

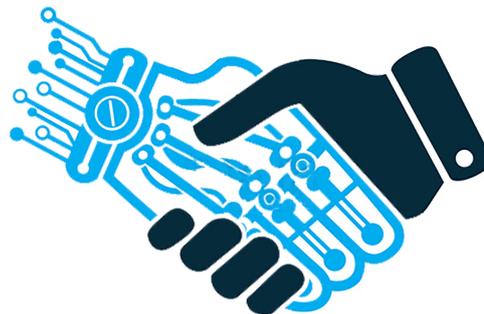
- Skript -

Industrie 4.0 - Digitale Transformation ZDI

Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

Prof. Dr.-Ing. Stephan Sauter

Q2 2024



INDUSTRY 4.0

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1 Digitale Transformation	2
1.1 Digitaler Wandel	3
1.2 Digitale Transformation und Digitalisierung	4
1.3 Enabler Technologien	5
1.4 Umsetzung der digitalen Transformation in der Industrie	7
1.5 Hebel der digitalen Transformation	9
1.6 Herausforderungen	10
1.7 Zusammenfassung	11
2 Disruptive Technologien	12
2.1 Definition	12
2.2 Modell nach Clayton Christensen	13
2.3 Beispiele für disruptive Innovations	16
2.4 Beispiele für Sustaining Innovations	18
2.5 Umgang mit disruptiven Technologien	18
2.6 Alternatives Modell	19
2.7 Zusammenfassung	20
3 Künstliche Intelligenz	21
3.1 Geschichte der Künstlichen Intelligenz	22
3.2 Begriffsklärung Künstliche Intelligenz	24
3.3 Ethische Aspekte der Künstlichen Intelligenz	25
3.4 Machine Learning	25
3.5 Deep Learning	27
3.6 Neuronale Netze	28
3.7 Data Mining	29
4 Autonomes Fahren und digitale Ethik	31
4.1 Einführung	31
4.2 Definition	32
4.3 Motivation zur Erforschung des autonomen Fahrens	32
4.4 USE-Cases	33
4.5 Mensch-Maschine-Schnittstelle: Der Wandel im autonomen Fahren	35
4.6 Risikoethik des autonomen Fahrens	37
4.7 Zusammenfassung	40
5 Die Arbeitswelt der Zukunft - Arbeit 4.0	41
5.1 Die industriellen Revolutionen	41
5.2 Arbeiten 4.0 – ein Überblick	42
5.3 Treiber des Wandels	43
5.4 Veränderung der Arbeitsplätze und Anforderungen	45

5.5	Flexibilität in der Arbeitserbringung	45
5.6	Qualifikation	46
5.7	Neugestaltung der Arbeitsformen – der Mensch im Fokus	47
5.8	Sozioökonomische Gesichtspunkte	48
5.9	Zusammenfassung	51
6	Blockchain Technologie	52
6.1	Distributed Ledger (DLT)	53
6.2	Hashwerte und Hashfunktionen	54
6.3	Asymmetrische Verschlüsselung und digitale Signaturen	55
6.4	Merkle Baum	56
6.5	Konsensmechanismen	56
6.6	Verkettung von Blöcken am Beispiel Bitcoin	58
6.7	Berechtigungsarchitektur	59
6.8	Anwendungsfelder	60
6.9	Chancen und Risiken der Technologie	64
6.10	Zusammenfassung	65
	Literaturverzeichnis	67

Vorwort

Das vorliegende Skript soll vorlesungsbegleitend dem Hörer helfen, die Vorlesung neben der Onlineveranstaltung auch im Selbststudium zu absolvieren. Die Klausur wird ausschließlich Fragen zu ausgewählten Kapiteln des Skripts enthalten. Die angegebene Literatur soll zum tieferen Verständnis dienen. Online Wissensabfragen bieten parallel die Möglichkeit der Kenntnisüberprüfung.

Vorlesungsinhalt:

Nach der Teilnahme an dieser Vorlesung sollen die Studierenden den Begriff Digitale Transformation kennen und in den Kontext Industrie 4.0 einsortieren können. Sie sollen befähigt sein, die Entwicklung der digitalen Technologien von KI über Big-Data und Blockchain nachzuvollziehen.

Basis Literatur:



- Oswald, G. (2018): Digitale Transformation, Springer Gabler, Wiesbaden [1]
Kostenloser Download: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-658-22624-4.pdf>

Links:

- <https://www.plattform-i40.de>
- www.Freiwilligschlauwerden.de



Danksagung:

Dieses Skript wurde von Studierenden aus den Kursen TWIE17-19 im Rahmen einer Studienarbeit erstellt. Mein Dank gilt für Ihr Engagement und das Einarbeiten in das Satzprogramm L^AT_EX.

Beachten Sie bitte, dass evtl. nicht alle Lektionen klausurrelevant sind!
Im einzelnen bedanke ich mich bei:

Jonas Armbruster	TWI17-1	Digitale Transformation
Konstantinos Manos	TWE17	Disruptive Technologien
Yannick Eccart	TWI17-2	Künstliche Intelligenz
Adrian Burkart	TWI17-1	Blockchain
Johanna Spill	TWI17-2	Digitaler Zwilling
Tobias Bächle	TWE18	Kryptowährungen
Daniel Kisch	TWE18	Arbeitswelt 4.0
Lukas Wörtz	TWE19	Autonomes Fahren und digitale Ethik
Paul Rossmannith	TWE19	Dezentrale Autonome Organisationen
Maurice Wagner	TWE19	Medizin 4.0
Phillip Ufken	TWE19	Konnektivität

KAPITEL 1

Digitale Transformation

Lernziele

Nach der Bearbeitung dieses Kapitels werden Sie wissen, ...

- ... was die digitale Transformation von der Digitalisierung unterscheidet.
- ... was Enabler Technologien sind.
- ... wie sich die digitale Transformation im Unternehmen umsetzen lässt.
- ... über welche Hebel die digitale Transformation wirkt.
- ... welche Herausforderungen die digitale Transformation mit sich bringt.

Einführung

Die digitale Transformation beschreibt die Vernetzung von Akteuren im Wirtschaftskreislauf über alle Wertschöpfungsstufen hinweg. Durch die hohe Transparenz an Informationen werden traditionelle Geschäftsmodelle verändert oder ganz neue Geschäftsmodelle geschaffen. Damit verändert sich unser Verständnis für die Arbeitswelt und Unternehmenshierarchien werden revolutioniert. Maschinen übernehmen Aufgaben von Menschen und Startups können ganze Märkte auf den Kopf stellen. Die Auswirkungen der digitalen Transformation gehen aber über die Unternehmenswelt hinaus. Sie beeinflusst Politik genauso wie unsere Gesellschaft und hat letztlich Einfluss auf jeden Einzelnen.



Bild 1.1: Fortschreitende Digitalisierung [2].

1.1 Digitaler Wandel

Der **digitale Wandel** ist ein Phänomen, welches Einfluss auf nahezu alle Lebens- und Arbeitsbereiche hat. Im Privaten kann man überall digitale Dienstleistungen oder Produkte nutzen: Mithilfe von Apps wird der Alltag erleichtert, mit Smart Home wird sogar in gänzlicher Symbiose mit der digitalen Welt gelebt. In der Medizinbranche kann die Behandlung und Diagnose durch zielgerichtetes **Vernetzen** von Daten verbessert werden. In der Bildung wird das konventionelle Lernen durch **digitale Medien** ergänzt oder ersetzt. Zudem nimmt die Geschwindigkeit zu, mit welcher bestehendes Wissen durch neue Einsichten abgelöst wird. Damit gewinnt die Aneignung von neuem Wissen und die Kompetenz zur schnellen Verarbeitung von **Informationen** permanent an Bedeutung.

Der Begriff des Wandels beschreibt einen Änderungsprozess über einen längeren Zeitraum hinweg. Im folgenden Kapitel wird gezeigt, dass die Digitalisierung als Grundlage des digitalen Wandels bereits Jahrzehnte einhergeht. Dieser Wandel hat aber in der jüngeren Vergangenheit an neuer Dimension gewonnen und ist deshalb im Privaten, vor allem aber im unternehmerischen Umfeld in aller Munde. Grund dafür sind zum einen die beschriebenen Sachverhalte, dass der Wandel Einfluss auf alle Lebensbereiche genommen hat und die Geschwindigkeit der Veränderungen stetig steigt. Zum anderen ist die in der Industrie regelrecht stattfindende **Digitale Transformation**¹ dafür verantwortlich. Sie stellt eine grundlegende Veränderung der gesamten Unternehmenswelt dar. Unmengen an Daten (**Big Data**)² werden miteinander zu **Smart Data**³ verknüpft und führen so zu neuen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen. Durch eine vernetzte Produktion können **Wertschöpfungsketten** neu gestalten werden.

Da die digitale Transformation zudem Einfluss auf das Beschäftigungsverhältnis und den Arbeitsmarkt hat, wird sie im unternehmerischen Umfeld häufig mit einem **disruptiven Charakter** beschrieben.

Die digitale Transformation kann in drei verschiedene Stufen unterteilt werden, in welchen sie aus Sicht eines Unternehmens wirkt.

Stufe 1: Digitalisierung der Wertschöpfungskette

Stufe 2: Digitalisierung der Produkte

Stufe 3: Einführung neuer Geschäftsmodelle auf Basis von Datenmehrwertdiensten

Mit der Digitalisierung der Wertschöpfungskette entstehen **Smart Factories**. In diesen kann die Produktivität und Qualität bei gleichzeitig steigender Variantenvielfalt verbessert werden. Durch die Digitalisierung von Produkten entstehen in der zweiten Stufe **Smart Products**. Durch das Aufzeichnen von Daten und das Kommunizieren mit anderen Smart Products machen diese ebenfalls eine Produktivitätssteigerung möglich. Die dritte Stufe führt schließlich auf Basis von Datenmehrwertdiensten zu **Smart Services**, welche dem Nutzer Informationen aus Prozessen und Produkten zur Verfügung stellen und diese automatisch auswerten [3].

Einer der Gründe, weshalb die digitale Transformation gerade jetzt stattfindet, sind die **Enabler Technologien**⁴. Sie sind im Zuge der Digitalisierung entstanden und stellen die technische Voraussetzung für die digitale Transformation dar. Neben den Technologien der Digitalisierung

1 Die **Digitale Transformation** wird als die exponentielle und dauerhafte Veränderung von Gesellschaft und Unternehmen auf Basis von Technologie verstanden.

2 **Big Data** beschreibt umfangreiche Mengen von unstrukturierten und semistrukturierten Daten.

3 **Smart Data** sind aufbereitete Daten, die unmittelbar verwertbares Wissen ableiten lassen.

4 **Enabler Technologien** sind Technologien, die einen signifikanten Sprung in der Leistung und der Fähigkeit für einen Nutzer bedeuten.

gibt es aber noch einen wichtigeren Grund für den Start der digitalen Transformation. Der Trend „**Konzentration auf den Kunden**“ stellt dessen Erwartungen in den Mittelpunkt. Technologien sollen sich immer mehr an die Bedürfnisse der Menschen anpassen und einen hohen Nutzen liefern. Für die Industrie bedeutet dies, dass Produkte immer individueller werden müssen und die Variantenvielfalt erhöht wird [2].

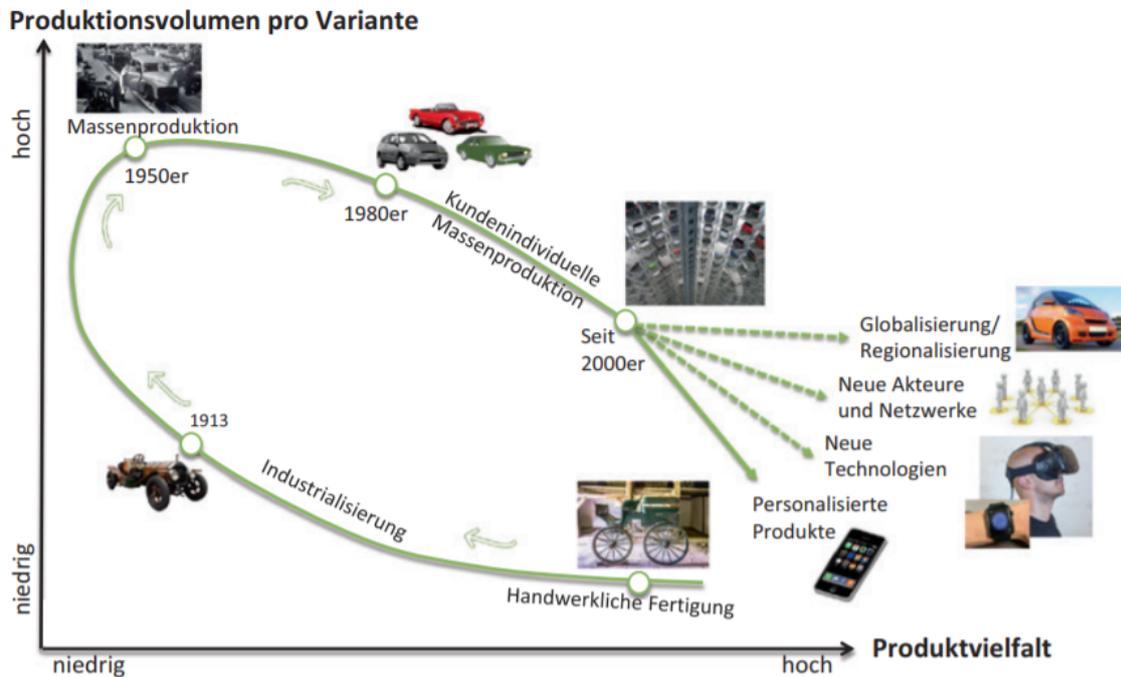


Bild 1.2: Variabilität zum kleinen Preis [2].

1.2 Digitale Transformation und Digitalisierung

Unter dem Begriff **Digitalisierung** wird das Überführen von analogen Größen in digitale Werte beschrieben. Hintergrund ist dabei, dass Werte gespeichert und verarbeitet werden können sollen, was nur möglich ist, wenn diese in digitaler Form vorliegen. Der Beginn der Digitalisierung liegt indes schon Jahrzehnte zurück und das Sammeln von digitalen Daten ist in seiner einfachsten Form schon seit bald 100 Jahren im Gange [2].

Die gängigsten Beispiele für die Digitalisierung sind Fotos oder Musikdateien, wobei analoge Inhalte in digitale Einheiten abgespeichert werden.

Geht es um die Digitalisierung im unternehmerischen Umfeld, so wird ebenfalls lediglich das Abbilden des Betriebs mit seinen Produkten, Prozessen und Abläufen mithilfe von digitalen Mitteln beschrieben. Die Digitalisierung kann hier aber einen wertvollen Beitrag dazu leisten, Prozesse zu optimieren und zu automatisieren oder neue Technologien zu entwickeln.

Das Verständnis der **digitalen Transformation** geht deutlich weiter. Bei ihr werden die Prozesse nicht nur auf die neuen Technologien angepasst, sondern diese werden auch nach ihrer Daseinsberechtigung hinterfragt. Das Lösen von Problemen steht im Mittelpunkt, um den Kundennutzen zu maximieren. Deshalb kann die Digitalisierung zwar als Grundlage für die digitale Transformation bezeichnet werden, der Start für die digitale Transformation ist aber wie angeführt die kundenzentrierte Lösung.

Die digitale Transformation hebt sich vor allem durch ihre weitreichenderen Dimensionen von der Digitalisierung ab. Denn sie hat Einfluss auf unsere Unternehmenskultur, auf Politik und staatliche Institutionen und sogar auf unsere Gesellschaft und Verhaltensmuster.

1.3 Enabler Technologien

Die Enabler Technologien ermöglichen im Zuge der Digitalisierung die digitale Transformation und dienen als Fundament für neue digitale Geschäftsmodelle.

Beispiele für Enabler Technologien sind:

Internet der Dinge

Das Internet der Dinge umfasst den Trend, bei welchem **eingebettete Systeme**¹ den Menschen bei seiner Arbeit unterstützen, ohne diesen zu stören oder die eigentliche Arbeit einzuschränken. Das Ziel, welches mithilfe des Internets der Dinge erreicht werden soll, ist die **Informationslücke** zwischen der realen und der virtuellen Welt zu schließen. Der Zustand eines Produkts in der realen Welt kann durch die eingebetteten Systeme für die Weiterverarbeitung im Netzwerk zur Verfügung gestellt werden.

Idealerweise können im Internet der Dinge Maschinen mit Maschinen (M2M) kommunizieren, sich gegenseitig steuern und der Mensch muss nicht mehr aktiv in die Fertigungssteuerung eingreifen. Zudem ermöglichen die von den eingebetteten Systemen gelieferten Informationen die Früherkennung von Wartungsarbeiten, was zur Reduktion von Fehlteilen oder zur Energieeinsparung genutzt werden kann.

Das Wachstum des Internets der Dinge ist enorm, die Anzahl der weltweit miteinander kommunizierenden Geräte steigt annähernd exponentiell.

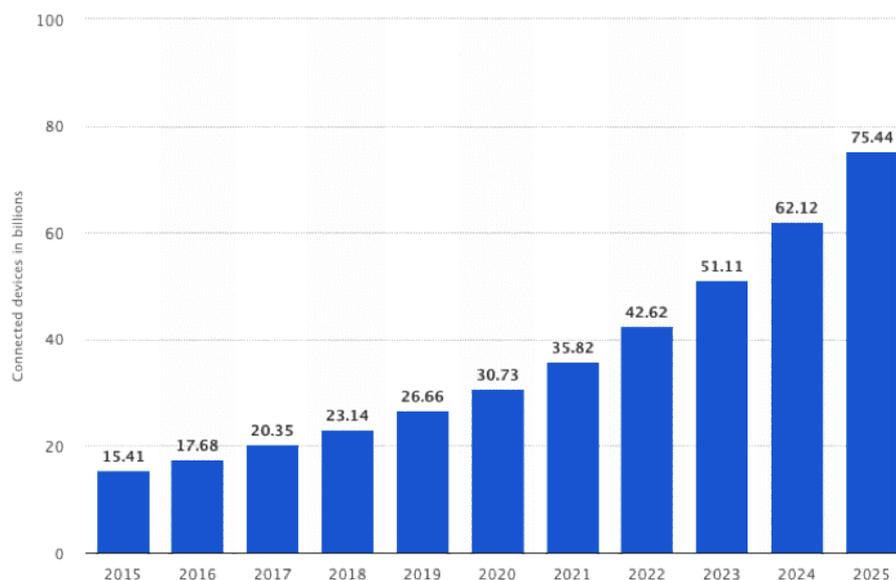


Bild 1.3: Anzahl weltweit mit dem Internet verbundenen Geräte (SAP/Statista, 2020).

1 Ein eingebettetes System (**embedded system**) ist ein Computersystem, welches in ein umgebendes technisches System integriert ist und mit diesem in Wechselwirkung steht.

Internet der Werte

Beim Internet der Werte handelt es sich um ein **Logbuch** für Transaktionen jeder Art. Dabei erlaubt eine auf mehrere Rechner verteilte und verschlüsselte Datenbank Transaktionen zwischen Unternehmen, Behörden und Privatpersonen digital zu dokumentieren. Die Transaktionen werden fälschungssicher registriert und können später nicht mehr verändert werden. Damit schafft das Internet der Werte **maximale Transparenz** für sämtliche Transaktionen.

Im unternehmerischen Umfeld bietet das Internet der Werte unter anderem die Möglichkeit für **Smart Contracts**. Bei diesen wird die Einhaltung eines Vertrags automatisch durch die verifizierten Transaktionen gesichert. Ein Anwendungsbeispiel ist das Vermieten von Autos, bei welchem dem Nutzer nur Zugang in das Fahrzeuginnere gewährt wird, wenn die Zahlung für die Miete erfolgt ist.

Computing Power

Computing Power beschäftigt sich mit der Rechnerleistung, die benötigt wird um die enorme Menge an benötigten Daten zu verarbeiten, zu erzeugen und zu sammeln. Betrachtet man den Anstieg der Rechnerleistung in den vergangenen Jahrzehnten, ist auch hier ein exponentieller Anstieg zu erkennen. Wenn die aktuelle Entwicklung der Rechenleistung pro Sekunde beibehalten wird, kann schon im Jahr 2025 die Kapazität des menschlichen Gehirns erreicht werden [2].

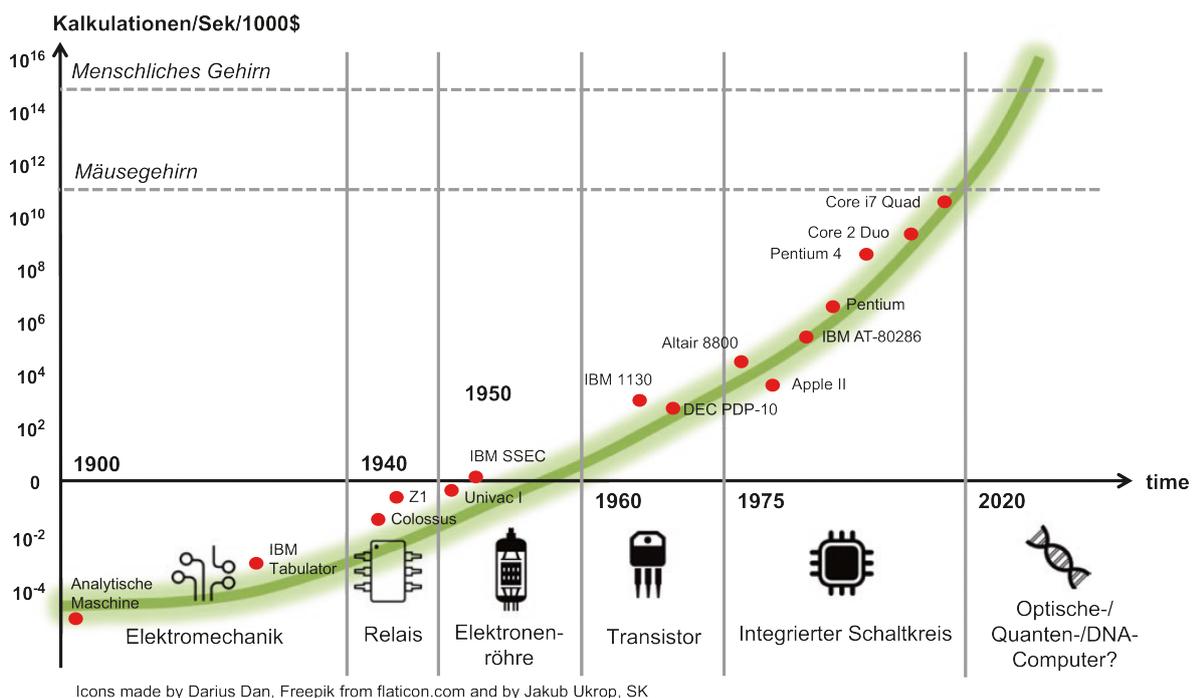


Bild 1.4: Entwicklung der Rechnerleistung per 1000 US\$ (Schallmo, 2018, [2]).

Die enorme Rechnerleistung ermöglicht Maschinen das selbstständige Lernen und vorausschauende Handeln. Letztlich führen die leistungsfähigen Algorithmen zur **künstlichen Intelligenz**, die eines Tages der menschlichen überlegen sein wird.

1.4 Umsetzung der digitalen Transformation in der Industrie

In den letzten Jahren haben Kunden immer mehr an Einfluss auf das Marktangebot gewonnen. Durch die digitale Transformation prägt die Nachfrage der Kunden den Markt entscheidend. Diese Entwicklung wird auch weiter anhalten und verlangt von den Anbietern, dass sie ihr Geschäftsmodell ganz auf den Kunden ausrichten und digitalisieren. Ein **digitales Geschäftsmodell** beantwortet dieselben Grundsatzfragen wie ein konventionelles Geschäftsmodell, allerdings von einer anderen Perspektive. Hier wird der **Kundennutzen** und die Kundenanforderungen in den Mittelpunkt gestellt. In allen Bereichen innerhalb einer Wertschöpfungskette werden Informationen erzeugt.

Bei digitalen Geschäftsmodellen werden diese Informationen genutzt, indem sie gesammelt und systematisch analysiert werden. So ist es möglich, Prozessschritte zu automatisieren und Prozessketten zu verschlanken. Dies führt wiederum zu einer größeren Effizienz und steigert den Kundennutzen.

Die erfolgreiche Umsetzung der digitalen Transformation stellt für viele Unternehmen eine Herausforderung dar. Grund dafür ist vor allem, dass neue Wege gegangen werden müssen und es kein Patentrezept gibt. Jedes Unternehmen muss dazu eine **individuelle Strategie** entwickeln.

Dennoch gibt es durchaus Ansätze für einen Fahrplan, wie zumindest die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Umsetzung gesteigert werden kann: Im ersten Schritt wird die **digitale Realität** skizziert, indem das eigene Geschäftsmodell beschrieben wird. Denn Geschäftsmodelle können nur digitalisiert werden, wenn ein Verständnis für das bisherige Geschäftsmodell vorliegt [4]. Wichtig ist dabei, dass sich die Analyse nicht nur auf das Betrachten der eigenen Tätigkeiten beschränkt, sondern der Blick auch über den Tellerrand des eigenen Unternehmens hinaus gerichtet wird. Durch Betrachten der horizontalen Wertschöpfungskette und deren Akteure kann der **Digitalisierungsgrad**¹ der ganzen Branche erörtert werden.

Darauf aufbauend wird im nächsten Schritt die **digitale Ambition** formuliert. Dazu werden Zielsetzungen determiniert, welche an die Umsetzung der digitalen Transformation gestellt werden. Die Ziele können sich etwa auf die Zeit (Reduktion der Durchlaufzeiten), Finanzen (Reduzierung der Logistikkosten) oder Qualität (Verbesserung des Kundenerlebnisses) beziehen.

Im dritten Schritt wird untersucht, welche **digitale Potenziale** für das Geschäftsmodell vorliegen. Dazu ist es erneut erforderlich, andere Unternehmen der Branche zu untersuchen und die **Best Practices** herauszuarbeiten. Entscheidend für die Potenziale sind zudem die Enabler Technologien, ohne welchen es nicht möglich ist, neue Anwendungen oder Leistungen zu realisieren. Aus den gewonnenen Erkenntnissen zu der digitalen Potenzialen lassen sich Optionen für das zukünftige Geschäftsmodell ableiten.

In der nächsten Phase **digitaler Fit** werden passende Kombinationen der Optionen für das Geschäftsmodell bewertet. Bei der Bewertung ist ausschlaggebend, ob die neuen Optionen zu den bisherigen Geschäftsmodellen passen, ob damit die Kundenanforderungen erfüllt werden und ob damit die in der digitalen Ambition formulierten Ziele erreicht werden können.

Im letzten Schritt findet die **digitale Implementierung** des erfolgversprechendsten Geschäftsmodells statt.

¹ Der **Digitalisierungsgrad** gibt an, in welchem Maße die IT die manuelle Arbeit ersetzt.

Grundvoraussetzung für die Implementierung ist ein Geschäftsmodell, welches . . .

. . . das künftige **SOS (Systems of Systems)**¹ beschreibt.

. . . die notwendige technische Infrastruktur definiert.

. . . die Customer Journey bestimmt.

. . . das horizontale und vertikale Wertschöpfungsnetz darstellt.

Der letzte Aspekt ist hierbei der wichtigste, da hier das Unternehmen bestimmt, welche Rolle es in seinem SOS einnimmt.

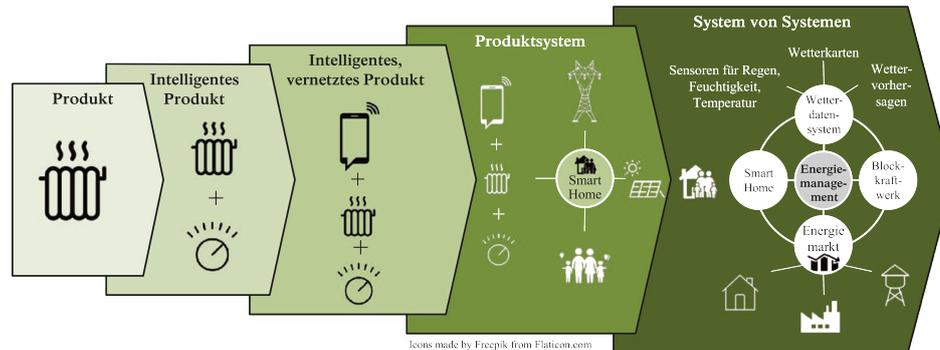


Bild 1.5: SOS, Systeme von Systemen [2].

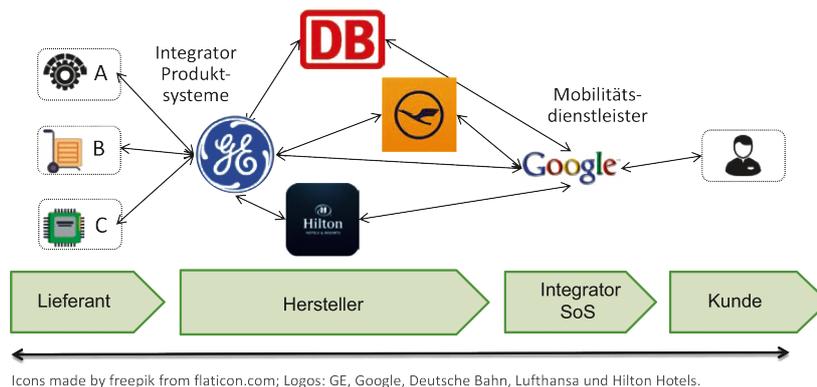


Bild 1.6: Integriertes Wertschöpfungsnetzwerk von Systemen von Systemen [2].

Neben einer geeigneten Strategie zur Umsetzung der digitalen Geschäftsmodelle gibt es noch weitere Faktoren, die entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung maßgeblich sind:

- Etablieren einer offenen Innovationskultur
- Bereitstellen von ausreichend Ressourcen
- Kooperieren mit geeigneten Partnern
- Tests mit Prototypen zur Risikominimierung

Ein Beispiel für ein erfolgreiches digitales Geschäftsmodell ist ThyssenKrupp Elevator MAX. ThyssenKrupp ist ein deutsches Unternehmen mit verschiedenen Sparten, unter anderem stellt das Unternehmen Personen- und Lastenaufzüge her. Neben dem Vertrieb und der Installation werden auch Wartungsaufgaben angeboten. Durch die steigende Anzahl von Aufzügen in Hochhäusern in Städten steigt auch die Anzahl von Wartungsarbeiten. Aufgrund des intensiven

1 **Systems of Systems** ist eine Sammlung von speziell aufgabenorientierten Systemen, welche ihre Ressourcen und Fähigkeiten bündeln, um ein neues komplexeres System zu kreieren, welches mehr Funktionen und eine höhere Leistungsfähigkeit bietet. einnehmen will.

Wettbewerbs bei Wartungsarbeiten kristallisierte sich dieses Geschäft für ThyssenKrupp aber als zeitintensiv mit geringen Margen heraus.

Deshalb hat das Unternehmen ThyssenKrupp MAX eingeführt. Ein Elevator Monitoring System, welches mögliche Ursachen für Ausfälle rechtzeitig identifiziert und die Dauer von Wartungsarbeiten verkürzt. Hierzu wurden verschiedene Aufzugskomponenten mit Sensoren ausgestattet, welche stetige Informationen liefern.

Diese Informationen werden durch **Predictive Analytics**¹ ausgewertet. So kann ThyssenKrupp die Wartung vorausschauend durchführen und die Ausfallzeiten von Aufzügen entscheidend reduzieren. Das Unternehmen kann sich so vom Wettbewerb absetzen und hat das eigene Geschäftsmodell erfolgreich revolutioniert [5].

1.5 Hebel der digitalen Transformation

Die Effekte der digitalen Transformation lassen sich entlang von vier Hebel gliedern, die auf die industrielle Wertschöpfung einwirken. Mit ihnen sind Disruptoren in der Lage, bestehende **Wertschöpfungsketten** in ihre kleinsten Bestandteile zu zerlegen und durch niedrigere Transaktionskosten diese wieder neu zusammensetzen. Das Aufteilen der Wertschöpfungskette ermöglicht zudem neuen Akteuren mit wenig Kapital einen leichteren Markteintritt, da Markteintrittsbarrieren verkleinert werden. Es kommt zur Transformation von Geschäftsmodellen und zur Neugliederung ganzer Branchen. Die vier Hebel der digitalen Transformation sind:

Digitale Daten

Durch das Erfassen, Verarbeiten und Auswerten von digitalen Daten lässt sich die **Effizienz** und **Effektivität** von Prozessen steigern. Außerdem lassen sich auf ihrer Basis bessere Vorhersagen und Entscheidungen treffen. Auch deshalb werden digitale Daten in der Wirtschaft mittlerweile wie Waren produziert und gehandelt und sind damit ein kommerzielles Gut.

Automatisierung

Durch Kombinieren von Technologien mit künstlicher Intelligenz entstehen autonome, sich selbst steuernde Systeme. Damit kann im Regelfall die **Prozessgeschwindigkeit** erhöht werden, während gleichzeitig die Betriebskosten und die Fehlerquote reduziert wird. Entscheidender Vorteil ist aber, dass die Stückkosten gesenkt werden können und Unternehmen sich so der Losgröße 1 nähern.

Vernetzung

Durch schnelle Internetverbindungen und modernen Netzwerkprotokollen lässt sich eine zunehmende Anzahl von Objekten virtuell vernetzen. Mithilfe dieser technischen Voraussetzungen lassen sich ganze **Lieferketten** miteinander **synchronisieren** und sind direkt an die Nachfrage gekoppelt. Die Vernetzung steigert damit die Flexibilität von Unternehmen und fördert durch den Informationsaustausch einen kürzeren Innovationszyklus.

Digitaler Kundenzugang

Durch das Internet erlangen neue Akteure einen direkten und skalierbaren Zugang zum Konsumenten, was bisher häufig nur wenigen Anbietern verwehrt war. Aufgrund der **völligen Transparenz** des Konsumentenverhaltens können Anbieter einen noch nicht dagewesenen

¹ **Predictive Analytics** ist die Analyse von Daten, die es ermöglicht zukünftige Resultate und Ereignisse vorauszusagen.

Service anbieten. Um dies zu ermöglichen, braucht es in erster Linie Vermittler, welche Anbieter und Nachfrager zusammenbringen und den Informationsaustausch sicherstellen. Da diese Vermittler zunehmend die Kontrolle über die Kundenschnittstellen gewinnen, bestimmen diese wiederum das gesamte Marktgefüge mit.

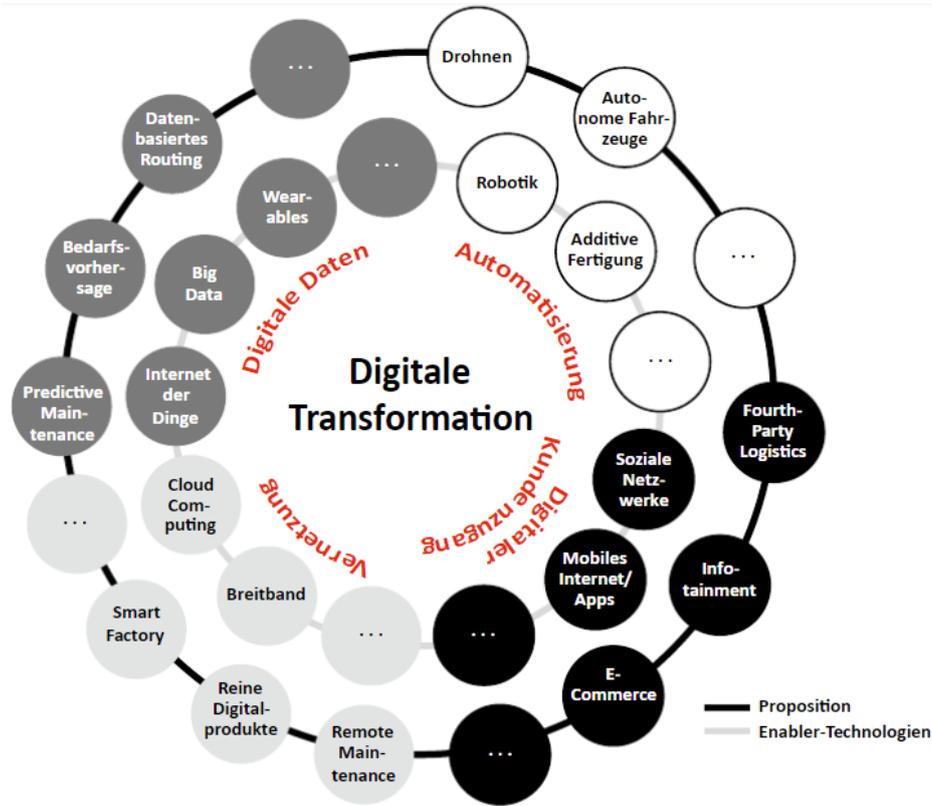


Bild 1.7: Die vier Hebel der digitalen Transformation (Wallmüller, 2017)

Anhand dieser vier Hebel lässt sich die gesamte Logik der digitalen Transformation erklären. Mit diesem Verständnis ist es für Unternehmen möglich, die Gefahr von neuen disruptiven Technologien in der eigenen Branche einzuschätzen oder diese Technologien selbst zu entwickeln. Damit sind die vier Hebel der digitalen Transformation von enormer Bedeutung [6].

1.6 Herausforderungen

Die digitale Transformation bringt Fortschritt und Wohlstand mit sich. Auf der anderen Seite stehen sowohl Unternehmen als auch die Gesellschaft vor Herausforderungen, welche durch die digitale Transformation aufkommen.

Zwar sind Unternehmen bemüht die digitale Transformation in die Unternehmensstrategie aufzunehmen, nicht einmal die Hälfte der deutschen Betriebe verfolgen aber eine unternehmensübergreifende Strategie. Dies stellt sie gerade durch die steigende Vielfalt von digitalen Interaktionskanälen und das Fokussieren auf den Kunden bei Geschäftsmodellen vor enorme Herausforderungen.

Viele Unternehmen geben zu bedenken, dass sie bei ihrer aktueller Innovationsfähigkeit Gefahr laufen von neuen Technologieführern abgelöst zu werden. Hier spielt auch der Umstand eine Rolle, dass in vielen Branchen das führende Unternehmen innerhalb eines Markts mittlerweile eine globale Monopolstellung einnimmt und wenig Raum für Wettbewerb bleibt. Auf der

anderen Seite können sich auch etablierte Marktführer ihrer Vormachtstellung nicht sicher sein.

In den USA sind so seit dem Jahr 2000 die Hälfte der 500 umsatzstärksten Unternehmen verschwunden [6].

Neben den neuen Wettbewerbsbedingungen, die durch die digitale Transformation entstehen, steht die Industrie auch vor der Herausforderung, die technischen Voraussetzungen für den Wandel auch in Zukunft sicherzustellen. Es muss gewährleistet sein, dass die Umengen an zukünftig anfallenden Daten sicher gespeichert und verarbeitet werden können.

Für die Gesellschaft wird die digitale Transformation bedeuten, dass bestehende **Ungleichheiten im Einkommen** noch weiter verstärkt werden. Der Staat wird vor allem dadurch gefordert sein, diejenigen aufzufangen, welche aufgrund der digitalen Transformation ihren Job verlieren werden. Für diese Personen ist zunächst eine finanzielle Unterstützung notwendig.

Des Weiteren müssen sie durch **Aus- und Weiterbildungen** auch ohne Job auf dem aktuellen Wissensstand gehalten werden. Denn in der sich rapide wandelnden Arbeitswelt ist die Gefahr groß, dass diese sonst den Anschluss an aktuelle Technologien verlieren. In der ferneren Zukunft wird die Gesellschaft voraussichtlich dann vor die Herausforderung gestellt, ein völlig neues Gesellschaftsmodell zu entwickeln. Denn wenn nur noch die Hälfte der Bevölkerung erwerbstätig ist, da der Großteil der Aufgaben von Maschinen übernommen wird, bedeutet die digitale Transformation mehr als nur ein Strukturwandel.

1.7 Zusammenfassung

Die Digitalisierung ist ein langjähriger Prozess, der sowohl in der Industrie als auch im Privaten schon lange Einzug hält. Die digitale Transformation ist eine neue Entwicklung, welche durch die im Zuge der Digitalisierung entwickelten Technologien (Enabler) entstehen konnte. Startpunkt für die digitale Transformation ist aber die Tatsache gewesen, dass der Kunde und dessen Nutzen mehr und mehr in den Fokus der Unternehmen gerückt ist.

Um den Kunden zufrieden zu stellen entstehen neue Geschäftsmodelle, die Variantenvielfalt nimmt zu und Produkte werden individualisiert. Die digitale Transformation beschreibt diese Vorgänge. Sie stellt durch ihre enorme Tragweite und ihres disruptiven Charakters eine neue Dimension im Vergleich zur Digitalisierung dar.

Für die erfolgreiche Umsetzung der digitalen Transformation in einem Unternehmen gibt es kein Patentrezept. Es existieren aber Vorgehensweisen und Erfolgsfaktoren, die Unternehmen berücksichtigen sollten, um nicht im Markt abgehängt zu werden. Auch das Verständnis für die vier Hebel, über welche die digitale Transformation wirkt ist elementar, da damit die gesamte Logik der digitalen Transformation verstanden werden kann.

Die digitale Transformation wird die Zukunft auf vielen Ebenen entscheidend prägen. Da es dabei nicht nur Gewinner geben kann, wird sie Unternehmen und den Staat gleichermaßen vor Herausforderungen stellen.

KAPITEL 2

Disruptive Technologien

Lernziele

Nach der Bearbeitung dieses Kapitels werden Sie wissen, ...

- ... was disruptive Technologien sind.
- ... wie sie sich von anderen Technologien unterscheiden.
- ... wie sich die digitale Transformation im Unternehmen umsetzen lässt.
- ... wie etablierte Unternehmen mit disruptive Technologien umgehen sollten.
- ... welches alternative Modell es zu den disruptiven Technologien gibt.

Einführung

Immer häufiger wird von disruptiven Märkten sowie von disruptiven Technologien berichtet. So wurde das Wort „**Disruption**“ von der „Frankfurter Allgemeine Zeitung“ zum Wirtschaftswort des Jahres 2015 gewählt [7].

Fälschlicherweise wird das Wort Disruption in jeglichem Zusammenhang verwendet, ohne die tatsächliche Bedeutung zu kennen. Dabei ist das Verständnis über disruptive Innovationen essenziell, um einen langfristigen Unternehmenserfolg zu gewährleisten.

2.1 Definition

Der Begriff der Disruption hat seinen Ursprung im lateinischen Wort „*disrumpere*“. Laut gängiger Enzyklopädien ist dies mit den Wörtern „*zerbrechen*“, „*platzen*“ oder „*zerreißen*“ zu übersetzen.

Dies beschreibt bereits, was Disruptive Technologien auszeichnet:

Sie zerbrechen und verändern Märkte sowie Geschäftsmodelle.

„The electric light did not come from the continuous improvement of candles.“
- Oren Harari¹-

¹ **Oren Harari** (Juli 30, 1949 - April 10, 2010) war Professor of Business Administration an der University of San Francisco und Autor zahlreicher Bücher zum Thema Management.

Die Bezeichnung **disruptive Technologien** ist auf **Clayton Christensen**¹, ehemaliger Professor an der Harvard University, zurückzuführen. Dieser verwendete erstmals im Jahre 1997 in seinem Werk „*The innovator’s dilemma: when new technologies cause great firms to fail*“ die Theorie der disruptiven Technologien und gilt als Begründer dieser. In seinen weiteren Werken greift er die Theorie disruptiver Technologien weiter auf und verwendet ebenso die Bezeichnung **disruptive Innovationen** als Synonym. Beide Begriffe sind folglich mit gleicher Bedeutung zu betrachten.

Auslöser für disruptive Technologien sind nach Christensen ressourcenarme Unternehmen oder Start-Ups (engl.: **entrants**). Diese versuchen mit ihrer neuen Innovation bereits etablierte Unternehmen (engl.: **incumbents**) vom Märkten zu drängen. Dabei werden Strukturen im Markt aufgebrochen oder ganz zerstört. Disruptive Technologien werden daher auch als **Durchbruchsinnovationen** bezeichnet [8].

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (**BMWi**) trifft die Annahme, dass gerade Projekte hinsichtlich Industrie 4.0 zu disruptiven Innovationen führen werden. So stellt das Ministerium fest, dass Industrie 4.0 nicht nur die Digitalisierung und Vernetzung der horizontalen und vertikalen Wertschöpfungsketten, sondern auch das Produkt- und Serviceangebot der Unternehmen revolutionieren wird. Dies resultiert in der Umsetzung neuer, oftmals disruptiver digitaler Geschäftsmodelle [9].

2.2 Modell nach Clayton Christensen

Wie eingangs erwähnt, werden jegliche Innovationen fälschlich auch als disruptiv bezeichnet. Bereits zu Beginn der, im Jahre 1997 erschienenen „Disruptive Innovation Theory“ grenzte jedoch Clayton Christensen „gängige“ Innovationen von disruptiven Innovationen ab. Erstere verändern einen Markt in der Regel nicht groß, sondern entwickelt diesen lediglich weiter. disruptive Technologien dagegen kennzeichnen sich durch **aggressive Veränderungen** am Markt und deren Teilnehmer.

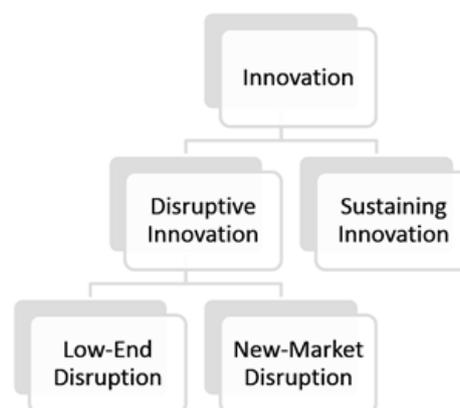


Bild 2.1: Technologiearten nach Clayton Christensen.

¹ **Clayton Christensen** (* 06. April 1952 in Salt Lake City, Utah; † 23. Januar 2020 in Boston, Massachusetts) war Professor of Business Administration an der Harvard Business School und gilt als weltweit führender Experte im Bereich Innovation und Wachstum. Er ist Autor vieler Bücher und einigen Hundert Artikeln. In seinem ersten Buch „*The Innovator’s Dilemma*“ (1997) beschäftigte er sich erstmals mit der Theorie der disruptiven Innovation. Er ist Gründer mehrerer Unternehmen.

▪ Sustaining Innovation

Als sustaining Innovation (dt.: erhaltende Innovation) werden Technologien bezeichnet, welche einem bereits existierenden Entwicklungspfad weiter verfolgen. Dies wird in der Regel von bereits etablierten Unternehmen durch interne Forschung und Entwicklung gefördert. Verfolgt wird dabei das Ziel, die bereits vom Markt „angenommenen und bestehenden Produkte und Dienstleistungen dauerhaft weiterzuentwickeln“ und zu verbessern [10].

Als Beispiel für eine erhaltende Innovation dient ein neues Fahrzeugmodell eines etablierten Automobilherstellers, welcher durch Verbesserung bekannter Leistungsdimensionen wie z.B die Motorleistung in PS ein neues Modell entwickelt. Der **bisherige Markt bleibt** bei Einführung dieses neuen Modells jedoch **erhalten**. Diese Innovationen haben für etablierte Unternehmen den Vorteil, dass sie durch ihre vorangegangenen Innovationen bereits am Markt erprobt und an den Kundenanforderungen angepasst wurden. Die meisten Innovationen und Technologien im heutigen Markt gehören in die Kategorie der „Sustaining Innovations“.

Tesla zum Beispiel fällt aktuell (noch) in die Kategorie „**Sustaining Innovation**“, weil sie den etablierten Unternehmen mit Elektrofahrzeugen Marktanteile im Luxussegment abgenommen haben (Model S, Model X). Mit dem Model 3 und Model Y ist Tesla auf bestem Weg auf allen Märkten (auch zukünftig LKW Markt) zu agieren.

In einem weniger formalen Sinn aber ist unübersehbar, dass Elon Musk die Auto-Branche mit Tesla in ihren Grundfesten erschüttert. Laut einem Digital-Manager bei BMW liegt das weniger am elektrischen Antrieb dieser Fahrzeuge als daran, dass sie von Grund auf als Software-Produkte ausgelegt sind.

▪ Disruptive Innovation

Anders als erhaltende Technologien gehören die folgenden beiden Arten zu den disruptiven Innovationen, welche **komplette Umstrukturierungen** oder **Zerschlagungen** eines bestehenden **Marktes** hervorrufen. Zwar nehmen in der Zeit der Digitalisierung die Anzahl der Disruptiven Innovationen zu, dennoch stellen sie nur ein Bruchteil aller neuen Innovationen dar. Die Unterscheidung in **Low-End** und **New-Market Disruption** ist deshalb so wichtig, da die etablierten Unternehmen in Bezug auf die möglichen Gefahren unterschiedlich stark alarmiert werden und die Unsicherheit der Marktschaffung ebenfalls divergieren.

- Low-End Disruption

Wird eine erhaltende Technologie stetig weiterentwickelt und verbessert, steigt die Wahrscheinlichkeit einer Low-End Disruption. Durch den Aufwärtstrend der erhaltenden Technologie werden nicht mehr die Kundensegmente mit geringeren Ansprüchen bedient, da die Leistungen der sich stets verbessernden Technologien über den eigentlichen Anforderungen des Low-End Marktsegmentes hinausgehen.

In diesem nicht mehr bedienten Low-End Marktumfeld wird die Low-End Disruption beginnen, denn diese Art der Disruption kennzeichnet sich durch die Einführung einer Technologie mit zunächst niedrigerer Leistung. Diese neue Technologie ist zu Beginn ihrer Einführung häufig den bisherigen Technologien weit unterlegen und spricht nicht den Hauptmarkt an. Jedoch haben diese Technologien für Kunden

im Low-End-Markt¹ einen besonderen Nutzen. Wird diese Technologie nun ebenso weiterentwickelt, können auch Kundengruppen mit höheren Leistungsansprüchen attraktiv werden [8].

Nicht jede Low-End Disruption schafft den Übergang von den niedrigeren Kundensegmenten zu den Hauptmarkt. Erfolgt dies aber, führt dies langfristig dazu, dass das etablierte Unternehmen erhebliche Kundenverluste hinnehmen muss. Ein Indiz dafür ist, wenn ein etabliertes Unternehmen immer mehr vom eigentlichen Kerngeschäft abweicht und sich auf andere Geschäftsmodelle fokussiert, da ein Konkurrent mit **neuerer Technologie** ihr Hauptgeschäft angreift.

Wichtig für das etablierte Unternehmen ist es, dass es den Kundenrückgang vom bisherigen Kerngeschäft im neuen High-End Marktsegment kompensiert und zumindest dort ihre Position hält. Die Vergangenheit bestätigt jedoch, dass nur wenige etablierte Unternehmen den Kundenrückgang der aus einer disruptiven Technologie ausgelöst wurde, kompensieren konnten.

- New-Market Disruption

Anders als die Low-End Disruption erfolgt die New-Market Disruption in einem **komplett neu erzeugten Marktumfeld**. Christensen spricht hierbei auch von der Einführung einer Innovation in einen **Nischenmarkt**. Während sich die Low-End Disruption an Kunden der Mitbewerber orientiert und bedient, spricht die New-Market Disruption bisherige „**nonconsumers**“ an. Das sind Kunden deren Präferenzen und Bedürfnisse durch das bisherige Marktangebot nicht abgedeckt werden konnten und sich deswegen bewusst gegen einen Kauf entschieden haben.⁸

Die neu eingeführte Innovation besitzt aber ein Produktkriterium, das für diese Kundengruppe von hoher Bedeutung ist. Wie auch in der Low-End Disruption sind diese Produkte aber in ihrer Einführungsphase den erhaltenden Technologien bezüglich Leistung deutlich unterlegen und somit bleibt es anfangs nur bei der von ihnen selbst erzeugten Kundengruppe den „nonconsumers“. Durch stetige Leistungsverbesserungen in „den traditionell gewünschten Eigenschaften des Produktes“⁸ kann die neue Technologie auch für die Kunden aus dem etablierten Marktsegment attraktiv genug werden.

Wie auch in der Low-End Disruption werden zunächst die **unteren Kundensegmente** aufmerksam auf die neue Technologie, ehe diese so weiterentwickelt wurde, um Kunden aus dem High-End Marktumfeld zu gewinnen.

New-Market-Disruptionen stellen für etablierte Unternehmen eine besondere Gefahr dar, da sie häufig **sehr spät erkannt werden**. Gründe für das nicht rechtzeitige Erkennen von New-Market Disruption sind folgende: Die neuen Technologien bauen sich ein eigenes Marktumfeld und wachsen zunächst in diesem. Ein weiterer Punkt der dazu führt ist, dass den etablierten Unternehmen zunächst keine Kunden verloren gehen, da erst die „nonconsumers“ darauf aufmerksam werden.

¹ Ein **Low-End Markt** besteht aus preisgünstigen Produkten, die für Kunden geeignet sind, die nicht bereit oder in der Lage sind, große Geldbeträge auszugeben oder nicht die volle Performance eines Produktes benötigen.

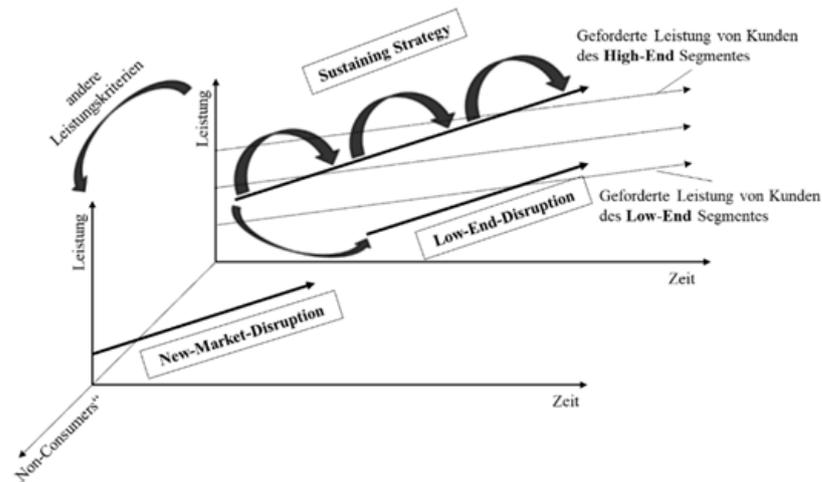


Bild 2.2: Technologiearten im graphischen Vergleich.

2.3 Beispiele für disruptive Innovations

Das wohl bekannteste Beispiel für disruptive Innovation ist die Digitalkamera, welche für das Unternehmen **Kodak** die Insolvenz bedeutete. Dieses Beispiel eignet sich, um die Low-End Market Disruption in der Praxis darzustellen. Kodak war im Jahre 1996 die viert wertvollste Marke der Welt und verkaufte Fotoapparate. Das Hauptgeschäft wurde durch den Verkauf von analogen Kameras dominiert. Kodak selbst entwickelte im Jahre 1975 die erste digitale Kamera, sah aber kein Grund in diese weiter zu investieren. Sie fokussierten sich dagegen weiterhin auf die Weiterentwicklung analoger Kameras. Die Konkurrenz entdeckte die neue Technologie der digitalen Fotografie für sich und das, obwohl die digitale Kamera zunächst wesentlich weniger Leistung als die analoge Kamera brachte.

Durch stetige Weiterentwicklung und Investition der digitalen Kamera schaffte man es, die neue Technologie erfolgreich am Markt zu etablieren. Lag der Anteil der Digitalkameras an allen verkauften Kameras im Jahr 2000 noch bei rund 12 Prozent, lag ihr Anteil zehn Jahre später bei über 99 Prozent. Somit brach auch Kodaks Umsatz enorm ein. Trotz zahlreicher Umstrukturierungen und veränderten Geschäftsmodellen, schaffte es Kodak nicht, den weggefallenen Umsatz der analogen Kameras zu kompensieren und meldete im Jahre 2012 Insolvenz an. 2013 erfolgte ein Neustart im Druckgeschäft für Kodak, konnte aber seit dem nie wieder an alten Größen anknüpfen [11].

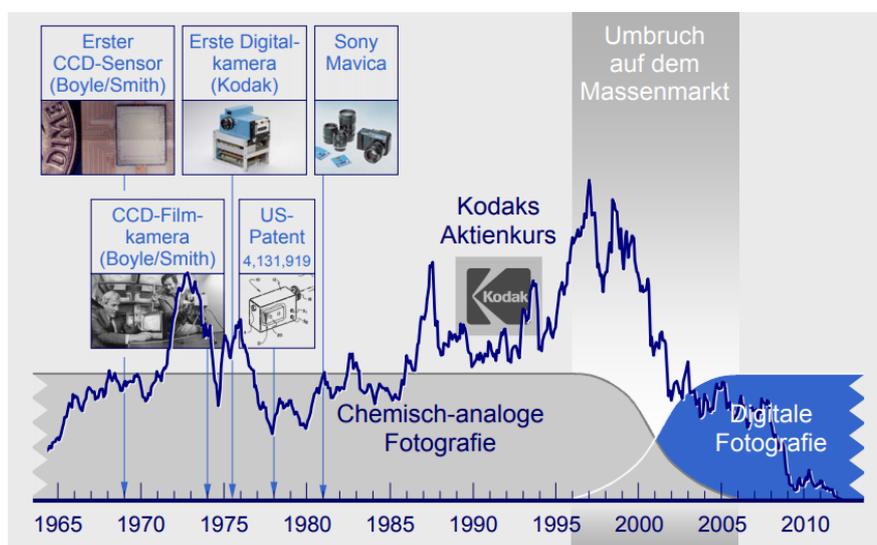


Bild 2.3: Beispiel Kodak.

Eine weitere disruptive Innovation, welche aber nicht in einem Low-Market ihren Ursprung hat, sind **Drohnen**. Hierbei kann man von einer New-Market Disruption sprechen. Zunächst wurden Drohnen nur für militärische Zwecke entwickelt. So nutzen die Vereinigten Staaten von Amerika das unbemannte Luftfahrzeug in den 60-er Jahren zu Spionage- und Aufklärungszwecken. Mit der stetigen Weiterentwicklung von Drohnen bezüglich ihrer Effizienz, wurde es möglich kleine, leistungsstarke und kostengünstige Drohnen zu bauen. Dies war ein wichtiger Meilenstein für den Einsatz von Drohnen, da sie nun im Massenmarkt etabliert werden konnte.

Die heutigen Einsatzgebiete sind vielfältig und disruptiv. So plant **Amazons** CEO Jeff Bezos kleinere Pakete per Drohne zu liefern. Dieser von ihm benannte „Prime Air“-Service wird den bereits etablierten Versandunternehmen wie DHL, DPD, Hermes oder UPS Marktanteile abnehmen oder diese sogar komplett vom Markt verdrängen.

In einem Harvard Business Review wurden einige Beispiele für disruptive Technologien analysiert. Die nachfolgende Tabelle zeigt weitere Beispiele von aktuellen Disruptionen am Markt [12]:

Etablierte Technologie	Disruptive Technologie
Lokale Speicherung	Cloud Speicher
Lokale Geschäfte	eCommerce
Geldtransfer	Blockchain (Bitcoin)
Mechanische Uhr	Smartwatch
Reiseagenturen	Online Booking

Beispiele von bekannten Disruptoren:



Bild 2.4: Beispiele für Disruptoren.

2.4 Beispiele für Sustaining Innovations

Keine klassischen Disruptoren sind hingegen wie bereits erwähnt **Tesla**, **Uber** und **Airbnb**. Sie erfüllen nicht die Bedingungen für Low-End bzw. new Market-Innovationen. Sie sind ohne Zweifel sehr innovativ, allerdings nicht im Sinne von disruptiv nach der Definition von Christensen.

Uber hat die Art, wie Taxis arbeiten, verändert. Die Firma besitzt keine Autos und keine Fahrer und damit keine Fixkosten. Genauso wie Airbnb keine Hotels und kein Personal besitzt. Ihr Geschäftsmodell besteht darin, die vorhandenen Ressourcen anders zu nutzen. Aber das ist keine disruptive, sondern eine erhaltende oder inkrementelle Innovation (Sustaining Innovation).

2.5 Umgang mit disruptiven Technologien

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel verdeutlicht wurde, schaffen es viele etablierte Unternehmen nach einer Verdrängung durch einer disruptiven Technologie nicht erfolgreich zurück an den Markt. **439 von 500 Unternehmen** die im Jahre 1955 im Aktienindex S&P 500 gelistet waren, sind heute nicht mehr in jenem Aktienindex gelistet [13]. Deshalb ist der korrekte Umgang mit disruptiven Technologien für etablierte Unternehmen nicht zu vernachlässigen. Festzuhalten ist, dass es keinen perfekten Plan gibt, um sich vor Disruptiven Innovationen zu schützen. Dennoch gibt es verschiedenen Ansätze, die etablierte Unternehmen davor bewahren können.

▪ 3 Fragen die sich etablierte Unternehmen gegenüber neuer Konkurrenz stellen sollten:

- Hat die neue Idee Low-End-Potential?
- Hat die neue Idee New-Market Potential?
- Hat die neue Idee Einfluss auf alle etablierten Unternehmen?

▪ „The products, not the profits, were the motivation” – Steve Jobs [14]

Der erste Ansatz findet sich im Harvard Business Report „Steve Jobs Solved the Innovator’s Dilemma by HBS Professor Clay Christensen“ wieder. Dort wird auf die Biographie und Denkweise des ehemaligen CEO von Apple, Steve Jobs verwiesen. Etablierte Unternehmen, die ohnehin ein Monopol haben, glauben sie können nicht mehr durch Produktverbesserungen wachsen. Stattdessen fokussieren sie sich auf die Bereiche Sales und Marketing. Dies sei laut Jobs ein Fehler, denn es wird nur noch auf Profit, statt auf innovative Produkte gesetzt.

Visionäres Denken und die Bedeutung guter Produkte, welche sie an dieses Marktmonopol hingeführt haben, werden durch Sales und Marketing zerstört. Der Fokus auf Profit statt auf neue innovative Produkte erhöht die Wahrscheinlichkeit von einer neuen Technologie vom Markt verdrängt zu werden.

▪ Akquisition

Eine weitere Methode um sich vor disruptiven Innovationen zu schützen, ist das Aufkaufen disruptiver Unternehmen im frühen Stadium. Das Innovationsmanagement jedes etablierten Unternehmens sollte nach disruptiven Innovationen im Markt suchen und diese frühzeitig erkennen. Durch stetige Bereitschaft von liquiden Mitteln soll schnell gehandelt werden und das disruptive Unternehmen im frühen Stadium übernommen werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Unternehmen Alphabet Inc., dessen Tochtergesellschaft Google ist. In ihrer Bilanz 2019 weist Alphabet über 117 Milliarden US-Dollar

Barreserven auf und ist bekannt für die zahlreichen Akquisitionen jährlich. Bekannte Übernahmen Alphabets sind Youtube, HTC und Fitbit.

▪ Spin-Off

Ein sehr beliebtes Vorgehen, um sich vor disruptiven Technologien zu schützen, aber auch selber welche zu erfinden ist ein Spin-Off. Dabei gründen bereits etablierte Unternehmen ein neues unabhängiges Start-Up. Diese Start-Ups haben in der Regel nichts mit dem Kerngeschäft des etablierten Unternehmens zu tun. Sie agieren komplett losgelöst von ihrer Muttergesellschaft und könnten so schneller auf Marktänderungen reagieren.

Der weitere Vorteil gegenüber anderen Start-Ups ist die Möglichkeit auf Ressourcen des etablierten Unternehmens zurückgreifen zu können. So stellt die Muttergesellschaft meist liquide Mittel sowie Patente frei zur Verfügung. Als Spin-Off des **MIT** (Massachusetts Institute of Technology) schaffte es das Unternehmen **Boston Dynamics** Vorreiter und Weltmarktführer bei autonom laufenden Roboter zu werden.

Seit 2013 agiert Boston Dynamics zwar weiterhin unabhängig, wurde jedoch von Google aufgekauft. Ein weiter aktuelles Beispiel eines Spin-Offs ist ebenso eine Google Tochtergesellschaft. Unter dem Motto „*We create radical new technologies to solve some of the world's hardest problems*“ verfolgt das Start-Up „Google X – The Moonshot Factory“ das Ziel, neue Technologien und innovative Produkte zu entwickeln [15].

2.6 Alternatives Modell

Neben der Theorie disruptiver Technologien ist das **S-Kurven Modell** von **Richard Foster** ein weiteres Instrument des strategischen Innovationsmanagements.

Wie auch die disruptive Innovationstheorie von Clayton Christensen, behandelt auch das S-Kurven Modell die Technologiesprünge von alten zu neuen Technologien. Ähnlich wie bei den disruptiven Innovationen wird durch eine neue Technologie der Markt zur Veränderung gezwungen, wobei die alte Technologie langfristig vom Markt verdrängt wird. Dieses Modell sagt aus, dass jede Technologie verschiedene Entwicklungsstufen durchläuft, ehe es an seine Leistungsgrenze stößt. Anschließend folgt ein Technologiesprung, welches von einer neuen Technologie ausgelöst wird.

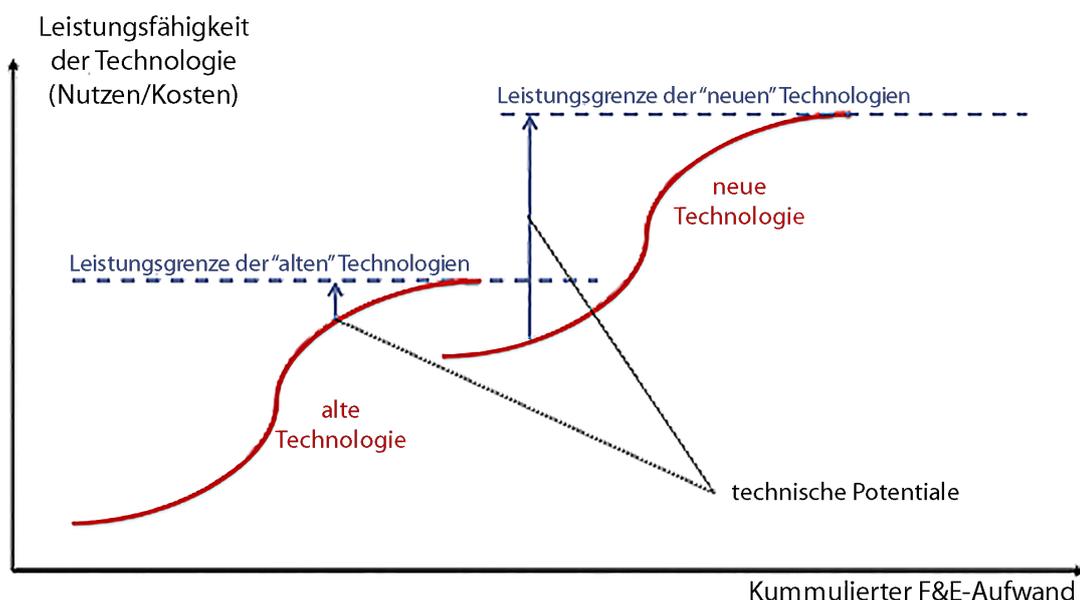


Bild 2.5: S-Kurven Modell nach Richard Foster.

Diese neue Technologie kann unter Umständen anfangs geringere Leistungsfähigkeiten aufweisen, da sie kaum erprobt und weiterentwickelt wurden. Somit ist nur ein Bruchteil der potenziellen Leistungsfähigkeit im Frühstadium vorhanden. Durch stetige Weiterentwicklung der neuen Technologien können aber erhebliche Fortschritte hinsichtlich der Leistungsfähigkeit erzielt werden. Die veraltete Technologie dagegen kann selbst mit hohen Kosten in Forschung und Entwicklung nur marginale Leistungsverbesserungen hervorbringen und wird langfristig obsolet für den Markt.

Ein geeignetes Beispiel um den Prozess des S-Kurven Modell zu verdeutlichen, ist der aktuelle Technologiewechsel in der **Automobilbranche**. Bereits im 19. Jahrhundert wurde der erste Verbrennungsmotor von Nicolaus Otto entwickelt [16]. Wie es für solch große technologische Entwicklungen der Regelfall ist, folgten über ein Jahrhundert kleinere Verbesserungen. So wurde der Verbrauch kontinuierlich durch inkrementelle Weiterentwicklungen verbessert. Der Motor, der heute seinen Einsatz im gesättigten Markt findet, hat aber mittlerweile kaum noch Verbesserungspotenzial.

Der Technologiesprung zu neuen Technologien wurde von der Automobilbranche bereits eingeleitet und erste elektrisch angetriebene Motoren werden auf dem Markt angeboten. Obwohl der Elektromotor sich momentan im Frühstadium des Lebenszyklus befindet, hat er schon faktisch den Verbrennungsmotor bezüglich Energieverbrauch eingeholt.

So müsste ein Elektroauto, das einem Benziner mit 5 l Verbrauch entspricht, dafür 42 kWh Energie verbrauchen. Ein entsprechendes Elektroauto verbraucht aber nur etwa 14 kWh [17]. Betrachtet man nun das langfristige Potential das durch weitere Verbesserungen erreicht werden könnte, ist davon auszugehen, dass der Verbrennungsmotor in den kommenden Jahren obsolet wird.

2.7 Zusammenfassung

Disruptive Technologien werden gerade im Zeitalter der Digitalisierung für viele Veränderungen am Markt sorgen. Vergangene Beispiele wie Kodak und Jeff Bezozs Vorhaben für Drohnenlieferungen bestätigen dies. Aber nicht nur aus der Vergangenheit lässt sich ein Wandel im Markt herleiten. Durch die immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen sowie der oben erwähnten Digitalisierung werden Marktprozesse beschleunigt.

Projekte der Zukunft wie Virtual Reality, Künstliche Intelligenz oder Blockchain werden zukünftige Umstrukturierungen im Markt hervorrufen. Dennoch sollte man zur gezielten Lenkung und Planung eines Unternehmens die erhaltenden Innovationen von den disruptiven Innovationen unterscheiden.

KAPITEL 3

Künstliche Intelligenz

Nach der Bearbeitung dieses Kapitels werden Sie wissen, ...

- ... was man unter künstlicher Intelligenz versteht.
- ... aus welchen Disziplinen KI besteht.
- ... welche ethischen Fragen die KI aufwirft.
- ... was schwache und starke KI ist.
- ... was KI mit der Natur zu tun hat.

Einführung

Künstliche Intelligenz (KI/AI)¹ – Was ist das? Eine künstliche Intelligenz kann eine Reihe von Aufgaben lösen, welche vom Menschen gelöst, Intelligenz erfordern. Hierfür verwendet die Künstliche Intelligenz eine Reihe von Methoden, die es einem Computer ermöglichen eben solche Aufgaben zu lösen. Das Benutzen einer künstlichen Intelligenz gilt hierbei als ein wesentlicher **Innovationstreiber** um Projekte im Rahmen der Industrie 4.0 umzusetzen.

Die wichtigsten Bereiche der Künstlichen Intelligenz sind das Maschinelle Lernen, Neuronale Netze, der Bereich des Deep Learning und das Data Mining [18].

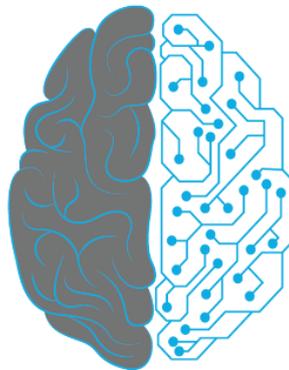


Bild 3.1: Künstliche Intelligenz (Abstrakte Darstellung).

¹ englisch: **AI** = Artificial Intelligence

Maschinelles Lernen

Ein Hauptbestandteil der künstlichen Intelligenz bildet das Maschinelle Lernen auch „**Machine Learning**“ genannt. Für das maschinelle Lernen werden große Datenmengen benötigt, mit Hilfe derer kann die Maschine lernen Verknüpfungen zu erstellen, Komplexitäten zu reduzieren, Vorhersagen zu tätigen, Ereignisse und Muster zu erkennen und wiederum die Ereignisse zu erklären. Die Digitalisierung komplexer Prozesse ermöglicht automatisierte Bereitstellungen großer Datenmengen, die durch eine künstliche Intelligenz gebündelt wird, um damit einen Nutzen zu generieren.

Neuronale Netze

Neuronale Netze können als **Bionik-Zweig** im Bereich der künstlichen Intelligenz verstanden werden. In diesem Teilbereich der KI wird versucht kognitive Prozesse nachzubilden, wie beispielsweise beim **probabilistischen Schließen**¹ und der Logik. Die zur Modellierung und Simulation zu verwendeten Werkzeuge von neuronalen Netzen wie Programmiersprachen und Digitalrechner haben dabei nur wenig Ähnlichkeit mit einem menschlichen Gehirn. Mit Hilfe eben jener Programmiersprachen und Digitalrechner werden künstliche neuronale Netze erzeugt. Bei diesem Modell der künstlichen Intelligenz werden Informationen verschieden gewichtet [19].

Deep Learning

Der Bereich Deep Learning ermöglicht mathematische Modelle, die aus mehreren Prozessebenen bestehen zu nutzen, um Daten mit verschiedenen Abstraktionsgraden darzustellen. Diese Methode der Datenauswertung wird verwendet für Spracherkennung, visuelle Objekterkennung, Gesichtserkennung sowie in der Gentechnologie. Deep Learning entdeckt Strukturen in großen Datenmengen durch die Verwendung eines **Backpropagation-Algorithmus**.² Dadurch kann eine Maschine ihre internen Parameter verändern, welche genutzt werden, um die Bilddarstellung zu berechnen. Deep Learning stellt somit eine weiterentwickelte Form des Machine Learning dar.

Data Mining

Das Data Mining wird als eine Anwendung von Methoden und Algorithmen verstanden. Diese werden zur automatischen Extraktion von empirischen Zusammenhängen von Planungsobjekten verwendet. Die Daten werden in einer hierfür aufgebauten Datenbasis bereitgestellt. Das Ziel des Data Mining ist Zusammenhänge zu finden die für den Entscheidungsträger wie bspw. dem Kunden interessant sind. Dadurch kann zum Beispiel ermittelt werden, welche Faktoren für Kundentreue ausschlaggebend sind. Hierfür wird neben der künstlichen Intelligenz, auch Modelle der mathematischen Statistik verwendet.

3.1 Geschichte der Künstlichen Intelligenz

Die Geschichte der KI startete in der Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts. Das Startjahr der KI wird auf 1950 datiert, als der britische Theoretiker **Alan Turing (1912-1954)** seinen berühmten Bericht zum Thema „Computing Machinery and Intelligence“ veröffentlicht. Turing entwickelte den nach ihm benannten „**Turing-Test**“. Bei diesem Test wird der Maschine künstliche Intelligenz zugesprochen, sobald diese dazu in der Lage ist, dass ein Mensch nicht

1 **Probabilistisches Schließen** = Form des logischen Schließens (Logik), bei der jede Aussage mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit bewertet wird, die den Unsicherheitsgrad der Aussage darstellt.

2 **Backpropagation-Algorithmus** = Fehlerrückführungs-Algorithmus (auch Rückpropagierung) ist ein verbreitetes Verfahren für das Einlernen von künstlichen neuronalen Netzen [20].

unterscheiden kann ob mit einem anderen Menschen oder einer Maschine kommuniziert wird.

Hierfür kommuniziert der Mensch mittels eines Terminals, (bspw. Monitor und Keyboard) mit einer Maschine. Als Beispiel für solch einen Test dient der folgende Beispieldialog, hier werden Musterfragen und Musterantworten aus unterschiedlichen Anwendungsbereichen verwendet. Am Beispiel des Dialogs wird zudem deutlich, dass selbst die Antwort auf die Frage des Gedicht Schreibens auch eine typische menschliche Antwort sein könnte. Turing meinte hierzu: „**Welcher Mensch ist schon kreativ und kann Gedichte schreiben?**“ [21].

F: Schreiben Sie mir bitte ein Gedicht über die Firth of Forth-Brücke.

A: In diesem Punkt muss ich passen. Ich könnte nie ein Gedicht schreiben.

F: Addieren Sie 34.957 zu 70.764.

A: (wartet ca. 30 Sekunden und gibt dann die Antwort) 105.721.

F: Spielen Sie Schach?

A: Ja.

F: Mein König steht auf e8; sonst habe ich keine Figuren mehr. Sie haben nur einen König auf e6 und einen Turm auf h1. Sie sind am Zug. Wie ziehen Sie?

A: (nach einer Pause von 15 Sekunden) Th1-h8, matt.

1956 wird auf einer Konferenz des Dartmouth College der Begriff „Artificial Intelligence“ von John McCarthy (1927-2011) eingeführt. Die erste Phase (1950-1965) der KI-Forschung ist von hohen Erwartungen an die neue Technologie geprägt. Es sollten eher allgemeine Problemlösungsverfahren für Computer definiert werden. Dies war jedoch zur damaligen Zeit nicht erfolgreich, wohingegen die Forschung im Bereich der spezialisierten Programme große Erfolge verbuchen konnte. Es wurde deutlich, dass gute KI-Programme von einer geeigneten Datenbank und einem schnellen Abrufverfahren abhängig waren.

Mitte der 60er bis Mitte der 70er, der zweiten Phase der KI, lässt sich somit eine verstärkte Zuwendung zu spezialisierten Programmen verzeichnen. Eine weitgehend bekannte Programmiersprache „MACSYMAL“, welches eine Sammlung von Spezialprogrammen in der üblichen mathematischen Schreibweise darstellte. Typische Aufgaben der Programme waren das Integrieren und das Differenzieren, was auch heutzutage noch benötigt wird.

Die dritte Phase der KI (1975-1985) gilt als Jahrzehnt der Expertensysteme. Durch diese Systeme konnten erste praktische Anwendungen umgesetzt werden. Das Ziel hierbei war, dass Expertenwissen von Ingenieuren und Ärzten für den tagtäglichen Gebrauch verfügbar zu machen. Bei den wissensbasierten Expertensystemen handelt es sich um Programme, die Wissen über einen speziellen Fachbereich besitzen und aus dem Wissen automatisch Schlussfolgerungen ziehen können. Dadurch können konkrete Lösungen und Diagnosen bereitgestellt werden.

In den 90er Jahren wird vermehrt in die Forschung zur künstlichen Intelligenz investiert. 1997 findet hier auch der erste internationale RoboCup von Fußball spielenden Robotern statt. Im gleichen Jahr besiegt die KI „Deep Blue“ von IBM den damaligen Schachweltmeister Gary Kasparov mit 3,5 zu 2,5 und beweist damit eindrucksvoll was die KI imstande zu leisten ist.

Anfang der 2000er entwickelt sich die Servicerobotik zu einem dominanten Forschungsgebiet der KI. 2009 stellt Google das erste Self Driving Car auf dem Freeway in Kalifornien vor. Im Jahr 2015 gelingt mit der Technologie des Deep Learning eine sehr gute Klassifikation von Fotos.

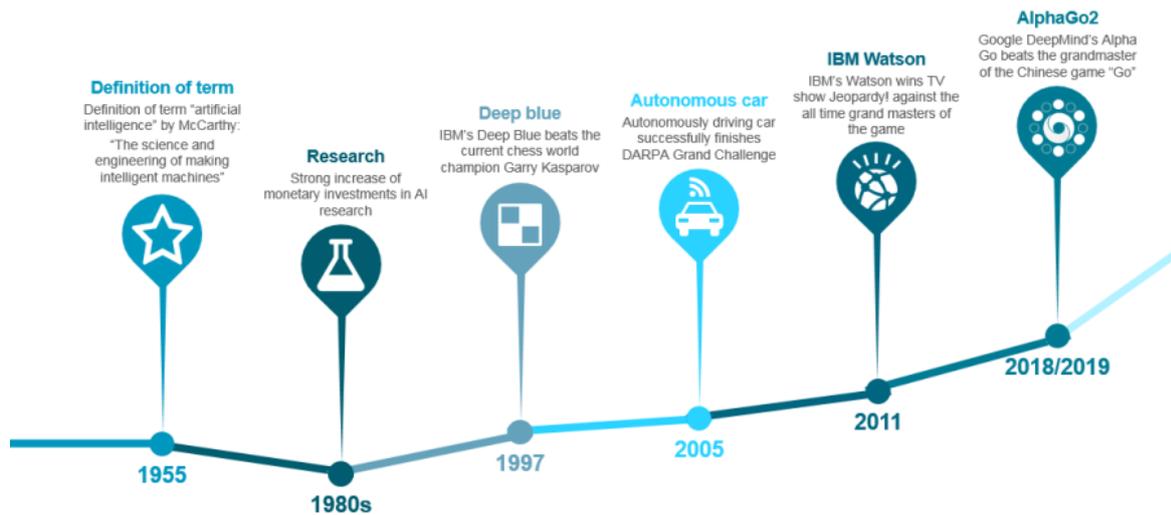


Bild 3.2: Geschichte der Künstlichen Intelligenz

3.2 Begriffsklärung Künstliche Intelligenz

Der Begriff der Künstlichen Intelligenz ist umstritten, da er als für die Simulation eines intelligenten menschlichen Denken und Handelns aufgefasst wird. Das Problem an dieser Definition ist, dass weder intelligentes menschliches Denken noch die Intelligenz an sich definiert ist. Zudem wird einzig der Mensch als Maßstab der Intelligenz verwendet, obwohl durch die Evolution eine Vielzahl an Organismen mit verschiedensten Graden der Intelligenz hervorgebracht wurde.

Daher schlägt Mainzer Wolfgang Ertl in seinem Buch – „Künstliche Intelligenz – Wann übernehmen Maschinen?“ folgende Arbeitsdefinition für Intelligenz vor, welche unabhängig vom Menschen sowie von messbaren Größen von Systemen ist.

Arbeitsdefinition: Ein System heißt intelligent, wenn es selbstständig und effizient Probleme lösen kann. Der Grad der Intelligenz hängt vom Grad der Selbstständigkeit, dem Grad der Komplexität des Problems und dem Grad der Effizienz des Problemlösungsverfahrens ab.

Das Attribut künstlich bringt zusätzliche Assoziationen hervor. Es impliziert, dass versucht wird, das höchste Gut der Menschheit, die Intelligenz, zu verstehen, zu modellieren und nachzubauen. Elaine Rich, eine amerikanische Informatikerin, brachte hierzu eine passende Definition hervor.

Definition: Artificial Intelligence is the study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better.

Hier charakterisiert Rich das, was Wissenschaftler und Forscher seit etwa siebzig Jahren in der Forschung der KI tun. Laut Ertel wird diese Definition der künstlichen Intelligenz auch noch in 50 Jahren aktuell sein [19].

3.3 Ethische Aspekte der Künstlichen Intelligenz

Ein brisanter Teil der KI-Forschung ist die der ethischen Klärung. Ein wesentlicher Streitpunkt ist die Frage ob und wie viele Arbeitsplätze durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz ersetzt beziehungsweise redundant gemacht werden. Laut einer Studie des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales liegt das Automatisierungspotenzial von Arbeitsplätzen in Deutschland bei 12PRO. Dabei sind vor allem Berufe wie die Büro- und Sekretariatskräfte, Bürokräfte im Finanz- und Rechnungswesen, Maschinenbediener und Hilfskräfte betroffen [22].

Ethische Aspekte der KI treten immer mehr in den Mittelpunkt, da Algorithmen immer tiefer in gesellschaftliche Zusammenhänge eingreifen und sich nicht mehr nur auf spezifische Anwendungen beschränken. Die künstliche Intelligenz ändert Wertschöpfungsprozesse, die private zwischenmenschliche Kommunikation sowie die Interaktion von Menschen. Dieser Einfluss der KI wird besonders deutlich wenn der Schritt von einer **schwachen KI**¹ zu einer **starken KI**² vollzogen wird. Daher ist es umso wichtiger bereits vorgreifend Antworten auf Fragen zu finden, welche die Veränderung unserer Gesellschaft durch diese Schlüsseltechnologie betreffen.

Ein aktuelles Beispiel für ein neues Bewusstsein im Bereich Ethik zur KI ist der Fall Facebook. Das Unternehmen geriet 2018³ durch manipulative Praktiken zunehmend unter öffentlichen Druck. Eine Lösung um komplexere künstliche Intelligenzen zu überwachen, wäre einen Menschen die Aufgaben für die KI vorab definieren zu lassen und im Anschluss die Lösung hinsichtlich der ethischen Aspekte zu begutachten. Die KI wirft dabei aber keine grundsätzlich neuen ethischen Fragen auf.

Bei Fragen hinsichtlich Verantwortung, dem sozialen Miteinander oder der individuellen Persönlichkeitsentfaltung setzt sich der Kerndiskurs um Ethik und der künstlichen Intelligenz fort. Jedoch verleiht die KI diesen grundlegenden Debatten ein neues Gewicht. Die Debatte zur Ethik einer KI ist dabei längst nicht erschöpft, es bedarf hier einer auf dem ethischen Diskurs aufgebauten proaktiven Debatte.

3.4 Machine Learning

Bei Machine Learning handelt es sich um eines der wichtigsten Teilgebiete in der KI-Forschung. Bei Machine Learning lernt ein künstliches System beziehungsweise ein Computer aus Erfahrungen und ist nach einer Trainingsperiode in der Lage Aufgaben zu lösen, für die das System nicht vorprogrammiert wurde [24].

Der Lernprozess ist umso erfolgreicher desto mehr Daten dem System zur Verfügung stehen. Während des Lernprozesses werden die Daten zunächst eingeteilt in Trainings-Daten, Validierungs-Daten und Test-Daten. Mit Hilfe der Trainings-Daten ist das System in der Lage Muster und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und somit ein Modell mit Entscheidungsregeln und unterschiedlichen Parameter zu entwickeln. Mit Hilfe der Validierungs-Daten kann die Richtigkeit des Modells überprüft werden und im Anschluss kann anhand der Test-Daten die Genauigkeit ermittelt werden.

1 **Schwache KI:** Systeme, die in einem spezifischen, eng definierten Kontext intelligent agieren und dort sogar menschliche Fähigkeiten übersteigen können.
2 **Starke KI:** Hypothetische KI-Systeme, die mindestens über menschenähnliche Intelligenzleistung in allen Bereichen und nicht nur in eng definierten Anwendungsfeldern verfügen.
3 Für Facebook war 2018 das wohl schwierigste Jahr bislang. Mehrere Datenskandale machten dem Unternehmen zu schaffen, allen voran der um die Firma Cambridge Analytica [23].

Grundsätzlich existieren drei unterschiedliche Formen des Machine Learnings:

- **Überwachtes Lernen** (Supervised Learning)
- **Unbewachtes Lernen** (Unsupervised Learning)
- **Bestärkendes Lernen** (Reinforcement Learning).

Beim **überwachten Lernen** werden Training-Daten zur Verfügung gestellt, bei denen die Eingabe und die zugehörige Ausgabe beziehungsweise das Ergebnis bekannt sind. Bei dieser Art des Machine Learning ist die Richtigkeit der vorliegenden Daten von besonderer Wichtigkeit, da sonst falsche Zusammenhänge erlernt werden.

Das **unbewachte Lernen** unterscheidet sich vom überwachten Lernen insofern, dass hierbei dem System die richtige Ausgabe bei den Trainings-Daten nicht bekannt ist. Die Daten werden auf Muster analysiert und anhand unterschiedlicher Merkmale gruppiert.

Bei der dritten Form des Machine Learnings, dem **bestärkenden Lernen**, wird das System mit Problemstellungen konfrontiert und erhält immer wieder positives oder auch negatives Feedback zu seinem gewählten Lösungsweg. Das System erlernt somit Strategien, die Belohnungen maximieren [18].

Schon heute haben Machine Learning Prozesse zahlreiche Einsatzgebiete in unserem Alltag, wie zum Beispiel bei der Gesichtserkennungssoftware in Laptops und Smartphones oder auch bei personalisierten Produktempfehlungen. Maschinelle Lernprozesse können in vielen Umgebungen und Branchen die Handhabung großer Datenmengen erleichtern. Beispielsweise können derartige Systeme in Fertigungsunternehmen in der Qualitätskontrolle genutzt werden, um Abweichungen von der Norm zu erkennen. Predictive-Maintenance-Modellen ermöglichen Unternehmen eine effektive Ressourcennutzung, indem sie den Zeitpunkt des Versagens von Produktionsanlagen und Maschinen voraussagen.

Auch in der **Finanzwirtschaft** existieren viele Einsatzmöglichkeiten für die beschriebene Technologie. Zum Beispiel können Risiken realistischer eingeschätzt werden oder Portfolios optimal auf die Anlegerziele abgestimmt werden. Des Weiteren könnte das **Gesundheitswesen** und insbesondere die Diagnosemöglichkeiten im Krankheitsfall durch den gezielten Einsatz von Machine Learning revolutioniert werden. Anhand der Analyse von Patientendaten können so auch individuelle Therapiemöglichkeiten erkannt und angewendet werden.

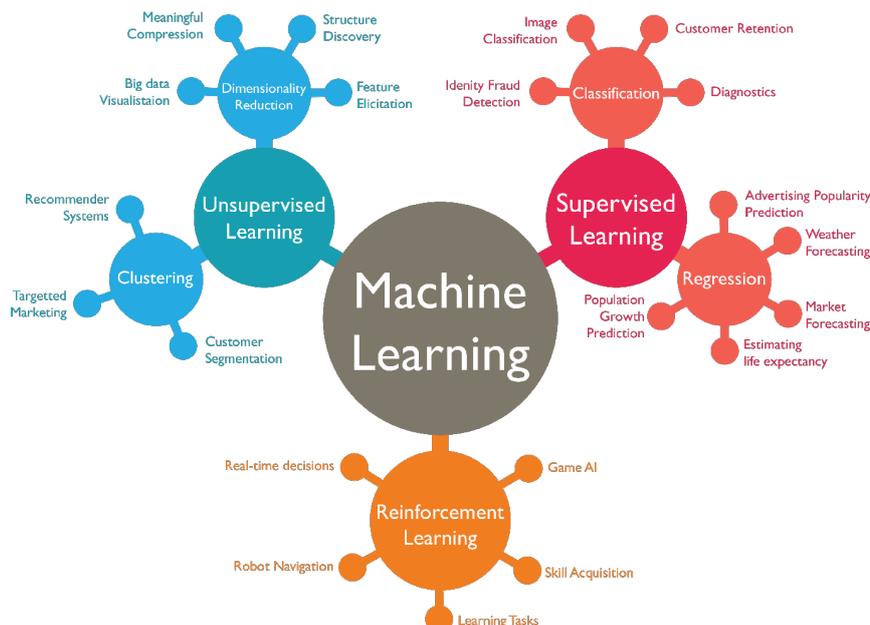


Bild 3.3: Machine Learning: Verschiedene Lernmethoden.

3.5 Deep Learning

Deep Learning und Machine Learning sind zwei sehr ähnliche Verfahren zur Datenauswertung. Deep Learning wird vor allem bei großen, mehrdimensionalen Daten eingesetzt, das Machine Learning hingegen eher bei kleinen Datensätzen, welche schnell und ressourcenschonend verarbeitet werden. Die Grundlage für Deep Learning bilden zudem Neuronale Netze (Siehe Kapitel 3.6), welche während des Lernvorgangs immer wieder neue Verknüpfungen erstellen und dadurch einer Maschine das Lernen ermöglichen. Dabei wird eine Maschine in die Lage versetzt selbstständig und ohne einen menschlichen Eingriff ihre Fähigkeiten zu verbessern. Das wird erreicht durch das Auswerten von vorhandenen Daten in denen Muster erkannt, extrahiert und anschließend klassifiziert werden. Die Erkenntnisse werden mit Daten in Zusammenhang gebracht um sie in einem weiteren Kontext zu verknüpfen. Im Anschluss ist die Maschine fähig, Entscheidungen auf Basis der Verknüpfungen der Daten zu treffen.

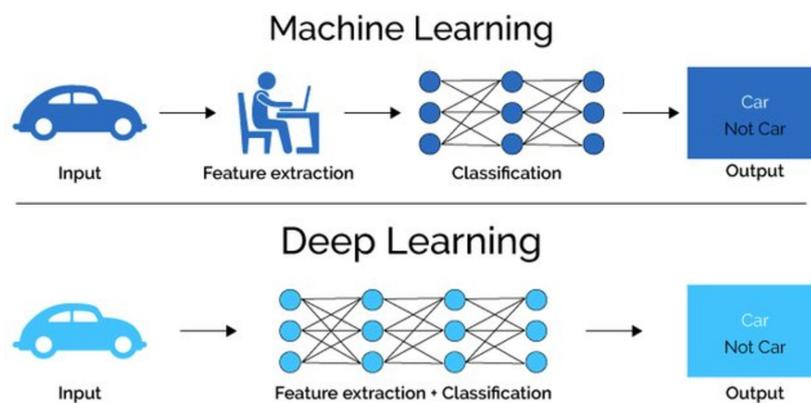


Bild 3.4: Machine Learning vs. Deep Learning

Durch das dauerhafte Hinterfragen von Entscheidungen erhalten bestimmte Informationsverknüpfungen unterschiedliche Gewichtungen. Wird beispielsweise eine Entscheidung bestätigt, erhöht sich die Gewichtung der Verknüpfung und vice versa. Dadurch entstehen zwischen der Eingabeschicht und der Ausgabeschicht immer mehr Zwischenschichten und Verknüpfungen. Über den Output entscheiden dann die Zwischenschichten (Abb. 3.5).

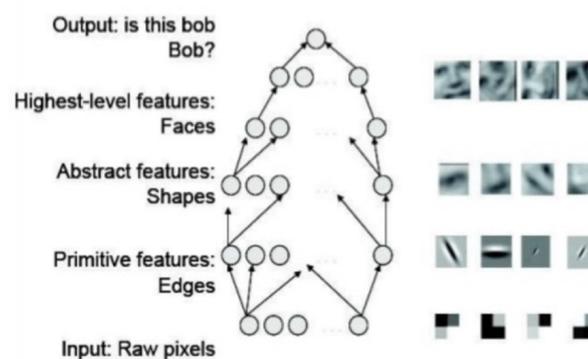


Bild 3.5: Deep Learning Merkmalshierarchie bei der Bildverarbeitung

Deep Learning erfordert auf Grund der sehr großen Datenmengen mehr Rechenleistung. Klassische Prozessoren (CPU) reichen daher nicht aus, sondern es werden leistungsfähige Grafikprozessoren (GPU) verwendet. Das liegt vor allem daran, dass das Trainieren von einem Deep Learning Modell je nach Komplexität und Größe bis zu mehreren Wochen andauern kann. Ein Problem des Deep Learning stellt die **fehlende Transparenz** dar. Ohne einen zusätzlichen Aufwand kann kein Rückschluss auf das Entstehen einer Prädikation geschlossen werden. Denn

das Neuronale Netz eines Deep Learning Modells lernt durch die Daten während des Trainings, wie Entscheidungen getroffen werden. Daher wird zum Beispiel in **Finanzsektoren** auf das Verwenden von Deep Learning Modellen **verzichtet** und bewusst auf Machine Learning Modelle gesetzt.

3.6 Neuronale Netze

Neuronale Netze sind Netzwerke aus Nervenzellen im Gehirn eines jeden Lebewesens. Neuronale Netze sorgen beim Menschen für komplexe Verschaltungen und die Adaptivität mit welcher unsere Intelligenz sowie verschiedenste motorische und intellektuelle Fähigkeiten ermöglicht werden. Das Gebiet der Künstlichen Neuronalen Netzen nimmt sich die Natur zum Vorbild.

Abbildung 3.6 zeigt hier jeweils eine Darstellung eines natürlichen neuronalen Netzes und eines künstlichen neuronalen Netzes. Ein einzelnes Neuron (grün) besitzt dabei viele Eingänge (Synapsen), an denen Signale ankommen können. Wenn die Synapsen des Neurons einen Schwellenwert erreichen gibt dieses wiederum ein Signal über das Axon heraus. Die Neuronen sind insgesamt jedoch viel komplexer ineinander verwoben. Um dieses Prinzip auch für eine künstliche Intelligenz anwenden zu können wird das System vereinfacht und in mehrere Schichten dargestellt.

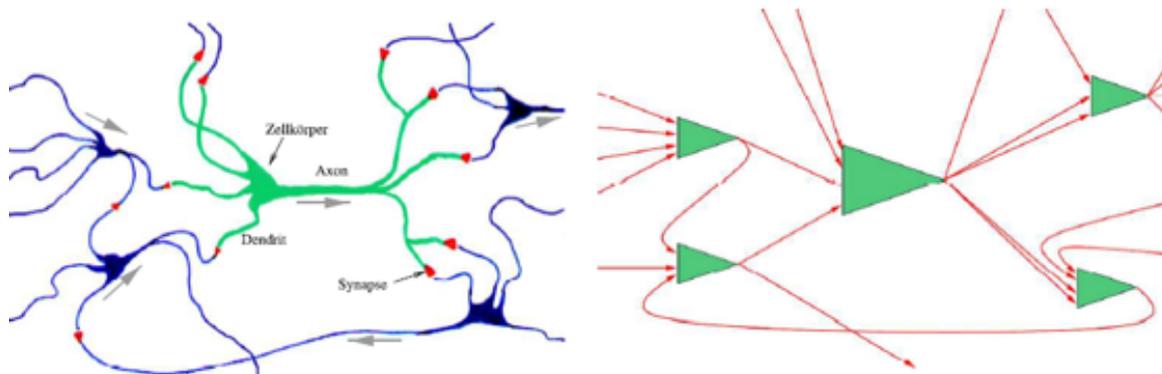


Bild 3.6: Natürliches Neuronales Netz und Künstliches Neuronales Netz

Ein einfaches Beispiel für künstliche neuronale Netze bildet die Bildererkennung. Angenommen ein Bild mit 128 Pixeln, welche eine Katze abbilden, soll klassifiziert werden (Abb. 3.7). Im ersten Schritt werden alle 128 Pixel mit den Eingängen eines Neurons verbunden. Dabei besitzt jedes Neuron 4 Eingänge was 32 Neuronen in der ersten Schicht des neuronalen Netzes ergibt. Da die Pixel jeweils im eigentlichen Sinne einen Zahlenwert innehaben, wird dieser Zahlenwert weitergegeben an die Eingänge der Neuronen. Wenn die Eingänge eines Neurons nun einen gewissen Schwellenwert erreichen gibt das Neuron einen Ausgabewert weiter [25].

Eine wichtige Rolle spielt noch die Gewichtung der einzelnen Pixel und Neuronen. Als Beispiel haben die Pixel unterschiedliche Gewichtungen, da manche am Rand und manche eher zentriert liegen. Im nächsten Schritt kann auch der Schwellenwert der Neuronen geändert werden. Beispielsweise gibt ein Neuron schon bei einem geringen Eingabewert einen Ausgabewert weiter und ein anderes wiederum nicht.

Für die Neuronen ist es daher von immenser Wichtigkeit die beiden Parameter, Gewichtung und Schwellenwert zu beachten. Nun würde auf die erste Schicht des künstlichen neuronalen Netzes eine zweite gelegt werden, mit 8 Neuronen, welche jeweils wieder 4 Eingänge haben. Der Prozess der Bildererkennung durchläuft dann immer mehr Schichten bis zum obersten Abstraktionslevel, in welcher dann der Ausgabewert „Katze“ ausgegeben wird. Damit das

auch bei möglichst vielen unterschiedlichen Bildern erkannt wird, kann das neuronale Netz noch trainiert werden. Hierfür werden die einzelnen Parameter so lange eingestellt, bis jede Katze erkannt wird. Dies basiert auf dem überwachten Lernen des Machine Learnings, wo die Ein- und Ausgabewerte bereits bekannt sind.

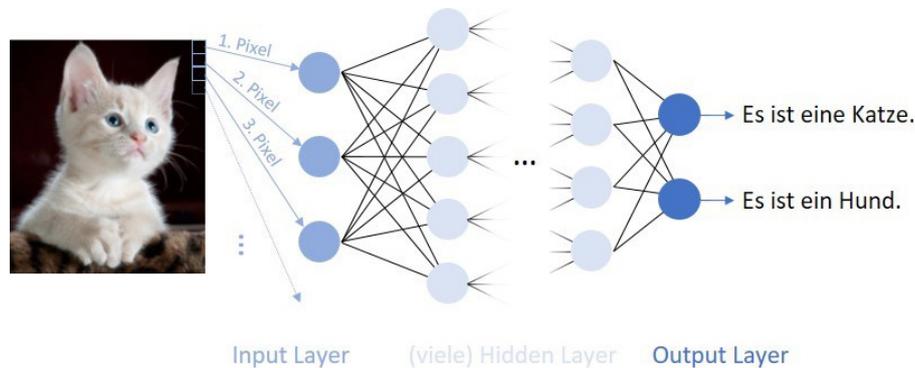


Bild 3.7: Darstellung zur Bilderkennung.

3.7 Data Mining

Data Mining ist der Prozess des Analysierens von großen Datenmengen von verschiedenen Datenquellen, um nutzbare Informationen zu sammeln. Dies geschieht durch das Auffinden einiger bisher unbekannter Muster, Anomalien und Korrelationen. All diese werden später für die Vorhersage zukünftiger Ergebnisse verwendet. Das Data Mining basiert auf drei hauptsächlich Modellierungen.

- **Deskriptive Modellierung**
- **Vorhersagende Modellierung**
- **Präskriptive Modellierung**

Die **deskriptive Modellierung** deckt Gemeinsamkeiten oder Gruppierungen in historischen Daten auf, um die Gründe für Erfolg oder Misserfolg zu bestimmen, wie z.B. die Kategorisierung von Kunden nach Produktpräferenzen oder Stimmung. Zu den Beispieltechniken der Deskriptiven Modellierung gehört unter anderem das Clustern, welches ähnliche Datensätze gruppiert sowie das Lernen von Assoziationsregeln, welches das Erkennen von Beziehungen zwischen Datensätzen beschreibt [26].

Die **Vorhersagende Modellierung** geht tiefer, um Ereignisse in der Zukunft zu klassifizieren oder unbekannte Ergebnisse abzuschätzen - zum Beispiel mit Hilfe von **Kredit-Scoring**, um die Wahrscheinlichkeit der Rückzahlung eines Kredits durch eine Person zu bestimmen. Die prädiktive Modellierung hilft auch, Erkenntnisse für Sachverhalte wie Kundenabwanderung, Kampagnenreaktionen oder Kreditausfälle aufzudecken. Zu den Beispieltechniken gehören Entscheidungsbäume in der jeder Zweig ein wahrscheinliches Ereignis darstellt.

Bei der **Präskriptiven Modellierung** werden interne und externe Variablen und Einschränkungen betrachtet, um eine oder mehrere Handlungsempfehlungen zu geben - z.B. die Bestimmung des besten Marketingangebots, das an jeden Kunden gesendet werden soll. Zu den Beispieltechniken gehören die Optimierung des Marketings hinsichtlich der Simulation des vorteilhaftesten Medienmixes in Echtzeit für den höchstmöglichen Return on Investment (ROI) sowie Prädiktive Analysen, welche die Entwicklung von „**Wenn-Dann**“-Regeln aus Mustern und Vorhersage von Ergebnissen beschreibt.

Mit der Zunahme von unstrukturierten Daten aus dem Internet, Kommentarfeldern, Büchern, E-Mails, PDFs, Audio- und anderen Textquellen hat auch die Relevanz von Text Mining als verwandte Disziplin des Data Mining erheblich zugenommen.

Das Data Mining benötigt die Fähigkeit, unstrukturierte Daten erfolgreich zu **parsen**¹, zu filtern und zu transformieren, um sie in Vorhersagemodelle für eine verbesserte Vorhersagegenauigkeit einzubeziehen. Letztendlich sollte Data Mining nicht als eine separate, eigenständige Einheit betrachtet werden, da Vorverarbeitung (Datenvorbereitung, Datenexploration) und Nachverarbeitung (Modellvalidierung, Scoring, Modelleleistungsüberwachung) gleichermaßen wichtig sind.



Bild 3.8: Modellierungen Data Mining

¹ **parsen**: Syntax einer formalen Sprache analysieren [27].

KAPITEL 4

Autonomes Fahren und digitale Ethik

Lernziele

Nach der Bearbeitung dieses Kapitels werden Sie wissen, ...

- ... welche Automatisierungsgrade es beim automatisierten Fahren gibt
- ... was die Motivation zur Erforschung des autonomen Fahrens begründet
- ... wie sich die Schnittstelle Mensch-Maschine (MMS) ändert
- ... wie Lernende Systeme in autonomen Fahrzeugen eingesetzt werden können
- ... welche Kritik am Konzept besteht
- ... weshalb ethische Aspekte bei der Entwicklung berücksichtigt werden müssen

4.1 Einführung

Durch die Erfindung des ersten Automobils, dem „Benz Motorwagen“, wurde im Jahr 1886 eine noch immer anhaltende Entwicklungsgeschichte gestartet. Über die Jahre entwickelten sich die verschiedenen Automobile, zu den PKWs, wie wir sie aus unserem Alltag kennen. Die letzten Jahre waren geprägt durch die Digitalisierung des Automobils, vor allem aber durch die Entwicklung von unterstützenden Techniken, welche dem Fahrer assistieren.

Die Entwicklung geht mittlerweile schon so weit, dass selbstfahrende Autos, als das „autonome Fahren“ Einzug in unseren Alltag finden sollen. Das Kapitel behandelt dabei die Motivation zur Erforschung des autonomen Fahrens, USE-Cases und die Thematik Risikoethik von selbstfahrenden Automobilen.



Bild 4.1: Benz Patent-Motorwagen 1886 - Autonomes Fahren in Zukunft

4.2 Definition

Der Begriff Autonomie wird in Bezug auf das „autonome Fahren“ so definiert, dass die Autonomie für die „Selbstbestimmung im Rahmen eines übergeordneten (Sitten)-Gesetzes“ steht. Im Bereich des autonomen Fahrens gibt der Mensch dieses Sitten-Gesetz vor, indem er das Verhalten des Fahrzeugs programmiert. Durch das Programmieren des Menschen lernt das Fahrzeug im Verkehr gewisse Verhaltensentscheidungen zu treffen. [28]

Grundsätzlich wird beim autonomen bzw. automatisierten Fahren in sechs verschiedene Stufen unterschieden. Die einzelnen Stufen sind in Abbildung 4.2 abgebildet und erklärt.

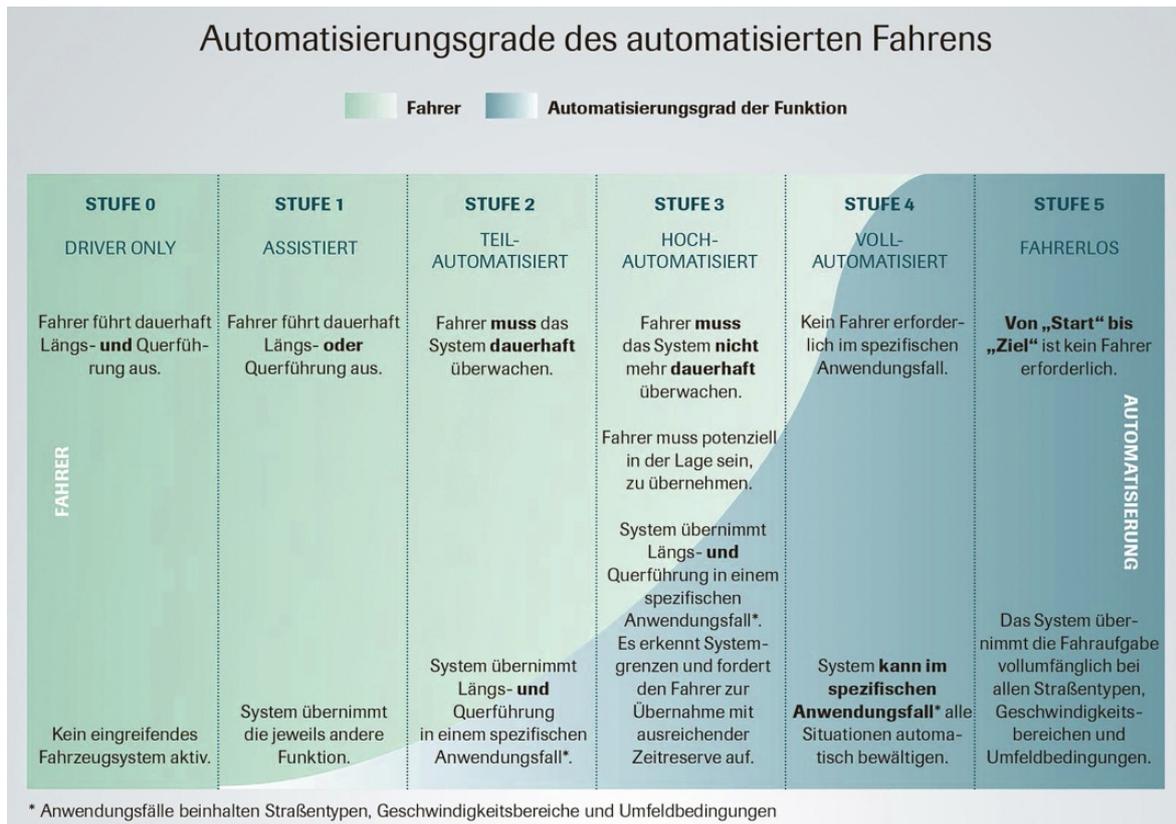


Bild 4.2: Automatisierungsgrade des automatisierten Fahrens [29].

4.3 Motivation zur Erforschung des autonomen Fahrens

Laut dem statistischen Bundesamt ereigneten sich deutschlandweit im Jahr 2020 insgesamt über 2.2 Mio. polizeilich erfasste Verkehrsunfälle.

Laut einem im September 2020 veröffentlichten Artikel der Kampagne „Runter vom Gas“ lag die Ursache für einen Unfall in 94,4 Prozent der Fälle im menschlichen Versagen [30].

Abbildung 4.3 zeigt die Anzahl an Verkehrstoten im Jahresschnitt in Deutschland. Zu sehen ist ein ganz klarer Trend, demnach seit dem Höchststand von 1970 die Zahl an Verkehrstoten deutlich sinkt. Zu begründen ist die sinkende Zahl durch die Verbesserung der Automobile hinsichtlich deren Sicherheit. Zu unterscheiden ist dabei zwischen Vorgaben durch die Straßenverkehrsordnung und individuellen Fahrassistenzsystemen.

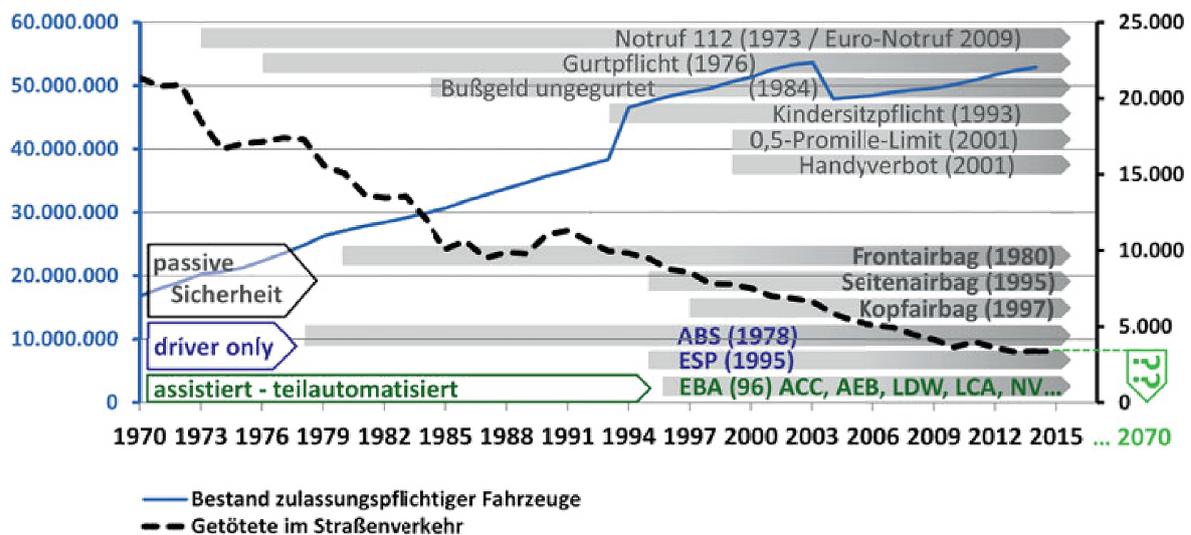


Bild 4.3: PKW-Zulassungen und Verkehrstote in Deutschland ab 1970 [31].

Vorgaben zur Verminderung der Verkehrstoten im Straßenverkehr sind zum Beispiel:

- 100 km/h Höchstgrenze auf Landstraßen
- Promillegrenze
- Gurtanlegepflicht

Ergänzend zu diesen Vorgaben steht die Zunahme an **digitalen Fahrerassistenzsysteme** in Automobilen:

- Notbremsassistent
- Spurhalteassistent
- Abstandsassistent

Die Motivation zur Erforschung des autonomen Fahrens liegt demnach fast ausschließlich darin, den Straßenverkehr sicherer zu machen. Dabei liegt der Fokus auf den Unfallgesamtszahlen und explizit auf den Unfällen mit Todesfolge. Der Trend des Graphen aus Abb. 4.3 soll durch das autonome Fahren so beeinflusst werden, dass sich dieser weiterhin senkt.

4.4 USE-Cases

Es gibt eine Vielzahl an möglichen Anwendungen des autonomen Fahrens, wobei sich dieses Kapitel auf vier verschiedene USE-Cases beschränkt.

Autobahnautomat mit Verfügbarkeitsfahrer – AutobahnpiLOT

Diese Art des autonomen Fahrens beschränkt sich auf einen Fahrroboter, der ausschließlich auf Autobahnen oder ähnlichen Schnellstraßen die Fahraufgabe vollumfänglich übernimmt. Der Fahrer wird bei dieser Anwendung zum Passagier, sitzt zwar noch am Steuer, kann aber die Hände vom Lenkrad nehmen, die Füße von den Pedalen nehmen und sich sogar einer anderen Tätigkeit annehmen.

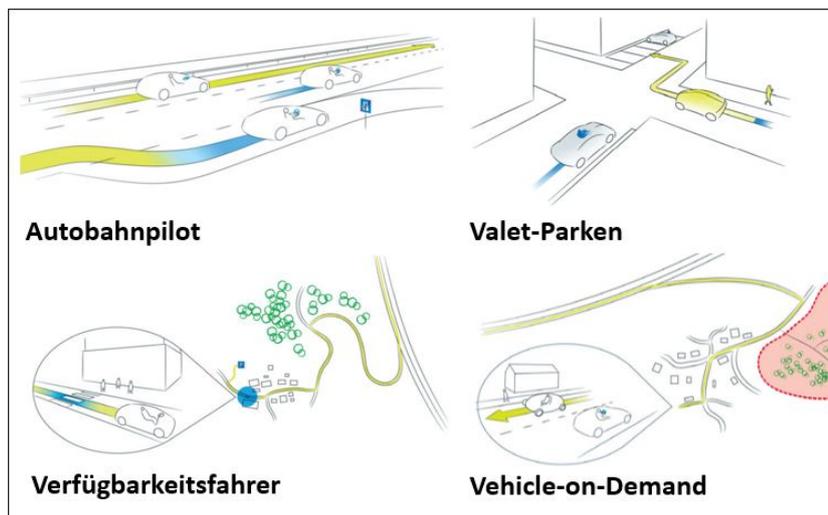


Bild 4.4: USE-Cases autonomes Fahren [28].

Vollautomat mit Verfügbarkeitsfahrer

Dieser USE-Case ist dem vorherigen sehr ähnlich, nur dass dieser auch außerhalb von Autobahnen oder ähnlichen Straßen eingesetzt werden kann. Für die Anwendung des Fahrroboters muss sich das Fahrzeug lediglich in einem dafür freigegebenen Bereich befinden. Nicht freigegebene Bereiche können beispielsweise eine geänderte Straßenführung oder eine Baustelle sein. Des Weiteren können bestimmte Bereiche grundsätzlich nicht für autonomes Fahren verfügbar sein, wenn es sich zum Beispiel um einen Bereich mit hoher Fußgängerfrequenz handelt.

Autonomes Valet-Parken

Dieser USE-Case lässt sich sehr leicht verstehen, wenn man an die Situation vor bestimmten Hotels denkt. Hier wird häufig das Auto abgestellt und ein Angestellter parkt das Auto für den Gast. Das Valet-Parken verfolgt das gleiche Prinzip, nur dass es hier keinen Menschen zum Steuern des Kraftfahrzeuges benötigt. Der Fahrroboter parkt nach dem Aussteigen der Passagiere selbständig und ist sogar in der Lage auf Anweisung umzuparken, sowie die Parkmöglichkeit zu verlassen und die Passagiere an einem beliebigen Einstiegsort abzuholen.

Vehicle-on-Demand

Das Vehicle-on-Demand bewegt das Fahrzeug durch den Fahrroboter in allen Szenarien, egal ob mit Insassen, Fördergut oder Ladeinhalt, völlig autonom. Der Fahrroboter bekommt sein Ziel mitgeteilt (durch Insassen, Nutzer oder Dienstleister), zu dem er sich dann autonom bewegt. Insassen haben in keiner Situation die Möglichkeit die Fahraufgabe selbst zu übernehmen. Es besteht lediglich die Möglichkeit, das Fahrziel zu ändern, oder den sogenannten **Safe-Exit**¹ zu aktivieren [28].

Bei den eben beschriebenen USE-Cases kann folglich in zwei verschiedene Kategorien unterschieden werden. Bei den ersten beiden Anwendungen wird das Fahren nur in bestimmten Situationen autonom ausgeführt, hier hat der Fahrzeugführer noch die Möglichkeit das Fahrzeug selber zu steuern, oder auch in kritischen Situationen einzugreifen. Anders hingegen sind die beiden anderen USE-Cases, hier gibt es zwar teilweise Insassen, diese sind dabei allerdings Passagiere und haben nur durch Anweisungen wie z.B. das Vorgeben des Ziels die Möglichkeit aktiv in das Fahrgeschehen einzugreifen.

¹ Der **Safe-Exit** ist eine besondere Fahrmission. Diese überführt das Fahrzeug auf schnellstem Weg in einen Zustand, der es dem Insassen ermöglicht, das Fahrzeug sicher zu verlassen.

Daraus ergeben sich sehr viele Fragen in verschiedenster Hinsicht:

- Wer trägt die Schuld bei einem Verkehrsunfall?
- Wer steht für ein Fahrzeug in der Verantwortung, wenn dieses ohne Insassen fährt?
- Welche ethischen Gedanken spielen beim Einsatz von KI im Automobil eine tragende Rolle?

4.5 Mensch-Maschine-Schnittstelle: Der Wandel im autonomen Fahren

Im Gegensatz zu anderen Bereichen, hat sich bei der Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) in Automobilen im Laufe der Zeit nur sehr wenig verändert. Seit über 100 Jahren hat sich hier so gut wie nichts geändert, nach wie vor wird das Kraftfahrzeug über Pedale und einem Lenkrad gesteuert. Selbst das Hinzufügen von Assistenzsystemen, Touchscreens oder Displays hat die eigentliche Schnittstelle nicht verändert [32].

Der Gedanke liegt demnach nahe, die Schnittstellen zu ändern und den Menschen zu einem passiven Mitfahrer zu machen. Widersprüchlich hierzu ist die Aussage von Philipp Slusallek (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz):

„Wir Menschen sind nicht gut darin, ein System zu beaufsichtigen, das gefühlt dauernd korrekt funktioniert. Es langweilt uns, und wir werden un aufmerksam.“ [33].

Es besteht also ein Widerspruch zwischen Befürwortern des autonomen Fahrens und diversen Forschungsinstituten, die wie eben beschrieben das Ergebnis teilen, dass Menschen schlecht darin sind eine selbständiges System lediglich zu beaufsichtigen.

Wie die Mensch-Maschine-Schnittstelle im Bereich des autonomen Fahrens in Zukunft aussehen kann, zeigt das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen. Unter dem Namen „**Semulin**“ soll hier ein selbstunterstützendes Konzept für das autonome Fahren entwickelt werden, welches mit multimodaler Ein- und Ausgabemodalitäten, wie Mimik, Gestik, Blick und Sprache arbeitet.

Wichtig ist den Entwicklern hier eine hohe Bedienerfreundlichkeit, aufgrund der steigenden Komplexität und nicht zuletzt aufgrund der hohen Relevanz dieser Schnittstelle beim autonomen Fahren. Die Schwierigkeit besteht darin, die Grenzen der bereits bestehenden Interaktionen zwischen Mensch und Maschine zu berücksichtigen und sinnvoll miteinander zu verknüpfen.

Zur Realisierung dieser menschenzentrierten Schnittstelle, welche auch den Gesamtkontext berücksichtigen soll, wird auf bereits etablierte Technologien zurückgegriffen. Mit KI-gestützter Verfahren werden sämtliche Daten miteinander in Beziehung gesetzt, neuartige Ansätze zielen dann sogar darauf ab, dass das System interaktiv lernt und sich den individuellen Bedürfnissen des jeweiligen Nutzers anpasst. Eine Übersicht zu dieser Schnittstelle zeigt die folgende Abbildung [34].

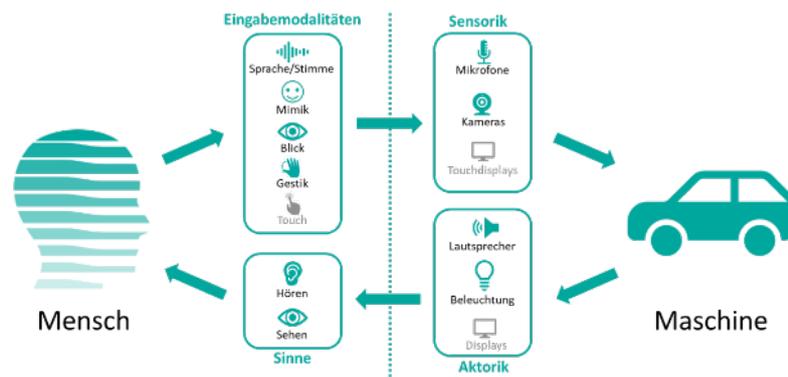


Bild 4.5: Semulin [34].

Bei dieser neuartigen Schnittstelle wird vermehrt künstliche Intelligenz eingesetzt, welche den Menschen in diesem System ersetzen soll. Die Aussage des Forschers Philip Bethge weist deshalb auf eine ethische Diskussion hin.

Es stellt sich nämlich die Frage, ob der Mensch als denkendes Wesen überhaupt in der Lage ist, sinnvoll und sicher in einer solchen Schnittstelle zu funktionieren. Die Aussage lässt sich neben dem Bereich des autonomen Fahrens weiterführend auf alle Bereiche transformieren, in denen künstliche Intelligenz zur Anwendung kommt. Es stellt sich nahezu immer die ethische und gesellschaftliche Frage, ob und vor allem wie der Mensch die künstliche Intelligenz sinnvoll und sicher nutzen kann.

Lernende Systeme

Eine Besonderheit der künstlichen Intelligenz, besonders auch der eben beschriebenen Schnittstelle Semulin, ist die Fähigkeit lernen zu können. Betrachtet man beide Seiten der Schnittstelle, so ist der Mensch von Grund auf ein Wesen, welches die Lernfähigkeit besitzt und sich die Leistungsfähigkeit durch das Lernen verändert. Maschinen hingegen besitzen diese Fähigkeit grundsätzlich nicht. Hochautomatisierte und vernetzte Maschinen, in diesem Fall auch Fahrzeuge, können diese Fähigkeit jedoch durch den Einsatz neuester Technik besitzen und haben dadurch die Möglichkeit, über die Zeit Funktionen zu verbessern bzw. das Verhalten und die Präferenzen der Nutzer zu erlernen.

Durch autonomes Fahren fallen menschliche Fähigkeiten wie die Lernfähigkeit und die Anpassungsfähigkeit weg - würden durch den Einsatz von lernenden Systemen aber kompensiert werden. Darüber hinaus würden sich Vorteile ergeben, indem die Fahrzeugführung individualisiert wird und auch die vollautomatische Fahrt optimiert wird.

Der größte Vorteil liegt bei der **kollektiven Anwendung** von lernenden Systemen, denn dabei findet der Austausch bzw. das Kopieren von Gelerntem zwischen den Systemen deutlich schneller statt als beim menschlichen Prozess. Aufgrund der erhöhten Sicherheitsfrage bei autonomen Fahrzeugen, ist die Verwendung von lernenden Systemen eine **besonders große Herausforderung**.

Im Fokus steht dabei zum einen die Verkehrssicherheit und zum anderen die Datensicherheit. Aufgrund eines fehlenden Maßes für das Risiko rund um die Verkehrssicherheit, muss die vorläufige Anwendung **fehlertolerant** sein. Lernende Systeme im autonomen Fahrzeug müssen daher zunächst durch redundante herkömmliche Systeme ergänzt werden, die das lernende System auf dessen Sicherheit überprüfen und gegebenenfalls eingreifen können [29].

4.6 Risikoethik des autonomen Fahrens

Kritik am Konzept

„In unserer modernen, sich durch die fortschreitende Digitalisierung im Wandel befindenden Gesellschaft treten in den letzten Jahren verstärkt jene bevorstehenden Veränderungen im Bereich der Mobilität in den Vordergrund, welche durch die Einführung autonomer Fahrzeuge in den Straßenverkehr zu erwarten sind“ [35].

Die Kritik beruht vor allem auf Unfällen, die im Zusammenhang mit autonom fahrenden Fahrzeugen entstanden sind und teilweise auch tödliche Folgen hatten. Aufgrund der daraus resultierenden Diskussionen in den Medien, geriet das autonome Fahren mehr und mehr in die Kritik.

Immer wieder liest man Schlagzeilen, denen zufolge Menschen bei einem Unfall ums Leben gekommen sind und ein fahrerloses Auto der Grund dafür sei¹. Diese Kritik steht dem Grundgedanken des autonomen Fahrens gegenüber, die Straßen sicherer zu machen.

Paradoxe Weise wird hier die Sicherheit von autonomen Fahrzeugen kritisiert, die doch eigentlich genau diese zum Ziel haben. Betrachtet man Abbildung 4.6, wird ersichtlich, dass aktuell 93,5 % aller Verkehrsunfälle auf **menschlichen Fehlern** basieren, was durch autonome Fahrzeuge grundsätzlich aufgefangen werden könnte.

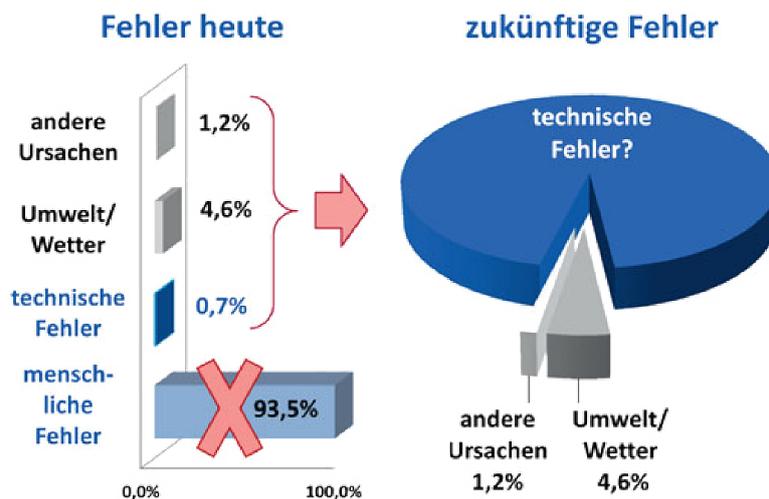


Bild 4.6: Bei Vollautomatisierung gäbe es keine menschlichen Fehler mehr. Allerdings könnte der Anteil technischer Fehler zukünftig deutlich vergrößert wahrgenommen werden [28].

Die Kritik und Bedenken beziehen sich also auch auf die Frage, durch welche Art von Fehlern die menschlichen Fehler ersetzt werden. Die Frage löst ein ethisches, aber auch rechtliches Dilemma aus, welches weiterführend beschrieben und erläutert wird.

Ethische Aspekte

Es steht außer Frage, dass eine am Straßenverkehr teilnehmende Person ein gewisses Risiko eingeht und dabei auch selbst ein Risiko gegenüber anderen darstellt. Diese Risiken sind sozial akzeptiert, das **Risiko im Straßenverkehr ist also gesellschaftlich akzeptiert**. Zum ethischen Konflikt kommt es aber im Kontext des autonomen Fahrens. Durch die Nutzung von autonomen Fahrzeugen wird sich das Wesen der Entscheidung ändern, es wird dann in zwei verschiedenen Entscheidungswesen unterschieden:

¹ <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/tesla-zwei-tote-bei-unfall-mit-wohl-fahrerlosem-elektroauto/27108214.html>

Intuitiv-situativ: diese Entscheidungsform beschreibt die Entscheidung bzw. eher die Reaktion des Menschen in einer Gefahrensituation.

Bsp.: Fußgänger läuft auf die Fahrbahn, der Autofahrer macht eine Notbremsung.

Überlegt, bewusst: diese Entscheidungsform beschreibt die geplante programmierte Entscheidung in einer Gefahrensituation.

Bsp.: Fußgänger läuft auf die Fahrbahn, das autonome Fahrzeug berücksichtigt sämtliche Beteiligten der Gefahrensituation und folgt der Entscheidung, welche durch die Programmierung vorgegeben ist [35].

Der ethische Aspekt bezieht sich dabei auf die zweite Entscheidungsform, jene die in autonomen Fahrzeugen zum tragen kommt. Das vollautomatisierte autonome Fahrzeug ist wie bereits beschrieben durch künstliche Intelligenz gesteuert, weshalb jede Handlung oder Entscheidung eines autonomen Fahrzeuges auf einer Programmierung basiert, oder auf der Lernfähigkeit des Systems. Die ethische Diskussion nimmt sich meist folgendes, oder ein ähnliches Szenario als Grundlage zur Diskussion:

Das autonome Fahrzeug befindet sich in einer Gefahrensituation, in der es entweder ein 10 jähriges Kind in Gefahr bringt, oder durch sein Ausweichmanöver eine 80 jährige Person gefährdet.

Ausgehend von einem schweren Unfall würde das autonome Fahrzeug in diesem Fallbeispiel zwischen zwei Leben entscheiden müssen: eine Entscheidung, welche moralisch extrem schwer zu begründen ist. Ein Aspekt der Begründung einer solchen Entscheidung ist bei dieser ethischen Diskussion meist das Alter der Betroffenen.

Im Fallbeispiel könnte die Begründung dahin gehen, dass dem Kind noch ein ganzes Leben bevorsteht, wohingegen die ältere Person bereits ein erfülltes Leben hatte. Ein weiterer Aspekt in der Begründung einer Entscheidung könnte die Lebenserfahrung der Beteiligten sein. Der älteren Person könnte unterstellt werden, sich entgegen seiner Erfahrung selbst in die Gefahrensituation gebracht zu haben, das Kind aber aufgrund seiner mangelnden Erfahrung zufällig oder unschuldig in diese Situation geraten ist [28].



Bild 4.7: Moral Machine¹.

Die eben beschriebenen Aspekte mögen zwar für einige Menschen vertretbar sein, berücksichtigt man aber den **Kodex**² des IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), so wäre keine der beiden Möglichkeiten ethisch korrekt. Aufgrund des Alters von Personen zu entscheiden würde nämlich dem Kodex nach eine **Diskriminierung** darstellen. Selbst dem deutschen Gesetzen nach, wäre eine solche Entscheidung nicht korrekt, denn bereits

1 <https://www.moralmachine.net/>

2 **IEEE Kodex:** Alle Personen fair und mit Respekt zu behandeln und keine Diskriminierung aufgrund von Merkmalen wie Rasse, Religion, Geschlecht, Behinderung, Alter, nationaler Herkunft, sexueller Orientierung, Geschlechtsidentität oder Geschlechtsausdruck zu betreiben.

die ersten beiden Artikel des Grundgesetzes regeln ein grundlegendes Recht auf Leben und Menschenwürde. Es stellt sich an dieser Stelle also auch grundlegend die Frage, in welcher Form sich den deutschen einflussreichen Autoherstellern überhaupt die Möglichkeit ergibt vollautomatisierte Autos auf den Markt zu bringen. Eine Lösung, diese Entscheidung zu umgehen, wäre es dem Zufall zu überlassen, wenn solche moralischen Optionen zur Auswahl stehen [28].

Auch bei diesem Aspekt gehen die Meinungen weit auseinander und es wird wiederholt deutlich:

Die Ethik spielt eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung autonomer Fahrzeuge.

Dieses oder ähnliche ethische Dilemmasituationen werfen die Frage auf, ob autonome Fahrzeuge anstatt selbst eine Entscheidung treffen zu müssen, die Kontrolle an den Fahrer zurück geben. Als Lösung des Problems dient diese Überlegung aber nur, wenn die Kontrolle schnell genug, bzw. überhaupt übergeben werden kann. Bei autonomen Fahrweisen, wie beispielsweise dem Vehicle-on-Demand wäre diese Lösung nicht möglich, sofern das Auto ohne Insassen fährt.

Selbst wenn sich durch die Anwesenheit eines Fahrers die Möglichkeit ergibt, in einer Gefahrensituation die Kontrolle zu übergeben, stellt dies ein untragbares Risiko dar. Entgegen einem der Vorteile des autonomen Fahrens, bei dem sich der Insasse anderen Tätigkeiten widmen kann, soll dieser nun eine Entscheidung treffen, ohne dass er möglicherweise Kenntnis von der Entstehung der Situation erlangt hat. Durch Simulationen und Experimente wurde geprüft und gemessen, welche Zeit die sichere Übergabe der Kontrolle an einen Menschen dauern würde. Abhängig von der sogenannten **distracting activity**¹ kann die Übergangszeit bei **bis zu 40 Sekunden** liegen. Die Zeit für die Reaktion auf eine Gefahrensituation, wie sie eben beschreiben wurde, erfordert allerdings eine Reaktion **innerhalb 1 bis 2 Sekunden**.

Der Vergleich zeigt deshalb, dass es unumgänglich ist dem autonomen Fahrzeug die Entscheidung in moralischen Dilemmasituationen zu überlassen.

Bisher wurde der ethische Aspekt betrachtet, bei dem zwischen dem Zusammenstoß zweier Personen entschieden wird. Ebenso muss aber auch die Kollision von zwei Fahrzeugen (**V2V**)² hinsichtlich einer programmierten Entscheidung des autonomen Fahrzeuges betrachtet werden. Bei der Entscheidung hinsichtlich Unfällen spielt es eine Rolle, ob dabei das Wohl der Insassen oder der anderen Beteiligten priorisiert wird. Es wird hier von der sogenannten **Crash-optimization** gesprochen.

Würde beispielsweise das Wohl der eigenen Insassen an erster Stelle stehen, so müsste die Entscheidung auf die Kollision mit dem leichtesten Objekt fallen. Wird aber das Wohl anderer Verkehrsteilnehmer priorisiert, sollte der Zusammenstoß mit dem sichersten anderen Verkehrsteilnehmer gewählt werden. Der Beschaffenheit beider Fahrzeuge nach, müsste ein SUV bei einem Zusammenstoß einen geringeren Schaden davon tragen, als ein Kleinwagen oder Motorrad.

Wichtig für solche Entscheidungen ist die Kommunikation des autonomen Fahrzeuges mit anderen Fahrzeugen (**V2V**), mit der Infrastruktur (**V2I**) oder zusammengeführt die Kommunikation mit allen Beteiligten (**V2X**).

Zur sicheren Umsetzung muss das autonome Fahrzeug sämtliche Objekte erkennen und einordnen können. Es muss beispielsweise einen Felsbrocken von einer Mülltüte unterscheiden können, denn nur in einem der beiden Fälle ist ein Ausweichmanöver notwendig.

1 **distracting activity**: beschreibt eine ablenkende Tätigkeit von Insassen, während das Fahrzeug autonom gesteuert wird. Beispiele hierfür sind z.B. Lesen oder Schlafen

2 **V2V**: Vehicle to Vehicle, Zusammenstoß zweier Fahrzeuge

Außerdem müsste das autonome Fahrzeug für die V2V Schnittstelle in der Lage sein das andere Fahrzeug hinsichtlich seiner Bauweise einzuordnen, oder sogar über ausgeprägte künstliche Intelligenz die Möglichkeit besitzen Marke, Modell und technische Eigenschaften zu erhalten.

Rechtliche Aspekte

Grundsätzlich ist im Straßenverkehr immer die fahrende Personen für sein Fahrzeug verantwortlich. Geregelt ist dies bereits seit 1986 in einem völkerrechtlichen Vertrag, dem **Wiener Übereinkommen** über den Straßenverkehr. 2014 folgte eine erste entscheidende Änderung, welche Systeme zur Unterstützung des Fahrers zulässt und somit Fahrassistenzsysteme, sowie automatisierte Fahrfunktionen umfasst. Diese Änderung trat in Deutschland im März 2016 in Kraft [36].

Für die Verwendung von assistiertem Fahren gilt in Deutschland die Pflicht als Fahrer des Fahrzeuges, jederzeit die Kontrolle über das Fahrzeug zu behalten zu können. Demnach ist der Fahrer für alle Verkehrsverstöße und Unfälle verantwortlich. Für das autonome Fahren wurde im Mai 2021 erfolgreich über ein Gesetz abgestimmt, demnach autonome Fahrzeuge in Deutschland ohne physisch anwesende Fahrer oder Fahrerinnen am öffentlichen Verkehr teilnehmen können. Bis auf Weiteres beschränkt sich dieses Gesetz derzeit noch auf festgelegte und vorab genehmigte Betriebsbereiche.

Das Gesetz sieht es darüber hinaus vor, dass eine dauerhafte Überwachung durch eine natürliche Person gewährleistet sein muss. Aus diesem Grund ist neben der Haftpflichtversicherung des Kfz-Halters eine Haftpflichtversicherung für die technische Aufsicht vorgeschrieben.

Die strafrechtliche Verantwortung für Verkehrsverstöße und Unfälle des autonomen Fahrzeugs muss im **Einzelfall** ermittelt werden. Neben individuellem Verschulden durch den Überwachenden kann auch Organisationsversagen durch den Hersteller oder Betreiber in Betracht gezogen werden.

Aktuell ist dieses Gesetz noch nicht umfassend genug und es bedarf noch an genaueren Verordnungen, damit autonome Fahrzeuge im Regelbetrieb eingesetzt werden können [37].

4.7 Zusammenfassung

Das autonome Fahren ist ein wichtiger Schritt, der zur Sicherheit im Straßenverkehr beitragen wird und zudem den Stand, besonders die Weiterentwicklung, der technischen Möglichkeiten widerspiegelt. Zwar ist es noch ein langer Weg bis das autonome Fahrzeug im Regelbetrieb eingesetzt wird, dennoch befinden wir uns schon auf diesem. Assistenzsysteme und auch Funktionen wie das automatisierte Einparken sind für uns zur Gewohnheit geworden und wir wissen damit umzugehen. Aus diesem Grund dürfte der Umstieg auf autonome Fahrzeuge für den Menschen kein Problem darstellen. Lediglich die gesellschaftliche Akzeptanz und daraus entstehende ethisch, moralische Diskussionen stehen dem Ganzen noch kritisch gegenüber.

Es muss also noch eine Lösung hinsichtlich einiger ethischen und moralischen Ansichten gefunden werden, um die gesellschaftliche, insbesondere die moralische, Akzeptanz zu erhalten. Unabhängig davon wird die endgültige Entscheidung in der Gesetzgebung fallen, denn neben Verantwortung und Haftung spielt auch hier die Risikoethik mit ein. Erst wenn das Gesetz eine umfassende und klare Lösung aufweisen kann, ist der Weg frei für die autonomen Fahrzeuge. Unabhängig vom Gesetz wird die moralische Frage weiterhin im Raum stehen, wenn statt einem Menschen die Maschine eine Entscheidung trifft und möglicherweise an diesen lernt.

KAPITEL 5

Die Arbeitswelt der Zukunft - Arbeit 4.0

Lernziele

Nach der Bearbeitung dieses Kapitels werden Sie wissen, ...

- ... was Arbeit 4.0 bedeutet.
- ... wie Industrie 4.0 die Arbeitswelt von morgen beeinflusst.
- ... welche Herausforderungen Arbeitgeber und Arbeitnehmer erwarten.
- ... wie ein sozialverträglicher Übergang zu Arbeit 4.0 funktionieren kann.
- ... welchen Beitrag Konzepte wie das bedingungslose Grundeinkommen leisten können.

Einführung

Im Zuge des technischen Fortschritts und der Digitalisierung kommt es in fast allen Lebensbereichen zu einem maßgeblichen Strukturwandel. Dies gilt auch für die Arbeitswelt, was Unternehmen wie Beschäftigte gleichermaßen vor Herausforderungen stellt, aber auch große Chancen birgt.

5.1 Die industriellen Revolutionen

Bedingt durch tiefgreifende technische wie auch gesellschaftliche Veränderungen kam es innerhalb Europas ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts zu mehreren sogenannten industriellen Revolutionen. Jede dieser Phasen brachte neue Arbeitsweisen mit sich und führte so zu starken Veränderungen der Arbeitswelt, was stets auch zu einer Umgestaltung und Neuordnung der zuvor bestehenden sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse führte. Neue und verbesserte Technologien und Fortschritte in der Wissenschaft trieben die Entwicklung beständig weiter voran.



Bild 5.1: Entwicklung der Arbeit.

Abbildung 5.1 gibt einen Überblick über die im Rahmen der vier industriellen Revolutionen entstandenen Arbeitswelten, die im Folgenden stichwortartig beschrieben werden.

Arbeit 1.0: Ende des 18. Jahrhunderts begann die Revolution ausgehend von Westeuropa und England. Maschinelle Fertigung in großer Stückzahl. Lohnarbeiter besaßen keinerlei Rechte. Arbeitsorganisationen entstanden.

Arbeit 2.0: Ende des 19. Jahrhunderts brachte die zweite industrielle Revolution die Elektrifizierung und die Massenproduktion mit sich. Arbeit wurde in Teilprozesse zerlegt (Arbeitsteilung). Arbeitsbedingungen wurden verbessert.

Arbeit 3.0: Mitte des 20. Jahrhunderts begann die dritte Revolution der Arbeitswelt. Computer und Roboter unterstützen die menschliche Arbeit. Neue Formen der Automatisierung. Qualifizierung der Arbeitnehmer zu Wissensarbeitern. Einführung der sozialen Marktwirtschaft und Zunahme des Wohlstandes der Arbeitnehmer.

Ende des 20. Jahrhunderts kam es durch die große Verbreitung von Computern und Internetanschlüssen zu einer weiteren tiefgreifenden Veränderung, die als Arbeitswelt 4.0 bezeichnet wird. Diese zeichnet sich unter anderem durch Globalisierung und Vernetzung aus.

5.2 Arbeiten 4.0 – ein Überblick

Der technische Fortschritt der letzten Jahrzehnte hat die Industrie revolutioniert (vgl. Industrie 4.0), im Zuge dessen ist auch die Arbeitswelt von vielen Umbrüchen betroffen. Die resultierenden Änderungen sind vielfältig und werden unter dem Schlagwort Arbeiten 4.0 diskutiert. Einige wichtige Aspekte des Themengebiets sind in Abbildung 5.2 schematisch dargestellt und werden in den folgenden Kapiteln ausführlicher besprochen.



Bild 5.2: Wichtige Aspekte des Konzepts Arbeit 4.0.

5.3 Treiber des Wandels

Neben den technologischen Neuerungen wie der Digitalisierung und der Automatisierung wird der Wandel der Arbeitswelt auch von den Arbeitnehmern selbst vorangetrieben. Unter anderem durch den Generationswechsel kommt es zu einem Wechsel der vorherrschenden Werte und neuen Ansprüchen an die Arbeitswelt.

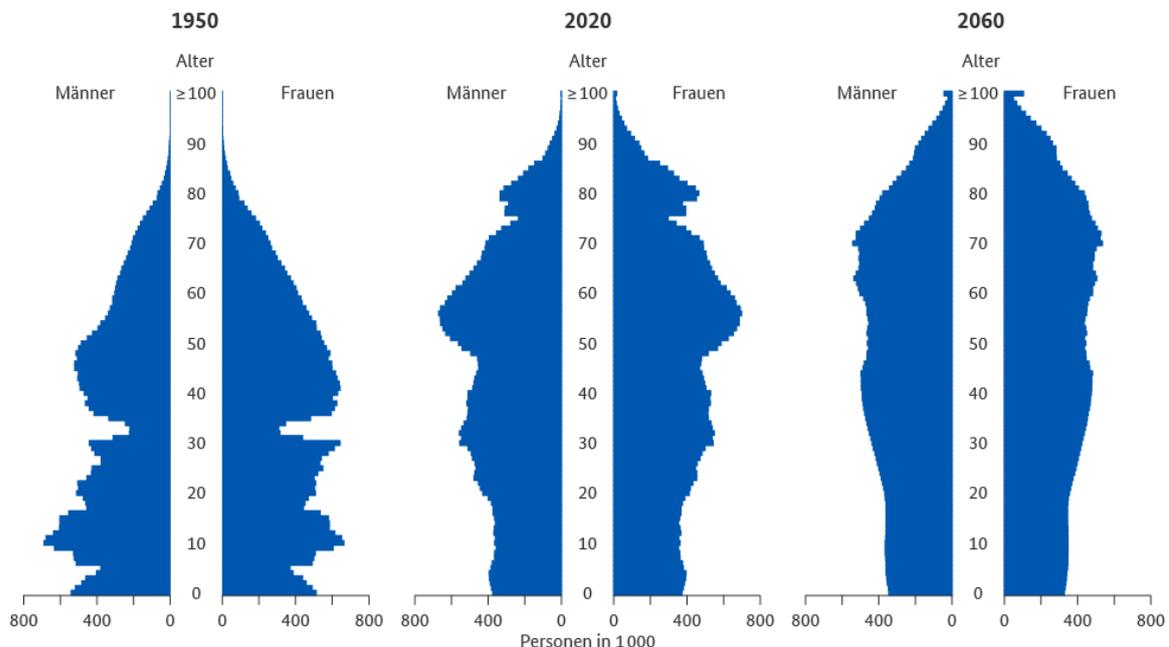
Technischer Wandel/Digitalisierung

Der technische Fortschritt der vergangenen Jahrzehnte hat längst Einzug in die Arbeitswelt von heute gehalten und viele Arbeitsplätze werden auch weiterhin durch Automation ersetzt. Schon jetzt sind Produktionsstraßen in immer höheren Graden automatisiert, was auch zu neuen Anforderungsprofilen insbesondere für Facharbeiter führt. Durch den Einsatz vernetzungsfähiger Maschinen lassen sich Anlagen bereits jetzt in Echtzeit überwachen und anhand der erhobenen Daten koppeln und steuern. Hierdurch entstehen große Datenmengen, deren Handhabung und Analyse gänzlich neue Wirtschaftszweige entstehen lässt, aber auch außerhalb spezialisierter Unternehmen wächst der **Bedarf an Mitarbeitern** mit spezifischen informationstechnischen Qualifikationen [38].

Demographischer Wandel und geänderte Wertevorstellungen

Neben den technischen Fortschritten wird sich auch der bereits heute absehbare demographische Wandel gravierend auf die Arbeitsgestaltung von morgen auswirken. Vor allem in Industrienationen sind die Bevölkerungszahlen in der Tendenz rückläufig und es zeichnet sich eine **zunehmende Überalterung** der Gesellschaft ab.¹

Altersstruktur der Bevölkerung, 1950–2060



2060: 14. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Variante 2
 Datenquelle: Statistisches Bundesamt
 Bildlizenz: CC BY-ND 4.0 (Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung 2021)

BUND-LÄNDER
 DEMOGRAFIE
 PORTAL

Bild 5.3: Die Alterung der Bevölkerung zeigt sich in zwei Entwicklungen: an der zunehmenden Zahl an Menschen im Rentenalter und an ihrem steigenden Anteil an der Gesamtbevölkerung.

¹ <https://www.demografie-portal.de/DE/Fakten/bevoelkerung-alterstruktur.html;jsessionid=A0C58BF8469792442ED0513A7AB36396.internet272>

Vor diesem Hintergrund steht zu erwarten, dass es zu flächendeckenden **Engpässen an Fachkräften** kommen wird - dies stellt verschiedene Branchen vor große Herausforderungen. Während produzierende Sektoren, wie bereits heute am Beispiel der Automobilindustrie zu sehen, auf Roboter setzen und hiermit erfolgreich menschliche Arbeitskräfte ersetzen können, gibt es andere Bereiche mit geringerem Substituierungspotential.

Hierzu gehören beispielsweise Berufe mit ingenieurwissenschaftlichem Hintergrund, die mittelfristig weiterhin für die Konstruktion, Wartung und Verbesserung der eingesetzten Maschinen erforderlich sein werden. Auch und gerade im Gesundheits- und Sozialwesen, wo die zwischenmenschliche Interaktion unersetzbar ist, bieten technische Lösungen nur einen geringen Spielraum um den Mangel an Personal kompensieren zu können [39].

Mit einem Rückgang der Erwerbsbevölkerung werden zudem die bestehenden Konzepte der sozialen Sicherung untergraben, dies wird insbesondere am Beispiel des **Rentensystems** deutlich.

Die bisher bestehende pyramidale Altersstruktur (Abb. 5.3), bei der die Last der Finanzierung der Renten auf eine breite, junge Basis aufgeteilt wurde, kehrt sich zunehmend um. In der Folge wird die Deckung der bestehenden sowie der erwarteten Rentenansprüche zunehmend erschwert. Um eine belastbare Arbeitswelt der Zukunft im Sinne der sozialen Marktwirtschaft zu ermöglichen, müssen hier **neue Ansätze** diskutiert werden, auch über bestehende Konzepte wie die staatlich geförderte private Altersvorsorge hinaus.

Des Weiteren ist zu beachten, dass in regelmäßigen Schüben **neue Generationen** auf den Arbeitsmarkt drängen, deren Kompetenzen wie auch Ansprüche sich teils stark von denen ihrer Vorgänger unterscheiden. Die Arbeitswelt, und damit die Arbeitgeber, müssen diesen Ansprüchen in gewissem Maße Rechnung tragen. Abbildung 5.4 gibt einen Überblick über die aktuell am Arbeitsmarkt teilnehmenden Generationen sowie deren vorherrschende Einstellung.

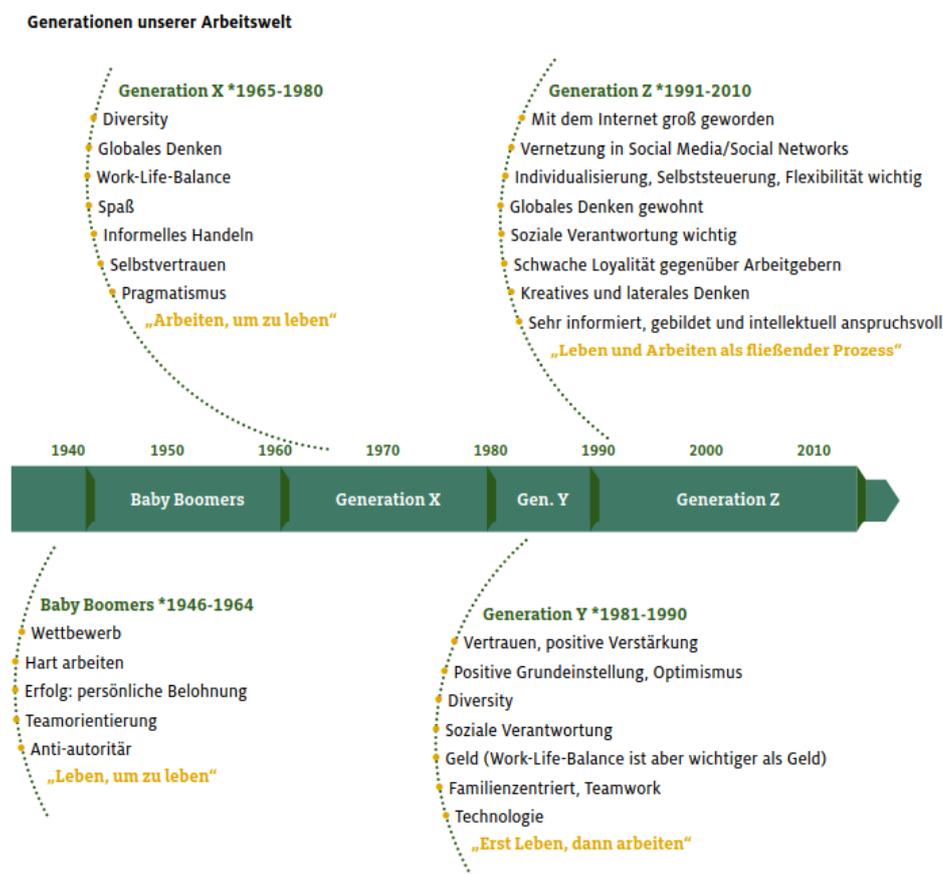


Bild 5.4: Arbeitnehmergenerationen [40].

5.4 Veränderung der Arbeitsplätze und Anforderungen

Mit dem Voranschreiten der Automatisierung von Arbeitsplätzen werden insbesondere monotone oder körperlich anstrengende Aufgaben zunehmend ersetzt. Dieser Trend ist beispielsweise in der Automobilindustrie beim Karosseriebau bereits stark ausgeprägt und betrifft vor allem Produktionsmitarbeiter. Menschen werden in diesen Bereichen dann hauptsächlich noch zum Steuern der Produktionsabläufe gebraucht. Hier werden für künftige Betätigungsfelder voraussichtlich höhere Qualifikationen notwendig sein.

Büroarbeitsplätze hingegen sind weniger von Automatisierung, dafür aber von Digitalisierung betroffen. Durch bessere Vernetzung (Internet etc.) können Mitarbeiter ohne räumlichen und zeitlichen Zusammenhang unabhängig zusammenarbeiten. Dies erlaubt neue Freiheiten bzgl. Arbeitszeiten und Arbeitsort und führt zu flexiblen Arbeits- und Organisationsformen.

5.5 Flexibilität in der Arbeitserbringung

Dank mobiler Endgeräte, der Verfügbarkeit von Breitbandinternetverbindungen sowie der Möglichkeit durch Cloud-Datenspeicherung von verschiedenen Endgeräten auf Projekte zuzugreifen, ist es heute technisch möglich, auch in Teams orts- und zeitunabhängig zu arbeiten.

Bereits bekannte Lösungen sind beispielsweise **mobiles Arbeiten** oder **Home-Office**, die durch die Corona-Pandemie 2020/21 einen Aufschwung erfuhren. Die flexible Wahl des Arbeitsplatzes kann für Arbeitnehmer Vorteile bieten, da sie beispielsweise die Vereinbarkeit von Berufstätigkeit und Familie erleichtert. Zugleich gibt es jedoch auch Nachteile, insbesondere durch die drohende Entgrenzung aufgrund eines (empfundenen) Anspruchs ständiger Verfügbarkeit.

Für Arbeitgeber bringen die neuen Arbeitsmöglichkeiten Herausforderungen aufgrund der gesetzlichen Vorschriften mit sich. Hierbei muss zunächst zwischen mobiler Arbeit und Home-Office unterschieden werden. Das Home-Office bezeichnet einen fest eingerichteten Arbeitsplatz außerhalb des Betriebes, an dem die Arbeitsleistung erbracht wird und ist seit 2016 vom Gesetzesgeber in der Arbeitsstättenverordnung unter dem Begriff „**Telearbeit**“ definiert (§2 Abs. 7 ArbStättV). Der Arbeitgeber ist dabei für die Einrichtung des festen Arbeitsplatzes gemäß geltender Richtlinien der Arbeits- wie auch Datensicherheit verantwortlich.

Im Gegensatz hierzu ist der Ausdruck „Mobiles Arbeiten“ bis dato nicht gesetzlich definiert. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird darunter verstanden, dass die Arbeitnehmer ihre Arbeitsleistung mit Hilfe mobiler Endgeräte von unterschiedlichen Orten erbringen, die jedoch nicht den Anforderungen an einen festen Arbeitsplatz genügen müssen.

In der Zukunft ist zu erwarten, dass solche und ähnliche **flexiblen Arbeitsmodelle** weiter Zuspruch finden und häufiger in Anspruch genommen werden. Hierbei ergeben sich neue Herausforderungen im Rahmen derer die Zuständigkeiten, Rechte und Pflichten von Arbeitnehmern und Arbeitgebern klar festgelegt werden müssen.

Bei dauerhafter Ausübung der Arbeitstätigkeit außerhalb des Betriebes müssen Fragen geklärt werden wie beispielsweise der Arbeitsschutz und die Versicherungslage. Arbeitnehmer haben ein **Recht auf den Schutz ihrer Unversehrtheit**, während Arbeitgeber bei ständig wechselnden Arbeitsplätzen außerhalb ihres Zugriffsbereiches (bspw. beim mobilen Arbeiten) über keine realistische Möglichkeit verfügen, diese gemäß der Arbeitsschutzanforderungen einzurichten.

Arbeitsminister Hubertus Heil hat sich in der Vergangenheit bereits mehrfach für ein allgemeines Recht auf Homeoffice eingesetzt, zuletzt 2020 verbunden mit dem Vorschlag einer Gesetzesnovellierung. Seit Januar 2021 sind Arbeitgeber zudem im Rahmen der Corona-Krise zeitlich befristet dazu verpflichtet, mobiles Arbeiten wo immer möglich anzubieten.

5.6 Qualifikation

Die durch die voranschreitende Automatisierung und Digitalisierung bedingten strukturellen Veränderungen in der Arbeitswelt werden Prognosen zufolge zum Wegfall vieler Arbeitsplätze beispielsweise im Produktionsbereich führen. In diesem Zusammenhang wird häufig von der sogenannten technologischen Arbeitslosigkeit gesprochen, ein Begriff der 1931 von John Keynes eingeführt wurde [41]. Befürworter der These fürchten dabei, dass Arbeitsplätze durch den vermehrten Einsatz von Maschinen wie beispielsweise Computern und Robotern ersatzlos abgebaut werden. Die Ökonomen Frey und Osborne beispielsweise prognostizierten bereits 2013, dass in den folgenden zwei Jahrzehnten 50% der Stellen auf dem US-amerikanischen Arbeitsmarkt aufgrund von Automatisierung und Digitalisierung ersetzbar werden.

Dem gegenüber steht, dass sich ähnliche Vorhersagen in der Vergangenheit nicht bewährt haben. Zu beobachten war dabei, dass durch den technologischen Wandel jeweils auch **neue Märkte** geschaffen wurden, wodurch der technologische Wandel auf einer größeren Skala betrachtet eine neutrale oder sogar positive Wirkung auf den Arbeitsmarkt hatte.

Für die vom Stellenabbau direkt betroffenen Arbeitnehmer (vgl. bspw. Bergleute/Stahlarbeiter im Ruhrgebiet) bieten die neuen Märkte nicht zwingend eine Anschlussbeschäftigung, hier sind **soziale Netze** gefordert, die die Betroffenen unter anderem wirtschaftlich auffangen. Betrachtet man die Volkswirtschaft als Ganzes, ist es jedoch letztlich nur relevant ob makroskopisch ein **Gleichgewicht zwischen Arbeitsangeboten und -nachfrage** bestehen bleibt.

In der Zukunft muss damit gerechnet werden, dass die neu entstehenden Märkte andere Qualifikationen seitens der Beschäftigten fordern. Es wird erwartet, dass eine Verschiebung der verfügbaren Arbeitsplätze hin zu solchen mit **höheren Qualifikationsanforderungen** stattfindet. Durch die verstärkte Einbindung technischer Systeme in allen Bereichen wird die sogenannte **Digital Literacy**, die Kompetenz im Umgang mit Technik und IT Systemen, verstärkte Aufmerksamkeit erfahren.

Aufgrund der durch neue Technologien kürzer werdenden Innovationszyklen ist es außerdem wahrscheinlich, dass die jeweils benötigten Qualifikationen sich immer schneller ändern, was von den Arbeitnehmern Flexibilität und die Bereitschaft zu **lebenslangem Lernen** fordert. Diesem Anspruch müssen in Zukunft auch die Bildungssysteme gerecht werden.

Zu den nicht substituierbaren Berufsfeldern werden nach wie vor die Bereiche zählen, die auf **Kreativität** oder **sozialer Interaktion** fußen sowie **komplexe kognitive Tätigkeiten**.

5.7 Neugestaltung der Arbeitsformen – der Mensch im Fokus

Während ein allgemeiner Konsens besteht, dass der technologische Wandel zu einer Umwälzung und Neugestaltung der Arbeitswelt führen wird, gibt es nur wenig Einigkeit wie das Resultat aussehen wird. Von dystopischen Szenarien der Massenarbeitslosigkeit und Menschen unter dem Diktat der Technik bis hin zu utopischen Vorstellungen einer von körperlich schwerer Arbeit befreiten Menschheit, die ohne existenzielle Ängste die Vorzüge des technischen Fortschritts genießen kann, wurde bereits alles beschrieben (z.B. [42]).

Auch wissenschaftliche Studien die den aktuellen Stand abbilden und Perspektiven für die weitere Entwicklung der Arbeitswelt erschließen möchten, zeichnen ein durchweg **heterogenes Bild** der Zukunft. Was hieraus deutlich wird, ist zum einen die Komplexität der Situation wie auch ihr offener Ausgang, der heute gestaltet werden kann und muss.

Zu diesem Zwecke ist es wichtig, dass sich Arbeitnehmer, Arbeitgeber sowie die Beteiligten aus der Politik zusammenschließen, um proaktiv die Weichen für ein für alle wünschenswerte Zukunft zu stellen. Abseits der rein profitorientierten Überlegungen ist es hierbei notwendig, den Menschen in den Mittelpunkt zu stellen. Dies eröffnet eine Vielzahl möglicher Ansatzpunkte in mehreren Dimensionen, die in Abbildung 5.6 schematisch dargestellt sind [43].

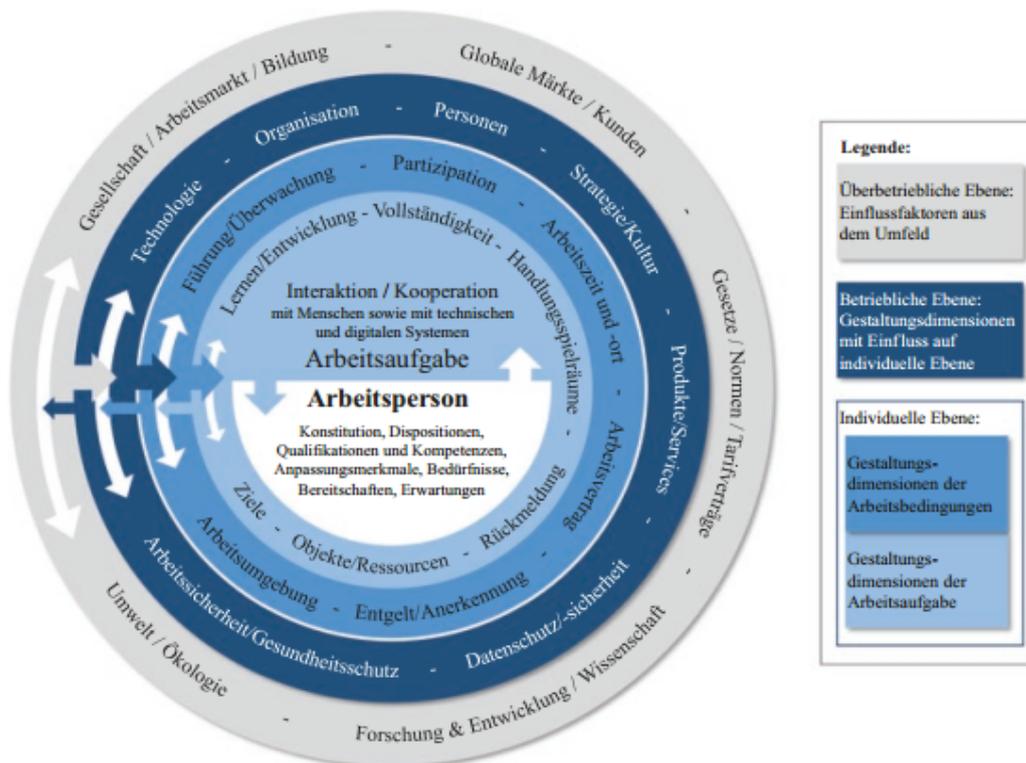


Bild 5.5: Darstellung der verschiedenen Einflussgrößen und Dimensionen der menschenzentrierten Arbeitsgestaltung in Unternehmen.

Das Schaubild zeigt, dass die Möglichkeiten zur Gestaltung von der individuellen Position des einzelnen Arbeiters über die betriebliche Ebene bis hin in das gesamtgesellschaftliche Umfeld reichen und macht klar, dass eine wirtschaftlich wie auch sozial befriedigende Lösung nur unter Berücksichtigung **aller Bereiche** erreichbar ist.

5.8 Sozioökonomische Gesichtspunkte

Die Arbeitswelt 4.0 ist mit Hoffnungen wie auch Befürchtungen verbunden. Während auf der einen Seite die voranschreitende Automatisierung Menschen körperlich entlasten kann, ist andererseits absehbar, dass mit ihr auch ganze Betätigungsfelder insbesondere im Bereich der Fertigung ersatzlos wegfallen werden.

Wie bereits zuvor geschildert herrscht unter Experten Konsens darüber, dass Menschen, insbesondere im Rahmen konkreter Umstellungsmaßnahmen, ihre Arbeit verlieren und nicht immer eine adäquate Weiterbeschäftigung inner- oder außerhalb des Betriebes möglich sein wird. Während hierauf möglicherweise kurzfristig noch mit Überbrückungshilfen und Abschlagszahlungen seitens der Unternehmen reagiert werden kann, steht langfristig zu befürchten, dass der Arbeitsmarkt dauerhaft nur noch wenige oder zumindest deutlich anders geartete Anstellungsmöglichkeiten für **Geringqualifizierte** bietet.

Die in Deutschland vorherrschende soziale Marktwirtschaft und das damit verbundene und seit Jahrzehnten etablierte Modell der **Sozialpartnerschaft**, werden durch den bevorstehenden Wandel vor große Herausforderungen gestellt. In einer Situation, in der Produkte zu immer größeren Anteilen von Maschinen hergestellt werden, sind immer weniger Menschen an der entsprechenden Wertschöpfungskette beteiligt. **Die erwirtschafteten Gewinne verteilen sich dann auf einen kleineren Personenkreis**; gesamtgesellschaftlich besteht hierdurch die Gefahr, dass die Schere zwischen Arm und Reich weiter aufklappt und sich daraus weitreichende soziale Folgen auftun.

Der viel zitierte Leitspruch „**von Arbeit muss man leben können**“ wird innerhalb des derzeit bestehenden Systems damit in Frage gestellt.

Einen Ausweg aus dieser Situation bieten Ansätze, im Rahmen derer sich das Einkommen des Einzelnen nicht mehr vorrangig aus dem Lohn für geleistete, selbst- oder unselbstständige Arbeit ergibt, viel diskutiert wird hierbei insbesondere das **bedingungslose Grundeinkommen**. Es handelt sich hierbei um ein sozialpolitisches Konzept, bei dem regelmäßig und ohne Bedarfsprüfung eine zuvor festgelegte staatliche Transferleistung an alle Bürger ausbezahlt wird. National wie auch international wird die konkrete Ausgestaltung bereits seit Jahren diskutiert und auch teilweise bereits in Pilotprojekten getestet (jüngst bspw. in Norwegen). Im allgemeinen Verständnis des Konzeptes sollten die vereinbarten Bezüge in ihrer Höhe so bemessen sein, dass sie die Grundbedürfnisse der Empfänger zu decken vermögen, also das Existenzminimum sichern.

Gegner des bedingungslosen Grundeinkommens argumentieren häufig, dass das Konzept nicht finanzierbar sei und zudem keine Anreize mehr für Arbeit schaffe, wodurch es sich zu Lasten einer produktiven Gesellschaft auswirken würde. Niedrig vergütete Tätigkeiten würden dann womöglich mangels des finanziellen Anreizes nicht mehr ausgeführt werden. Zudem müsse eine sehr kleine Gruppe von Berufstätigen für die Deckung des Gemeinschaftsbedarfs aufkommen, was als ungerecht und Unterlaufen des Prinzips der **Subsidiarität** empfunden wird.

Die Finanzierung des Grundeinkommens stellt in der Tat eine Herausforderung dar, die mittel- und langfristig eine Umstrukturierung des bestehenden Steuer- sowie des Sozialsystems erfordert. Geht man von einem bedingungslosen Grundeinkommen von Geburt an aus, so entfallen beispielsweise Sozialhilfen wie das Eltern- und das Kindergeld, auch die Rente oder das Arbeitslosengeld würden auf Dauer obsolet [44].

Durch dieses stark vereinfachte Sozialsystem fallen seitens des Staates bereits deutlich geringere Kosten für den Verwaltungsaufwand an, der an diesen Stellen entstehende Überschuss kann dann für das Grundeinkommen aufgewendet werden. Weitere Finanzierungsmöglichkeiten bestehen zum Beispiel in einer Erhöhung der Einkommenssteuer, der Einführung einer

Finanztransaktionssteuer oder der Erhebung neuer Steuern auf Konsum oder natürliche Ressourcen.

Für Befürworter des bedingungslosen Grundeinkommens ist eine belastbare Finanzierung des Modells damit realistisch erreichbar, und die antizipierten Vorteile überwiegen. Sie erwarten beispielsweise, dass die finanzielle Absicherung aller Existenzängste aufgrund von tatsächlicher oder erwarteter Arbeitslosigkeit dämpft und hilft, soziale Ungleichheiten zu nivellieren.

Dank einer die Grundbedürfnisse deckenden Basisfinanzierung jedes Einzelnen wäre eine größere Bildungsgerechtigkeit erreichbar. Die Wahl der Berufstätigkeit, so gewünscht, könnte freier und unabhängiger von finanziellen Anreizen getroffen werden, was langfristig die subjektive Zufriedenheit steigern könnte.

Arbeitnehmer wären für Herausforderungen der Arbeitswelt 4.0 wie dem steten Bedarf nach Weiterbildung besser gewappnet, auch berufliche Neuorientierungen die mit erneuten Ausbildungszeiten verbunden sind würden womöglich positiver angenommen, wenn diese nicht zu Lasten der eigenen finanziellen Sicherheit gingen.

Ein bedingungsloses Grundeinkommen für alle würde zudem Menschen zu Gute kommen, die Care-Tätigkeiten im privaten Umfeld nachkommen, wie beispielsweise die Erziehung von Kindern oder der Pflege von Angehörigen - Tätigkeiten, die dem Gemeinwohl dienen, die bis dato aber unvergütet geleistet wurden und oft zu persönlichen Einbußen spätestens im Rentenalter führten. Da hiervon bisher Frauen überproportional betroffen waren, stellt das Grundeinkommen auch eine Maßnahme zur Gender- und Chancengerechtigkeit dar.

Die **subjektive Meinung** der Bevölkerung spiegelt folgende Grafik wider. Diese Faktoren sind jedoch nicht ohne weiteres übertragbar auf die Realität. Dass z.B. damit die Armut verringert wird ist nicht garantiert, da das Grundeinkommen irgendwann unter die Armutsgrenze fallen könnte.

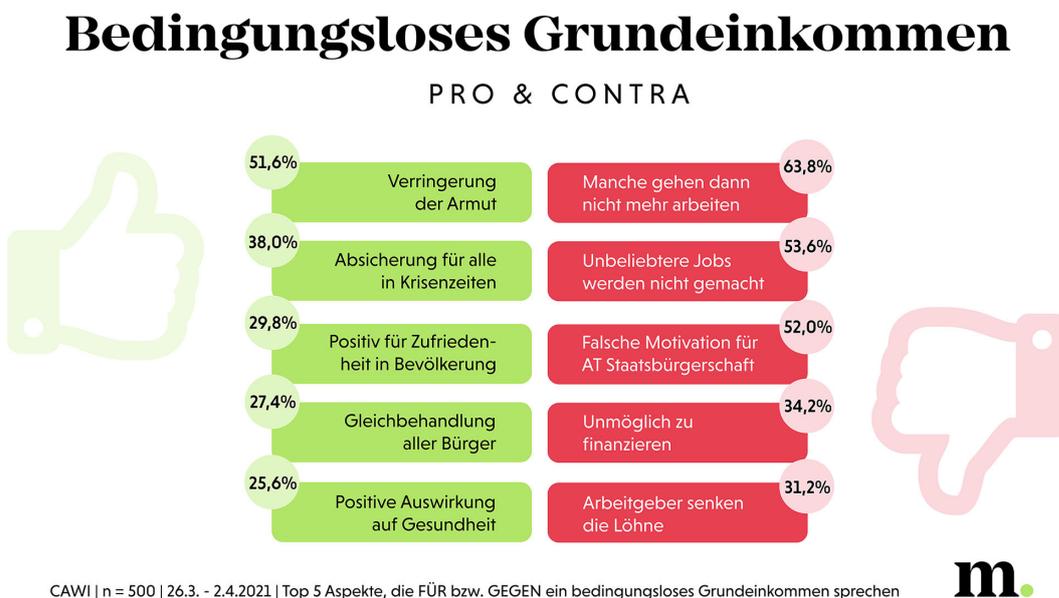


Bild 5.6: Pro und Kontra nach einer Marketagent-Umfrage (Österreich).¹

¹ <https://www.presstext.com/news/bedingungsloses-grundeinkommen-polarisiert.html>

Es gibt eine Vielzahl an verschiedenen Ideen und Modellen zum BGE, sie alle eint jedoch der Wunsch nach einer Veränderung des heutigen Systems. Die drei meist diskutierten Vorschläge:

- **Bedingungsloses Grundeinkommen:**

Als das wohl bekannteste und öffentlich am häufigsten diskutierte Modell wird nachfolgend das des Unternehmers Götz Werner vorgestellt. Werner sieht in seinem Konzept für jeden Menschen von der Geburt bis zum Tode einen monatlich garantierten Betrag von ca. 1.000-1.500 Euro vor, der ein menschenwürdiges Leben ohne Erwerbsarbeit möglich mache. Sämtliche Steuern sollen wegfallen, die einzige staatliche Einnahmequelle und Grundlage der Finanzierung des BGE soll eine neu eingeführte hohe Konsumsteuer sein. (Werner 2008)

- **Grundeinkommenskonzept des Bundes der katholischen Jugend (BDKJ)**

Besonderheit: Der BDKJ tritt für eine gewisse Bedingtheit des Grundeinkommens ein: Alle Empfänger der geforderten 600 Euro werden zu gemeinnütziger Arbeit im Umfang von 500 Stunden im Jahr verpflichtet. Damit soll die Anerkennung und Förderung von Tätigkeiten abseits von Lohnarbeit erreicht werden. (Hellmeister u. a. 2007)

- **Negative Einkommenssteuer:**

Das bekannteste Modell wurde von Dieter Althaus (CDU) erstellt, dem ehemaligen Ministerpräsidenten Thüringens. Es gewährt allen Erwachsenen ein Bürgergeld in Höhe von 800 Euro. Je höher das Erwerbseinkommen ist, desto höher werden Steuerabgaben und die Abzüge vom Grundeinkommen. Althaus tritt für ein bloß existenzsicherndes Bürgergeld ein, dessen zentrales Ziel die Erwerbsarbeit aller ist, welche dementsprechend gefördert werden soll (näheres unter <http://www.solidarisches-buergergeld.de/index.php/de/konzept>).

Es gibt in allen Modellen Probleme bei der Umsetzbarkeit des BGE. Die wenigsten Modelle legen klare Finanzierungsvorschläge vor, und eine Umsetzung gegen internationale wirtschaftliche Interessen ist höchst schwierig. Außerdem bleibt immer noch eine wesentliche Frage: **Wer legt die Höhe des Grundeinkommens fest?**

Die Bedingungen könnten sich unter BGE so verändern, dass das Grundeinkommen unterhalb der Armutsgrenzen liegt. Dann würde es praktisch doch wieder zu einem Zwang zur Erwerbsarbeit kommen. Weil aber davon auszugehen ist, dass Löhne dann viel niedriger sind, könnten große Bevölkerungsgruppen in Armut abrutschen.

Trotzdem sollte dies kein Grund sein, nicht über ein BGE nachzudenken und die herrschenden ungerechten und menschenunwürdigen Verhältnisse zu akzeptieren. Ob BGE allerdings eine realistische Alternative auf dem Weg aus der Armut ist, bleibt erst einmal unbeantwortet. Die Diskussion darüber weiterzuführen ist allerdings auf jeden Fall begrüßenswert.

5.9 Zusammenfassung

Automatisierung und Digitalisierung werden voraussichtlich zu weitreichenden Veränderungen der Arbeitswelt führen, von denen aber nicht jeder Arbeitsplatz gleichermaßen betroffen sein wird. Um den vielfältigen Veränderungen gerecht zu werden, muss im Bereich der Politik der neuen und zunehmend komplexen Realität vieler Arbeitnehmer durch adäquate Regelungen in Form eines juristischen Rahmenwerkes begegnet werden. Wichtig ist es hierbei, auch und besonders für die neuen, flexibleren Formen des Arbeitens Kontrollmechanismen zu finden, die die Rechte der Beschäftigten wahren.

Zusätzlich müssen die Konzepte der bestehenden sozialen Marktwirtschaft neu gedacht werden, um der zunehmenden Flexibilisierung der beruflichen Biographien Raum zu bieten und eine ökonomische Grundsicherheit für alle zu schaffen. Vorschläge wie das bedingungslose Grundeinkommen werden als potentielle Lösungsansätze diskutiert, eine unmittelbare Einführung ist in Deutschland aber bisher noch nicht absehbar.

KAPITEL 6

Blockchain Technologie

Lernziele

Nach der Bearbeitung dieses Kapitels werden Sie wissen, ...

- ... was Blockchain, Hashwerte und Hashfunktionen sind
- ... wie Datentransaktionen verschlüsselt werden
- ... das Proof of Work and Proof of Stake Konzept funktionieren
- ... was mögliche Anwendungsfelder sind
- ... welche Chancen und Risiken die Blockchain-Technologie mit sich bringt

Einleitung

Frei übersetzt bedeutet Blockchain „Blockkette“. Vereinfacht gesagt ist eine Blockchain eine Datenbank, die nicht zentral auf einem Server liegt, sondern über die Rechner tausender Nutzer verteilt ist. Man spricht deshalb auch von einer dezentralen Datenbank. Die einzelnen Datensätze, „Blöcke“ genannt, werden mittels kryptographischer Verfahren miteinander verkettet.

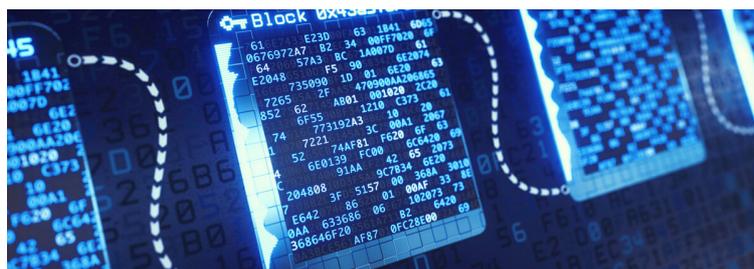


Bild 6.1: Block-Chain - eine kontinuierlich erweiterbare Liste von Datensätzen.

Bekannt wurde die Blockchain Technologie durch die Kryptowährung **Bitcoin** im Jahr 2008, als der Artikel *“Bitcoin: A Peer to Peer Electronic Cash System“* von einer unbekanntenen Person oder Gruppe namens Satoshi Nakamoto veröffentlicht wurde.

Dieses Dokument beinhaltet ein dezentrales elektronisches Zahlungssystem, das es ermöglicht, Finanztransaktionen ohne dritte Instanzen abzuwickeln. In der Informatik versteht man darunter ein **Peer to Peer** Netzwerk, also eine Gruppe von Geräten, die gemeinsam Dateien speichern und nutzen. Jeder Teilnehmer (**Node**) agiert als einzelner Peer.

Da sich die Blockchain Technologie erst am Anfang ihrer Entwicklung befindet, hat sich bis jetzt keine einheitliche Definition durchgesetzt. Schär und Berentsen definieren die Blockchain Technologie als ein verteiltes Peer to Peer Netzwerk von elektronischen Registern, bei denen die einzelnen Datenblöcke miteinander verkettet sind [45].

Technische Lösungen für sichere und überprüfbare Transaktionsabwicklungen zwischen verschiedenen Akteuren stellen ein besonders herausforderndes Gebiet dar und Unternehmen sollten prüfen, ob für ihre Abläufe Blockchains in Frage kommen (Abb. 6.2).

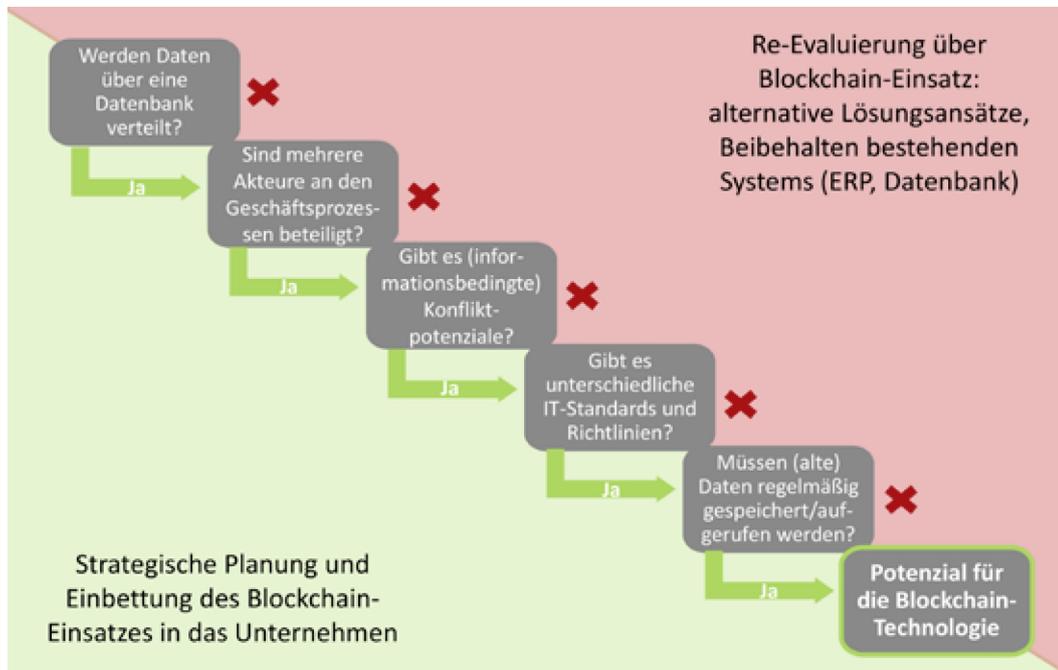


Bild 6.2: Entscheidungspfad Blockchain-Einsatz im Unternehmen [46].

6.1 Distributed Ledger (DLT)

Um zu gewährleisten, dass eine chronologisch geordnete Erfassung von Transaktionen eingehalten wird, findet die sogenannte **Distributed Ledger Technologie**¹ Anwendung. Ein **Konsensmechanismus** (wie beispielsweise das Proof of Work) wird verwendet, um zu entscheiden, wie neue Transaktionen in die Blockkette aufgenommen werden und wie bestehende Transaktionen zu validieren sind. Es gewährleistet die Korrektheit des Ergebnisses mit möglichst geringem Zeit- und Rechenaufwand [47].

In der Blockchain Technologie befinden sich die Daten in einer verteilten Netzwerkarchitektur. Ein Distributed Network besteht aus Nodes, die miteinander kommunizieren und die Daten der Blockchain **redundant** speichern. Als Node (Netzwerkknoten) bezeichnet man unabhängige Computer, die miteinander kommunizieren und sich synchronisieren. Der Ausfall eines Rechners beeinflusst dabei die anderen Rechner nicht, da jeder Node einen Status des Systems speichert. Das Netzwerk des **Internets** ist grundsätzlich auch **dezentral** aufgebaut, jedoch nutzt es durch determinierte Verbindungswege auch **lineare** oder **zentralisierte** Schemata.

1 **Ledger** (von englisch *ledger*, Konto(buch), Bestandsbuch). Die Distributed Ledger Technologie beschreibt eine öffentliche, dezentral geführte Datenbank, die den Teilnehmern eine gemeinsame Lese- und Schreibberechtigung gewährleistet.

Bei einem **zentralen System** hingegen vertrauen alle Teilnehmer einer zentralen Instanz. Dieses System wird häufig zur Kommunikation verwendet, bei der die zentrale Instanz die Einhaltung der Regeln kontrolliert. Die Unterscheidung zwischen zentralen, dezentralen und verteilten Netzwerken zeigt Abbildung 6.3.

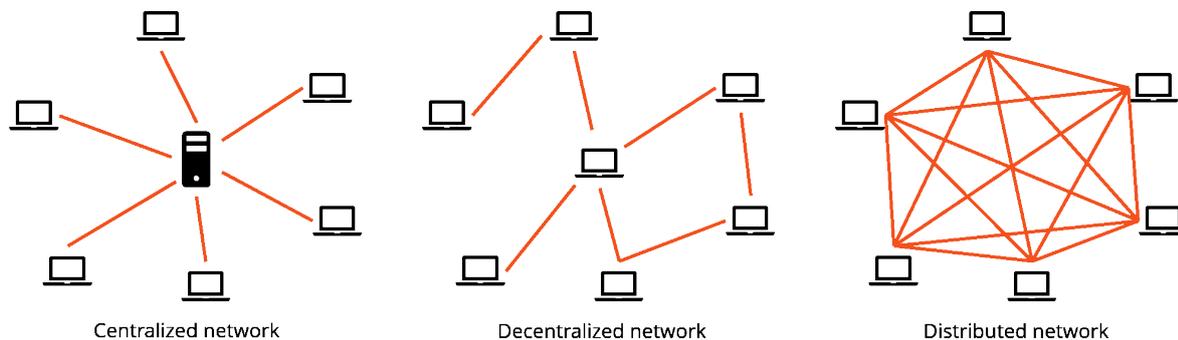


Bild 6.3: Netzwerk Topologie [48].

6.2 Hashwerte und Hashfunktionen

Der Begriff **Hash** bedeutet so viel wie etwas zerhacken oder etwas zerstreuen und wird in der Blockchain zur Datenspeicherung und Kryptologie verwendet. Da die Blockchain Technologie auf **Hash-Referenzen** beruht, ist eine umfassende Kenntnis dieser Komponente wichtig.

Allgemein verweisen Hash-Referenzen auf Daten die an einem anderen Ort als die Referenz gespeichert sind. Dabei hat die Hash-Referenz selbst einen eigenen Hashwert, der aus der Kombination der gespeicherten Daten und Informationen resultiert. Eine solche Struktur ist beim Speichern und Verknüpfen von Daten nützlich, da ein exakter und veränderungssensitiver Datenverweis besteht.

Eine **Hashfunktion** ist eine Funktion, die eine Zeichenabfolge beliebiger Länge in eine Zeichenabfolge fester Länge abbildet, dem sogenannten **Hashwert**. Dieser Hashwert ist kollisionsresistent, da es keine zwei Eingabewerte für denselben Zielwert gibt. Eine Hashfunktion ist eine Art **digitaler Fingerabdruck**, dem es möglich ist einen Inhalt eindeutig zu identifizieren.

In der Blockchain Technologie kommen eine Vielzahl von Hashing Algorithmen zum Einsatz, z.B. bei Bitcoin und anderen Kryptowährungen die **Secure Hashing Algorithms (SHA-256)**¹. Kryptographisches Hashing ermöglicht es, die verschlüsselten Transaktionen nicht mehr auf die Eingabedaten zurückzuführen, da es sich um Einwegfunktionen handelt [49].

1 **SHA-2** (von englisch *secure hash algorithm*, sicherer Hash-Algorithmus) ist der Oberbegriff für die kryptologischen Hashfunktionen SHA-224, SHA-256, SHA-384, SHA-512, SHA-512/224 und SHA-512/256, die vom US-amerikanischen National Institute of Standards and Technology (NIST) (als Nachfolger von SHA-1) standardisiert wurden.

6.3 Asymmetrische Verschlüsselung und digitale Signaturen

In der Blockchain Technologie werden **asymmetrische** Verschlüsselungen sowie **digitale Signaturen** verwendet, um Transaktionen zu autorisieren und Konten zu identifizieren. Beide Verfahren arbeiten mit Schlüsselpaaren, einem nicht geheimen (**öffentlichen**) und einem geheimen (**privaten**) Schlüssel (**Public-Key-Verfahren**).

Im Gegensatz zu einem symmetrischen Kryptosystem, brauchen die kommunizierenden Parteien keinen gemeinsamen geheimen Schlüssel zu kennen. Jeder Benutzer erzeugt sein eigenes Schlüsselpaar, das aus einem privaten und einem öffentlichem Teil besteht.

Der **öffentliche Schlüssel** ermöglicht es jedem, Daten für den Besitzer des privaten Schlüssels zu verschlüsseln, dessen digitale Signaturen zu prüfen oder ihn zu authentifizieren.

Der **private Schlüssel** ermöglicht es seinem Besitzer, mit dem öffentlichen Schlüssel verschlüsselte Daten zu entschlüsseln, digitale Signaturen zu erzeugen oder sich zu authentisieren.

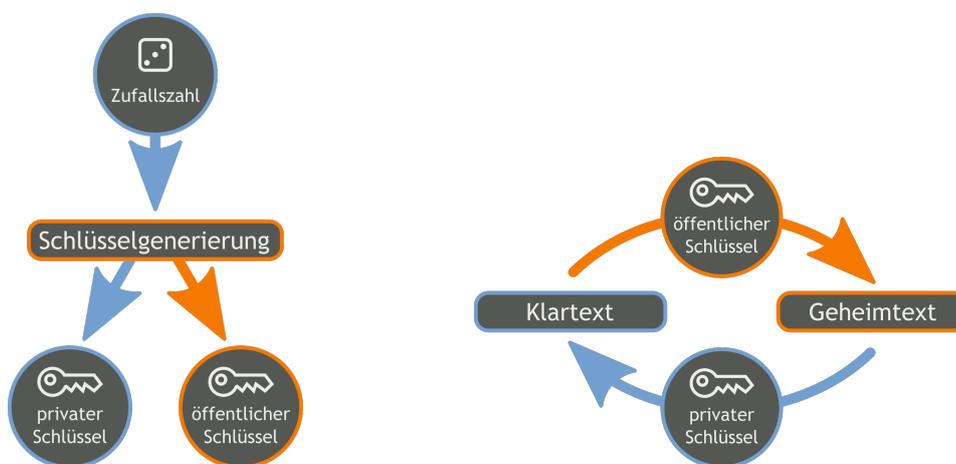


Bild 6.4: Erzeugung eines Schlüsselpaars und Verschlüsselung bzw. Entschlüsselung.

Im Fall der **digitalen Signatur** erzeugt der Sender zunächst einen Hashwert des Datenpakets und verschlüsselt diesen Hashwert mit seinem privaten Schlüssel. Diesen verschlüsselten Hashwert nennt man schließlich digitale Signatur. Der Empfänger bekommt sowohl das Datenpaket als auch die digitale Signatur gesendet. Für die Entschlüsselung der digitalen Signatur kann der Empfänger den öffentlichen Schlüssel des Senders verwenden und den resultierenden Hashwert mit dem von ihm errechneten Hashwert vergleichen.

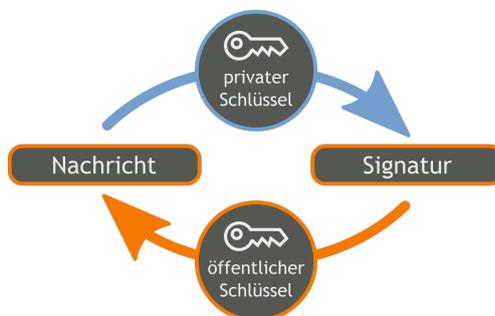


Bild 6.5: Signieren mit privatem Schlüssel und Verifikation mit öffentlichem Schlüssel.

Stimmen die beiden Hashwerte überein, kann der Empfänger sicher sein, dass die Nachricht nicht manipuliert wurde. Im Rahmen der Bitcoin-Blockchain werden die digitalen Schlüssel in einer Datenbank namens **Wallet** erstellt und gespeichert [50].

6.4 Merkle Baum

Die abgebildete Struktur aus Abbildung 6.6 wird als **Hashbaum**¹ oder **Merkle Baum** bezeichnet und speichert einzelne Transaktionen ab. Ziel ist es, mehrere Transaktionen durch einen Hashwert auszudrücken. Dazu werden die Hashwerte wiederholt aufaddiert, bis lediglich ein Hashwert übrigbleibt. Die Hashwerte für die einzelnen Transaktionen werden auch als **Hash-Referenzen** bezeichnet, die dann wiederum paarweise gruppiert werden zu Hashwert 5 und 6.

Dieser Prozess wird mit mehreren Transaktionen so lange durchgeführt, bis nur noch ein Hashwert vorhanden ist. Dieser stellt die **Wurzel** (Root) des Merkle-Baums dar. Manipulationen werden schnell identifiziert, da sich bei einer Inhaltsänderung der Transaktion der Hashwert der Transaktion und alle Resultierenden verändern.

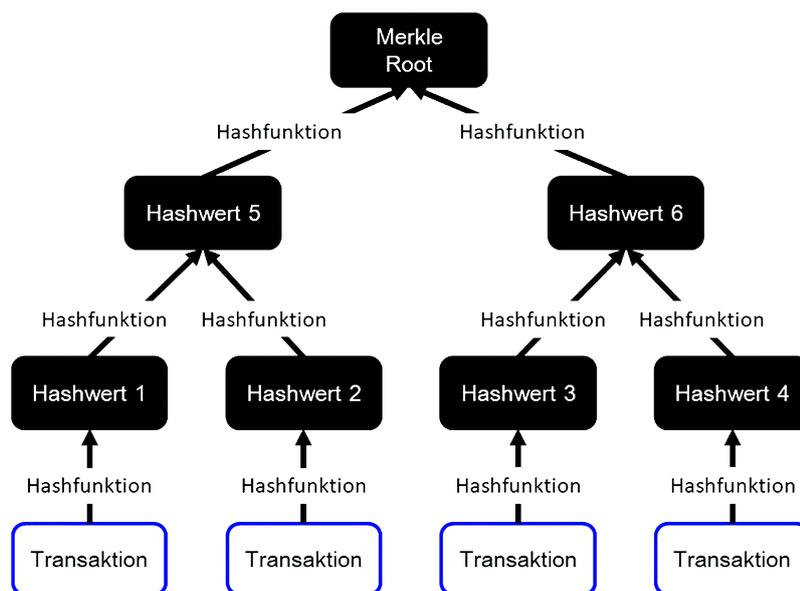


Bild 6.6: Merkle Baum.

6.5 Konsensmechanismen

Die Blockchain Technologie beruht auf einem reinen Peer to Peer Netzwerk, in dem mehrere Rechner untereinander verbunden sind und nahezu gleichberechtigt auf die Daten in der Blockchain zugreifen können. Die Konsensmechanismen sollen das frei zugängliche Netzwerk vor Fälschung und Manipulation schützen.

Da Blockchains in der Regel nicht auf ein zentrales Netzwerk mit einer kontrollierenden Instanz agieren, muss unter den Teilnehmern ein **Konsens** gefunden werden. Eine Übereinstimmung aller Teilnehmer ist erforderlich, wenn neue Blöcke als Ergänzung zur bestehenden Blockkette erbracht werden. Es existieren eine Vielzahl an verschiedenen Konsensalgorithmen, dabei sind **Proof of Work** und **Proof of Stake** die am häufigsten verwendeten Konzepte.

¹ Ein **Hash-Baum** (englisch *hash tree* oder *Merkle tree*, nach dem Wissenschaftler Ralph Merkle) ist eine Datenstruktur in der Kryptographie und Informatik.

Proof of Work

Das Proof of Work Konzept wird am häufigsten verwendet in der Blockchain und findet Anwendung z. B. bei den Kryptowährungen Bitcoin und Ethereum. Änderungen an der Blockchain Kette können durch die Netzwerkteilnehmer hergestellt werden, die **Miner**¹ genannt werden. Diese Miner versuchen eine komplexe Aufgabe zu lösen, um einen Zufallswert zu finden, der lediglich durch zufälliges Ausprobieren von Hashwerten gefunden werden kann.

Bei einer Übereinstimmung hat der Finder die Erlaubnis, den Block hinzuzufügen. Die weiteren Netzwerkteilnehmer bekommen den neuen Block mit der gefundenen Zufallszahl der Transaktion und des Blockhashes zugesendet und überprüfen diesen auf Korrektheit. Liegen keine Fehler vor, so bekommt der Miner eine **Belohnung** ausgezahlt.

Allgemein hilft der Algorithmus das Netzwerk vor zahlreichen Angriffen zu schützen, da ein Angriff auf das System viel Rechenkapazität verlangt. Der Angreifer müsste mehr als 50 Prozent des Netzwerkes kontrollieren, um eine Manipulation vorzunehmen. Dies ist bei einem großen Netzwerk schwer zu erreichen.

Die Nachteile hingegen sind, dass eine große Rechenkapazität der Blockchain Netzwerke zu einem **hohen Energieverbrauch** führt. Hinzu kommt, dass diese rechenintensive Suche nur eine geringe Anwendung findet, da kostenintensive Hardware benötigt wird. Eine große Herausforderung ist das **Skalierungsproblem**, da mit steigenden Transaktionen der Benutzer das Datenaufkommen steigt und eine mögliche Verzögerung der Transaktionsbestätigung auftreten kann [51].

Proof of Stake

Der Proof of Stake Algorithmus möchte sich von der Bereitstellung von Rechenleistung lösen. Das Ziel ist es, wie beim Proof of Work Algorithmus einen Konsens der Netzwerkteilnehmer herzustellen. Einer der größten Unterschiede ist, dass es keine Miner gibt, sondern Validatoren. Als Basis wird ein Anteilssystem herangezogen. Die Wahrscheinlichkeit, an der Bildung eines Blockchains mitzuwirken, hängt somit von dem vorhandenen Werteinlagen, also dem **Werteinlagenanteil** ab. Diese Methode setzt voraus, dass die Teilnehmer einen gewissen Anteil an Werteinlagen besitzen müssen, um an der Bildung von Blöcken teilzunehmen.

Die hinterlegten Einlagen werden als **Stake** bezeichnet. Der Proof of Stake Algorithmus hat keine direkte Belohnung, da kein Wettbewerb wie beim Proof of Work vorhanden ist. Jedoch wird für das Validieren und die Konsensbildung eine **Transaktionsgebühr** verlangt, die der Validator erhält. Anders als beim Proof of Work werden auch keine neuen Werteinlagen als Belohnung erstellt, da diese von Beginn an im System verteilt sind.

Das Proof of Stake Konzept wird z. B. verwendet bei den Kryptowährungen Cardano, Algorand und ab 2020 bei der zweitgrößten Kryptowährung Ethereum. Allgemeine Vorteile sind zum einen die Entkopplung von der genutzten Rechenleistung sowie ein höherer Durchsatz an Transaktionen. Nachteilig ist die Tendenz zur Zentralisierung, da Teilnehmer mit einem hohen Anteil an Werteinlagen bevorzugt werden [52].

1 Das Wort „**Mining**“ leitet sich vom englischen Wort für „Bergbau“ ab und bezieht sich auf den gemeinsamen Einsatz der Rechenleistung eines Netzwerks. Beim Mining bekommen die Schürfer eine Belohnung, die sich danach richtet, wie viel Rechenkapazität sie dem Netzwerk zur Verfügung stellen.

6.6 Verkettung von Blöcken am Beispiel Bitcoin

Ein Block in einer Blockchain enthält einen strukturierten Datensatz mit beliebigen Transaktionen. Die Rechner verbinden sich über ein Peer to Peer Netzwerk miteinander und erhalten alle Informationen der gesamten Blockchain. Bei der erstmaligen Verwendung einer Blockchain wird ein **Genesis Block**¹ generiert, an den sich alle weiteren Blöcke anhängen. In der Tabelle 6.1 ist der Block Header eines Bitcoins abgebildet.

Datenmenge	Block-Header
4 Byte	Version
32 Byte	HashPrev
32 Byte	Merkle Hash
4 Byte	Timestamp
4 Byte	Difficulty
4 Byte	Nonce

Tabelle 6.1: Inhalt eines Blocks beim Bitcoin.

Die Erstellung eines Bitcoin-Blocks erfolgt alle zehn Minuten und wird über den Schwierigkeitsgrad gesteuert. In diesem definierten Zeitintervall wird ein neuer Block von einem Rechner erstellt, der im Proof of Work Algorithmus ausgewählt wurde. Mit Hilfe des Algorithmus probieren die Miner die **Nonce**² (=Zufallszahl) zu finden. Der Schwierigkeitsgrad ist eine natürliche Zahl und gibt an wie viele führenden Nullen der Hash-Wert mindestens haben muss. Durch die Anpassung der Schwierigkeit (Anpassung der führenden Nullen) eine passende Nonce zu finden, wird sichergestellt, dass mit zunehmender Rechenkapazität die benötigte Dauer zur Erstellung eines Blocks konstant bleibt.

In jedem neuen Block wird der Hash-Wert des letzten gültigen Blocks und ein Zeitstempel aufgenommen. Dies führt dazu, dass die Blöcke in einer **chronologischen Reihenfolge** miteinander verknüpft sind und zusätzlich der Erstellungszeitpunkt des Blocks dokumentiert wird.

Der Merkle Hash dient zur Prüfung der Integrität der Daten und Transaktionen in einem Block. Der bereits beschriebene Merkle Baum fasst alle Transaktionen zu einem Hash zusammen, der im Block-Header hinterlegt ist. Die Bitcoin Version Nummer gibt an welche Blockvalidierungsregeln der Block verwendet und hilft, Änderungen im Protokoll zu verfolgen [53].

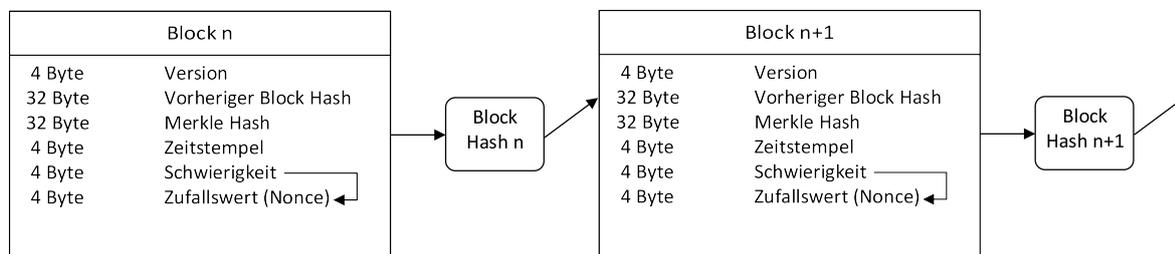


Bild 6.7: Block Kette angelehnt an [53].

- 1 Der **Genesis Block** ist der aller erste Block innerhalb der Bitcoin-Blockkette. Anders als alle anderen Blöcke wurde er nicht vom Netzwerk errechnet, sondern stattdessen vor der offiziellen Veröffentlichung von Bitcoin. Außerdem ist es auch fest im Quellcode verankert.
- 2 Eine **Nonce** (englisch) bezeichnet ein vorläufiges Wort, eine Buchstaben- oder Zahlenfolge, die kurzfristig mit der Absicht gewählt wurden, bald durch etwas „Besseres“ ersetzt zu werden.

6.7 Berechtigungsarchitektur

Allgemein unterscheidet man zwischen **öffentlichem** und **privatem** Zugriff auf ein Blockchain-System, jedoch ist in manchen Fällen eine Genehmigung erforderlich.

Ein Beispiel für öffentliche und zulassungsbeschränkte Blockchain-Systeme sind all diejenigen, die ein Proof of Stake Konsensverfahren nutzen. Dabei ist der **Erwerb von Werteinlagen** die Voraussetzung, um eine Prüfleistung aus technischer Sicht zu erbringen. Bei rein öffentlichen Netzwerken haben die Teilnehmer unabhängig von ihren Rechten vollen Zugriff.

Die private Blockchain basiert auf dem Konzept, dass nicht jede Anwendung für jeden Benutzer offen sein sollte, um die Aufzeichnungen zu lesen oder Validierungen vorzunehmen. Da manche Systeme beispielsweise für unternehmensinterne Themen konzipiert sind und nur für eine bestimmte Nutzergruppe sinnvoll sind, sollten die Informationen nicht mit anderen Personen geteilt werden. Die Implementierung eines Netzwerkoperators sowie ein klar definiertes **Rechte- und Zugriffssystem** sind erforderlich.

Ein Beispiel für private und zulassungsbeschränkte Blockchain Systeme können vertrauliche Verträge, Steuererklärungen oder staatliche Anwendungsmöglichkeiten sein. Im Gegensatz dazu finden private und zulassungsfreie Systeme Anwendung bei Lizenzvergaben oder zur Nachvollziehbarkeit von Lieferketten.

		Validierung	
		Permissionless	Permissioned
Zugriff	Public	Jeder darf lesen und validieren.	Jeder darf lesen, nur Berechtigte validieren.
	Private	Nur Berechtigte dürfen lesen, jeder darf validieren.	Nur Berechtigte dürfen lesen und validieren.

Bild 6.8: Klassifizierung der Berechtigungsarchitektur [54].

6.8 Anwendungsfelder

Logistik

In der Logistik bildet die Blockchain einen Ansatz, alle Transaktionen und damit verbundenen Informationen zu vereinen. Drei wichtige Anwendungsbereiche innerhalb der Logistik sind die Sendungsverfolgung, das Risikomanagement und die Selbststeuerung [55].

Zum Beispiel gibt es nach Schätzungen der WHO jährlich 600 Millionen Fälle von durch Lebensmittel hervorgerufene Erkrankungen. Zu den größten Herausforderungen zählt dabei die Sicherheit in der Food Chain. Die automatisierte und digitale Sendungsverfolgung von Lebensmitteln beinhaltet wichtige Kriterien: Informationen bezüglich Temperatur, Reifegrad und Qualität der Güter müssen abrufbar sein, ebenso wie Daten zum Zeitpunkt der Verladung und der Entladung, sowie Zertifizierungen und Qualitätsgütesiegel Blockchains können die Daten jederzeit bereitstellen und Manipulationen verhindern.



Bild 6.9: Mit Blockchain-Software kann man z. B. vertrauenswürdige Informationen über Lebensmittel verwalten. (Foto: IBM/Connie Zhou)

Smart Home

Bereits heute haben Neubauwohneinheiten zahlreiche Smart-Home-Funktionen. Ein großes Risiko bei einem Smart Home ist jedoch die Sicherheit, denn auch eine gute Firewall bietet keinen vollumfänglichen Schutz. Dementsprechend könnte Blockchain Technologien in diesem Bereich für mehr Sicherheit sorgen.



Bild 6.10: Blockchain-Technologie wird für größere Sicherheit im vernetzen Haus sorgen.

Smart Cities

Zahlreiche Großstädte möchten sich zur Smart City transformieren. Hierzu gehören intelligente Straßenführungen, angepasste Tempogrenzen, automatische Luftmessungen. Auch neue Versorgungskonzepte wie Smart Grids zur Energieversorgung oder Ladesäulen mit modernen Bezahlkonzepten gehören hierzu.



Bild 6.11: Blockchain-Technologie vernetzt die Smart City.

Digitale Identitäten

Bei dezentralen digitalen Identitäten geht es darum, dass der Nutzer seine digitale Identität selbst verwaltet, ohne von einem zentralen Identitätsdienstleister abhängig zu sein, bei dem die Daten gespeichert sind. Stattdessen erhält der Nutzer einmalig von vertrauenswürdigen Stellen wie staatlichen Behörden digitale Bescheinigungen über bestimmte persönliche Identitätsmerkmale, wie Adresse oder Alter, die er dann ohne weitere Zustimmung durch den Aussteller zur Identifizierung und Authentisierung nutzen kann.

Die Blockchain wird dazu genutzt, die Legitimität der ausgestellten digitalen Bescheinigungen zu garantieren, die als solche keinen Rückschluss auf die Personendaten zulassen. Dezentralen digitalen Identitäten kommt eine besondere Bedeutung zu, weil sich mit ihnen nicht nur Menschen, sondern auch zum Beispiel auch Maschinen oder Unternehmen ausweisen können. Durch vertrauenswürdige, dezentrale Identitäten und Zertifikate lassen sich zahlreiche Prozesse effizienter gestalten, beispielsweise beim Risiko- und Compliance-Management in der Lieferkette.

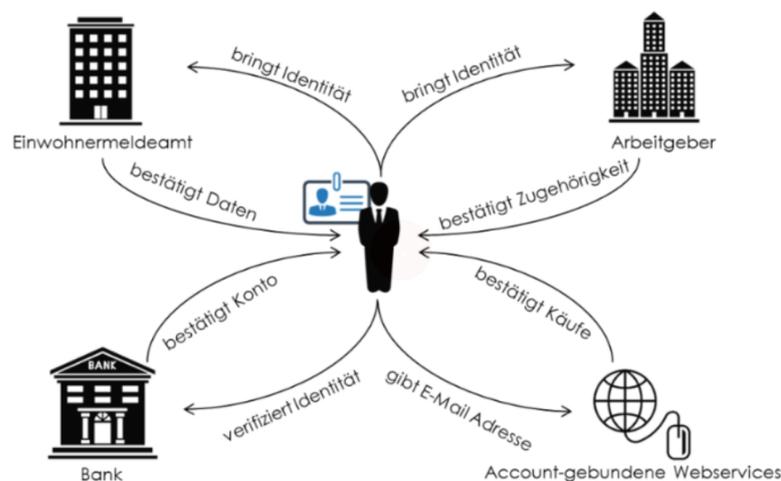


Bild 6.12: Blockchain-Technologie sichert die Identität.

E-Health

Der Gesundheitsmarkt gilt als einer der Wachstumssektoren der Zukunft. Dabei etablieren sich bereits neue Betreuungskonzepte und moderne Maschinen ermöglichen eine bessere Diagnose komplexer Krankheitsbilder. Digitalisierte Gesundheitsakten können eine bessere Verwaltung der Zugriffsrechte gewährleisten.

In der pharmazeutischen Industrie stellen Counterfeit Drugs, also Medikamenten-Imitate, und deren illegaler Handel ein großes Problem dar. Eine sichere und transparente Wertschöpfungskette ist deshalb für die Garantie von Medikamentenechtheit und Patientensicherheit elementar [56].

Neben nationalen Ansätzen mit einem zentralen Datenbanksystem, wie z.B. **securPharm** in Deutschland, können Blockchain-basierte Systeme ohne zentrale Instanzen auskommen.

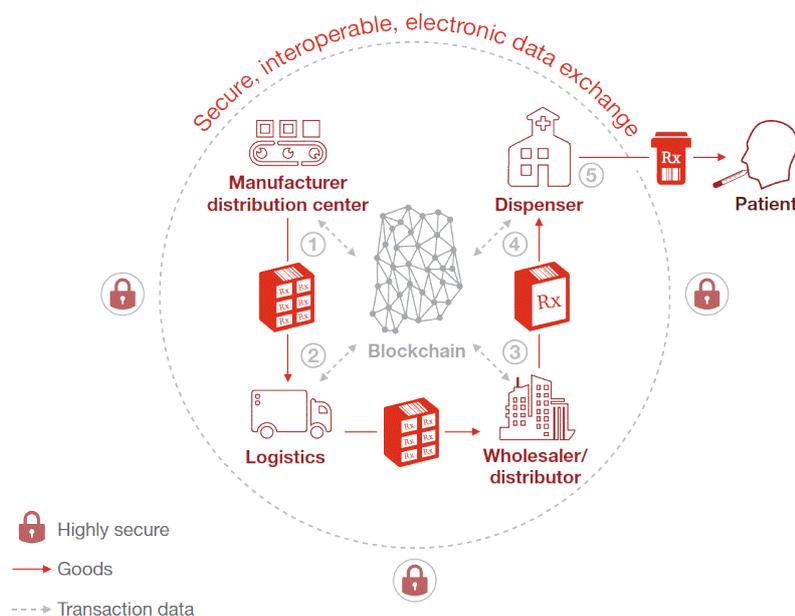


Bild 6.13: Blockchain-Technologie im Gesundheitswesen.

Smart Contracts

Smart Contracts bestehen aus Softwarecodes, die einen physischen Vertrag abbilden. Durch das Erstellen von Smart Contracts entstehen eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten im Finanzbereich, in der Politik und Verwaltung, in der Energieversorgung sowie in vielen weiteren Bereichen.

Der erste Schritt beschreibt einen Transaktionseingang, bei dem ein digital prüfbares Ergebnis ausgelöst wird. Im nächsten Schritt verarbeitet der Programmcode das Ereignis und nimmt eine rechtliche Handlung vor.

Bei dem prüfbareren Ergebnis kann es sich beispielsweise um die Verspätung eines Flugzeuges handeln. Ist diese größer als zwei Stunden, wird das Ereignis ausgelöst und im Programmcode verarbeitet. Im Fall der Flugverspätungsversicherung handelt es sich bei der rechtlichen Handlung um die automatische Schadenskompensation für den Versicherten.

Realisiert man Smart Contracts innerhalb einer Blockchain, dann entfällt die Rolle des **Intermediärs**, da das Vertrauen auf dem Konsensmechanismus der Blockchain beruht. Aufgrund der Automatisierung werden Transaktionen deutlich schneller und kostengünstiger ausgeführt [57], [58].

Automobil- und Mobilitätsbranche

Unsere bekannte Mobilität steht vor dem Umbruch. Autonome Fahrzeuge, neue Antriebskonzepte und zahlreiche neue Mobilitätskonzepte strömen auf den Markt. In Zukunft müssen die unterschiedlichen Fahrzeuge milliardenfach Transaktionen tätigen.

Smart Contracts in Verbindung mit M2M¹ bieten beispielsweise das Betanken von Autos, das eigenständig und ohne die Verwendung eines Vermittlers ablaufen kann.

Dabei erkennen sich das Auto und die Tanksäule gegenseitig und tauschen Informationen über die Zahlung und das geforderte Benzin aus. Das Auto interagiert direkt mit der öffentlichen Blockchain und bezahlt mittels einer Kryptowährung. Es besitzt eine eigene Wallet und kann damit automatisch für Infrastrukturen und Service bezahlen.

Neben dem Tanken kann es beim Carsharing, dem Parken und einer Maut verwendet werden. Es handelt sich dabei um ein System, das schnelle Transaktionen zwischen Maschinen, Fahrzeugen und Geräten im sogenannten IoT (Internet of Things) ermöglicht [47].



Bild 6.14: M2M Kommunikation

Smart Grids - Dezentrale Energieversorgung

Die Energiewirtschaft bietet einen weiteren Sektor, in der die Blockchain Technologie zukünftig zum Einsatz kommen kann. Die Bereitstellung von Strom erfolgt momentan über lange Wege vom Energieerzeuger zum Verbraucher, da es relativ wenig große Energieversorger gibt. Durch eine Dezentralisierung der Energieversorgung mittels Blockchain-Technologie, könnten lokale Energieproduzenten und -konsumenten auf einem dezentralisierten Energiemarkt miteinander verbunden sein. Es kann somit eine sichere und schnelle Transaktion zwischen den Teilnehmern ermöglicht werden [59].

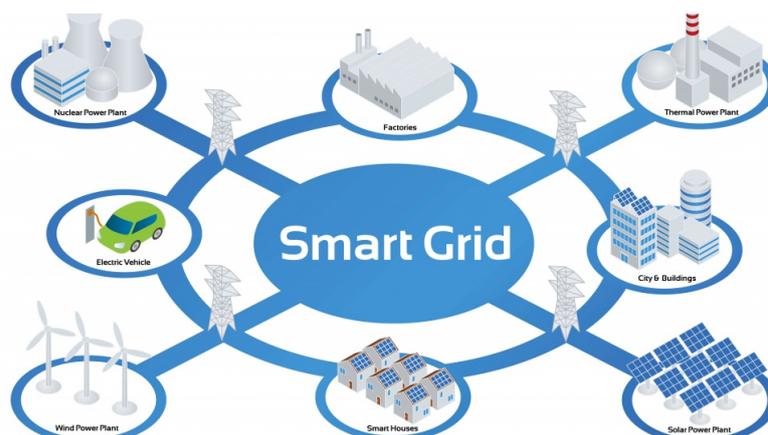


Bild 6.15: Blockchain-Technologie im Energiesektor.

1 **Machine-to-Machine (M2M)** steht für den automatisierten Informationsaustausch zwischen Endgeräten wie Maschinen, Automaten, Fahrzeugen oder Containern untereinander oder mit einer zentralen Leitstelle, zunehmend unter Nutzung des Internets und den verschiedenen Zugangsnetzen, wie dem Mobilfunknetz.

6.9 Chancen und Risiken der Technologie

Wenngleich Smart Contracts enorme Chancen aufzeigen, so gibt es dennoch Risiken, die in der nachfolgenden Auflistung aufgezeigt werden [48].

Chancen

- **Verfügbarkeit der Daten**
Die Daten werden redundant gespeichert und mittels eines Peer to Peer Netzwerks auf den Nodes verteilt.
- **Irreversibilität der Daten**
Daten können nicht manipuliert oder gelöscht werden.
- **Dezentralisierung**
Ein Konsensverfahren stellt das Vertrauen der Teilnehmer sicher.
- **Integrität der Daten**
Durch die Blockverkettung sind die Daten in der Zeitfolge nachvollziehbar protokolliert, nachvollziehbar und sicher gespeichert.
- **Transparenz**
Jeder Netzwerkteilnehmer hat Zugang zu der Datenbank und kann Transaktionen einsehen.
- **Automatisierung**
Die Programmierbarkeit der Transaktionen sowie die Ausführung eines Computerprogramms (Smart Contracts) ist möglich.

Risiken

- **Hoher Energieverbrauch**
Der Proof of Work Konsensmechanismus benötigt eine hohe Rechenleistung, die zu einem hohen Energieverbrauch führen.
- **Skalierbarkeit**
In einer öffentlichen Blockchain besteht aufgrund des großen Datenvolumens, welches zwischen den Teilnehmern ausgetauscht werden muss, die Herausforderung der Skalierbarkeit. Größere Blöcke ermöglichen höhere Transaktionsraten im Netzwerk, erhöhen jedoch den Rechen- und Kommunikationsaufwand für die Konsens-Mechanismen.
- **Rechtliche Rahmenbedingungen**
Blockchain kann ohne Grenzen von Nationalstaaten funktionieren, die Transaktionsbeteiligten können sich in verschiedenen Jurisdiktionen befinden.
- **Irreversibilität**
Spezifikations- oder Programmierfehler können besonders bei Smart Contracts schwere Folgen haben.

6.10 Zusammenfassung

Die Blockchain Technologie verspricht vielseitige Anwendungsfelder, da es sich um eine breit einsetzbare Technologie handelt. Die angeführten Anwendungsbeispiele aus den Bereichen M2M, Smart Contracts oder dezentrale Energieversorgung zeigen, dass die Technologie das Potenzial aufweist weite Bereiche der Gesellschaft zu verändern. Trotzdem sind noch viele Herausforderungen und offene Fragen hinsichtlich Skalierbarkeit, Anonymität und juristische Aspekte zu klären.

Es beschäftigen sich vermehrt Forschungsakteure und Experten mit dem Thema und auch die Forschungsförderungsgesellschaft-FFG unterstützt einen „Blockchain Startup Contest“, bei dem Kleinunternehmen finanzielle Unterstützung bekommen. Doch gerade Unternehmen sollten einen Austausch mit internationalen Blockchain Experten wahrnehmen, um bedarfsorientierte Anwendungen zu erarbeiten. Auch verstärkte Kommunikations- und Informationsmaßnahmen durch Konferenzen und einer erhöhten Medienaktivität sollten überlegt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Gerhard Oswald and Helmut Krcmar, editors. *Digitale Transformation: Fallbeispiele und Branchenanalysen*. SpringerLink Bücher. Springer Gabler, Wiesbaden, 2018. (Zitiert auf Seiten)
- [2] Daniel R. A. Schallmo, Joachim Reinhart, and Evelyn Kuntz. *Digitale Transformation von Geschäftsmodellen, Erfolgreich Gestalten: Trends, Auswirkungen und Roadmap*. Schwerpunkt Business Model Innovation Ser. Gabler, Wiesbaden, 2018. (Zitiert auf Seiten)
- [3] Robert Obermaier. *Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation: Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen*. 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [4] Stefan Meinhardt and Alexander Pflaum. *Digitale Geschäftsmodelle – Band 1: Geschäftsmodell-Innovationen, digitale Transformation, digitale Plattformen, Internet der Dinge und Industrie 4.0*. Edition HMD. 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [5] Daniel Schallmo. *Jetzt digital transformieren: So gelingt die erfolgreiche digitale Transformation Ihres Geschäftsmodells*. essentials. Springer Gabler, Wiesbaden, 2., überarbeitete und erweiterte auflage edition, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [6] Ernest Wallmüller. *Praxiswissen Digitale Transformation: Den Wandel verstehen, Lösungen entwickeln, Wertschöpfung steigern*. Hanser and Gabler Verlag, München, 2017. (Zitiert auf Seiten)
- [7] FrankfurterAllgemeinZeitung. Disruption, baby, disruption! (Zitiert auf Seiten)
- [8] Clayton Christensen. *The innovator's dilemma : when new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business School Press, 1997. (Zitiert auf Seiten)
- [9] Bundesministerium. Einführungsszenarien und migrationspfade industrie 4.0. (Zitiert auf Seiten)
- [10] Timo Strathmann. *Elektromobilität als disruptive Innovation*. Springer Gabler, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [11] Christoph Schlautmann. Fotoindustrie kodak selbst laeutete den niedergang ein. (Zitiert auf Seiten)
- [12] Thales Teixeira. Harvard business review: Disruption starts with unhappy customers not technology. (Zitiert auf Seiten)
- [13] Greg Satell. Forbes: 4 ways to beat disruptive innovation. (Zitiert auf Seiten)
- [14] Walter Isaacson. Harvard business review: The real leadership lessons of steve jobs. (Zitiert auf Seiten)
- [15] GoogleX. Company website. (Zitiert auf Seiten)
- [16] Daimler. Der weg zum otto-motor. (Zitiert auf Seiten)
- [17] RechnerOnline. Elektroauto verbrauch. (Zitiert auf Seiten)

- [18] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Künstliche Intelligenz in der Industrie 4.0: Technologieszenario. *Working Paper*, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [19] Wolfgang Ertel. *Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine praxisorientierte Einführung*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden and s.l., 4 // 3. Aufl. 2013 edition, 2016 // 2013. (Zitiert auf Seiten)
- [20] Werner Kinnebrock. *Neuronale Netze: Grundlagen, Anwendungen, Beispiele*. Oldenbourg, München, 2., verb. Aufl. edition, 1994. (Zitiert auf Seiten)
- [21] K. Mainzer and Klaus Mainzer. *Künstliche Intelligenz - Wann übernehmen Maschinen? // Künstliche Intelligenz - Wann übernehmen die Maschinen?* Technik im Fokus. Springer Verlag and Springer, Deutschland, 2019 // 2016. (Zitiert auf Seiten)
- [22] Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Arbeitsmarkt 2030 - Digitalisierung der Arbeitswelt. 2016. (Zitiert auf Seiten)
- [23] Marcus Schuler. Facebooks größtes Skandal-Jahr, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [24] SAP. Was ist maschinelles Lernen? (Zitiert auf Seiten)
- [25] Tobias Müller. Spielarten der künstlichen Intelligenz: Maschinelles Lernen und künstliche neuronale Netze, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [26] SAS Insights. Data Mining: What it is and why it matters, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [27] Wortbedeutung, 2020. (Zitiert auf Seiten)
- [28] Markus Maurer, Christian Gerdes, Barbara Lenz, and Hermann Winner. *Autonomes Fahren; Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Springer Verlag GmbH Berlin, Berlin, 2015. (Zitiert auf Seiten)
- [29] Andrea Uhr. Automatisiertes Fahren. (Zitiert auf Seiten)
- [30] Runter vom Gas. Die häufigsten Unfallursachen. (Zitiert auf Seiten)
- [31] Statistisches Bundesamt. Verkehrstote in Deutschland ab 1950. (Zitiert auf Seiten)
- [32] Uwe Kloos, Natividad Martinez, and Gabriela Tullius. Design the future. (Zitiert auf Seiten)
- [33] Philip Bethge. Warum Menschen und Maschinen nicht zusammen Auto fahren können. (Zitiert auf Seiten)
- [34] n.a. Machine Learning in Mensch-Maschine-Schnittstellen. (Zitiert auf Seiten)
- [35] Vanessa Schäffner. Wenn Ethik zum Programm wird: Eine Risikoethische Analyse moralischer Dilemmata des autonomen Fahrens. (Zitiert auf Seiten)
- [36] DPMA. Rechtlicher Rahmen. (Zitiert auf Seiten)
- [37] ADAC. Gesetz zum autonomen Fahren: Diese Regeln gelten. (Zitiert auf Seiten)
- [38] *Arbeit 4.0 - Digitalisierung, IT und Arbeit: IT als Treiber der digitalen Transformation*. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2018. (Zitiert auf Seiten)
- [39] Steffen Wischmann and Ernst Andreas Hartmann, editors. *Zukunft der Arbeit - eine praxisnahe Betrachtung*. Autonomik Industrie 4.0. Springer Vieweg, Berlin, Germany, [1. Auflage] edition, 2018. (Zitiert auf Seiten)
- [40] Industrie und Handelskammer. Praxisleitfaden Arbeiten 4.0: Der Mensch ist entscheidend! (Zitiert auf Seiten)
- [41] J. Keynes. *Essays in Persuasion*. Palgrave Macmillan UK, London, 3rd ed. edition, 2016. (Zitiert auf Seiten)

- [42] Ute Klammer, Susanne Steffes, Michael F. Maier, Daniel Arnold, Oliver Stettes, Lutz Bellmann, and Hartmut Hirsch-Kreinsen. *Arbeiten 4.0 — folgen der digitalisierung für die arbeitswelt. Wirtschaftsdienst*, 97(7):459–476, 2017. (Zitiert auf Seiten)
- [43] Walter Frenz, editor. *Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft*. Springer Berlin Heidelberg and Springer, Berlin, Heidelberg, 1st ed. 2020 edition, 2020. (Zitiert auf Seiten)
- [44] Thomas Straubhaar. *Radikal gerecht: Wie das bedingungslose Grundeinkommen den Sozialstaat revolutioniert*. Edition Körber-Stiftung, Hamburg, 2017. (Zitiert auf Seiten)
- [45] Aleksander Berentsen and Fabian Schär. *Bitcoin, Blockchain und Kryptoassets*. BoD - Books on Demand, Norderstedt, erste auflage edition, 15. Januar 2017. (Zitiert auf Seiten)
- [46] Dieter Uckelmann. *Blockchain – anwendungen in logistik und supply chain: Funktionsweise, use cases und leitfaden für unternehmen*, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [47] Rodrigo da Rosa Righi, Antonio Marcos Alberti, and Madhusudan Singh, editors. *Blockchain Technology for Industry 4.0: Secure, Decentralized, Distributed and Trusted Industry Environment*. Blockchain Technologies. 1st ed. 2020 edition, 2020. (Zitiert auf Seiten)
- [48] Bartek Mika and Alexander Goudz. *Blockchain-Technologie in der Energiewirtschaft: Blockchain als Treiber der Energiewende*. 1st ed. 2020 edition, 2020. (Zitiert auf Seiten)
- [49] Johannes Hinckeldeyn. *Blockchain-Technologie in der Supply Chain: Einführung und Anwendungsbeispiele*. essentials. 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [50] Stephan Spitz, Michael Pramateftakis, and Joachim Swoboda. *Kryptographie und IT-Sicherheit: Grundlagen und Anwendungen*. Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, 2., überarbeitete auflage edition, 2011. (Zitiert auf Seiten)
- [51] Matthias Groß, Matthias Müller-Wiegand, and Daniel F. Pinnow, editors. *Zukunftsfähige Unternehmensführung*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [52] Cong T. Nguyen, Dinh Thai Hoang, Diep N. Nguyen, Dusit Niyato, Huynh Tuong Nguyen, and Eryk Dutkiewicz. Proof-of-stake consensus mechanisms for future blockchain networks: Fundamentals, applications and opportunities. *IEEE Access*, 7:85727–85745, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [53] Norbert Pohlmann, editor. *Cyber-Sicherheit: Das Lehrbuch für Konzepte, Prinzipien, Mechanismen, Architekturen und Eigenschaften von Cyber-Sicherheitssystemen in der Digitalisierung*. 1st ed. 2019 edition, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [54] Sigurd Schacht and Carsten Lanquillon. *Blockchain und maschinelles Lernen: Wie das maschinelle Lernen und die Distributed-Ledger-Technologie voneinander profitieren*. 1st ed. 2019 edition, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [55] M. Petersen. *Blockchains für Produktion und Logistik – Grundlagen, Potenziale und Anwendungsfälle*. ZWF 111 (2016) 10, S. 626 – 629. 2016. (Zitiert auf Seiten)
- [56] SAP (Hrsg.). *Verifying pharmaceutical products using blockchain (film)*, 2019. (Zitiert auf Seiten)
- [57] AXA. *Axa goes blockchain with fizzy*, 2017. (Zitiert auf Seiten)
- [58] Robert Wilkens and Richard Falk. *Smart Contracts: Grundlagen, Anwendungsfelder und rechtliche Aspekte*. essentials. 1st ed. 2019 edition, 2019. (Zitiert auf Seiten)

- [59] Hans-Georg Fill and Andreas Meier. *Blockchain kompakt: Grundlagen, Anwendungsoptionen und kritische Bewertung*. IT kompakt. 1st ed. 2020 edition, 2020. (Zitiert auf Seiten)