektrum 42(2019)3, S. 211–214.
- Kato, Taiki; M. Doi, Shigeki (Hrsg.): Implementation of AI cloud service to Interactive Projection System. IEEE 2018.

- KELLER, T.; BAYER, C.; BAUSCH, P.; METTERNICH, J.: Benefit evaluation of digital assistance systems for assembly workstations. In: *Procedia CIRP* 81(2019)1, S. 441–446.
- KHAIRY, S.; HAN, M.; CAI, L. X.; CHENG, Y.; HAN, Z.: Enabling efficient multi-channel bonding for IEEE 802.11ac WLANs 2017 (letzter Zugriff: 19.03.2020).
- KHALID, M. F.; ISMAIL, B. I.; KANDAN, R.; ONG, H. H.: Super-Convergence of Autonomous Things. In: 2019 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC). Hrsg.: IEEE. IEEE, 16.10.2019 - 18.10.2019, S. 429–432.
- KHAN, G. Z.; GONZALEZ, R.; PARK, E.-C.; WU, X.-W.: Analysis of very high throughput (VHT) at MAC and PHY layers under MIMO channel in IEEE 802.11ac WLAN. In: *ICACT Transactions on Advanced Communications Technology (TACT)* 5(2016)4, S. 877–888.
- KHURANA, N.; MITTAL, S.; JOSHI, A.: Preventing Poisoning Attacks on AI based Threat Intelligence Systems 19.07.2018.
- KIND, S.; FERDINAND, J.-P.; JETZKE, T.; RICHTER, S.; WEIDE, S.: Virtual und Augmented Reality. Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen. In: *Arbeitsbericht* 180(2019)1, S. 1–115.
- KLOSTERMEIER, R.; HAAG, S.; BENLIAN, A.: Digitale Zwillinge – Eine explorative Fallstudie zur Untersuchung von Geschäftsmodellen. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 55(2018)2, S. 297–311.
- KOCIELNIK, R.; AMERSHI, S.; BENNETT, P. N.: Will You Accept an Imperfect AI? In: 2015 IEEE 21st International Conference on Parallel and Distributed Systems - ICPADS 2015. : proceedings. Hrsg.: IEEE. IEEE, Piscataway, NJ, 14-17 December, S. 1–14.
- KOSTOLANI, M.; Justin Murin; Stefan Kozak: Intelligent predictive maintenance control using augmented reality. In: *Proceedings of the 2019 22nd International Conference on Process Control (PC19)*. Hotel Sorea Trigán Baník, Štrbské Pleso, Slovakia, June 11-14, 2019. Hrsg.: M. Fikar; M. Kvasnica. IEEE, Piscataway, NJ, 2019, S. 131–135.
- KRAUS, S.; GISELBRECHT, C.: Shareconomy: Das disruptive Geschäftsmodell des Teilens. In: *ZfKE – Zeitschrift für KMU und Entrepreneurship* 63(2015)1, S. 77–93.
- KRCMAR, H.: *Informationsmanagement*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg 2015.
- KREUTZER, R. T.; SIRRENBURG, M.: *Künstliche Intelligenz verstehen. Grundlagen – Use-Cases – unternehmenseigene KI-Journey*. 1. Auflage. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden 2019.
- KROKER, M.: David gegen Jeff. Cloud Dienste. In: *WirtschaftsWoche* 2020(2020)14, S. 85–86.
- KROWICKI, P.; ISKIERKA, G.; POSKART, B.; HABINIĄK, M.; BĘDZA, T.; DYBAŁA, B.: Scanπ - Integration and Adaptation of Scanning and Rapid Prototyping Device Prepared for Industry 4.0. In: *Intelligent Systems in Production Engineering*. Hrsg.: C. e. a. Burduk. Springer, 2019, S. 574–586.
- KUMAR, M.: An Incorporation of Artificial Intelligence Capabilities in Cloud Computing. In: *International Journal Of Engineering And Computer Science* 11(2016)5, S. 19070–19073.
- LAMBA, A.; SINGH, S.; SINGH, B.; DUTTA, N.; RELA MUNI, S. S.: Mitigating IoT Security and Privacy Challenges Using Distributed Ledger Based Blockchain (DL-BC) Technology. In: *International Journal For Technological Research In Engineering* 4(2017)8, S. 5687–6592.
- LANOTTE, R.; MERRO, M.; MURADORE, R.; VIGANO, L.: A Formal Approach to Cyber-Physical Attacks. In: *IEEE 30th Computer Security Foundations Symposium - CSF 2017*. 21-25 August 2017, Santa Barbara, California : proceedings. Hrsg.: I. C. S. F. Symposium. IEEE, Piscataway, NJ, 2017, S. 436–450.

- LEAL-TAIXÉ, L.; ROTH, S.: Computer Vision – ECCV 2018 Workshops. Springer International Publishing, Cham 2019.
- LEBICHOT, B.; LE BORGNE, Y.-A.; HE-GUELTON, L.; OBLÉ, F.; BONTEMPI, G.: Deep-Learning Domain Adaptation Techniques for Credit Cards Fraud Detection. In: Recent Advances in Big Data and Deep Learning. Proceedings of the INNS Big Data and Deep Learning Conference, INNSBDDL2019. Hrsg.: N. e. a. Oneto. Springer, 2019, S. 78–88.
- LEHNER, F.; WILDNER, S.; SCHOLZ, M.: Wirtschaftsinformatik. Eine Einführung. 2. Auflage. Hanser, München 2008.
- LEMM, S.; BLANKERTZ, B.; DICKHAUS, T.; MÜLLER, K.-R.: Introduction to machine learning for brain imaging. In: NeuroImage 56(2011)2, S. 387–399.
- LENZ-KESEKAMP, V.; WEBER, T.: Alexa Skills: Welche Chancen und Risiken sind damit verbunden? In: Wirtschaftsinformatik & Management 10(2018)6, S. 18–25.
- LEWIN, M.; WALLENBORN, M.; FAY, A.: Technologieradar zur durchgängigen Datennutzung. Hrsg.: Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Hamburg (letzter Zugriff: 03.02.2020).
- LI, H.; OTA, K.; DONG, M.: Learning IoT in Edge: Deep Learning for the Internet of Things with Edge Computing. In: IEEE Network 32(2018)1, S. 96–101.
- LIU, Y.; WANG, X.; DU, F.; YAO, M.; GAO, Y.; WANG, F.; WANG, J.: Computer vision detection of mold breakout in slab continuous casting using an optimized neural network. In: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 88(2017)1-4, S. 557–564.
- Liyanage, M.; Ahmad, I.; Buy Abro, A.; Gurtov, A.; Ylianttila, M.: Comprehensive guide to 5G security. Wiley, Hoboken, NJ 2018.
- MAHMUD, S.; LIN, X.; KIM, J.-H.: Interface for Human Machine Interaction for assistant devices: A Review. In: 2020 10th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC). Hrsg.: IEEE. IEEE, 06.01.2020 - 08.01.2020, S. 768–773.
- MARTÍN-SACRISTÁN, D.; MONSERRAT, J. F.; CABREJAS-PEÑUELAS, J.; CALABUIG, D.; GARRIGAS, S.; CARDONA, N.: On the Way towards Fourth-Generation Mobile: 3GPP LTE and LTE-Advanced. In: EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2009(2009)1, S. 1–10.
- MELL, P.; GRANCE, T.: The NIST Definition of Cloud Computing September, 2011. <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf>.
- MICROSOFT: Was sind automatische Cloud-Telefonzentralen.
- MICROSOFT AZURE (Hrsg.): Daimler embraces the cloud to innovate faster. Hrsg.: Microsoft Azure. <https://customers.microsoft.com/de-de/story/daimler-manufacturing-azuredevtest> (letzter Zugriff: 26.03.2020).
- MICROSOFT AZURE (Hrsg.): Top oil & gas firm accelerates software development to fuel global energy production. Hrsg.: Microsoft Azure. <https://customers.microsoft.com/de-de/story/732250-top-oil-gas-firm-accelerates-software-development-to-fuel-global-energy-production> (letzter Zugriff: 26.03.2020).
- MICROSOFT AZURE 2 (Hrsg.): Was ist PaaS? Hrsg.: Microsoft Azure 2. <https://azure.microsoft.com/de-de/overview/what-is-paas/> (letzter Zugriff: 26.03.2020).
- MINERVA, R.; ABYI BIRU; DOMENICO ROTONDI: Towards a definition of the Internet of Things (IoT) 27 May 2015.
- MINERVA, R.; CRESPI, N.: Networks and New Services: A Complete Story. Springer International Publishing, Cham 2017.

- MJOLSNESS, E.; DECOSTE, D.: Machine learning for science: state of the art and future prospects. In: Science (New York, N.Y.) 293(2001)5537, S. 2051–2055.
- MOEHRLE, M.; ISENMANN, R.: Technologie-Roadmapping. Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio 2002.
- MOHATTA, S.; PERLA, R.; GUPTA, G.; HASSAN, E.; HEBBALAGUPPE, R.: Robust Hand Gestural Interaction for Smartphone Based AR/VR Applications. In: 2017 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision : proceedings. Hrsg.: I. W. C. o. A. o. C. Vision. IEEE, Piscataway, NJ, 24-31 March, S. 330–335.
- MONNAPPA, A.: Data Science vs. Big Data vs. Data Analytics. Hrsg.: Simplilearn. <https://www.simplilearn.com/data-science-vs-big-data-vs-data-analytics-article> (letzter Zugriff: 15.04.2020).
- MÖßNER, N.; KITCHER, P.: Knowledge, Democracy, and the Internet. In: Minerva 55(2017)1, S. 1–24.
- NAJI, H. Z.; ZBAKH, M.; MUNIR, K.: A Review of Green Cloud Computing Techniques. In: Cloud Computing and Big Data: Technologies, Applications and Security. Hrsg.: M. Zbakh; M. Essaïdi; P. Manneback; C. Rong. Springer International Publishing, Cham, 2019, S. 264–283.
- NAPHADE, M.; ANASTASIU, D. C.; SHARMA, A.; JAGRLAMUDI, V.; JEON, H.; LIU, K.; CHANG, M.-C.; LYU, S.; GAO, Z.: The NVIDIA AI City Challenge. In: 2017 IEEE SmartWorld. Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computed, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCOM/IOP/SCI) : San Francisco Bay Area, California, USA, August 4-8, 2017 : 2017 conference proceedings. Hrsg.: IEEE. IEEE, Piscataway, NJ, 8/4/2017 - 8/8/2017, S. 1–6.
- NARANG, S.; NALWA, T.; CHOUDHURY, T.; KASHYAP, N.: An efficient method for security measurement in internet of things. In: Proceedings of the 2018 International Conference on Communication, Computing & Internet of Things. IC3IoT 2018 : 15 - 17 Februray 2018, Dept. of Electronics and Communication Engineering, Sri Sairam Engineering College,. Hrsg.: S. K. Niranjani; J. Raja; A. R. Rajini. IEEE, Piscataway, NJ, 2018, S. 319–323.
- NEGES, M.; ADWERNAT, S.; WOLF, M.; ABRAMOVICI, M.: 3D Geometry Recognition for a PMI-Based Mixed Reality Assistant System in Prototype Construction. In: Intelligent Systems in Production Engineering - ISPEM 2017 // Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance - ISPEM 2017. Proceedings of the First International Conference on Intelligent Systems in Production Engineering and Maintenance ISPEM 2017. Hrsg.: A. Burduk; D. Mazurkiewicz. Advances in Intelligent Systems and Computing; 637. Springer, Cham, 2019 // 2018, S. 3–11.
- Ni, T. C.; ZIMMERMANN, T. M. J.; WHITE, R. W.; LUNDIN, J.: Health and Productivity Insight Generation. In: Patent Application Publication(2018), S. 1–8.
- NOORANI, R.: 3D printing. Technology, applications, and selection. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton 2018.
- NORTON LIFELOCK: 2019 Cyber Safety Insights Report - Global Results. Prepared by The Harris Poll. 30.03.2020. https://now.symassets.com/content/dam/norton/campaign/NortonReport/2020/2019_NortonLifeLock_Cyber_Safety_Insights_Report_Global_Results.pdf?promocode=DEFAULTWEB (letzter Zugriff: 29.07.2020).
- NUNES, I. L.: Advances in Human Factors and Systems Interaction. Springer International Publishing, Cham 2019.

- OERTELT, N.; ARABIAN, A.; BRUGGER, E. C.; CHOROS, M.; FARAHANY, N. A.; PAYNE, S.; ROSELLINI, W.: Human by Design: An Ethical Framework for Human Augmentation. In: IEEE Technology and Society Magazine 36(2017)1, S. 32–36.
- ØLNES, S.; UBACHT, J.; JANSSEN, M.: Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. In: Government Information Quarterly 34(2017)3, S. 355–364.
- OPARA-MARTINS, J.; SAHANDI, R.; TIAN, F.: Critical analysis of vendor lock-in and its impact on cloud computing migration: a business perspective. In: Journal of Cloud Computing 5(2016)1,
- P. Östberg; J. Byrne; P. Casari; P. Eardley; A. F. Anta; J. Forsman; J. Kennedy; T. Le Duc; M. N. Mariño; R. Loomba; M. Á. López Peña; J. L. Veiga; T. Lynn; V. Mancuso; S. Svorobej; A. Torneus; S. Wesner; P. Willis; J. Domaschka: Reliable capacity provisioning for distributed cloud/edge/fog computing applications. In: 2017 European Conference on Networks and Communications (EuCNC) // 5G - European roadmap, global impact. EuCNC - European Conference on Networks and Communications : 12-15 June 2017, Oulu, Finland. Hrsg.: IEEE. IEEE, [Piscataway, NJ], 2017, S. 1–6.
- PAN, G.; HE, J.; WU, Q.; FANG, R.; CAO, J.; LIAO, D.: Automatic stabilization of Zigbee network. In: 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD). Hrsg.: IEEE. IEEE, 2018, S. 224–227.
- PANETTA, K.: Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2020. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/> (letzter Zugriff: 18.04.2020).
- PARK, H.; JEONG, S.; KIM, T.; YOUN, D.; KIM, K.: Visual Representation of Gesture Interaction Feedback in Virtual Reality Games. In: 2017 International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality (ISUVR). Hrsg.: IEEE. IEEE, Piscataway, 2017, S. 20–23.
- PARK, S.-C.: The Fourth Industrial Revolution and implications for innovative cluster policies. In: AI & SOCIETY 33(2017)3, S. 433–445.
- Pause, D.; Brauner, P.; Faber, M.; Fischer, M.; Hünnekes, P.; Petruck, H.; Mertens, A.; Nitsch, V.; Schuh, G.; Stich, V.; Ziefle, M.: Task-Specific Decision Support Systems in Multi-Level Production Systems based on the digital shadow. In: 2019 IEEE International Conference on Industrial Cyber Physical Systems (ICPS). Hrsg.: IEEE. IEEE, 2019, S. 603–608.
- PINTO, V.; PEROTTI, A.; CERQUITELLI, T.: Modeling Urban Traffic Data Through Graph-Based Neural Networks, S. 216–225.
- POLLARI, I.; BEKKER, C.; JOWELL, C.: The future of digital banking, KPMG 2019. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/au/pdf/2019/future-of-digital-banking-in-2030-cba.pdf> (letzter Zugriff: 18.04.2020).
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E.: How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. In: Harvard Business Review 93(2015)10, S. 96–112.
- PRIESE, L.: Computer Vision. Einführung in die Verarbeitung und Analyse digitaler Bilder. 1. Auflage. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg 2015.
- QADIR, Z.; Tafadzwa. Vincent; RASHID, H.; BATUNLU, C.: Smart Solar Micro-Grid Using ZigBee and Related Security Challenges. In: 2018 18th Mediterranean Microwave Symposium (MMS). Hrsg.: I. Staff. IEEE, 2018, S. 299–302.
- QIAO, X.; REN, P.; DUSTDAR, S.; LIU, L.; MA, H.; CHEN, J.: Web AR: A Promising Future for Mobile Augmented Reality—State of the Art, Challenges, and Insights. In: Proceedings of the IEEE 107(2019)4, S. 651–666.

- QUARTERONI, S.: Natural Language Processing for Industry. In: Informatik Spektrum 41(2018)2, S. 105–112.
- QUERBES, A.: Banned from the sharing economy: an agent-based model of a peer-to-peer marketplace for consumer goods and services. In: Journal of Evolutionary Economics 28(2018)3, S. 633–665.
- Rahman; MAMUN, A. A.; ISLAM, A.: Programming challenges of chatbot: Current and future prospective. In: 2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC). Hrsg.: IEEE. IEEE, 2017, S. 75–78.
- RAISAMO, R.; RAKKOLAINEN, I.; MAJARANTA, P.; SALMINEN, K.; RANTALA, J.; FAROOQ, A.: Human augmentation: Past, present and future. In: International Journal of Human-Computer Studies 131(2019)1, S. 131–143.
- RAMKUMAR, B.; WOO, H.: Modeling consumers' intention to use fashion and beauty subscription-based online services (SOS). In: Fashion and Textiles 5(2018)1, S. 1–22.
- RAS, E.; WILD, F.; STAHL, C.; BAUDET, A.: Bridging the Skills Gap of Workers in Industry 4.0 by Human Performance Augmentation Tools. In: Proceedings of the 10th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '17. Hrsg.: Unknown. ACM Press, New York, New York, USA, 2017, S. 428–432.
- RAVICHANDRAN, A.; TAYLOR, K.; WATERHOUSE, P.: DevOps Foundations. In: DevOps for Digital Leaders: Reignite Business with a Modern DevOps-Enabled Software Factory. Hrsg.: A. Ravichandran; K. Taylor; P. Waterhouse. Apress, Berkeley, CA, 2016, S. 27–47.
- RAY, P. P.; AGARWAL, S.: Bluetooth 5 and Internet of Things: Potential and architecture. In: International Conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPES)-2016. 3rd-5th October 2016 : IEEE conference proceedings. Hrsg.: IEEE. IEEE, Piscataway, NJ, 2016, S. 1461–1465.
- RAZA, A.; RASHID KAUSAR, A.; PAUL, D.: The social democratization of knowledge: some critical reflections on e-learning. In: Multicultural Education & Technology Journal 1(2007)1, S. 64–74.
- REISINGER, G.; KOMENDA, T.; HOLD, P.; SIHN, W.: A Concept towards Automated Data-Driven Reconfiguration of Digital Assistance Systems. In: Procedia Manufacturing 23(2018)1, S. 99–104.
- REMANE, G.; HANELT, A.; TESCH, J.; KOLBE, L.: The Business Model Pattern Database — A Tool For Systematic Business Model Innovation. In: International Journal of Innovation Management 21(2017)01, S. 1750004.
- RESCH, S.; KARPUZCU, U. R.: Quantum Computing: An Overview Across the System Stack 5/16/2019. <http://arxiv.org/pdf/1905.07240v3>.
- RICHTER, A.; HEINRICH, P.; STOCKER, A.; SCHWABE, G.: Digital Work Design. The Interplay of Human and Computer in Future Work Practices as an Interdisciplinary (Grand) Challenge. 3 2017 (letzter Zugriff: 27.03.2020).
- RITTINGHOUSE, J.; RANSOME, J.: Cloud Computing. 1. Auflage. CRC Press 2016.
- ISO 8373: Roboter und Robotikgeräte – Wörterbuch (ISO/DIS 8373:2010); Deutsche Fassung prEN ISO 8373:2010. DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (Hrsg.); 01.040.25; 25.040.30. Beuth Verlag GmbH, Berlin, 11.2010.
- RODRIGUEZ-FERNANDEZ, V.; TRZCIONKOWSKA, A.; GONZALEZ-PARDO, A.; BRZYCHCZY, E.; NALEPA, G. J.; CAMACHO, D.: Conformance Checking for Time Series-aware Processes. In: IEEE Transactions on Industrial Informatics o. Jg.(2020)o. H., S. 1.

- ROSEBORO, R.: The Distributed Cloud. Infrastructure at the Edge.
<https://www.intel.cn/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/hr-the-distributed-cloud-brief.pdf> (letzter Zugriff: 11.05.2020).
- ROUSE, M.: [Definition] fraud detection. Hrsg.: Tech Target Online.
<https://searchsecurity.techtarget.com/definition/fraud-detection#:~:text=Fraud%20detection%20is%20a%20set,or%20using%20stolen%20credit%20cards>.
- RUMSCHEIDT, S.: Die Bedeutung von Marktplätzen/Plattformen für den deutschen Groß- und Einzelhandel. In: ifo Schnelldienst 73(2020)1, S. 64–69.
- RUNKLER, T. A.: Data Analytics. Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis. 3. Auflage. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; Springer Vieweg, Wiesbaden 2020.
- SALLABA, M.; ESSER, R.: State of AI in the Enterprise. Ergebnisse der Befragung von 100 AI-Experten in deutschen Unternehmen 2019.
- SAMEK, W.; MONTAVON, G.; VEDALDI, A. (Hrsg.): Explainable AI. Interpreting, explaining and visualizing deep learning. Lecture notes in computer series Lecture notes in artificial intelligence; 11700. Springer International Publishing, Cham 2019.
- SANJEEVI, P.; BALAMURUGAN, G.; VISWANATHAN, P.: The improved DROP security based on hard AI problem in cloud. In: International Journal of Internet Protocol Technology 9(2016)4, S. 207–217.
- SAUTER, M.: Long Term Evolution (LTE) und LTE-Advanced. In: Grundkurs mobile Kommunikationssysteme. LTE-Advanced Pro, UMTS, HSPA, GSM, GPRS, Wireless LAN und Bluetooth. Hrsg.: M. Sauter, 7. Auflage. SpringerLink Bücher. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2018, S. 205–294.
- SAXENA, N.; SENGUPTA, S.; WONG, K.-K.; ROY, A.: Special issue on advances in 4G wireless and beyond. In: EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2013(2013)1, S. 1–3.
- SCHLEICHER, T.: Kollaborierende Roboter anweisen. Gestaltungsempfehlungen für ergonomische Mensch-Roboter-Schnittstellen. 1. Auflage. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden 2020.
- SCHLEICHERT, O. P.; ENGEL, M.; HÄHNEL, D.: Data Analytics: So machen Sie aus Masse Klasse. Wie Big Data auch Ihrem Unternehmen Wettbewerbsvorteile verschafft. Hrsg.: Deloitte.
<https://www2.deloitte.com/de/de/pages/trends/data-analytics.html#> (letzter Zugriff: 15.04.2020).
- SCHMERER, K.: Bitkom: 100 Milliarden Euro Schaden pro Jahr durch Cyberangriffe.
<https://www.zdnet.de/88372729/bitkom-100-milliarden-euro-schaden-pro-jahr-durch-cyberangriffe/> (letzter Zugriff: 29.07.2020).
- SCHUH, G.; DOLLE, C.; TONNES, C.: Methodology for the derivation of a digital shadow for engineering management. In: 2018 IEEE Technology and Engineering Management Conference (TEMSCON). Hrsg.: IEEE. IEEE, 2018, S. 1–6.
- SCHUH, G.; FRANK, J.; JUSSEN, P.; RIX, C.; HARLAND, T.: Monetizing Industry 4.0: Design Principles for Subscription Business in the Manufacturing Industry. In: Proceedings, 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). Sophia Antipolis Innovation Park, France, 17-19 June 2019. Hrsg.: IEEE. IEEE, Piscataway, NJ, 2019, S. 1–9.
- Schulz, P.; Wolf, A.; Fettweis, G. P.; Waswa, A. M.; Soleymani, D. M.; Mitschele-Thiel, A.; Dudda, T.; Dod, M.; Rehme, M.; Voigt, J.; Riedel, I.; Wankhede, T.; Nitzold, W. P.; Almeroth, B.: Network architectures for demanding 5G performance requirements. In: IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY MAGAZINE 14(2019)2, S. 33–43.

- SEGURA, Á.; GARCÍA-ALONSO, A.: Steel Tube Cross Section Geometry Measurement by 3D Scanning. In: International Joint Conference SOCO'18-CISIS'18-ICEUTE'18. Hrsg.: L.-G. e. a. Graña. Springer, 2019, S. 57–66.
- SHAH, P. B.; LUXIMON, Y.: Review on 3D Scanners for Head and Face Modeling. In: Digital Human Modeling. Applications in Health, Safety, Ergonomics, and Risk Management: Ergonomics and Design. Hrsg.: V. G. Duffy. Springer, 2017, S. 47–56.
- SHAHRUBUDIN, N.; LEE, T. C.; RAMLAN, R.: An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications. In: Procedia Manufacturing 35(2019)1, S. 1286–1296.
- SHI, W.; DUSTDAR, S.: The Promise of Edge Computing. In: Computer 49(2016)5, S. 78–81.
- SHI, Y.; ZHOU, L.; QU, T.; QI, Q.: Strategic introduction of the marketplace channel considering logistics costs and product information. In: Procedia CIRP 83(2019)1, S. 728–732.
- SHIH, C.-S.; CHOU, J.-J.; REIJERS, N.; KUO, T.-W.: Designing CPS/IoT applications for smart buildings and cities. In: IET Cyber-Physical Systems: Theory & Applications 1(2016)1, S. 3–12.
- SHIRSAT, S.; NAIK, A.; TAMSE, D.; YADAV, J.; SHETGAONKAR, P.; ASWALE, S. (Hrsg.): Proposed System for Criminal Detection and Recognition on CCTV Data Using Cloud and Machine Learning. IEEE 2019.
- SIDDIQUI, F.; ZEADALLY, S.; SALAH, K.: Gigabit Wireless Networking with IEEE 802.11ac: Technical Overview and Challenges. In: Journal of Networks 10(2015)3, S. 164–171.
- SIMÕES-COSTA, M.; BRONNER, M. E.: Reprogramming of avian neural crest axial identity and cell fate. In: Science (New York, N.Y.) 352(2016)6293, S. 1573–1576.
- SOFTWARE AG (Hrsg.): Technology Radar for IoT and Integration. Hrsg.: Software AG. <https://techradar.softwareag.com/> (letzter Zugriff: 28.10.2020).
- SONG, X.; ZHANG, Y.; MITTAL, V.: Consumers' Preference for User-Designed versus Designer-Designed Products: The Moderating Role of Power Distance Belief 2017 (letzter Zugriff: 26.04.2020).
- STROHM, T.; RÖLVER, R.: Quantencomputing und andere Quantentechnologien. In: Digitale Welt 2(2018)4, S. 71–76.
- SZE, V.; CHEN, Y.-H.; EMER, J.; SULEIMAN, A.; ZHANG, Z.: Hardware for machine learning: Challenges and opportunities. In: 2017 IEEE Custom Integrated Circuits Conference (CICC). Hrsg.: IEEE CICC. IEEE, 30.04.2017 - 03.05.2017, S. 1–8.
- TAEUSCHER, K.; KIETZMANN, J.: Learning from Failures in the Sharing Economy. In: MIS Quarterly Executive 16(2017)4, S. 253–263.
- TEDO-VERLAG GMBH (Hrsg.): Prädiktive Qualitätssicherung mit Prozess- und Betriebsdaten. Hrsg.: TeDo-Verlag GmbH. https://www.sps-magazin.de/?inc=artikel/article_show&nr=140978 (letzter Zugriff: 22.04.2020).
- TEWES, S.; NIESTROJ, B.; TEWES, C.: Geschäftsmodelle in die Zukunft denken. Erfolgsfaktoren für Branchen, Unternehmen und Veränderer. Springer Gabler 2020.
- THIELE, C.-L.; DIEHL, M.; MAYER, T.; ELSNER, D.; PECKSEN, G.; BRÜHL, V.; MICHAELIS, J.: Kryptowährung Bitcoin: Währungswettbewerb oder Spekulationsobjekt: Welche Konsequenzen sind für das aktuelle Geldsystem zu erwarten? In: ifo Schnelldienst 70(2017)22, S. 3–20.
- THOUGHTWORKS (Hrsg.): Technology Radar. An opinionated guide to technology frontiers. Hrsg.: ThoughtWorks. <https://assets.thoughtworks.com/assets/technology-radar-vol-22-en.pdf> (letzter Zugriff: 28.10.2020).

- TOOMEY, M.: Hitachi built an AI security system that follows you through a crowd.
<https://qz.com/958467/hitachi-built-an-ai-security-system-that-follows-you-through-a-crowd/> (letzter Zugriff: 18.04.2020).
- TORRES VEGA, M.; PERRA, C.; TURCK, F. de; LIOTTA, A.: A Review of Predictive Quality of Experience Management in Video Streaming Services. In: IEEE Transactions on Broadcasting 64(2018)2, S. 432–445.
- TSAI, C.-W.; LAI, C.-F.; CHAO, H.-C.; VASILAKOS, A. V.: Big data analytics: a survey. In: Journal of Big Data 2(2015)1, S. 1–32.
- TZOVARAS, D.; GIAKOURIS, D.; VINCZE, M.; ARGYROS, A.: Computer Vision Systems. Springer International Publishing, Cham 2019.
- TZUO, T.: The Subscription Economy: Putting an end to ownership. Hrsg.: ITProPortal.
<https://www.itproportal.com/2016/07/04/the-subscription-economy-putting-an-end-to-ownership/> (letzter Zugriff: 09.04.2020).
- VAN DER AALST, W.; ADRIANSYAH, A.; VAN DONGEN, B.: Replaying history on process models for conformance checking and performance analysis. In: WIREs Data Mining and Knowledge Discovery 2(2012)2, S. 182–192.
- VARSHNEY, U.: 4G Wireless Networks. In: IT Professional 14(2012)5, S. 34–39.
- VENKATESWARA, N.; PUVIARASI, R.: Simulation Of Zigbee Based Health Monitoring System For Patients Using Proteus. In: 2018 Fourth International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB). Hrsg.: Dr. P. L. N. Ramesh; Dr. M.Moorthi. IEEE, 2018, S. 1–4.
- WANG, S.; SUO, J.; Jianming Ma; Jinjun Yu: Sharing Economy: China's Opportunities, Challenges and Suggestions on Governance. In: 2018 International Conference on Social Science and Education Reform (ICSSER 2018). Hrsg.: Z. Chen. Atlantis Press, 2018, S. 154–159.
- WENDZEL, S.: IT-Sicherheit für TCP/IP- und IoT-Netzwerke. Grundlagen, Konzepte, Protokolle, Härtung. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2018.
- WENGER, T.; TOKARSKI, K. O.: Kryptowährungen. In: DIGITALE TRANSFORMATION UND UNTERNEHMENSFHRUNG. Trends und perspektiven. Hrsg.: J. Schellinger; K. O. Tokarski; I. Kissling-Näf. GABLER, [Place of publication not identified], 2019, S. 249–284.
- WILSON, J.; DAUGHERTY, P. R.: Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces. Hrsg.: Harvard Business Review. https://www.accenture.com/t20180828T222720Z_w_/ae-en/_acnmedia/PDF-84/Accenture-Collaborative-Intelligence-2018.pdf (letzter Zugriff: 16.04.2020).
- WOHLFELD, D.; WEISS, V.; BECKER, B.: Digital Shadow – From production to product. In: 17. Internationales Stuttgarter Symposium. Hrsg.: M. Bargende; H.-C. Reuss; J. Wiedemann. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2017, S. 783–794.
- WOLF, R. de: The potential impact of quantum computers on society. In: Ethics and Information Technology 19(2017)4, S. 271–276.
- WÖRWAG, S.; CLOOTS, A.: Human Digital Work – Eine Utopie? Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden 2020.
- WUNDERLICH, S.; KESSLER, R.; BEYKIRCH, M.; KÖLPIN, L.; GÓMEZ, J. M.: Dezentraler Energiehandel mit der Blockchain – Hit or Miss? In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 55(2018)6, S. 1204–1219.
- XING, Y.; LV, C.; WANG, H.; CAO, D.; VELENIS, E.; WANG, F.-Y.: Driver Activity Recognition for Intelligent Vehicles: A Deep Learning Approach. In: IEEE Transactions on Vehicular Technology 68(2019)6, S. 5379–5390.

- YANG, C.; HUANG, Q.; LI, Z.; LIU, K.; HU, F.: Big Data and cloud computing: innovation opportunities and challenges. In: International Journal of Digital Earth 10(2017)1, S. 13–53.
- YARALI, A.; BARROW, K.: The road towards densified and hetnet gigabit wireless networks 2015.
- YU, W.; LIANG, F.; HE, X.; HATCHER, W. G.; LU, C.; LIN, J.; YANG, X.: A Survey on the Edge Computing for the Internet of Things. In: IEEE Access 6(2018)1, S. 6900–6919.
- ZILLNER, T.: ZigBee Exploited. The good , the bad and the ugly. In: Magdeburger Journal zur Sicherheitsforschung 1(2016)1, S. 700–704.