



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Der Einfluss der Digitalisierung auf die
Geschäftsprozesse des Facility-Managements“

Eine vergleichende Studie der angewandten Technologien in der Healthcare-Industrie

verfasst von / submitted by

Elena Catharina Stelzig, BSc (WU)

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2021 / Vienna 2021

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 066 915

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Betriebswirtschaft

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr.
Michaela Schaffhauser-Linzatti

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

ao. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Mag.rer.soc.oec. Dr.techn.
Redlein Alexander

Abstract

Ziel dieser Masterarbeit ist es, den aktuellen Einfluss der Digitalisierung auf die Geschäftsprozesse des Facility-Managements zu beschreiben und dabei die angewandten Technologien bei Facility-Services in der Healthcare-Industrie mit jenen anderer Industriezweige zu vergleichen. Die Forschungsfragen, die im Zuge dieser Arbeit beantwortet wurden, lauten: Wie werden Emerging-Technologien bei Facility-Services in der Healthcare-Industrie im Vergleich zu anderen Industrien eingesetzt? Wie verhalten sich die Facility-Services in der Healthcare-Industrie im Vergleich zu den anderen Facility-Service-Industrien bezüglich Digitalisierung? Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten gibt es in Bezug auf die angewandten Technologien?

Bezüglich der Methodik wurde die Grounded Theory angewandt, da diese die Analyse von quantitativen und qualitativen Daten ermöglicht. Aus der Auswertung von 931 Anwendungsbeispielen von Facility-Services lässt sich ableiten, dass die Künstliche Intelligenz am häufigsten Anwendung findet, gefolgt vom Internet der Dinge, Big Data, Cloud-Computing und Robotics. Bei Facility-Services in der Healthcare-Industrie werden die Künstliche Intelligenz, das Internet der Dinge und Augmented/Virtual Reality häufig eingesetzt.

Stichworte: Facility-Services, Digitalisierung, Branchenvergleich, Healthcare-Industrie

Vorwort

Die Thematik Digitalisierung hat mich während meiner Studienzeit und in meinem bisherigen Berufsleben begleitet und besonderes Interesse in mir geweckt. Dies war einer der Hauptgründe dafür, dass ich mich dieser Thematik im Zuge meiner Masterarbeit widmen wollte. Durch ein Gespräch mit der SIMACEK Facility Management Group GmbH, die mit dem Institut für Immobilien und Facility-Management der Technischen Universität Wien kooperiert, kam ich auf das Thema dieser Arbeit, welches vor allem in der Praxis von Facility-Management-Unternehmen von hoher Relevanz ist. Ein großer Dank gilt hierbei ao. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Mag.rer.soc.oec. Dr.techn. Alexander Redlein, der sich als Abteilungsleiter des Instituts für Immobilien und Facility-Management bereit erklärt hat, mich bei meiner Arbeit zu unterstützen. Des Weiteren möchte ich mich recht herzlich bei ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Michaela Schaffhauser-Linzatti für die Betreuung der Masterarbeit und das wertvolle Feedback bedanken. Ein weiterer Dank gebührt meiner geschätzten Arbeitskollegin und Freundin Dr. Julia Raupp, die mich mit ihrem wissenschaftlichen Know-How speziell bei der Konzeption der Masterarbeit unterstützt hat. An dieser Stelle möchte ich mich auch bei meinen Freunden und meinem Freund bedanken, die mich immer motiviert haben und stets ein offenes Ohr für mich hatten.

Schließlich gilt mein größter Dank meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, die mir mein Studium ermöglicht und mich bei meinen Entscheidungen immer unterstützt haben.

Wien am 16. April 2021

Elena Stelzig

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Problemstellung	1
1.2.	Forschungsfragen	2
1.3.	Aufbau der Arbeit	3
2.	Literaturüberblick zu Branchen und Technologien im Facility-Service	5
2.1.	Überblick über die Branchen, in denen Facility-Service angewandt wird	6
2.2.	Fokussierte Darstellung der Healthcare-Branche	16
2.3.	Technologien für die Digitalisierung von Facility-Services	18
2.3.1.	Begriffsdefinition und Grundlagen der Digitalisierung	18
2.3.2.	Häufig angewandte Technologien bei Facility-Services	19
2.3.3.	Weitere Technologien im Facility-Service	41
3.	Methodik	52
3.1.	Methodik der Grounded Theory	53
3.2.	Prozess der Grounded Theory	54
3.2.1.	Methode des ständigen Vergleichs und das theoretische Sampling	56
3.2.2.	Kodieren des Datenmaterials	58
3.3.	Vor- und Nachteile der Grounded Theory	60
3.4.	Anwendung der Methodik	61
3.5.	Gewonnene Daten	62
4.	Forschungsergebnisse	66
5.	Fazit	70
6.	Literaturverzeichnis	72

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Meilensteine der KI-Forschung.....	20
Abbildung 2: Meilensteine der IoT-Forschung.....	24
Abbildung 3: Meilensteine der Big Data-Forschung	28
Abbildung 4: Fünf Vs von Big Data.....	30
Abbildung 5: Meilensteine der Cloud-Computing-Forschung	33
Abbildung 6: Meilensteine der Robotics-Forschung	37
Abbildung 7: BIM im Bauwerkslebenszyklus	49
Abbildung 8: Grounded Theory – der Prozess	55
Abbildung 9: Kodierparadigma nach Strauss	60
Abbildung 10: Ausschnitt Kreuztabelle ‚Industrien x Technologien‘	64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Häufigkeit der Anwendung von Technologien bei Facility-Services	18
Tabelle 2: Zuordnung der Technologien zu Überkategorien	18
Tabelle 3: Publikationsdatum – Fallbeispiele Datenbank	61
Tabelle 4: Rangreihung der Technologien je Branche	65
Tabelle 5: Häufigkeit der Nennung von Industriezweigen	66
Tabelle 6: Häufigkeit der Nennung von Technologien.....	67
Tabelle 7: Rangreihung der Technologien je Branche inkl. Nennungen	68

Abkürzungsverzeichnis

AI	<i>Artificial Intelligence</i>
AR	<i>Augmented Reality</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BMVI	<i>Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur</i>
ESVG	<i>Europäische System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung</i>
EU	<i>Europäische Union</i>
FS	<i>Facility-Service</i>
IaaS	<i>Infrastructure-as-a-Service</i>
IFM	<i>Institut für Immobilien und Facility-Management</i>
IoT	<i>Internet der Dinge</i>
ISIC	<i>International Standard Industrial Classification of all Economic Activites</i>
IT	<i>Informationstechnologie</i>
KI	<i>Künstliche Intelligenz</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LoRaWAN	<i>Low-Power-Wide-Area-Technologie</i>
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
MRO	<i>Maintenance, Repair and Operation</i>
NACE	<i>Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft</i>
NBIM	<i>National Institute of Building Science</i>
NIST	<i>National Institute of Standard and Technology</i>
NLP	<i>Natural Language Processing</i>
ÖBB	<i>Österreichischen Bundesbahnen</i>
OECD	<i>Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung</i>
ÖNACE	<i>Österreichische Systematik der Wirtschaftstätigkeiten</i>
ORF	<i>Österreichische Rundfunk</i>
PaaS	<i>Platform-as-a-Service</i>
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
SaaS	<i>Software-as-a-Service</i>
SOA	<i>serviceorientierte Architekturen</i>
TU	<i>Technischen Universität</i>
USA	<i>Vereinigten Staaten von Amerika</i>
VR	<i>Virtual Reality</i>
WKO	<i>Wirtschaftskammer Österreich</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

Mit mehr als 14,5 Millionen Beschäftigten ist die Facility-Services(FS)-Industrie der drittgrößte Industriezweig in der Europäischen Union (EU). Sowohl in Europa als auch in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) arbeiten rund 10 % aller Beschäftigten in diesem Sektor (Redlein & Stopajnik, 2018). Der demografische Wandel und der Fachkräftemangel in dieser Branche tragen allerdings dazu bei, dass die Anwendung neuer Technologien einen wesentlichen Beitrag zur Zukunftssicherung des Sektors leisten wird. Auch in makroökonomischen Studien wird geschätzt, dass im Allgemeinen 47 % aller Arbeitsplätze aufgrund der Digitalisierung automatisiert werden. FS sind vom Digitalisierungstrend stark betroffen und werden dies auch weiterhin sein, da in diesem Sektor zahlreiche Routineaufgaben und gefährliche Tätigkeiten durchgeführt werden, die mithilfe verschiedener Technologien effizienter und effektiver ausgeführt werden können. (Selinger et al., 2013)

Digitaler Wandel und Digitalisierung haben Geschäftsprozesse weitgehend verändert, was Dynamik in die Facility-Management-Branche gebracht hat. Das Facility-Management ist von der Digitalisierung in zwei Punkten direkt betroffen: Einerseits hat sich das Kerngeschäft aufgrund neuer Arbeitsweisen weiterentwickelt, was zu einem steigenden Änderungsbedarf von Infrastruktur und Dienstleistungen führt. Andererseits hat die Digitalisierung auch großen Einfluss auf die Bereitstellung von FS, denn das Internet der Dinge (IoT), Industrie 4.0 und Künstliche Intelligenz (KI) ermöglichen eine effektivere Kontrolle über komplexe Facility-Management-Prozesse und deren Services. (Redlein & Grasl, 2018)

Das Institut für Immobilien und Facility-Management (IFM) an der Technischen Universität (TU) Wien forscht seit 2017 zu dieser Thematik, um herauszufinden, inwieweit die Digitalisierung in der FS-Branche bereits fortgeschritten ist.

Grundlage für die Forschung des IFM war eine qualitative Vorstudie, in der fünfzig deutschsprachige Facility-Manager¹ zur technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit von Smart-Building-Technologien im FS-Sektor befragt wurden. Auf Grundlage der als relevant identifizierten Smart-Building-Technologien wurde eine quantitative Literaturrecherche durchgeführt. Diese Analyse umfasste nicht nur Veröffentlichungen über den Einsatz intelligenter Gebäudetechnologien in der FS-Branche, sondern auch Anwendungsfälle zu den in der Vorstudie identifizierten Technologien in anderen Branchen. Insgesamt wurden bereits mehr als 850 Fallbeispiele analysiert. Auf Basis dieser Literaturübersicht wurde eine Forschungsdatenbank errichtet, um die relevanten Technologien und die betroffenen Dienstleistungen im Detail zu untersuchen.

1.2. Forschungsfragen

Die Forschungen im Rahmen dieser Masterarbeit beziehen sich auf die bereits bestehende Datenbank der TU Wien und bauen auf deren Forschungsergebnissen auf. Bisher wurde zwar mehrmals die Auswirkung von Emerging-Technologien auf FS erforscht, allerdings standen dabei immer die einzelnen Services, genormt nach der ÖNORM EN 15221-4, im Vordergrund. Der Fokus dieser Arbeit liegt hingegen auf den Branchen, in denen FS zur Anwendung kommen, und soll Aufschluss über die im FS angewandten Technologien geben.

Die Forschungsfragen, die sich aus dieser Thematik ergeben, lauten wie folgt:

- Wie werden Emerging-Technologien bei FS in der Healthcare-Industrie im Vergleich zu anderen Industrien eingesetzt?
- Wie verhalten sich die FS in der Healthcare-Industrie im Vergleich zu den anderen FS-Industrien bezüglich Digitalisierung?
- Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten gibt es in Bezug auf die angewandten Technologien?

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit das generische Maskulinum verwendet. Ausdrücklich wird jedoch darauf hingewiesen, dass weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten mitgemeint sind.

Für diese Arbeit wurden circa 100 weitere Anwendungsbeispiele für Technologien in der FS-Branche aus dem letzten Jahr (November 2019 bis November 2020) recherchiert und in die bestehende Datenbank der TU Wien integriert. Anschließend wurden die Ergebnisse der Recherche mit den Resultaten der bisherigen Publikationen sowie mit den Forschungsergebnissen aus der Datenbank verglichen. Des Weiteren wurden Schlüsse daraus gezogen, wie die Digitalisierung und (neue) Technologien die unterschiedlichen Anwendungsbranchen von FS beeinflussen. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die Healthcare-Branche gelegt.

Der Fokus wurde aus folgenden Gründen auf die Healthcare-Industrie gelegt: erstens aufgrund der aktuellen Corona-Pandemie und der damit im Zusammenhang stehenden Brisanz des Themas Healthcare; zweitens, da der Zweig Healthcare innerhalb der FS in der letzten Dekade – vor allem gemessen an den Umsatzzahlen – an Relevanz gewonnen hat. Drittens hat es im Gesundheitsbereich in den letzten Jahren zahlreiche technologische Neuerungen gegeben, die auch für die FS Möglichkeiten zur Weiterentwicklung im Bereich der Digitalisierung bieten (Matusiewicz et al., 2020).

1.3. Aufbau der Arbeit

Den Beginn dieser Arbeit stellt eine umfassende Literaturrecherche dar. Zunächst werden die verschiedenen Branchen, in denen FS zur Anwendung kommen, analysiert. Anschließend wird die Healthcare-Industrie als spezifischer Fall für Anwendungen digitaler Technologien im FS gesondert betrachtet, da diese im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit steht. Der zweite Teil der Literaturrecherche widmet sich der Digitalisierung, und zwar insbesondere den Technologien, die heute bei FS zur Anwendung kommen. Dabei werden die fünf, für FS relevantesten Technologien gesondert beschrieben und alle anderen als ‚sonstige Technologien‘ in einem Kapitel zusammengefasst. Im Anschluss an die Literaturübersicht folgt das Methodenkapitel. Es wurde die Grounded Theory angewendet, die es erlaubt, die Technologien und Industrien der einzelnen Fallbeispiele strategisch zu sammeln und zu kategorisieren. In den Unterkapiteln werden sowohl der Prozess im Zusammenhang mit der Methode des ständigen Vergleichs und theoretischen Samplings als auch das Kodieren des Datenmaterials erläutert. Des Weiteren werden

die Vor- und Nachteile der Grounded Theory aufgezeigt und es wird deren direkte methodische Anwendung in dieser Arbeit erörtert. Den Abschluss des dritten Kapitels bildet die Beschreibung der gewonnenen Daten. Im vierten Kapitel werden die ausgewerteten Daten analysiert, interpretiert und die Forschungsergebnisse vorgestellt. Kapitel 5 beinhaltet ein Fazit mit einer Zusammenfassung, eine Reflexion sowie einen Ausblick.

2. Literaturüberblick zu Branchen und Technologien im Facility-Service

Facility-Services (nach der ÖNORM EN 15221-4) finden in verschiedenen Branchen Anwendung. Dazu zählen beispielsweise die tägliche Reinigung in Großraumbüros, die Taubenabwehr an öffentlichen Plätzen und Gebäuden, die Klinik- und Raumhygiene in Krankenhäusern oder die Sicherheit und Bewachung von Bankfilialen.

Im Zuge der Recherchearbeiten wurden die einzelnen Fallbeispiele Industriezweigen zugeordnet. Diese wurden mit Hilfe des zyklisch iterativen Prozesses der Grounded Theory zusammengefasst, wobei alle Industriezweige mit mehr als 30 zugeordneten Fallbeispielen im Zuge dieses Kapitels genauer betrachtet werden.

Die statistischen Daten, auf die im Folgenden eingegangen wird, stammen aus der ‚Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft‘ (NACE). Dabei handelt es sich um einen vierstelligen Code, der auf Basis des ‚International Standard Industrial Classification of all Economic Activities‘ (ISIC) entworfen wurde und der Vergleichbarkeit der Wirtschaftstätigkeit verschiedener Staaten und Branchen dient. (eurostat, 2008)

Bei der ÖNACE (Österreichische Systematik der Wirtschaftstätigkeiten) handelt es sich um die österreichische Version der NACE, die nach einer zusätzlichen hierarchische Ebene klassifiziert, um das österreichische Wirtschaftsgeschehen noch adäquater abbilden zu können. Bei der derzeit aktuellen Version handelt es sich um die ÖNACE 2008, die die ÖNACE 2003 abgelöst hat.

2.1. Überblick über die Branchen, in denen Facility-Service angewandt wird

Automotive (Automobil)

Die Automobilindustrie gilt als eine der Vorreiterinnen der letzten vierzig Jahre. Beispielsweise ist der Fahrzeugbestand in Deutschland von 14 Millionen im Jahr 1970 auf heute über 60 Millionen angestiegen und hat sich somit vervierfacht. Diese Entwicklung ist auch international zu beobachten. Daraus folgt eine Wachstumsrate betreffend der Automobilhersteller und Zulieferer. (Hab & Wagner, 2017)

China gilt mit ca. 30 Millionen produzierten Autos pro Jahr als größter Autohersteller der Welt, gefolgt von den USA mit rund elf Millionen PKWs und Japan auf Platz 3 mit rund zehn Millionen Fahrzeugen. Deutschland landet mit rund sechs Millionen Autos weltweit auf Platz vier. Neben den genannten Ländern gehören auch Südkorea, Indien, Mexiko, Spanien, Brasilien, Kanada, Frankreich und Thailand zu den zwölf größten Produktionsländern. (WKO, 2021)

Mit einem Anteil von 6 %, gemessen an der gesamtwirtschaftlichen Leistung, ist der Automotive-Sektor der sechstgrößte Wirtschaftszweig Österreichs. Rund 71 000 Personen in über 700 Unternehmen sind in der Automotive-Branche beschäftigt; der Hauptfokus liegt auf dem Export, was durch eine Exportquote von 90 % erkenntlich ist. Der Grund ist, dass sich die deutschen Autohersteller wie Volkswagen, Mercedes-Benz, BMW und Audi unter den zwölf größten Automobilproduzenten weltweit befinden und Österreich als größter ausländischer Zulieferer von Teilen und Technologien für den deutschen Automotive-Markt gilt. Daraus folgt, dass die österreichischen Automotive-Exporte dreimal so hoch sind, wie die Importe nach Österreich, obwohl hierzulande keine große Stückzahl an Autos gebaut wird. (WKO, 2021)

Communication (Kommunikation)

Bei der Kommunikationsbranche handelt es sich um einen kreativen Zweig mit hoher Innovationsgeschwindigkeit. Dies führt dazu, dass sich die Branchengrenzen oft verschieben und neue Märkte geschaffen werden. (Seufert, 2015)

Die Kommunikationsbranche umfasst eine Vielzahl von Berufsbildern und Tätigkeiten und ist in der NACE in der Überkategorie ‚Information und Kommunikation‘ zusammengefasst. Unter diese Kategorie fallen das Verlagswesen, die Filmherstellung bzw. der -verleih, Kinos, Rundfunkveranstalter, Telekommunikation, IT-Dienstleistungen sowie Informationsdienstleistungen. (Statistik Austria, 2008)

In der Informations- und Kommunikationsbranche waren in Österreich im Jahr 2018 120 804 Personen in 20 688 Betrieben beschäftigt. Fast die Hälfte (49,5 %) davon war im IT-Dienstleistungssektor tätig, gefolgt von 18,7 %, die einer Beschäftigung im Informationsdienstleistungsbereich nachgingen. In der Telekommunikationsbranche sowie im Verlagswesen waren jeweils 12 % beschäftigt. (Statistik Austria, 2018)

Construction (Bau)

Für Begriffe rund um das Bauwesen lassen sich in der Wissenschaft kaum klaren Definitionen finden. Der Begriff der Bauwirtschaft wurde allerdings 1996 durch Rußig, Deutsch und Spillner wie folgt definiert:

„Die Bauwirtschaft bezeichnet den Teilbereich einer Volkswirtschaft, der sich mit der Errichtung, Erhaltung und Nutzung von Bauwerken sowie mit der Anpassung und Veränderung von Bauwerksbeständen durch Bautätigkeit befaßt [sic!].“ (Spillner et al., 1996, S. 11)

Abgegrenzt dazu existiert der Begriff des ‚Baugewerbes‘, der in der Statistik des Öfteren verwendet wird und sich grob in die Bereiche Hochbau, Tiefbau und sonstige Bautätigkeiten unterteilen lässt. (Brömer, 2015)

In den EU-Staaten waren im Jahr 2017 insgesamt 3,5 Millionen Unternehmen im Bauwesen tätig und zählen rund 13 Millionen Beschäftigte mit einem Umsatzerlös in der Höhe von 1,7 Billionen Euro. (Statistik Austria, 2018)

Das Bauwesen stellt mit rund 309 000 Beschäftigten und 37 142 Unternehmen eine traditionelle Säule der österreichischen Wirtschaft dar. Dabei handelt es sich vor allem um Kleinbetriebe. Aus den Zahlen wird ersichtlich, dass rund drei Viertel aller Betriebe weniger als 10 Personen und nur 77 Unternehmen mehr als 250 Angestellte beschäftigen.

Betreffend des Wirtschaftswachstums lässt sich ein deutliches Plus in der Bausparte erkennen. Im Bundesländervergleich sind die meisten Baubetriebe in Niederösterreich angesiedelt, gefolgt von Wien und Oberösterreich. Die strukturellen Wirtschaftsdaten für die Baubranche zeigen, dass in Österreich in den sonstigen Bautätigkeiten rund 209 000 Menschen (67 %) beschäftigt sind. Im Hochbau sind hingegen nur knapp 70 000 Personen (23 %) und im Tiefbau 30 500 Personen (10 %) tätig. (Statistik Austria, 2018)

Energy (Energie)

Die Energiebranche lässt sich in eine Angebots- und eine Nachfrageseite unterteilen. Auf der Angebotsseite finden sich die Wirtschaftssektoren, die sich mit der Förderung und dem Import von Energieträgern beschäftigen. Dazu zählen auch deren Umwandlung, die Lagerung und der Transport. Auf der Nachfrageseite stehen Haushalte, Industriebetriebe und Gewerbe, die nutzbare Endenergieträger nachfragen, etwa Strom, Heizöl, Kraftstoff oder Erdgas. Energie gilt als unverzichtbare Ressource, da ohne sie kein Produktionsprozess denkbar wäre. (Jochem, 2020)

Die Energiebranche hat sich in den letzten drei Jahrzehnten in Richtung erneuerbarer Energieträger entwickelt. Dabei spielen Energieeffizienz, CO₂-Reduktion und die Nutzung regenerativer Energiequellen eine tragende Rolle. Die Zuwächse und Fortschritte in diesem Branchenweig sind beachtlich. Allerdings werden auch in den kommenden Dekaden die fossilen Energieträger, allen voran Kohle und Erdgas, die bedeutendsten Primärenergien bleiben. Jedoch wenden sich immer mehr Länder,

beispielsweise Deutschland, von der Nuklearenergie ab, was wiederum den Ausbau erneuerbarer Energiequellen begünstigt. (WKO, 2021a)

In Österreich waren im Jahr 2018 27 727 Beschäftigte in der Energiebranche tätig, bei einer Unternehmensanzahl von 2 542 (Statistik Austria, 2018). Die hier genannten Zahlen sind allerdings nur relativ, denn der Energiesektor zählt zu einem der am schnellsten wachsenden Bereiche. Es gab beispielsweise allein in der Branche der erneuerbaren Energien (Wind, Wasser, Sonne) im Jahr 2019 11,5 Millionen Arbeitsplätze, was eine halbe Million mehr ist als im Jahr 2018. Der größte Anteil entfällt hierbei auf den Bereich der Photovoltaik und der größte Zuwachs findet in Asien statt. Zu den Sektoren, die in Bezug auf die Beschäftigung von dieser grünen Transformation profitieren, zählen das Baugewerbe, der Elektromaschinenbau, der Bergbau, die Produktion von erneuerbaren Energien, der Anbau von Pflanzen für Biomasse sowie das Transportwesen. (IRENA, 2020)

Im Jahr 2017 waren weltweit fast 58 Millionen Menschen im allgemeinen Energiesektor beschäftigt. Die Hälfte dieser Arbeitsplätze war im Bereich der fossilen Brennstoffe angesiedelt, allerdings nimmt die Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien weltweit stark zu. Bis 2050 wird im Energiesektor eine weltweite Beschäftigungsrate von 87 bis 100 Millionen Arbeitsplätzen erwartet. (European Commission. Joint Research Centre., 2020)

Financial Services (Finanzdienstleistungen)

Zu den Finanzdienstleistungen zählen Leistungen von Kreditinstituten sowie banknahen oder bankfremden Konkurrenten. Dazu gehören beispielsweise Banken, (Bau-)Sparkassen, Versicherungen oder Kreditkartenunternehmen. Bei den Dienstleistungen handelt es sich nach deutschem Kreditwesengesetz beispielsweise um Anlagevermittlung, Anlageberatung, Abschlussvermittlung, Finanzportfolioverwaltung und Finanzierungsleasing. (Klodt, 2018)

Der Finanzsektor gehört zu einer der Branchen, die von der Digitalisierung besonders stark betroffen sind. Die europäische Bankenlandschaft befindet sich in einem Wandel.

Wissenschaftler und Experten sind sich darüber einig, dass es im Finanzsektor künftig deutlich weniger Institute und Filialen geben wird und dadurch auch weniger Beschäftigte. (Pommerening, 2020)

Es ist schwierig, die genaue Größe des globalen Finanzdienstleistungssektors zu ermitteln, denn die Weltbank sammelt nur Daten aus 189 Ländern und schätzt den Rest. Gleichzeitig sind die Definition und der Umfang der Branchen, die in den Finanzdienstleistungssektor fallen, in den verschiedenen Datenquellen nicht einheitlich. (WorldBank, o. J.)

In Europa arbeiteten 2018 insgesamt knapp 2,67 Millionen Menschen im Finanzsektor. Davon waren 21 % in Deutschland beschäftigt, gefolgt von Frankreich mit 15 % und dem Vereinten Königreich mit 14 % (Statista, 2019). In Österreich wurden im Jahr 2018 116602 Beschäftigte und 6323 Betriebe im Sektor Finanz- und Versicherungsdienstleistungen gezählt. 70000 der Beschäftigten waren im Bereich der Finanzdienstleistungen tätig, 27000 bei Versicherungen und Pensionskassen und knapp 20000 bei sonstigen Finanz- /Versicherungsdienstleistern. (Statistik Austria, 2018)

Food (Nahrungsmittel)

Die Nahrungsmittelindustrie umfasst neben der landwirtschaftlichen Herstellung der Grundnahrungsmittel auch die Weiterverarbeitung von Nahrungsmitteln. Die Lebensmittelindustrie setzt sich aus Herstellern von Nahrungs- und Futtermitteln zusammen und bildet gemeinsam mit der Getränkeindustrie das Ernährungsgewerbe. (Schultz, 2020)

Eine Studie von Data & Trends zeigt, dass 2019 4,72 Millionen Menschen in der EU in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie beschäftigt waren. 2019 wurde ein Umsatz von 1,2 Billionen Euro und eine Wertschöpfung von 236 Milliarden Euro erwirtschaftet, womit sie die größte verarbeitende Industrie in der EU ist. In 50 % der 28 EU-Mitgliedstaaten ist die Lebensmittel- und Getränkeindustrie der größte Arbeitgeber im verarbeitenden Gewerbe. Etwa drei Viertel der EU-Exporte von Lebensmitteln und Getränken sind für den Binnenmarkt bestimmt. Gleichzeitig ist die EU der weltweit größte Exporteur von Lebensmitteln und Getränken mit gesonderten EU-Exporten in

Höhe von 110 Mrd. Euro und einem Handelsüberschuss von 36 Mrd. Euro. (FoodDrinkEurope, 2019)

Die Lebensmittelindustrie spielt nicht nur in der EU, sondern auch für die österreichische Wirtschaft eine zentrale Rolle, da sie rund 27 000 Arbeitsplätze schafft und zu den fünf größten Industriezweigen zählt (Fachverband der Lebensmittelindustrie, 2020). In Österreich gibt es mehr als 200 Lebensmittelhersteller, die als Abnehmer für heimischen Rohstoffe agieren. Die Exportquote liegt bei 60 % – exportiert wird in 180 Länder, vorrangig in die EU, aber auch in die USA. Es ist jedoch anzunehmen, dass die tatsächlichen Zahlen höher sind, weil einerseits nicht alle Unternehmen der Lebensmittelindustrie zugerechnet werden, sondern beispielsweise der Landwirtschaft, Gastronomie oder dem Großhandel. Andererseits fehlt es an einer volkswirtschaftlichen Verflechtung der Statistiken, wodurch es in weiterer Folge zur Über- oder Unterschätzung der Wertschöpfungskette kommt. (Fichtinger et al., 2019)

Maintenance and Operation (Wartung und Betrieb)

Bei der Branche ‚Wartung und Betrieb‘ (Maintenance, Repair and Operation, MRO) werden alle Leistungen rund um die Instandhaltung, die Wartung und den Betrieb von Anlagen zusammengefasst. Dabei kann es sich um einzelne Geräte und Maschinen handeln, aber auch ganze Industriestraßen können davon umfasst sein. Die Herstellung von Produkten, die für MRO-Tätigkeiten benötigt werden, haben in den letzten fünf Jahren einen bestehenden Markt weiterwachsen lassen. Zu diesen Produkten zählen beispielsweise elektrische Geräte, Verpackungsmaterial, maschinelle Verbrauchsgüter, Rohre, Ventile und Armaturen. (Grand View Research, 2021)

Etliche europäische MRO-Betriebe investierten in die Weiterentwicklung der benötigten Ressourcen. Dies erfolgte beispielsweise anhand verbesserter Ausbildungen für Mitarbeiter oder der qualitativen Verbesserung von Materialien, die für die Wartung und Reparatur benötigt werden. Unternehmen aus anderen Branchen, etwa der Produktion, nehmen die Dienstleistungen von MRO-Betrieben in Anspruch,

da sie dadurch Dienste wie Wartung oder Reparatur auslagern können, keine eigenen Mitarbeiter anstellen müssen und sich folglich Kosten sparen.

Ziel der MRO-Akteure ist die Erzielung optimaler Betriebskosten, die Verbesserung der Qualität sowie die Maximierung des Outputs. (Grand View Research, 2021)

Der europäische MRO-Markt wird 2020 auf 166,68 Milliarden Euro geschätzt und voraussichtlich mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 1,6 % von 2021 bis 2028 wachsen. Die wachsende Nachfrage nach Reparatur-, Wartungs- und Servicearbeiten in der Fertigung und Industrie wird vor allem in Norwegen, Schweden, Deutschland und Finnland erwartet. (Grand View Research, 2021)

Deutschland hält im Jahr 2020 mit 21,8 % den größten Anteil und wird seine Führung im Prognosezeitraum voraussichtlich beibehalten. Zu den Branchen, die zum Wirtschaftswachstum des Landes beitragen, gehören die Automobil-, Metall-, Kohle-, Werkzeugmaschinen-, Optik-, Textil-, Kunststoffwaren-, Chemie-, Elektrogeräte-, Schiffs-, Hochpräzisionsgeräte- und Pharmaindustrie. (Grand View Research, 2021)

Manufacturing (Fertigung)

Zur Fertigungsbranche gehören zahlreiche Aktivitäten und Produktionstechniken, angefangen bei kleinen Unternehmen, die Musikinstrumente herstellen, bis hin zu Großbetrieben, die beispielsweise komplexe Flugzeugteile produzieren. Es lässt sich also erahnen, dass es sich in der Fertigungsbranche um einen vielfältigen Wirtschaftszweig handelt. (eurostat, 2020a)

In der EU wurden 2017 fast zwei Millionen Unternehmen der Herstellung von Waren zugeordnet. Beschäftigt wurden insgesamt rund 28,5 Millionen Menschen und es wurden Umsatzerlöse von 1.820 Milliarden Euro erzielt. 2018 gab es in Österreich 26027 Betriebe mit dem Schwerpunkt ‚Herstellung von Ware‘. Diese Betriebe beschäftigten insgesamt 656 789 Menschen (Statistik Austria, 2018).

Unter der NACE-Bezeichnung ‚Herstellung von Waren‘ werden 24 Branchenzweige zusammengefasst. Der größte UE-27-Branchenzweig, bezogen auf die Wertschöpfung, ist der Maschinenbau, gefolgt von der Herstellung von Kraftwagen und

deren Teilen. Bezüglich der Beschäftigung weist die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie die Herstellung von Metallerezeugnissen die höchsten Zahlen auf. (eurostat, 2020a)

Public Sector (Öffentlicher Sektor)

Der öffentliche Sektor setzt sich aus zwei Gruppen zusammen: einerseits den staatlichen Einheiten und andererseits den sonstigen öffentlichen Einheiten beziehungsweise den öffentlichen Unternehmen. (Statistik Austria, 2021)

Für einen internationalen Vergleich ist es notwendig Kriterien zu definieren, anhand der entschieden werden kann, welche Institutionen zum öffentlichen Bereich zählen. Ein europaweit anerkanntes und für EU-Mitgliedsländer seit 2014 verpflichtendes System ist das ‚Europäische System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung‘ (ESVG 2010). Das ESVG bestimmt anhand von funktionellen und ökonomischen Kriterien, wann eine Einrichtung und ihre Mitarbeiter dem Sektor ‚Staat‘ zuzuordnen sind. Neben Gebietskörperschaften werden auch jene Institutionen zum Sektor ‚Staat‘ gezählt, die in irgendeiner Form unter staatlichem Einfluss stehen und gleichzeitig in ihrer Leistungserstellung oder Preissetzung nicht marktbestimmt sind. Des Weiteren zählen sie dazu, wenn ihre Kosten zu weniger als 50 % aus den eigenen Umsätzen gedeckt werden können.

In Österreich zählen neben den Gebietskörperschaften, den Sozialversicherungsträgern und den Kammern rund 400 Institutionen mit eigener Rechtspersönlichkeit zum Sektor ‚Staat‘. Nach ESVG 2010 beliefen sich die Beschäftigungsverhältnisse für das Jahr 2018 in Österreich auf 768 000. Davon umfasste der Teilsektor ‚Bund‘ im Jahr 2019 rund 296 000 Beschäftigte. Diesem Bereich gehören auch 41 Universitäten und Fachhochschulen, 13 Bundeskammern sowie Bundesfonds und weitere ausgegliederte Einrichtungen, beispielsweise die Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) oder der Österreichische Rundfunk (ORF), an. (Bundesministerium Kunst, Kultur, öffentlicher Dienst und Sport, 2019)

Ein internationaler Vergleich anhand absoluter Zahlen von Bediensteten ist aufgrund der unterschiedlichen Staatsgrößen nicht zielführend. Werden die Beschäftigungsverhältnisse anhand relativer Zahlen gemessen, betrug der Anteil der

öffentlich Beschäftigten an der Erwerbsbevölkerung in Österreich im Jahr 2017 16,8 %. Dieser Wert liegt unter dem OECD-Durchschnitt von 17,7 %. (Bundesministerium Kunst, Kultur, öffentlicher Dienst und Sport, 2019)

Real Estate (Real Estate und Immobilienmanagement)

Zum Bereich des Real Estate und Immobilienmanagements zählen neben der klassischen Liegenschaftsverwaltung auch die Beschaffung, die Projektentwicklung, das Baumanagement und das Vermieten und Vermarkten von Immobilien.

Das Immobilienmanagement konzentriert sich auf das ganzheitliche, nachhaltige und lebenszyklusorientierte Portfolio sowie Management von Immobilien, um so einen langfristigen und optimalen Einsatz der Ressourcen zu ermöglichen. Das Real-Estate-Management hingegen befasst sich mit der erfolgs- und wertorientierten Betrachtung von Immobilien. Die Immobilie wird als Wertobjekt betrachtet mit dem Ziel, die Rentabilität zu steigern und Gewinne zu realisieren beziehungsweise Ressourcen freizumachen. (WKO, 2021e)

Zur Real-Estate- und Immobilienbranche zählten 2017 in der EU-27 rund 1,3 Millionen Unternehmen, die 2,4 Millionen Personen beschäftigten und eine Wertschöpfung von 240 Milliarden Euro erwirtschafteten. Der größte Teilsektor innerhalb dieser Branche war im Jahr 2017 die Vermietung und Bewirtschaftung von eigenen oder gepachteten Immobilien, die drei Viertel (76,6 %) der sektoralen Wertschöpfung ausmachte und zu mehr als die Hälfte (54,0 %) zur Beschäftigung beitrug. (eurostat, 2020b)

In einem Branchenbericht veröffentlichte die Wirtschaftskammer Österreich (WKO), dass in Österreich 2020 rund 11 200 Immobilientreuhänder und Inkassoinstitute mit insgesamt rund 25 000 Beschäftigten dem Branchenprofil der Immobilien- und Vermögenstreuhänder zugerechnet werden. Zu den Immobilientreuhändern zählen sowohl gewerbliche Bauträger als auch Immobilienmakler und Immobilienverwalter. (WKO, 2021c)

Retail (Handel)

Unter Handel wird ein Austausch von Gütern verstanden. In den meisten Fällen erfolgt dies, indem Handelsunternehmen Güter von Produzenten anbieten und der Konsument diese nachfragt. Systematisch lässt sich die Handelsbranche in die Wirtschaftszweige Einzel-, Groß- und Kfz-Handel untergliedern. Der Einzelhandel umfasst den Vertrieb von Konsumgütern an den Endverbraucher. Der Großhandel beliefert vorrangig gewerbliche Kunden. (Statista, 2020a)

Aufgrund der Popularisierung des Internets und Onlinehandels ist eine Revolution des Einzelhandels zu erkennen. Vor allem die vorteilhafte Kostenstruktur und die gestiegenen Ansprüche von Kunden setzen etablierte Einzelhandelsunternehmen unter Druck. Einige verkleinern sich oder verschwinden sogar vom Markt, andere hingegen passen sich dem Markt an und entwickeln eigene Onlineangebote. (Deloitte, 2018)

Europaweit gab es im Jahr 2017 in der EU knapp 34 Millionen im Handel Beschäftigte bei einer Zahl von rund 6,2 Millionen Unternehmen. Der erwirtschaftete Umsatz lag bei rund 10,3 Billionen Euro. In Österreich waren im Jahr 2017 insgesamt rund 668 000 Beschäftigte im Handel in knapp 80 000 Betrieben tätig, die einen Umsatz von über 255,1 Milliarden Euro erwirtschaften. Knapp über die Hälfte der Beschäftigten (55 %) war im Einzelhandel beschäftigt, ein Drittel im Einzelhandel (33 %) und der Rest im Kfz-Handel (12 %). (Statistik Austria, 2017)

Transport & Logistics (Transport und Logistik)

Bei der Transport- und Logistikbranche handelt es sich um die Steuerung und Optimierung von Informations-, Personen- und Materialströmen. Diese finden Anwendung bei der Beschaffung, Produktion, Distribution und beim Recycling. Des Weiteren zählt die Regelung von Dienstleistungen und Systemen wie Routenplanung, Transport, Lieferung, Lagerung, Verpackung und Kommissionierung zu dieser Sparte. Zu den bedeutendsten Logistikanbietern zählen Spediteure, Transport- und Verkehrsunternehmen. (WKO, 2021d)

Der starke internationale Wettbewerb in der Logistikbranche führt einerseits zu einem Kostendruck und hohen Anforderungen seitens der Kunden bei Preis, Qualität, Zeit, multimodalem Transport und Umweltfreundlichkeit. Dies führt dazu, dass von Unternehmen neue und ganzheitliche Logistikkonzepte gefordert werden, um am Markt bestehen zu können. Vor allem Kooperationen zwischen regionalen und internationalen Logistikanbietern gewinnen zunehmend an Bedeutung. (WKO, 2021d)

Durch den stetigen Infrastrukturausbau in Schwellenländern hat die Branche bereits einen hohen Stellenwert und wird auch in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. In Österreich sind in der Verkehrsbranche rund 210 000 Personen beschäftigt. Diese sind in knapp 15 000 Unternehmen angestellt. (Statistik Austria, 2018)

2.2. Fokussierte Darstellung der Healthcare-Branche

Das Gesundheitswesen gliedert sich in unterschiedliche Bereiche. Einerseits gibt es die ambulante und stationäre Leistungserbringung, die durch niedergelassene Ärzte, Zahnärzte und Krankenhäuser erfolgt, andererseits existiert die sonstige Leistungserbringung, worunter die Erbringer von Heil- und Hilfsmitteln fallen. Ein eigener Bereich ist die Arzneimittelversorgung. Finanziert werden die Leistungen meist durch gesetzliche oder private Krankenversicherungen. (Werdinger, 2018)

Um im Gesundheitswesen internationale Vergleichbarkeit zu gewährleisten, werden die Gesundheitsausgaben nach der Methode ‚System of Health Accounts‘ (SHA) erhoben. Diese Methode wurde erstmals im Jahr 2000 von der ‚Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung‘ (OECD) veröffentlicht und erfasst die internationalen Gesundheitsausgaben nach Finanzierungssystemen, deren Verwendung für Gesundheitsleistungen und -güter sowie nach den Erbringern von Gesundheitsleistungen unterteilt wird. 2019 betrugen die Gesundheitsausgaben in Österreich insgesamt 41.483 Millionen Euro, was 10,4 % des Bruttoinlandsproduktes ausmacht. Beim letzten internationalen Vergleich (2018) lag Österreich auf dem 6. Platz und somit im oberen Mittelfeld der 36 OECD-Mitgliedsstaaten (OECD, 2019). Ein Anteil von 75,2 % war davon den öffentlichen Gesundheitsausgaben zuzurechnen. Zusätzlich zu den oben genannten Gesundheitsausgaben wurden noch 2.675

Millionen Euro für Investitionen im Gesundheitswesen aufgewendet, die aber in der SHA-Tabelle nicht mitgerechnet werden. (Bundesministerium, 2021)

In Österreich waren im Jahr 2018 187 044 Personen im Gesundheitswesen beschäftigt, die Hälfte davon als Pflegepersonal in Krankenanstalten (93 567 Personen). 13,4 % arbeiteten als Ärzte in Krankenanstalten und 12,4 % als berufsausübende Fachärzte. Etwa 8 % waren als berufsausübende Ärzte für Allgemeinmedizin tätig und die restlichen rund 16 % setzten sich aus Fachpersonal für Apotheken, selbstständigen und angestellten Apothekern, berufsausübenden Zahnärzten und sonstigen Beschäftigten in Apotheken zusammen. (Wollny, 2020)

Der Trend im österreichischen Gesundheitswesen geht in Richtung Gesundheitsdienstleister, die die gesamte Wertschöpfungskette aus einer Hand anbieten. Dazu zählen neben der Projektentwicklung, Planung und Errichtung der Gesundheitseinrichtung auch hoch spezialisierte Dienstleistungen im kaufmännischen, technischen und infrastrukturellen Bereich. Der größte Handlungsbedarf besteht in den Bereichen Personal und Führung, Prozessoptimierung sowie Informationstechnologie (IT). (WKO, 2021b)

Die Gesundheitsbranche ist bereits stark von der Digitalisierung betroffen und wird auch in den nächsten Jahren einen Wandel durchleben. Digitale Krankenakten, voll automatisierte Behandlungsabläufe und Videosprechstunden sind bereits gelebter Krankenhausalltag. Dabei sind Datensicherheit, Arbeitsplatz- und Patientensicherheit sowie Cyber-Security essenziell. Technologien wie KI, IoT und AR werden in Zukunft im Gesundheitswesen fest verankert sein. Auch Unternehmen aus fachfremden Branchen, beispielsweise Telekommunikationsanbieter, werden zu wettbewerbsrelevanten Akteuren im Gesundheitswesen werden. (Jorzig & Sarangi, 2020)

2.3. Technologien für die Digitalisierung von Facility-Services

2.3.1. Begriffsdefinition und Grundlagen der Digitalisierung

Digitalisierung hat die FS weitgehend verändert. Im Folgenden werden die Technologien beschrieben, die für FS relevant sind. Die häufig angewandten Technologien (Kapitel 2.3.2) ergeben sich aus der Datenbank der TU-Wien und wurden in den darin enthaltenen 931 Fallbeispielen jeweils öfter als 95-mal erwähnt. Die sonstigen Technologien (Kapitel 2.3.3) wurden ebenfalls erwähnt, haben allerdings zum jetzigen Zeitpunkt für FS nicht oberste Priorität (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Häufigkeit der Anwendung von Technologien bei Facility-Services

Technologien	Nennungen
AI	319
IoT	230
Big Data	165
Cloud-Computing	121
Robotics	95
Mobile App	73
AR/VR	71
Blockchain	69
3D-Printing	29
BIM	22
Network	20
RFID	17
LED	8
Workplace- Management	7

Quelle: Eigene Darstellung

Anzumerken ist, dass bei vielen Technologien keine klaren Grenzen erkennbar sind, sondern Überschneidungen auftreten. Dennoch wurde versucht, die einzelnen Technologien mithilfe der Grounded-Theorie (Kapitel 3) zu clustern und Überkategorien zuzuordnen. Tabelle 2 zeigt in den Spalten ‚Technologie‘ jeweils die einzelnen Technologien, die im Bereich der FS angewendet werden. In der Spalte ‚Überkategorie‘ ist die Überkategorie abzulesen, der die Technologie zugeordnet wurde. So sind beispielsweise Drohnen der Überkategorie ‚Robotics‘ zugeordnet und stellen im weiteren Verlauf der Arbeit keine eigene, sondern nur mehr eine untergeordnete Technologie dar. (Redlein, 2020)

Tabelle 2: Zuordnung der Technologien zu Überkategorien

Technologie	Überkategorie	Technologie	Überkategorie
3D-Printing	3D-Printing	Cloud-Computing	Cloud-Computing
AI	AI	SaaS	
AI Autonomous Vehicles		Drones	Robotics
AI Image Classification/ Object Detection		Robotics	
Chatbot		IoT	IoT
ML		IoT Sensors	
Augmented/Virtual Reality		AR/VR	LED Lighting
Big Data	Big Data	Mobile App	Mobile App
Big Data Advanced Analytics		Network	Network
BIM	BIM	RFID	RFID
Blockchain	Blockchain	Workplace-Management	Workplace-Management

Quelle: Eigene Darstellung

2.3.2. Häufig angewandte Technologien bei Facility-Services

Die fünf am häufigsten erwähnten Technologien, die bei FS Anwendung finden, sind KI, IoT, Big Data, Cloud-Computing und Robotics. Im Folgenden werden die genannten Technologien mit ihrer herkömmlichen Definition beschrieben. Im Anschluss daran wird auf elementare geschichtliche Grundlagen eingegangen und anschließend werden Anwendungsbeispiele genannt.

Künstliche Intelligenz

Es ist schwierig, eine eindeutige Definition für den Begriff ‚Künstliche Intelligenz‘ (*artificial intelligence*, AI) zu finden, einerseits aufgrund der Breite des Gebietes und andererseits aufgrund der schwierigen Definition von ‚Intelligenz‘. Wissenschaftler sind sich darüber einig, dass es sich um ein Teilgebiet der Informatik handelt, in dem ‚intelligente Agenten‘ erforscht und entwickelt werden sollen (Franklin & Graesser, 1997). Ziel dieser Forschungen ist die Schaffung von Programmen, die selbstständig Probleme lösen können (Carbonell et al., 1983).

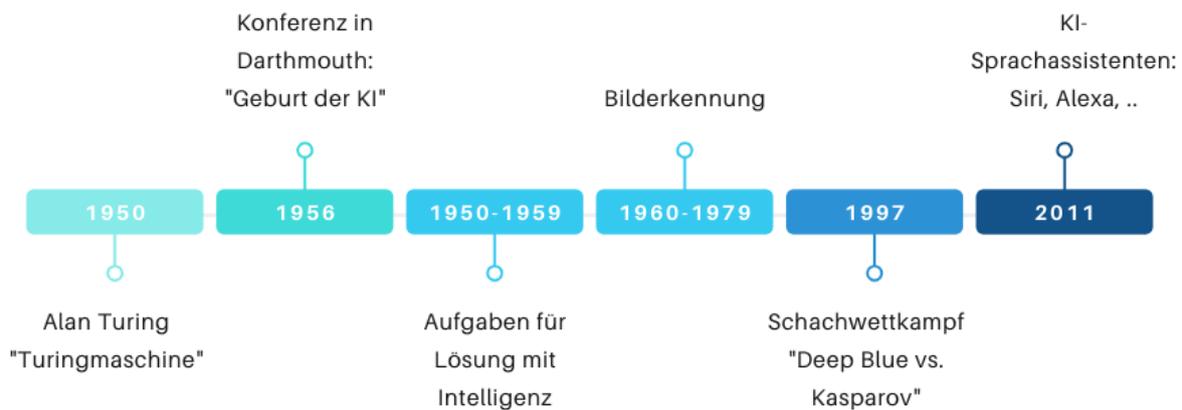


Abbildung 1: Meilensteine der KI-Forschung

Quelle: Eigene Darstellung

Wie Abbildung 1 zeigt, beginnt die Geschichte von KI schon, bevor dieser Begriff entstand. 1950 erfand der britische Mathematiker Alan Turing eine Rechenmaschine, die kognitive Prozesse ausführen konnte, wenn sich diese in einem Algorithmus darstellen lassen. Die Erfindung der Turingmaschine legte den Grundstein für die KI. (Wittpahl, 2019)

Als Startpunkt der systematischen Forschungsanstrengungen von KI gilt die Konferenz ‚Darthmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence‘, die 1956 stattfand. Bereits auf dieser Konferenz waren Wissenschaftler davon überzeugt, dass menschliche Intelligenz von Maschinen simuliert werden kann und der Begriff ‚Artificial Intelligence‘ entstand. (Wittpahl, 2019)

Bei den ersten Forschungsbemühungen in den 1950er-Jahren, ging es darum, Aufgaben zu ermitteln, für deren Lösung Intelligenz erforderlich ist, um herauszufinden, wie Maschinen diese Aufgaben lösen könnten. Mitte der 1960er- und während der 1970er-Jahre erreichte die KI-Forschung einen Höhepunkt. Anfangs lag der Fokus auf der Bildererkennung, womit das Ziel verfolgt wurde, Informationen anhand von Bildmaterial bereitzustellen und dadurch Roboter zu steuern. In diesem Zusammenhang wird auch von einer ‚Hand-Auge-Forschung‘ gesprochen. Zu diesem Zeitpunkt waren Roboter noch immobil. Ab Mitte der 1960er-Jahre wurde damit begonnen, an mobilen Robotern zu forschen, die somit Ausgangspunkt für weitere KI-Erfindungen und -Entwicklungen waren. (Nilsson, 2014)

Ein weiterer Fokus der Forschung im Bereich KI lag im Bereich ‚Natural Language Processing‘ (NLP). Unter NLP wird die Übersetzung von Informationen und Material von der Computersprache in die menschliche Sprache verstanden. (Nilsson, 2014)

Um eine Verbindung zurück zu den Maschinen herzustellen, begannen Forscher damit, Computerspiele wie Schach oder Dame zu programmieren. Grund dafür ist die leichte Vergleichbarkeit mit dem Menschen, da sich einfach messen lässt, wie gut die virtuellen Spieler gegen Menschen spielen. Eine weitere Ursache ist das Regelwerk, das bei Schach beispielsweise einfach ist, woraus sich aber dennoch geschätzte 10^{120} Zugmöglichkeiten ergeben. (Wittpahl, 2019)

Unterschieden wurde schon damals in ‚starke‘ (‚strong AI‘) und ‚schwache‘ (‚weak AI‘) KI. Bei der schwachen KI geht es um die intelligente Lösung spezieller Problemstellungen, für die gezielte Algorithmen entwickelt wurden. Bei starker KI ist das Ziel hingegen, menschliche Denkprozesse und Handlungsweisen zu imitieren und dabei Eigenschaften wie Empathie einzubeziehen. Davon ist die heutige Forschung allerdings noch weit entfernt. (Buxmann & Schmidt, 2019)

Anfangs beschäftigten sich KI-Forscher hauptsächlich mit Spielen und mathematischen Repräsentationssystemen von Wissen und Entscheidungen. Später, Ende des 20. Jahrhunderts, standen dann maschinelles Lernen und das tiefe Lernen im Fokus, wodurch die Relevanz von KI stark zunahm (Wittpahl, 2019). Bis Mitte der 1970er-Jahre entwickelte sich das Niveau des Computerschachprogrammes vom Anfänger zu einem mittelmäßigen Spieler. Während der nächsten zwei Jahrzehnte konnte dieses Niveau auf das eines Experten gebracht werden. 1997 wurde schließlich der damals amtierende Schachweltmeister Garri Kasparov von der KI-Schachmaschine ‚Deep Blue‘ von IBM erstmals geschlagen (Nilsson, 2014).

Nach ersten Erfolgen bei Computerspielen wurde versucht, die gewonnenen Erkenntnisse für praktische Anwendungen zu verwerten. Beispielsweise wurde KI in der Medizin eingesetzt, indem Expertensysteme entwickelt wurden, die das Wissen bestimmter Fachgebiete sammeln sollten, um es bei der Diagnose und Therapie unterstützend heranzuziehen. Allgemein wurde versucht, das menschliche Wissen in

für Computer lesbare Informationen umzuwandeln, was zu einem erheblichen Aufwand bei der Erfassung und Umwandlung führte. Dies brachte wiederum mit sich, dass etliche Unternehmen diese Systeme wieder abschafften und Anbieter von Expertensystemen vom Markt verschwanden. Folglich kam es zu einer signifikanten Reduktion von Forschungsgeldern, wodurch ab Ende der 1970er-Jahre im Zusammenhang mit der KI-Forschung vom ‚Artificial-Intelligence-Winter‘ gesprochen wurde. (Wittpahl, 2019) Trotz Rückschlägen in der Forschung wurde in den 1980er-Jahren weiter am maschinellen Lernen geforscht mit dem Ziel, einem Computerprogramm beizubringen, aus Erfahrungen zu lernen und Aufgaben durch die bisherige Erfahrung in Zukunft besser zu erfüllen. (Mitchell, 1997)

Im Jahr 2011 wurde die KI schließlich Bestandteil des Alltags. Beispielsweise wurden KI-Sprachassistenten wie ‚Siri‘ in das Betriebssystem von Apple integriert, das mittlerweile 700 Millionen iPhone-Nutzern zur Verfügung steht. 400 Millionen Menschen nutzen den ‚Google Assistant‘ und weitere 400 Millionen den Microsoft-Assistenten ‚Cortana‘. Auch die Einführung von ‚Alexa‘ im Jahr 2015 hat dazu beigetragen, dass Millionen von Smart-Speakern zu Mitgliedern der Haushalte wurden (Boeing, 2018). Insgesamt waren im Jahr 2020 4,2 Milliarden digitale Sprachassistenten weltweit im Einsatz. Prognosen gehen davon aus, dass die Anzahl der digitalen Sprachassistenten bis 2024 auf 8,4 Milliarden steigen wird. Dies ist mehr als die aktuelle Weltbevölkerung. (Statista, 2020b)

Neben der Sprachassistenten können KI-Systeme mittlerweile auch eigenständig mit Menschen kommunizieren und beispielsweise telefonische Restaurantreservierungen durchführen. Die künstliche Stimme ist dabei nicht mehr erkennbar, da speziell an einem natürlichen Sprachfluss geforscht wurde. Heutzutage werden nicht nur der Schreibstil und die Wortposition im Satz berücksichtigt, sondern auch Betonungen, Denkpausen und Unregelmäßigkeiten eingebaut. (Wittpahl, 2019)

Auch Großunternehmen wie IBM oder Facebook nutzen KI-Systeme, beispielsweise für den Auswahlprozess neuer Mitarbeiter. Dafür werden von KI-Systemen Persönlichkeitsprofile für die ausgeschriebenen Jobs erstellt, mit den Bewerberprofilen abgeglichen und der geeignetste Bewerber identifiziert. (Volland, 2018)

Eine Unternehmensbefragung des Beratungshauses Sopra Steria kam 2017 zu dem Ergebnis, dass KI hauptsächlich bei der Automatisierung einfacher, softwarebasierter Routineprozesse Anwendung findet, beispielsweise in der Rechnungslegung. Allerdings kommt KI zunehmend auch bei anspruchsvollen Aufgaben zur Anwendung, etwa bei der Qualitätssicherung in der Produktion. Die Ansprüche an die KI wachsen und die Nachfrage nach digitalen Assistenten zur Unterstützung der Mitarbeiter steigt, beispielsweise in Form eines sprachgesteuerten Hilfesystems für Produktionsmonteure. Ziel und Zweck von KI-Systemen soll neben der Kostenreduktion in Zukunft auch die Datenanalyse von Kunden sein, um deren Bedürfnisse besser verstehen und individuellere Angebote erstellen zu können. (Sopra Steria Consulting, 2017)

Um ein Praxisbeispiele aus der KI im FS zu nennen, eignet sich die Manufacturing-Branche: Fertigungsunternehmen statten ihre Mitarbeiter zu Schichtbeginn mit industrietauglichen Armbändern aus, die sie während des gesamten Arbeitstages mit sich tragen. Sollten die Mitarbeiter zu einem beliebigen Zeitpunkt den, durch Corona vorgeschriebenen, Mindestabstand nicht einhalten, bemerkt dies die KI durch hochauflösende Kameras und sendet dem Mitarbeiter über sein Armband eine Erinnerung. Zusätzlich messen Wärmebildkameras routinemäßig die Körpertemperatur der Mitarbeiter und alarmieren bei möglichem Fieber das Management, sodass der Mitarbeiter so schnell wie möglich in Quarantäne und zu einem Test geschickt werden kann. (Bula, 2020)

Ein KI-Beispiel aus der Automotive-Industrie liefert Honda: Mit dem Projekt ‚SAFE SWARM‘ ermöglicht der Autohersteller seinen Fahrzeugen mit umliegenden Fahrzeugen zu kommunizieren und dabei Informationen wie Standort und Geschwindigkeit auszutauschen. Mithilfe dieser Informationen kann der Fahrer oder das automatisierte Fahrzeugsystem die sicherste Vorgehensweise bestimmen, um Verkehrsstaus zu umfahren oder Kollisionen zu vermeiden. (Honda, 2020)

Wie sich die KI in den kommenden Jahren entwickeln wird, ist ungewiss. Es lässt sich aber davon ausgehen, dass die Herausforderungen ansteigen, je tiefer die KI und ihre Potenziale erforscht werden. Dabei müssen sich die Nutzer in Zukunft die Frage stellen, welche Entscheidungen sie an die KI abgeben wollen und bei welchen Entscheidungen dies zu Problemen führen könnte.

Internet der Dinge

Das Internet der Dinge (,Internet of Things', IoT) bezeichnet die Vernetzung physischer Gegenstände mit dem Internet, mit dem Ziel eines selbstständigen Kommunikations- und Informationsaustausches. Zu diesen vernetzten Gegenständen zählen neben Smartphones und Smart-Watches auch Fahrzeuge, Fernseher, Kühlschränke, Rollläden, Kameras etc. Unternehmerisch gesehen, ist der Anwendungsbereich breit und erstreckt sich von der allgemeinen Informationsversorgung über automatische Bestellungen bis hin zu Warn- und Notfallfunktionen. (Lackes & Siepermann, 2018)

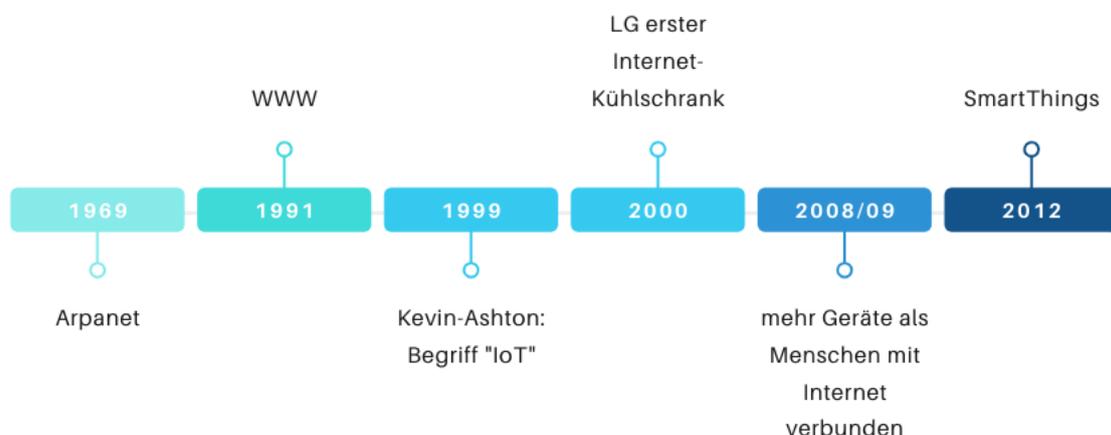


Abbildung 2: Meilensteine der IoT-Forschung

Quelle: Eigene Darstellung

Die Geschichte des IoT (vgl. Abbildung 2) begann mit der Erfindung des Internets: Im Oktober 1969 entstand das Arpanet, das anfangs nur die technische Möglichkeit bot, einige Supercomputer miteinander zu verbinden, um Wissenschaftler international zu vernetzen. Dafür wurden Dienste wie Telenet entwickelt, die den Datentransfer ermöglichten, und auch die Erfindung der E-Mail spielte eine wesentliche Rolle.

Mit der Entwicklung des World Wide Webs (WWW) im Jahr 1991, wurde das Internet der Allgemeinheit zugänglich gemacht und die Anzahl an Rechnern stieg in nur zehn Jahren von etwa einer Million auf 100 Mio. an.

Da sich das WWW zu einem zensurfreien Raum entwickelte, entstand für Autoren der Anreiz, Inhalte abseits von Massentauglichkeit zu veröffentlichen. Dies führte zu einer Erhöhung der Reichweite des Internets, da jeder, der über einen Zugang verfügte, publizieren konnte, womit schließlich die Phase des sozialen Webs begann.

Dieses ermöglichte vorerst nur die Kommunikation zwischen einem kleinen Kreis, der über die technischen Kenntnisse und gleichzeitig die finanziellen Mittel verfügte, da der Datenaustausch über Telefon-Modems erfolgte und kostspielig war.

Dies änderte sich allerdings mit der Erfindung von Blogs, die erstmals allen Nutzern eine Diskussions- und Kommunikationsplattform boten. Die Weiterentwicklung davon war die Reduktion auf Statusmeldungen, die mittlerweile in Textform (auf Twitter), in Bildform (auf Instagram), als persönliche Pinnwand (auf Facebook) oder als Lebenslauf (auf Xing) veröffentlicht werden können.

Diese neue Art des Social Web ermöglicht es nun jedem, seinen eigenen Webauftritt zu gestalten und verwischt zusätzlich die Grenzen zwischen realer und virtueller Welt. (Andelfinger & Hänisch, 2015)

Der Begriff ‚Internet der Dinge‘, der diesen Vorgang beschreibt, wurde weitgehend von Kevin Ashton geprägt und existiert seit 1999 (Ashton, 2009). Im Jahre 2000 kündigte LG den ersten Internet-Kühlschrank an und zwischen 2008 und 2009 waren mehr Geräte als Menschen mit dem Internet verbunden. 2012 kam die Firma SmartThings mit dem Versprechen auf den Markt, möglichst viele Haushaltsgeräte über das Smartphone miteinander zu verbinden und zu steuern. 2014 wurde das Startup von Samsung gekauft (Fernandes et al., 2016).

Auch die Weiterentwicklung von Smartphones führt dazu, dass die Grenze zwischen virtueller und realer Welt verschwindet, denn wenn das Internet weiterwachsen soll, dann nur, wenn Dinge mit dem Internet verbunden werden. Dies geschieht über Sensoren, die Daten ins Internet einspeisen und zu einer kontinuierlichen Weiterentwicklung führen.

Durch Fitness-Tracker, die durch Sensoren Bewegungsdaten aufzeichnen, oder medizinische Anwendungen, die den Gesundheitszustand überwachen, erhält das WWW einen immer engeren Bezug zur realen, physikalischen Welt. Diese Verschmelzung erfolgte fließend, etwa bei GoogleEarth, Online-Wetterdiensten oder SmartHome-Funktionen. (Andelfinger & Hänisch, 2015)

Mit heutigem Stand sind rund 3,5 Mrd. Smartphones im Umlauf – die realistische Obergrenze liegt bei etwa 5 Mrd., die im Jahr 2025 erreicht werden könnte (Statista, 2020c). Zusätzlich verfügt jeder Anwender über zumindest einen Computer und

mittlerweile lassen sich auch Gegenstände wie Wecker, Armbanduhren, Stereoanlagen und TV-Geräte mit dem Internet verbinden. Dies wird sich in den kommenden Jahren ausweiten und auch Haushaltsgeräte wie Kühlschrank, Lichtschalter und Leuchten werden durch eine Internetverbindung eine billigere und effizientere Funktionsweise erreichen. (Andelfinger & Hänisch, 2015)

Heutzutage werden etliche Daten noch händisch in das WWW eingegeben. Das wird sich allerdings mit den nächsten Jahren ändern, da immer mehr Dinge mit dem Internet verbunden sein werden und Sensoren vermehrt Informationen aufzeichnen sowie weitergeben. Bei diesen Sensoren handelt es sich um Bauteile, die bestimmte physikalische Parameter (beispielsweise Bewegung oder Temperatur) erfassen und in elektrische Spannung umwandeln. Die Kosten solcher Sensoren sind in den letzten Jahren durch ihren vielfachen Einsatz in Notebooks und Mobiltelefonen stark gesunken, wohingegen ihre Leistungsfähigkeit angestiegen ist. (Andelfinger & Hänisch, 2015)

Eines der Probleme bei der Entwicklung des IoT stellt der Stromverbrauch dar. Es werden Laufzeiten von mehreren Tagen gewünscht, wobei die Sensornetze und insbesondere die drahtlose Datenübertragung viel Strom verbrauchen. Die Weiterentwicklung des IoT zieht daher auch eine Weiterentwicklung von Batterien nach sich. Einschränkungen sind hier allerdings noch durch Sicherheitsaspekte gesetzt, wodurch die Energiedichte einer Batterie nicht beliebig erhöht werden kann. Im Idealfall kann der Sensor daher Energie aus seiner Umgebung speisen, was beispielsweise bei Funk-Lichtschaltern über die Energie aus dem mechanischen Tastendruck geschieht. Des Weiteren spielt die Stromerzeugung aus Solarenergie eine zunehmende Rolle, wo mit Hilfe von Licht Energie aus der unmittelbaren Umgebung bezogen wird. (Andelfinger & Hänisch, 2015)

Wie bei jeder Technologie gibt es auch beim IoT Risiken und Gefahren, die zu bedenken sind. Das Internet ermöglicht es Nutzern, rund um die Uhr, an fast jedem Ort, auf eine große Sammlung von Informationen zuzugreifen. Dieser Umgang mit Wissen verändert allerdings auch das menschliche Verhalten: Der Mensch verlernt zunehmend, Zusammenhänge zu erkennen und Wissen einzuordnen. Dies wird besonders bei historischen Ereignissen deutlich. Einige Autoren und Wissenschaftler

haben sich in der Vergangenheit mit dieser Thematik auseinandergesetzt und sind zu dem Schluss gekommen, dass der Mensch darauf achten muss, nicht seine Menschlichkeit zu verlieren und sich stattdessen dem Maschinendenken unterzuordnen. (Carr, 2010)

Weiters besteht die Notwendigkeit des Datenschutzes: Durch die allgegenwärtige automatisierte Datenerhebung ist es möglich, feingranulare Persönlichkeits- und Verhaltensprofile zu erstellen, die mitunter für einschneidende Entscheidungstreffen verwendet werden könnten. Dadurch könnte Druck auf den Betroffenen ausgeübt werden und abweichende Verhaltensweisen könnten veranlasst werden. Ein Beispiel hierfür ist die Beeinflussung von politischen Wahlergebnissen. (Sprenger & Engemann, 2015)

An dieser Stelle könnten noch weitere Nachteile aufgelistet werden. Es ist jedoch anzumerken, dass der Menschheit durch Gegenstände, die mit Sensoren ausgestattet sind, auch Vorteile entstanden sind, die das Leben bequemer und effizienter machen. (Andelfinger & Hänisch, 2015)

IoT wird in der Praxis beispielsweise in der Automotive-Branche bei Bridgestone, dem weltweit größten Reifen- und Gummihersteller, angewandt, um die Lebensdauer und Leistung der Reifen zu verbessern. Dafür nutzt Bridgestone die Technologie des ‚Digitalen Zwilling‘, die es ermöglicht, Reifen digital zu reproduzieren und durch Sensoren einen übergreifenden Datenaustausch herzustellen (Mussomeli et al., 2020). In einem Interview erklärt Christian Mühlhäuser, Managing Director von Bridgestone Central Europe:

...“bei uns [spielt] auch die virtuelle Konzeption eine wichtige Rolle, denn durch die Entwicklung eines digitalen Reifens – ein digitaler Zwilling – kann Bridgestone viele Eigenschaften ohne physische Proben testen. Dies bringt Vorteile für die Umwelt und kann die Markteinführungszeit verkürzen.“ (Bednar, 2021)

Ein weiteres Anwendungsbeispiel für IoT zeigt ‚Sleep Number‘, ein führendes Unternehmen im Bereich Schlaf-Innovation. Mithilfe von Daten will Sleep Number das Leben durch individuelle Schlaflösungen verbessern. Die firmeneigene SleepIQ-Technologie erfasst mithilfe von Sensoren in der Nacht mehr als zehn Milliarden

biometrische Datenpunkte und führt damit die größte Schlafstudie der Geschichte durch. Gleichzeitig soll die Schlafphysiologie von Schläfern in den USA verbessert werden. SleepIQ nutzt neben IoT auch KI, um individuelle und bevölkerungsbezogene Schlafmuster zu erkennen und anschließend den Kunden bedürfnisorientierte Vorteile zu bieten. (Sleep Number, 2021)

Big Data

Bei Big Data handelt es sich um ein Datenverarbeitungskonzept, dem eine revolutionierende Auswirkung auf Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft zugeschrieben wird (Mayer-Schönberger, 2015). Ähnlich wie bei den zuvor genannten Technologien existiert für diesen Terminus keine einheitliche Definition. Generell lässt sich aber sagen, dass es bei Big Data um eine große Menge von Daten handelt, die durch verschiedene Technologien, allen voran dem IoT, generiert wird. Durch soziale Medien, die Nutzung von Smartphones, aber auch durch Banken oder staatliche Institutionen werden persönliche Daten aufgezeichnet und gespeichert. Die Besonderheit von Big Data stellt die große, komplexe und unstrukturierte Sammlung von Daten dar, die eine Auswertung mit herkömmlichen Verarbeitungsmethoden oft unmöglich macht. (LeClerc, 2020)



Abbildung 3: Meilensteine der Big Data-Forschung

Quelle: Eigene Darstellung

Die Historie von Big Data (vgl. Abbildung 3) lässt sich grob in drei Phasen unterteilen: Die erste Phase ordnet sich zeitlich in die Periode von 1970 bis 2000 ein, denn der Ursprung von Big Data findet sich im Datenbankmanagement, welches zur Speicherung, Extraktion und Optimierung von Daten herangezogen wird. In der zweiten Phase von Big Data (2000 bis 2010) spielte die Entwicklung des Internets eine bedeutende Rolle, da damit einhergehend auch Datensammlungen und Möglichkeiten der Datenanalyse entstanden. Mit der Ausweitung des Online-Shoppings starteten Unternehmen wie Amazon oder eBay das Kundenverhalten zu analysieren. Der Webverkehr führte zu einem massiven Anstieg an unstrukturierten Daten und Unternehmen mussten neue Ansätze und Speicherlösungen finden, um mit diesen Datentypen umgehen zu können und diese effektiv zu analysieren. Auch das Wachstum von Social-Media verschärfte den Bedarf an Analysetechniken und Tools erheblich, mit dem Ziel, sinnvolle Informationen aus unstrukturierten Daten extrahieren zu können. Die dritte Phase startete 2010 und dauert bis heute an: Zwar stehen für viele Unternehmen webbasierte Daten immer noch im Mittelpunkt ihrer Analysen, dennoch haben mobile Geräte die Möglichkeiten der Datenaufzeichnung erheblich verändert. Sie bieten nicht nur die Möglichkeit Verhaltensdaten, wie Suchanfragen oder Klicks, zu analysieren, sondern ermöglichen auch das Speichern und Auswerten von ortsbezogenen Daten. Auf diese Weise können Bewegungen verfolgt, und gesundheitsbezogene Daten analysiert werden. Gleichzeitig führt der Anstieg von sensorbasierten, internetfähigen Geräten (IoT) zu einer erhöhten Datengenerierung, und Millionen von Fernsehern, Thermostaten und Kühlschränken generieren täglich Zettabytes an Daten. (Reichert, 2014)

Den Begriff ‚Big Data‘ gibt es seit den 1990er-Jahren. In einem Forschungsbericht aus dem Jahr 2001 definierte die META Group (heute Gartner) die Herausforderungen und Chancen des Datenwachstums als dreidimensional. Die drei Dimensionen stehen dabei für das zunehmende Volumen an Daten, die Geschwindigkeit der Dateneingänge und -ausgänge sowie die Datenvielfalt. Diese drei Charakteristika, ‚Volume, Velocity und Variety‘ (Datenmenge, Geschwindigkeit und Vielfalt) werden in der gängigen Literatur häufig als die ‚3 Vs‘ von Big Data bezeichnet. (Frenz, 2020)

2012 aktualisierte Gartner seine Definition von Big Data wie folgt:

„Big Data sind Informationsbestände mit hohem Volumen, hoher Geschwindigkeit und/oder hoher Vielfalt, die kosteneffiziente, innovative Formen der Informationsverarbeitung erfordern, die verbesserte Einblicke, Entscheidungsfindung und Prozessautomatisierung ermöglichen.“ (Gartner, 2012) (Übersetzt auf Deutsch)

In den folgenden Jahren wurde das 3V-Modell vom 4V-Modell abgelöst, das den Begriff ‚Veracity‘ (Unsicherheit) einbezieht. Des Weiteren existiert auch ein 5V-Modell, das um ein fünftes Charakteristikum, den Terminus ‚Value‘ (Mehrwert), ergänzt wird. Gartners 3V-Ansatz ist jedoch die am weitesten verbreitete Definition und hebt die Bedeutung und Notwendigkeit von Big Data nach hervor. Im Folgenden werden die 5 Vs genauer erläutert (vgl. Abbildung 4). (Sarangi & Sharma, 2020)

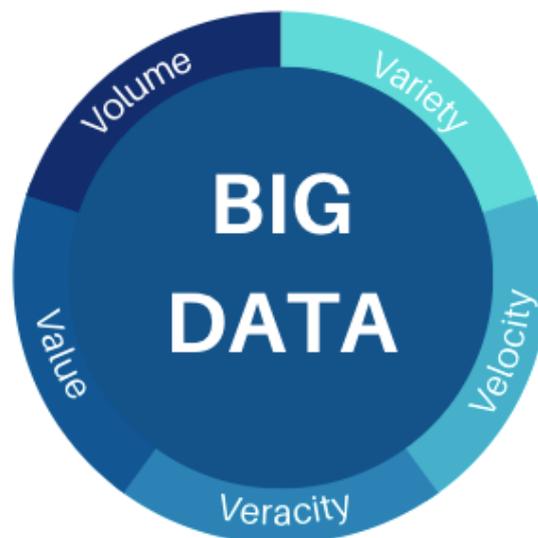


Abbildung 4: Fünf Vs von Big Data

Quelle: Eigene Darstellung

Das Volumen bezieht sich auf die hohe Datenmenge, die aus verschiedenen Quellen generiert und erweitert wird. Bei Big Data werden also nicht nur Stichproben von Daten erhoben, sondern jede Information wird aufgezeichnet. Der Vorteil des Sammelns großer Datenmengen besteht darin, dass durch die Datenanalyse verborgene Informationen und auch Muster erkannt werden können. (Hashem et al., 2015)

Als Variety wird die Vielfalt der Datenformate bezeichnet, die über Sensoren, Smartphones oder soziale Netzwerke gesammelt werden. Zu dieser Bandbreite an Daten zählen sowohl Videos als auch Bild, Text, Audio und Datenprotokolle – entweder in strukturiertem oder unstrukturiertem Format. Ein Großteil der Daten, vor allem jener, der von mobilen Anwendungen, beispielsweise Textnachrichten, Online-Spielen, Blogs und sozialen Netzwerken generiert wird, liegt in unstrukturiertem Format vor. (D. E. O’Leary, 2013)

Die Geschwindigkeit (Velocity) bezieht sich auf die Schnelligkeit der Datenübertragung. Diese ist erheblich, da ständig neue Daten produziert und gleichzeitig verarbeitet werden müssen. Oft stehen die Daten und Informationen in Echtzeit zur Verfügung. (Berman, 2013)

Veracity beschreibt die Unsicherheit oder auch Wahrhaftigkeit von Daten und deren Qualität. Da die Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragen werden, erfüllen sie oft nicht die Qualitätsansprüche und können dadurch nicht wie gewünscht weiterverarbeitet werden. Es besteht zwar die Möglichkeit einer Nachbereitung der Daten, allerdings ist diese wiederum aufwendig. (Sarangi & Sharma, 2020)

Der Mehrwert (Value) ist als zentralster Aspekt anzusehen, denn er impliziert, dass Big Data mit einem sinnvollen Nutzen verbunden sein muss, um Wert zu haben. Ziel ist es, dass durch die Auswertungen und Analysen der Daten Schlussfolgerungen gezogen werden können, die Unternehmen bei Entscheidungsfindungen helfen. (Sarangi & Sharma, 2020)

Technisch gesehen, besteht der Ansatz von Big Data darin, dass die Datenanalyse sowohl verteilt als auch parallel durchgeführt wird, wofür Cloud-Computing als eine der Grundlagen dient. (Steinebach et al., 2014)

Daten gibt es schon lange, der Vorteil von Big Data liegt jedoch in der Korrelation dieser Daten und darin, dass es bislang aufwendig war, übermäßig große Datenmengen zu analysieren. Angewendet werden Big-Data-Analysen beispielsweise zur Wahrscheinlichkeitsprognose zukünftiger Ereignisse, in der Industrie und Medizin, zur Effizienzsteigerung oder zur Voraussage von politischem Wählerverhalten. Auch

bei gezielten Marketingkampagnen und in der Produktentwicklung wird die Big-Data-Technologie angewendet. (Heesen, 2016)

Ein praxisbezogenes Big Data-Projekt im Gesundheitswesen nennt sich ‚Generation Victoria‘ (GenV) und wurde vom ‚Murdoch Children`s Research Institute‘ in Melbourne gestartet. Für das Projekt werden Daten von 160 000 Neugeborenen gesammelt und der Verlauf bis ins hohe Alter aufgezeichnet. Durch die Zusammenführung und Verknüpfung dieser vielen Datenquellen soll es Ärzten möglich gemacht werden, bei Erkrankungen im Kindesalter frühzeitig eingreifen zu können. Untersucht werden verschiedene Erkrankungen (u.a. Asthma, Fettleibigkeit, Autismus, Allergien), - um zu verstehen, wie sich diese auf Menschen auswirken, wenn sie älter werden. (Murdoch Children`s Research Institute, 2021)

Ein weiteres Anwendungsbeispiel für Big Data zeigt ein webbasiertes Startup-Projekt namens ‚Digital Housing Nepal‘. In Nepal wird immer noch die traditionelle Vermietungsmethode praktiziert, bei der sich der Vermieter und der Mieter entweder durch Werbung, persönlichen Kontakt oder Mundpropaganda kennenlernen. Der Zeit-, Arbeits-, und Ressourcenaufwand ist für beide Seiten groß, um eine passende Übereinstimmung zu finden. Die Plattform von ‚Digital Housing Nepal‘ ermöglicht dem Nutzer die Suche, den Verkauf und die Reservierung von Wohnungen. Vermieter können über eine Dashboard-Plattform ihr Mietobjekt zur Verfügung stellen und der Mieter kann mithilfe von Filtereinstellungen (Größe, Lage, Ausstattung) die passende Behausung finden. (Atreya, 2020)

Cloud-Computing

Das Wort ‚Cloud‘ bzw. das Wolkenymbol wird aus historischer Sicht als Metapher für das Internet genutzt und bezeichnet die Erbringung aller Dienste von einem Provider im Intra- oder Internet. Die Entwicklung der Cloud nahm ihren Anfang in den 1950er-Jahren mit dem Wissenschaftler Herbert Grosch von IBM, der das ‚Time-Sharing-Verfahren‘ an Großrechneranlagen einführt (vgl. Abbildung 5). Dabei handelte es sich um den ersten konzeptionellen Ansatz, der es ermöglichte, dass mehrere Benutzer

gleichzeitig an einem Computer arbeiteten, indem sie sich die Rechenzeiten des Prozessors teilten. (Hayes, 2008)

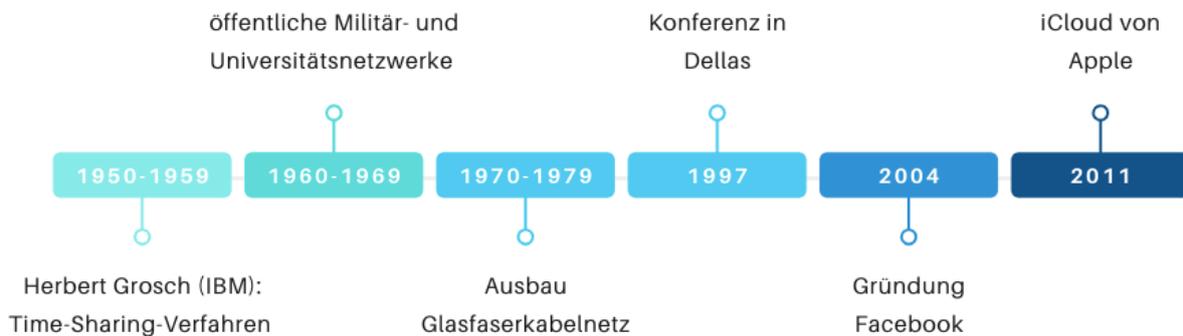


Abbildung 5: Meilensteine der Cloud-Computing-Forschung

Quelle: Eigene Darstellung

In den 1960er-Jahren, wurden die ersten öffentlichen Netzwerke in Form von Militär- und Universitätsnetzwerken ins Leben gerufen, die sich durch Telefon-Wählleitungen miteinander verbinden ließen. Der Ausbau von Glasfasernetzen in den 1970er-Jahren trug dazu bei, dass Daten mit höherer Übertragungsrates und über längere Strecken gesendet werden konnten. (Schmitt, 2016)

1997 prägte Ramnath K. Chellappa, ein Professor für Informationstechnologie (IT), den Begriff ‚Cloud-Computing‘ auf einer Konferenz in Dallas. Seit dieser Konferenz ist Cloud-Computing überall verbreitet, allerdings gibt es bis heute keine standardisierte Begriffsdefinition (Hentschel & Leyh, 2018). Eine mögliche Definition stammt vom US-amerikanischen ‚National Institute of Standard and Technology‘ (NIST). Es bezeichnet Cloud-Computing als ein Modell, das den komfortablen Netzwerkzugriff auf einen Ressourcenpool ermöglicht, der gleichzeitig von mehreren Anwendern genutzt werden kann. Zu diesen Ressourcen zählen Netzwerke, Speicher, Rechenleistungen und Applikationen. (Mell & Grance, 2011)

Das soziale Netzwerk ‚Facebook‘ bietet Nutzern seit 2004 die Möglichkeit mediale Inhalte online zu veröffentlichen und zu speichern. Dies war aber nicht der einzige Grund dafür, dass sich Unternehmen um Systeme mit ausreichend Performance kümmern mussten. Denn auch Amazon, Google und Yahoo standen aufgrund des ansteigenden Nutzerwachstums vor der Problematik der Speicherung großer

Datenmengen. Mit der Einführung der iCloud von Apple im Jahr 2011, wurde Cloud-Computing endgültig der breiten Masse zugänglich gemacht. (Murphy & Bond, 2019)

Cloud-Computing ist eine rasch wachsende Technologie, die sich in der nächsten IT-Generation etabliert hat. Die Anzahl an Geräten, die mit dem Internet verbunden sind, steigt kontinuierlich und Dienstleistungen, Softwaresysteme, Rechenleistung und Speicherplatz werden nicht mehr lokal am jeweiligen Gerät bearbeitet und gespeichert, sondern in einer externen Infrastruktur, der sogenannten Cloud. Die Nutzer können nicht mehr feststellen, wo sich die Informationen oder Anwendungen befinden, mit denen sie täglich arbeiten. (Singer, 2010)

Wird ein Elektrogerät an den Strom angeschlossen, wird meist nicht hinterfragt, wie dieser erzeugt wird und zur Steckdose kommt. Dies ist möglich, weil Elektrizität über eine Steckdose verfügbar ist, hinter der Stromerzeugungsanlagen und ein großes Verteilungsnetz stehen. Übertragen auf Informationstechnologien funktioniert dieses Konzept ähnlich, denn für die nützlichen Funktionen, die dem Verbraucher zur Verfügung gestellt werden, müssen im Hintergrund Verarbeitungs-, Speicher-, Daten- und Softwareressourcen vorhanden sein. Verschiedene Technologien wie das Cloud-Computing sollen den Zugriff auf eine hohe Rechenleistung auf eine vollständig virtualisierte Weise ermöglichen, indem sie Ressourcen zusammenfassen und eine einzige Systemansicht bieten. (Voorsluys et al., 2011)

Es gibt zwar keine einheitliche Definition von Cloud-Computing, allerdings werden in den meisten Definitionen ähnliche Merkmale hervorgehoben, etwa die flexible und skalierbare Infrastruktur, außerordentliche Computer-Ressourcen, die auf Abruf zur Verfügung stehen, sowie die nutzerbasierte Abrechnung. (Hentschel & Leyh, 2018)

Bei der Cloud-Technologie wird nach Art der Dienstleistung unterschieden: So gibt es beispielsweise Infrastructure-as-a-Service (IaaS), wo Nutzern Computerhardware-Ressourcen wie Rechner oder Speicherplatz zur Verfügung gestellt werden. Bei Platform-as-a-Service (PaaS) geht es um die Bereitstellung von Programmierungs- und Entwicklertools und bei Software-as-a-Service (SaaS) um den Nutzungszugang zu Anwendungsprogrammen und Applikationen. Für geschlossene Nutzergruppen wie Unternehmen oder Institutionen können private Clouds erstellt werden. Bei Public

Clouds handelt es sich hingegen um ein Netzwerk für eine große Anzahl verschiedener Nutzer. In der Realität finden am häufigsten Hybrid Clouds Anwendung, die eine Kombination aus privaten und öffentlichen Clouds darstellen, angepasst an die Bedürfnisse der Nutzer. (Hashem et al., 2015; Ruparelia, 2016)

Der historische Vorgänger von Cloud-Computing ist das Grid-Computing. Als ‚Grid‘ wird dabei eine Hardware- und Software-Infrastruktur bezeichnet, welche einen konsistenten, zuverlässigen preiswerten und von überall erreichbaren Zugriff auf die Kapazitäten von Hochleistungsrechnern ermöglicht (Foster & Kesselman, 2004). Das Konzept des Grid-Computing geht auf die 1990er-Jahre zurück, wo es Ziel war, dem Nutzer Ressourcen wie Rechenleistung oder Speicherplatz über das Internet so einfach wie möglich zur Verfügung zu stellen. Foster & Kesselman (2004), die als Pioniere des Grid-Computings gelten, haben dazu drei Eigenschaften definiert: Erstens, die dezentrale Ressourcenkontrolle, die beschreibt, dass ein Grid aus geografisch verteilten Ressourcen besteht, die extern betreut werden. Zweitens nennen sie standardisierte offene Protokolle und Schnittstellen. Dies bedeutet, dass die Grids nicht anwendungsspezifisch sind, sondern zu verschiedenen Zwecken eingesetzt werden können. Der dritte genannte Punkt ist die nichttriviale Eigenschaft des Dienstes, die sich beispielsweise auf Verfügbarkeit und Antwortzeitverhalten bezieht.

Bei diesen drei Charakteristika sind Ähnlichkeiten zur Cloud-Computing-Technologie erkennbar, allerdings wird beim Cloud-Computing der Ansatz von dezentralem Management nicht weiterverfolgt. Stattdessen stehen die ökonomischen Vorteile durch eine Zentralisierung von IT-Ressourcen im Vordergrund. (Hentschel & Leyh, 2018)

Mit dem Durchbruch der Digitalisierung und den steigenden Nutzerzahlen steigen auch die Anforderungen an IT-Systeme und der damit verbundene Bedarf an Speicherkapazitäten und Rechenleistung. Frühere Modelle der Datenverarbeitung wie das Client-Server-Modell können diesen Anforderungen nicht mehr gerecht werden und Cloud-Computing übernimmt als Nachfolger diese Dienste. Ein elementarer Punkt bei Cloud-Computing sind auch serviceorientierte Architekturen (SOA), die Unternehmen die Möglichkeit geben, einzelne Dienste flexibel miteinander zu kombinieren. Dies erhöht sowohl die Flexibilität als auch die Agilität und ermöglicht

eine gezielte Auslagerung einzelner Services an externe Dienstleister. (Hentschel & Leyh, 2018)

Der aktuellen ‚Cloud Monitor Studie 2020‘ von KPMG in Zusammenarbeit mit der Bitkom Research GmbH lässt sich entnehmen, dass Cloud-Computing in Österreich mittlerweile verbreitet ist, da 47 % der Unternehmen in der Cloud arbeiten. Für Betriebe sind der Datenschutz und eine mögliche Integration der Cloud-Systeme in bestehende IT-Systeme essenziell. Laut Studie sind 81 % der Befragten davon überzeugt, dass Cloud-Computing einen ‚sehr großen‘ bis ‚eher großen‘ Beitrag zur Digitalisierung in Unternehmen leistet. (Schirmbrand, 2020)

Ein Praxisbeispiel für die Anwendung von Cloud-Computing im Industriezweig ‚Transport und Logistik‘ ist die Flottenmanagementlösung von DHL: ‚SmarTrucking‘ nutzt Sensoren auf LKWs für die Erfassung von Flottendaten wie Standort-, Verkehrs-, oder Wetterinformationen (DHL, 2021). Diese Daten werden automatisch via Cloud-Computing an zentrale Control Tower geschickt, welche mithilfe von ‚Predictive Analytics‘ Entscheidungen in Echtzeit treffen können. ‚Predictive Analytics‘ bedient sich an historischen Daten und versucht über Algorithmen und mathematische Modelle zukünftige Ereignisse vorherzusagen. So werden bei DHL beispielsweise dynamische Streckenführungen und Flottenzuweisungen generiert, welche zu einer Routenoptimierung und effizienten Flottenplanung führen. Durch ‚SmarTrucking‘ wird eine Reduktion der Transitzeiten um bis zu 50 % erwartet (Taliaferro et al., 2019).

Auch in der Healthcare-Industrie wird Cloud-Computing eingesetzt: ‚Xealth‘, beispielsweise, ist eine digitale Plattform, die es Leistungserbringern im Gesundheitswesen ermöglicht, ihren Patienten digitale Gesundheitsinstrumente, wie Blutzuckermessgeräte, und medizinische Geräte, wie Rollstühle oder Krücken, zu verschreiben. Die Plattform sammelt Daten von digitalen Geräten, sodass der Leistungserbringer die Anwendung der Patienten überwachen kann. Um diese Services anbieten zu können, arbeitet ‚Xealth‘ eng mit IT-Unternehmen in der Gesundheitsbranche zusammen: ‚Glooko‘ ist zum Beispiel eine mobile App für Diabetiker und ‚SilverCloudHealth‘ einer Plattform für mentale Gesundheit. Die unterschiedlichen Tools der Kooperationspartner sind in die Plattform von ‚Xealth‘ integriert und sollte der Nutzer davon profitieren können, werden sie ihm digital verschrieben. (Holland, 2020)

Robotics

Der Begriff ‚Roboter‘ wurde erstmals 1920 in einem Drama des tschechischen Literaten Karel Čapek erwähnt (vgl. Abbildung 6). Er verlieh seiner Figur ‚künstlicher Mensch‘, die in seinem Stück als Frontarbeiter tätig ist, den Namen ‚Roboter‘.

Die Entwicklung der heutigen Robotertechnik geht allerdings bis in das 16. Jahrhundert zurück. Damals war es Leonardo da Vinci, dessen Entwürfe roboterähnliche Maschinen erkennen ließen. Um 1700 wurden Musik spielende Puppen gebaut, die als Vorgänger der Roboter angesehen werden können. (Stark, 2009)

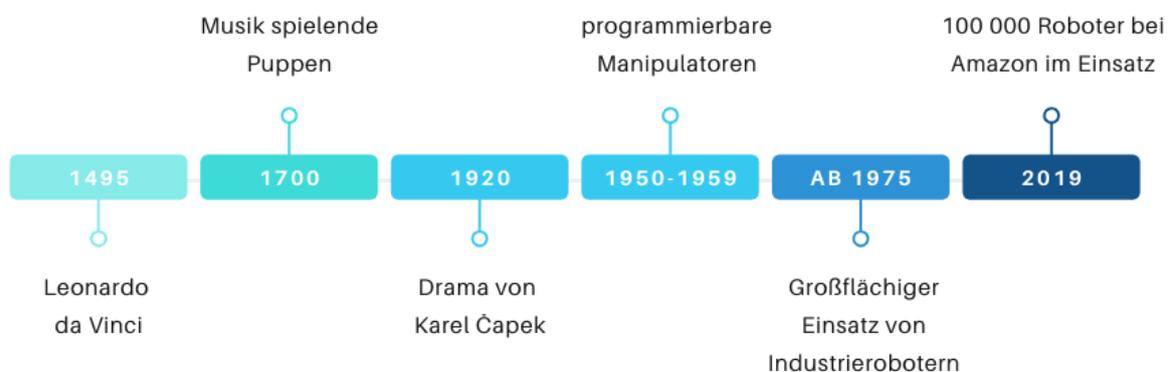


Abbildung 6: Meilensteine der Robotics-Forschung

Quelle: Eigene Darstellung

Die ersten Vorläufer der heutigen Industrieroboter wurden zu Beginn der Industrialisierung eingesetzt und waren unflexible Handhabungseinrichtungen mit unveränderbarem Bewegungsablauf. Schon damals bestand die Absicht, Fertigungsprozesse zu automatisieren. Während der Mensch allerdings früher noch ein Teiglied im Fertigungsprozess war, dient er heute oft nur noch als Kontrollorgan. Die ersten Industrieroboter wurden entwickelt, um Arbeiter bei monotonen Arbeitsbewegungen zu unterstützen bzw. ihnen diese abzunehmen. Ein Entwicklungssprung in den 1950er-Jahren führte dazu, dass programmierbare Manipulatoren vermarktet werden konnten, was als Basis für Ford diente, um Ende der 1960er-Jahre alle Schweißarbeiten von Industrierobotern durchführen zu lassen. Ab Mitte der 1970er-Jahre konnten die ersten Industrieroboter bereits in größerer Stückzahl eingesetzt werden. Japan war das erste Land weltweit, das den

Industrieroboter-Einsatz forcierte und ist hat bis heute eine Vorreiterrolle im Bereich der Robotertechnik. (Bartenschlager et al., 1998)

Die Ausbreitung von Robotern hängt mit den Prozessoren zusammen, die immer leistungsstärker und günstiger werden. Dadurch ist es heute möglich, komplexe Berechnungen in kurzer Zeit durchzuführen. Beispielsweise waren Roboter 1983 mit einem 15-MHz-Mikroprozessor und einem 256-KB-Speicher ausgestattet, wohingegen 2009 die Taktfrequenz von Prozessoren bei über 3 GHz und einem Speicher von über 1 GB lag. (Stark, 2009)

Durch ihre hohe Anpassungsfähigkeit sind Roboter dazu prädestiniert, in der flexiblen Fertigung Aufgaben zu übernehmen und bei kleiner werdenden Losgrößen die Produktpalette von Betrieben zu erweitern. Neben der klassischen Industrieanwendung werden Roboter mittlerweile auch als Serviceroboter im Bereich der Chirurgie, als Tankroboter, Kanalroboter, in der Raumfahrt sowie in der Tiefsee als Tauchroboter eingesetzt. Künftig werden Anwendungen im Hoch- und Tiefbau, als Mikroroboter in Blutgefäßen oder für Wartungsarbeiten bei Maschinen erwartet. (Bartenschlager et al., 1998)

Um die Relevanz von Robotern in Zahlen auszudrücken, eignet sich ein Beispiel des Onlineversandhändlers Amazon, wo Roboter seit 2012 im Einsatz sind. Damals kaufte der Konzern das Unternehmen Kiva Systems, das später in Amazon Robotics umbenannt wurde. In 26 der insgesamt weltweit 175 Amazon-Logistikzentren arbeiten 100 000 Roboter gemeinsam mit Menschen, um Pakete effizient zu sortieren, zu verpacken und auszuliefern. Das Einsatzgebiet der Roboter ist breit: Sie werden etwa für den Transport von Kisten und Paletten eingesetzt – sowohl am Fließband als auch bei der Be- und Entladung von LKWs. Zur Navigation sind an den jeweiligen Roboter-Standorten 2D-Barcodes installiert, mit denen die Roboter Routen berechnen und den effizientesten Weg ermitteln können, um die Güter auf schnellstem Weg an ihren Zielort zu bringen.

Das Vorurteil, dass Maschinen menschliche Arbeitskräfte zur Gänze ersetzen könnten, bestätigt Amazon nicht; vielmehr wurden rund 300 000 neue Vollzeitstellen aufgrund der Einführung der Robotertechnik geschaffen, die den Technik-Teams Feedback zur Arbeitsweise der Roboter geben und auch auf Bereiche verweisen, in

denen der Einsatz von Robotik sinnvoll genutzt werden könnte. Mit Stand Januar 2019 haben mehr als 100 Mitarbeiter bei Amazon Abschlüsse im Bereich der Robotertechnik gemacht und 500 befinden sich gerade in Ausbildung. (Amazon, 2019)

Grundsätzlich lassen sich Roboter nach Konstruktionsweise und Verwendungszweck klassifizieren. Bei den fünf gängigsten Klassen handelt es sich um Industrieroboter, Serviceroboter, Mikroroboter, mobile Roboter und humanoide Roboter. (Stark, 2009) Industrieroboter wurden für den industriellen Einsatz entwickelt und zeichnen sich durch Eigenschaften wie Schnelligkeit, Genauigkeit und hohe Traglast aus. Typische Fertigungsprozesse, die von Robotern ausgeführt werden, sind Schweißen, Kleben, Lackieren und Montieren.

Serviceroboter werden sowohl im professionellen als auch im privaten Gebrauch eingesetzt, denn sie erbringen Dienstleistungen für Menschen. Vorteil der Serviceroboter ist ihre autonome Bewegungsmöglichkeit, auch in unstrukturierter Umgebung, die durch eingebaute Sensoren möglich wird. Des Weiteren sind sie einfach zu handhaben und verfügen über eine benutzerfreundliche Bedienoberfläche. Anwendungsbereiche für Serviceroboter umfassen Reinigung, Landwirtschaft sowie Sicherheit, aber auch das Rasenmähen und Staubsaugen im privaten Bereich zählen dazu.

Mobile Roboter sind Servicerobotern ähnlich, werden allerdings hauptsächlich in gefährlichen Umgebungen wie unter Wasser und auf anderen Himmelskörpern eingesetzt.

Bei Mikrorobotern handelt es sich um winzige Roboter, die eine Größe von nur wenigen Millimetern aufweisen. Ihre Besonderheit ist die autonome Bewegungsmöglichkeit in kleinen Strukturen, durch die sie beispielsweise im Inneren des Körpers Aktionen durchführen können.

Humanoide Roboter sind an das Aussehen von Menschen angelehnt und besitzen oft Arme und Beine. Ziel ist es, dieser Klasse von Robotern kognitive, sensorische und motorische Fähigkeiten zu verleihen, wodurch eine direkte Interaktion und Kommunikation mit dem Menschen hergestellt werden kann. Humanoide Roboter sollen langfristig sowohl als Arbeitsmaschine als auch als Assistent des Menschen eingesetzt werden. (Stark, 2009)

Neben den klassischen Robotern fallen in dieser Arbeit auch Drohnen unter die Überkategorie ‚Robotics‘. Daher wird im Folgenden auch auf diese eingegangen.

Der Begriff ‚Drohne‘ (*unmanned aircraft system*) bezeichnete ursprünglich ein unbemanntes militärisches Aufklärungs- oder Kampfflugzeug (Dudenredaktion, o. J.). Heutzutage wird dieser Terminus allerdings generisch verwendet und steht für pilotenlose Flugkörper unterschiedlicher Größe. (Taeger, 2017)

Die Entwicklungsgeschichte der Drohnen begann mit der Idee von unbemannten Fluggeräten über Schlachtfeldern. Diesbezüglich gab es am Ende des Zweiten Weltkrieges schon erste erfolgreiche Experimente der Alliierten. Aber auch beim US-Militär im Vietnamkrieg und bei der israelischen Armee im Jom-Kippur-Krieg 1973 wurden Drohnen eingesetzt. (Chamayou, 2014) Zu dieser Zeit dienten Drohnen allerdings nur zur Erkundung und Überwachung, nicht als Waffen, denn durch die Aufklärungsdrohnen konnte die Aufmerksamkeit darauf gerichtet werden, während den konventionellen Kampfflugzeugen die Zerstörung der Stellung oblag. (Jacob Ross, 2015)

Die Geschichte der zivilen Drohne ist hingegen noch jung und die Entwicklungen neuer Modelle schreiten so schnell voran, dass es schwer ist, aktuelle Daten und Modelle zu listen. Die Flugdauer einer konventionellen Drohne beträgt in etwa 25 Minuten, die Geschwindigkeit liegt bei circa 60 km/h und das Eigengewicht variiert zwischen einem und drei Kilogramm. Die Preise beginnen etwa bei 500 Euro und erreichen bei Profigeräten einen fünfstelligen Bereich. Durch die erschwinglichen Anschaffungskosten von Einsteigermodellen verbreiteten sich Micro- und Minidrohnen rasch am zivilen Markt und etablierten sich als hilfreiche Werkzeuge in der Fotografie, bei der Sicherheit, in der Landwirtschaft sowie bei der Untersuchung und Begutachtung schwer zugänglicher Bereiche. Bei Großveranstaltungen beispielsweise setzt die Polizei Drohnen ein, wenn es um die Überwachung von Geländeabschnitten geht, aber auch bei Transportdienstleistungen wird versucht, Schiffe künftig via Drohne zu beliefern. In der Landwirtschaft übernehmen Drohnen heutzutage die Düngung von Feldern sowie die Erkundung von Schädlingsbefall und in der Berichterstattung und Filmindustrie sind sie eine kostengünstige Alternative zu Hubschraubern. (Bischof, 2017)

Die Drohnen-Technologie ist jedoch auch problematisch: Einerseits birgt sie neue Möglichkeiten betreffend Dienstleistungen und Anwendungen, andererseits gibt es

auch Risiken und Herausforderungen in Bezug auf datenschutz-, persönlichkeits- und urheberrechtliche Aspekte, die nicht außer Acht gelassen werden sollten. (Taeger, 2017)

Ein Anwendungsbeispiel für Roboter im Bereich Healthcare ist ‚Misty II‘, ein persönlicher Roboter der älteren Menschen, die alleine leben, in ihrem Alltag begleitet (MistyRobotics, 2021). Ausgestattet mit Kamera, Mikrofon und Sensoren kann der ‚sensible Roboter‘ mit medizinischen Diensten, Medikationen und Notdiensten Unterstützung leisten. Möglich macht das eine Plattform im Hintergrund, die konkrete Anwendungsfälle in Bezug auf Sicherheit und Gesundheit evaluiert und den Nutzern anschließend Hilfestellungen gibt. (Srinivasan, 2019)

Robotics, im Speziellen Drohnen, können aber auch bei virtuellen Online-Rundgängen von Touristenattraktionen behilflich sein: Beispielsweise können Drohnen in Zeiten einer Pandemie Sehenswürdigkeiten abfliegen und Interessierten die Möglichkeit geben, diese virtuell zu besichtigen. Als Vorzeigeprojekt wurde Rom ausgewählt, wo sechs Touristenattraktionen ausgewählt wurden, welche mit Drohnen aus verschiedenen Perspektiven abgeflogen und anschließend als virtuelle Tour online bereitgestellt wurden. (Ilkhanizadeh et al., 2020)

2.3.3. Weitere Technologien im Facility-Service

Neben den fünf am häufigsten eingesetzten Technologien im FS gibt es auch noch eine Reihe anderer Technologien, die erwähnt werden sollten. Dazu zählen mobile Apps, Augmented & Virtual Reality (AR & VR), Blockchain, Networks, 3D-Drucker, Radio-Frequency Identification (RFID), Building Information Modeling (BIM), LED und Workplace-Management. Im Folgenden werden diese kurz beschrieben und ihre generelle Anwendung wird erläutert.

Mobile App

Um die Definition von ‚mobilen Apps‘ verständlich zu machen, ist es von Vorteil, die beiden Begriffe zunächst getrennt voneinander zu betrachten.

Der Terminus ‚App‘ leitet sich aus dem englischen Wort ‚application‘ ab und bedeutet auf Deutsch ‚Applikation‘. Gemeint ist damit jede Art von Anwendungsprogramm auf Computern, mobilen Endgeräten oder anderen IT-gestützten Systemen. Der Begriff ‚App‘ wird heutzutage oft in Verbindung mit einem Zusatzprogramm verwendet, das dem Benutzer einen Mehrwert über die Basis-Funktionen hinweg liefert, zum Beispiel Handy-Apps. Während es sich bei Apps um Software-Systeme handelt, sind ‚mobile Endgeräte‘ Hardware-Systeme wie Mobiltelefone, Laptops, Tablets, MP3-Player oder auch GPS-Geräte. Wenn auf den soeben beschriebenen mobilen Hardware-Geräten Apps ausgeführt werden, wird von sogenannten ‚mobilen Apps‘ gesprochen. (Koppay, 2015)

Die Anwendung mobiler Apps ist breit und reicht von Office-Anwendungen, etwa Microsoft-Outlook oder Zeitaufzeichnungstools, über Spiele bis hin zu Bildungs- und Reise-Applikationen.

Ein Anwendungsbeispiel für mobile Apps im FS findet sich in der Branche ‚Transport und Logistik‘: Auf Deutschen Bundesstraßen wurde ein digitales Mautsystem für schwere Nutzfahrzeuge eingeführt. Die Fahrer können online ihre geplante Route eingeben und wie bei einem Navigationssystem eine der vorgeschlagenen Routen auswählen. Die Mautgebühren für die Strecke können direkt online bezahlt werden oder alternativ erhält man als registrierter Nutzer eine Monatsabrechnung. Des Weiteren kann eine ‚On-Board-Unit‘ im Fahrzeug installiert werden, die während der Fahrt GPS-Koordinaten empfängt und sendet und diese anschließend an die Mautstelle schickt. Ende des Monats wird von dort eine gesammelte Rechnung an das jeweilige Transportunternehmen geschickt. (Keuchel, 2020)

Augmented/Virtual Reality

Der Begriff Virtual Reality (VR) leitet sich aus dem Englischen ab und bedeutet ‚virtuelle Realität‘. Das breite Anwendungsspektrum sowie die Vielzahl an Umgebungen, wo VR eingesetzt wird, ist ein Grund, wieso es für VR keine eindeutig vorherrschende Definition gibt. Brill (2009) spricht beispielsweise bei VR von einer „simulierten Realität, in die der Nutzer durch ihm gegebene Interaktionsmöglichkeiten eintaucht“. In einem Interview mit BBC (2012) beschreibt Palmer Luckey, Gründer von

Oculus VR, VR als „eine stereoskopische Perspektive mit deutlich erhöhter Sichtweite, was wiederum das Gefühl vermittelt, Teil einer virtuellen Welt zu sein.“ Beim ‚Eintauchen‘ in eine virtuelle Welt wird von einer Immersion gesprochen, wobei der Anwender einen eigenen Stand- und Sichtpunkt wählen kann.

Hauptmerkmal von VR-Brillen sind die komplett geschlossenen Gehäuse und Linsen, die vor Bildschirmen befestigt werden. Dies hat den Vorteil, dass der Anwender in eine komplett virtuelle Welt ohne störende Lichteffekte aus der realen Welt eintauchen kann. (Thomas et al., 2018)

Im Gegensatz zu VR handelt es sich bei Augmented Reality (AR) um Informationen und Elemente, die zusätzlich in das reale Sichtfeld des Benutzers eingeblendet werden. Bei AR-Brillen, beispielsweise der Google Glass, projiziert das tragbare Display via optischem Prisma und Miniprojektor eine überlagerte Realität in die reale Welt.

Vorteile von AR sind das nicht komplette Eintauchen in die virtuelle Welt und das freie Bewegen ohne Kabel. (Thomas et al., 2018)

Den Einsatz von VR und AR mit wirtschaftlichem Nutzen findet sich heutzutage vor allem in der (medizinischen) Aus- und Weiterbildung sowie im Bereich der Instandhaltung und Wartung.

Beispielsweise das ‚COVID-19 Virtual Reality Training program‘ nutzt VR und KI um Krankenschwestern während der Pandemie zu schulen. Da angehende Pfleger und Krankenschwestern bei der Ausbildung auf menschliche Interaktion angewiesen sind, bieten ihnen Figuren in VR die Möglichkeit, während der Pandemie geschult und ausgebildet zu werden, ohne sich selbst oder andere Patienten zu gefährden. Derzeit wird daran geforscht die virtuellen Charaktere mit möglichst vollständigen Gesten und Gesichtsanimationen zu verkörpern, um ein Gefühl von Realismus schaffen zu können. Die Herausforderung beim virtuellen Pflegepraktikum liegt laut DiPaola, Leiter des Programmes, allerdings darin, zu erkennen, ob die Studenten mit den Patienten richtig interagieren. Daher wird zusätzlich daran gearbeitet, alle Bewegungsabläufe (erfolglose und erfolgreiche) von Krankenschwestern in einer Vielzahl von Einstellungen aufzuzeichnen, um zu sehen, ob sich Schüler innerhalb der VR richtig bewegen. (Ketter, 2020)

Blockchain

Bei der Blockchain handelt es sich um eine digitale Datenbank, die Informationen übertragen und speichern kann. Dies geschieht über eine digitale Kette von Blöcken, die kryptografisch verbunden sind und Informationen beinhalten. Unabhängige Netzwerk-Teilnehmer, sogenannte ‚Miner‘, erstellen nach einem bestimmten Rhythmus eine Struktur, für die in Coins bezahlt werden kann. Einzelne Blöcke werden in chronologischer Reihenfolge zu einer Kette, der sogenannte ‚Chain‘, hinzugefügt. Die Besonderheit einer Blockchain sind die Einzigartigkeit und Unveränderbarkeit. (Bussac, 2019)

Um den hohen Sicherheitsaspekt von Blockchains zu erklären, eignet sich der Vergleich mit Lego-Türmen. Um einen Lego-Turm zu bauen, muss die Oberseite eines einzelnen Blockes auf die Unterseite eines anderen passen. Durch die Verbindung der Steine/Blöcke wird das System stabiler und somit sicherer. Um eine Blockchain zu hacken, ist es notwendig, sämtliche Informationen der existierenden Blöcke auf allen Computern zu ändern. Die Blockchain ist zwar öffentlich verfügbar, kann aber aufgrund der hohen Rechenleistung, die dafür notwendig wäre, nicht gehackt werden. (Bussac, 2019)

Das bekannteste und älteste Anwendungsbeispiel für eine Blockchain ist die von Bitcoin, die eine Größe von knapp 330 000 MB aufweist (Stand: 18.2.2021, Quelle: blockchain.com, 2021). Blockchains werden beispielsweise aber auch im Finanzwesen, in der Logistik sowie im Gesundheitswesen eingesetzt.

In der Lebensmittelindustrie wird Blockchain häufig eingesetzt, um die Produktions- und Lieferkette vom Bauernhof bis zum Endkunden verfolgen zu können. Durch den Einsatz der Blockchain-Technologie ist eine transparente Nachverfolgung der Wertschöpfungskette möglich, wodurch Verbraucher die Informationen erhalten, die sie brauchen, um eine fundierte Kaufentscheidung treffen zu können. Akteure innerhalb der Lieferkette können durch die Rückverfolgung und Transparenz eine engere Kundenbeziehung aufbauen und reduzieren gleichzeitig das Risiko und die Kosten von Lebensmittel-Rückrufen. (Bumblauskas et al., 2020)

Network

Bei den Technologien, die unter die Überkategorie ‚Netzwerk‘ fallen, handelt es sich um 5G, die Low-Power-Wide-Area-Technologie (LoRaWAN) und Router.

5G ist die nächste Generation der Mobilfunktechnologie, die eine größere Kapazität und Datengeschwindigkeit bieten soll als die vorige LTE-Generation (Long Term Evolution). Durch die überaus niedrige Latenzzeit und die hohe Zuverlässigkeit sollen innovative Dienste in verschiedenen Branchen ermöglicht werden. (Ahmad et al., 2020) Zu den Neuerungen zählen beispielsweise das Smart Metering (ermöglicht die Fernablesung von Zählerständen), Smart Homes (Überwachung und Fernsteuerung von Wohnräumen) oder auch Industrie 4.0.

Mit Jahresende 2020 meldete Magenta (ein österreichisches Telekommunikationsunternehmen), dass 5G an über 1200 Standorten in ganz Österreich aktiviert wurde und somit 40 % der Haushalte und Betriebe mit 5G versorgt werden. (Ratner, 2020)

LoRaWAN ist eine Low-Power-Wide-Area-Technologie, die seit 2009 große Aufmerksamkeit in Forschungsgemeinschaften erhalten hat. Es handelt sich dabei um ein Schichtprotokoll, das eine Kommunikation mit geringem Stromverbrauch und niedriger Datenrate über einen großen abgedeckten Bereich bietet. Der Vorteil liegt in der Anwendung der Technologie, die eine nahtlose Zusammenarbeit verschiedener Systeme und Techniken ermöglicht, und zwar ohne starre lokale Installationen. Ein Schwerpunkt der Anwendung liegt daher auch in Smart Cities, wo LoRaWAN zur Regulierung des Straßenverkehrs, der Parkplatzüberwachung und dem Abfallmanagement eingesetzt wird. Daneben wird LoRaWAN aber auch bei der Überwachung von Gesundheit und Wohlbefinden, in der Landwirtschaft und bei Fernmessungen angewendet. (Haxhibeqiri et al., 2018)

Neben 5G und LoRaWAN zählt auch der Router zur Übergruppe der Netzwerke. Router stellen die Verbindung zwischen einem lokalen Netzwerk und dem Internet her. Jeder Austausch von Daten mit Internetservern muss daher zwangsläufig über Router erfolgen. Die gängigsten Anwendungsgebiete von Routern sind WLAN-Router und Firewalls. (Lenhard, 2020)

In der Praxis ermöglichen 5G und Network-Slicing den Betrieb mehrerer in sich isolierter Netzwerke unter der Verwendung einer gemeinsamen 5G-Netzwerkinfrastruktur. Akteure untersuchen dafür unter strengen Sicherheitsbedingungen, wie beispielsweise das Militär öffentliche 5G-Kommunikationsnetze für ihre Operationen nutzen kann. Wichtig ist hierbei eine hohe Verfügbarkeit, um die militärischen Dienste gewährleisten zu können. (Grønsund et al., 2020)

3D-Drucker

Bei einem 3D-Drucker werden dreidimensionale Objekte schichtweise aufgebaut. Diese additive Struktur ist ein typisches Merkmal des 3D-Drucks, da der Gegenstand durch Hinzufügen, Auftragen oder Ablagern entsteht. Das Gegenteil zum schichtweisen (additiven) Aufbau ist das subtraktive Fertigungsverfahren, das beispielsweise beim Fräsen oder Bohren zur Anwendung kommt und wo die Werkzeuge zum mechanischen Abtragen des Materials genutzt werden. (Feldmann & Pumpe, 2016)

Ein 3D-Druck kann aus einem oder mehreren Materialien bestehen, beispielsweise Kunststoffe, Kunstharze, Metalle oder auch Wachs und Schokolade (John Perritano, 2018). Des Weiteren existiert bei 3D-Drucken eine Unterscheidung nach Verfahrensarten, die sich in fünf Gruppen einteilen lassen: Schmelzschichtungen, Aushärten, Aufschmelzen, Verkleben und Sonderformen. Der große Vorteil von 3D-Drucken liegt in den steigenden Einsatzmöglichkeiten, wodurch Qualität und Druckgeschwindigkeit zunehmend verbessert werden und die Kosten gleichzeitig sinken. (Feldmann et al., 2019)

Die Anwendungsbereiche von 3D-Drucken sind vielfältig und haben sowohl in der Unternehmenspraxis als auch in der Wissenschaft an Relevanz gewonnen. Sie reichen mittlerweile von künstlerischen Objekten über Ersatzteile und Präsentationmodellen bis hin zu Serienproduktionen. Der Branchenfokus liegt dabei auf der Luftfahrt-, Automobil-, Bekleidungs- und Medizintechnik, des Weiteren auf Architektur, Kunst, Möbel- und Lebensmittelindustrie. (Feldmann et al., 2019)

Ein Anwendungsbeispiel aus dem Bauwesen zeigt, dass der 3D-Druck in China zur Herstellung von temporären Notunterkünften während der Corona-Pandemie diente. Die Behausungen ermöglichten Personen in Quarantäne eine Isolation und entlasteten gleichzeitig medizinischen Infrastrukturen. Im Vergleich zu traditionellen Bauverfahren erfordert der 3D-Druck von Gebäuden kürzere Bauzeiten und geringere Arbeitskosten. Des Weiteren können umweltfreundliche Rohstoffe verwendet werden und der flexible und leichte Transport der Behausungen vereinfacht den Einsatz erheblich. (Boissonneault, 2020)

Radio Frequency Identification

Die Abkürzung RFID steht für ‚Radio Frequency Identification‘ (auf Deutsch: Identifizierung durch elektromagnetische Wellen). Bei RFID-Systemen handelt es sich um eine Sender-Empfänger-Technologie, die immer aus zwei Komponenten besteht: einem RFID-Transponder und einem Schreib-/Lesegerät. Ein RFID-Transponder ist ein Mikrochip, der Daten speichert und berührungslos gelesen werden kann. Er kann verschiedene Formen aufweisen und wird auf dem zu identifizierenden Objekt angebracht. Der Austausch zwischen Transponder und Schreib-/Lesegerät erfolgt über (elektro-)magnetische Felder (bei geringem Abstand) oder hochfrequente Radiowellen. Im Zuge dieser Kopplung werden Daten übertragen und der Transponder wird mit Energie versorgt. Muss der Transponder über eine besonders hohe Reichweite verfügen, besitzt er oft eine eigene Stromversorgung. Die Lesegeräte verfügen über ein Softwareprogramm, das die Informationen über Schnittstellen an andere IT-Systeme weitergibt. (Hanhart, 2008)

Einsatz finden RFID-Systeme bei Zugangskontrollen und Zeiterfassungen, bei Debit- und Kreditkarten, in der Logistik, bei Sicherheitssystemen und der Überwachung von Menschen, Tieren und Gegenständen sowie bei der Echtzeitprüfung von Dokumenten. (AI, 2018)

Ein Praxisbeispiel zeigt den Einsatz von RFID in Gesundheitseinrichtungen: Mithilfe von Echtzeit-Lokalisierungssystemen können Patienten, Besucher und Mitarbeiter durch das Tragen von RFID-Armbändern schnell lokalisiert werden. Gerade in Zeiten einer Pandemie kann dadurch beispielsweise festgestellt werden, wer sich im Umfeld

von infizierten Personen bewegt hat und eine Ausbreitung des Virus kann verhindert werden. Die RFID-Technologie kann zudem auch als Zugangskontrollsystem in Form von Ausweislesern genutzt werden. (O'Rourke, 2020)

Des Weiteren wird RFID eingesetzt, um in Einrichtungen des Gesundheitswesens Geräte zu lokalisieren. So sind beispielsweise Beatmungsgeräte mit RFID-Etiketten versehen und über ein Empfangsgerät kann jederzeit festgestellt werden, wo sich dieses gerade befindet. (Earls, 2020)

Building Information Modelling

BIM ist die Abkürzung für das englische ‚Building Information Model(ling)‘ (auf Deutsch: Bauwerksdatenmodell(ierung)) und wird vom US-amerikanischen ‚National Institute of Building Science‘ (NBIM) sowohl als Produkt als auch als kollaborativer Prozess und Facility-Lifestyle-Anforderung beschrieben (NBIM, 2007). Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) publizierte dazu die folgende Definition:

„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“

(BMVI, 2015)

Building Information Modelling dient der Erstellung mehrdimensionaler Computermodelle, die für den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden oder der Infrastruktur herangezogen werden. Abbildung 7 zeigt den Bauwerkslebenszyklus – dieser startet meist bei der Planung und geht über die Ausführung, den Betrieb und die Instandhaltung bis hin zum Abriss. Der Vorteil von BIM ist, dass die Modelle eine datenreiche, objektorientierte, intelligente und parametrisch digitale Darstellung liefern, die sie für die Bedürfnisse verschiedener Benutzer relevant machen. Ein Nutzer kann somit genau jene Informationen extrahieren und analysieren, die für seine

Entscheidungsfindung und die Prozessoptimierung seines Bereiches von Relevanz sind. (Gorse et al., 2020)

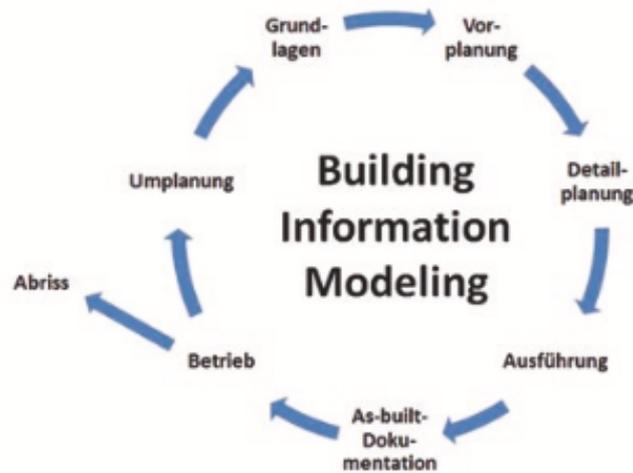


Abbildung 7: BIM im Bauwerkslebenszyklus

Quelle: Blankenbach & Becker, 2020, S. 779

Obwohl bei der Anwendung von BIM der gesamte Lebenszyklus adressiert wird, liegt der Anwendungsfokus vorrangig auf der Neuplanung und Errichtung von Hochbauten sowie im Infrastrukturbau, beispielsweise bei Schienen oder Brücken. (Blankenbach & Becker, 2020)

Ein Praxisbeispiel für BIM kommt aus Russland: Dort wurden die meisten Wohngebäude Mitte der 1990er-Jahre mit geringer Energieeffizienz und Qualität gebaut. Durch mangelnde Kontrollen kommt es zu Versäumnissen von Modernisierungen und Restaurierungen und in der Folge zu erhöhtem Energieverbrauch während des Gebäudebetriebes. Weiters kommt es zu einer Beeinträchtigung des Mikroklimas innerhalb des Gebäudes und der Verletzung von Umweltaforderungen. Eine Strategie zur Umsetzung intelligenter Technologien und der Einsatz von BIM ist daher unumgänglich, um Ressourcen zu sparen und rechtzeitig auf Ereignisse reagieren zu können. (Burkeev et al., 2020)

LED

Bei LED handelt es sich um eine dynamisch Technologie, die sich im letzten Jahrzehnt rasch entwickelt hat. LED steht ‚Light Emitting Diode‘ (auf Deutsch: lichtemittierende Diode), also Leuchtdioden mit Halbleitereigenschaften, die durch den Transport elektrischer Ladungen Licht erzeugen. LEDs bieten zahlreiche Vorteile, da sie einerseits klein sind, andererseits aber auch einen geringen Stromverbrauch aufweisen und im Vergleich zu herkömmlichen Lichtern eine lange Lebensdauer haben. (Khan et al., 2015)

Ziel in der Lichttechnik ist es, durch LEDs hocheffiziente, intelligente und zuverlässige Beleuchtungssysteme für eine Vielzahl von Anwendungen zu generieren. Diese reichen von Straßenbeleuchtungen über Automobilbeleuchtung bis hin zur Innenraumbelichtung. Der Fokus liegt dabei auf den unterschiedlichen Anforderungen betreffend Farbqualität, Leuchtdichte und Installationsmöglichkeiten. (Khan et al., 2015)

Als Anwendungsbeispiel für LED aus der Praxis bietet sich die Eröffnungsfeier der Olympischen Winterspiele 2018 in Pyeongchang: Drohnen der Firma ‚Intel‘ erhellten den Himmel mit einer Lichtshow. Die unbemannten Luftfahrzeuge wurden mit LED-Lichtern ausgestattet, die unzählige Farbkombinationen zeigen können. Für Unterhaltungszwecke wurden sie für unterschiedlichste Animationen programmiert. Mit der Lichtshow in Südkorea wurde zudem ein ‚Guinness World Record‘ für die meisten gleichzeitig fliegenden Drohnen aufgestellt. Für die Olympischen Spiele 2024 verspricht Intel den Zuschauern eine noch weiter fortgeschrittene Drohnentechnologie und Lichtshow. (Intel, 2018)

Workplace-Management

Bei Workplace-Management handelt es sich um eine komplexe Materie, in der es um Technologie und Werkzeuge, Menschen und Kultur sowie den Arbeitsraum und den ihn umgebenden Dienstleistungen geht und die somit verschiedene Variablen umfasst. Menschen verbringen den größten Teil ihres Tages mit arbeitsbezogenen Aktivitäten. Daher ist es naheliegend, eine einladende Umgebung zu schaffen, die positive Reaktionen hervorruft. Sinn und Zweck von Workplace-Management ist es, den

Arbeitsplatz und das -umfeld bewusst zu gestalten, um positive Effekte auf Mensch, Planet und Profit zu bewirken. (Redlein, 2020)

Mit der Digitalisierung hat sich die Art des Arbeitens grundlegend verändert. Die Menschen arbeiten im Büro, von zu Hause aus oder in Co-Working-Spaces, ohne sich dabei an feste Arbeitszeiten halten zu müssen oder ihre Arbeit an Werktagen zu erledigen. Mit dem Eintritt der ‚Generation Z‘ in den Arbeitsmarkt und dem daraus folgenden Anstieg an Arbeitskräften, die sich den ‚Digital Natives‘ (digitale Eingeborene) zuordnen lassen, steigt das Erfordernis nach verstärkter Flexibilität. Mit hoher Wahrscheinlichkeit lässt sich vorhersagen, dass die zukünftige Arbeitswelt durch eine flexiblere und vielfältigere Belegschaft geprägt sein wird. (Fraunhofer, 2013)

Für Arbeitgeber ist eine Workplace-Strategie ein wesentliches Tool, wenn Talente angezogen und gebunden werden sollen. Gleichzeitig soll aber auch die Produktivität steigen, Innovationen sollen beschleunigt und das Markenimage verbessert werden. Die Technologie erlaubt zwar mehr Flexibilität, kann aber auch zu einer Verschlechterung der Kultur in der Belegschaft beitragen, da Mitarbeiter weniger direkten persönlichen Kontakt zueinander haben. (Redlein, 2020)

Ein Praxisbeispiel von Workplace-Management zeigt eine Gruppe zertifizierter medizinischer Leiter aus mehreren Einrichtungen des US-Bundesstaates New York: Um Empfehlungen für den Umgang mit dem Coronavirus in Pflegeeinrichtungen geben zu können, fand ein stetiger Austausch zwischen den medizinischen Leitern via E-Mail, Telefon und Videokonferenz statt. Aus diesem Wissenstransfer resultierte ein Dokument mit Konsensempfehlungen zum Schutz des Personals, zum Umgang mit Corona-positiven Personen und Verdachtsfällen, zur Kommunikation des Virus, zum Management von Einweisung und zur emotionalen Unterstützung des Personals. Der Vorstand der ‚New York Medical Directors Association‘ und der ‚Metropolitan Area Geriatrics Society‘ befürworteten das Projekt. (Lester et al., 2020)

3. Methodik

Das interpretative Verfahren der Grounded Theory, im deutschen Sprachraum auch ‚gegenstandsverankerte Theorie‘ genannt, gilt als eines der am meisten verwendeten Textinterpretationsinstrumente der qualitativen Sozialforschung. Basierend auf der Literatur von Glaser und Strauss, die Mitte der 1960er-Jahre unter dem Titel ‚The Discovery of Grounded Theory‘ publiziert wurde, ermöglicht diese Methodik im Sinne eines induktiven Forschungsprozesses eine konzeptuelle, inhaltliche und in sich konsistente Verdichtung empirischer Daten des sozialwissenschaftlichen Gegenstandsbereichs mit dem Ziel einer darauf aufbauenden Theoriegenerierung (Strübing, 2008).

Als Grundlage für die Analyse können sowohl quantitative als auch qualitative Daten dienen. Daran wird auch ersichtlich, dass diese Methodik einen Versuch darstellt, die oft bemängelte Diskrepanz zwischen Theorie und empirischer Forschung zu verringern. Dementsprechend steht nicht die Repräsentativität, sondern die Konstruktion einer in den empirischen Daten begründeten Theorie im Vordergrund (Charmaz, 2006). Glaser und Strauss definieren diese Analysemethode zusammenfassend wie folgt:

...„das systematische Erheben und Analysieren von Daten, die sich auf das entdeckte Phänomen beziehen, entdeckt, ausgearbeitet und vorläufig bestätigt [werden]. Folglich stehen Datensammlung, Analyse und die Theorie in einer wechselseitigen Beziehung zueinander.“

Demzufolge bildet die Grounded Theory einen qualitativen Forschungsstil, der es ermöglicht, komplexe sowie latente Informationen der Phänomene und realen Sachverhalte auf ihre Bedeutung hin zu untersuchen und im Anschluss auf spezifische und relevante Kernkomponenten zu reduzieren, Kategorien zu bilden und somit anhand dieser neue Theorien zu erstellen. Somit können unterschiedliche Perspektiven, die zumeist in Form von Befragung oder Beobachtung erhoben wurden, komparativ analysiert und komprimiert werden, die in Folge Rückschlüsse auf Ähnlichkeiten und Differenzen der Ansichten und Themenstruktur veranschaulichen und zu Theoriekonzepten führen (Corbin & Strauss, 1990). In diesem Zusammenhang

ist das theoretische Sampling essenziell, da es als Leitprinzip der Grounded Theory eine kontinuierliche Kontrollmethode der Datenerhebung durch die entstehende Theorie darstellt und somit entscheidend für den weiteren Forschungsverlauf ist. Die Auswahl der weiteren Daten wird dementsprechend anhand der vorläufigen Theiestrukturen getroffen (Lueger & Froschauer, 2009). Dies wiederum veranschaulicht den zyklisch-iterativen Prozess des Wechselspiels zwischen Datenerhebung und Analyse (Glaser, 1998).

3.1. Methodik der Grounded Theory

Spezifisch für die Grounded Theory sind die temporäre Parallelität und die funktionale sowie wechselseitige Abhängigkeit der ansonsten strikt getrennten Prozesse der Datenerhebung, -analyse und Theoriegenerierung (A. Strauss, 1991). Ein weiterer Punkt, der charakteristisch für diese Methodik ist, ist die zeitliche Nachrangigkeit der wissenschaftlichen Literaturanalyse. Dies soll dazu führen, dass der innovative, subjektive sowie kreative Gehalt der erstellten Konzepttheorien gewährleistet ist, da der Forscher nicht durch vorhandene Literatur geprägt oder beeinflusst werden kann, sondern die Theorie allein anhand der vorliegenden empirischen Daten entsteht (Charmaz, 2006). Da sie stark am konkreten Forschungsvorhaben orientiert ist, gilt die Grounded Theory des Weiteren als wenig standardisiertes, flexibles Interpretationsinstrument, das an den jeweiligen Untersuchungsstand angepasst werden muss (Lueger & Froschauer, 2009). Folglich steht der subjektive wissenschaftliche Erkenntnisgewinn im Vordergrund, wo ein streng einzuhaltendes Regelwerk oder automatisierte Schemata in Bezug auf die analytische Vorgehensweise kontraproduktiv wären (Charmaz, 2006).

Einige wenige praktische Verfahrensschritte sind jedoch auch in Bezug auf die Grounded Theory essenziell. Methodische Arbeitsschritte, die jede Studie, in der die Grounded Theory als interpretatives Verfahren angewendet wird, inkludieren sollte, sind das Kodieren und Schreiben analytischer Memos (Strübing, 2008). Um den Anforderungen der Grounded Theory als Forschungsstil gerecht zu werden, ist die praktische Vorgehensweise des Forschungsprozesses festzuhalten und die darauf aufbauende Logik konform den Ansätzen dieser Theorie zu gestalten (Strübing, 2008). Des Weiteren sollte diese Analysemethode zwei Leitprinzipien folgen, die während des

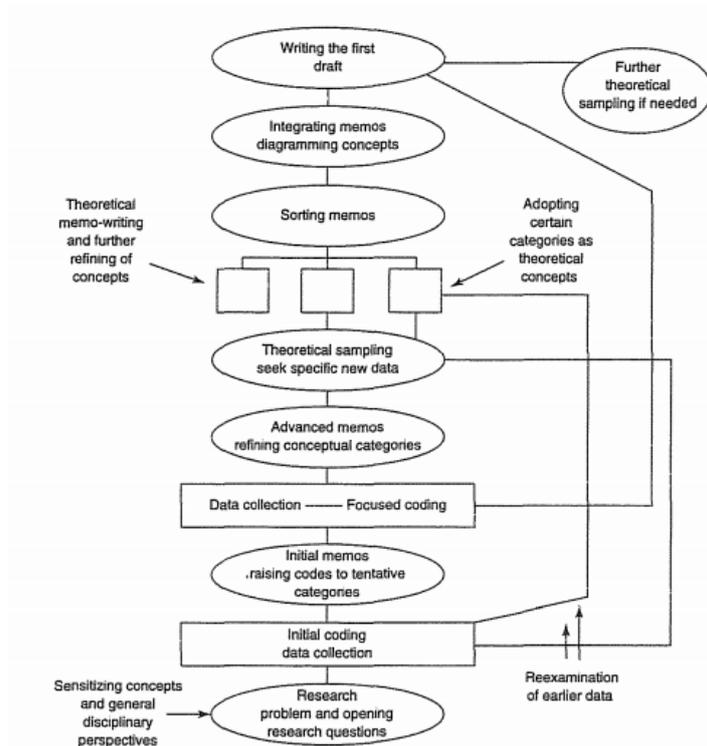
gesamten Prozesses angewendet werden sollten: die Datenauswahl nach dem Prinzip des theoretischen Samplings und der kontinuierliche Vergleich der vorläufigen Ergebnisse. Der komparative Ansatz beinhaltet auch das Hinterfragen alter Zusammenhänge. Weiterhin bilden die drei Kodiermodi des offenen, axialen und selektiven Kodierens sowie die dimensionale Analyse zentrale Aspekte dieser interpretativen Methodik (Strübing, 2008).

Die aus der Analyse resultierenden Theorien sollten jedoch nicht als Endpunkt verstanden werden, da der analytische Prozess der Grounded Theory aus der Reifikation der Datenerhebung, Analyse, Interpretation und Theorieerstellung besteht und somit unendlich fortsetzbar ist. Daher bildet die theoretische Sättigung den Abschluss der Auswertung der Daten und markiert jenen Punkt des analytischen Prozesses, an dem keine weiteren neuartigen, forschungspragmatisch sinnvollen Erkenntnisse in Bezug auf den konkreten Untersuchungsgegenstand durch wiederholte Datenerhebung gewonnen werden können (Lueger & Froschauer, 2009). Das heißt, ab diesem Zeitpunkt gilt die jeweilige Kategorie als hinreichend analysiert; es bedarf also keines erneuten Samplings (Glaser, 1998).

3.2. Prozess der Grounded Theory

Die folgende Grafik gibt Aufschluss über die praktische Anwendung der Grounded Theory und veranschaulicht, wie die einzelnen Arbeitsschritte, die im Folgenden erklärt werden, in Bezug zueinander stehen und strukturiert werden können:

Abbildung 8: Grounded Theory – der Prozess



Quelle: Charmaz, 2006, S. 11

Den ersten Schritt im Prozess der Grounded Theory bildet die Datenerhebung (vgl. Abbildung 8). Diese erfolgt meist durch das Führen von Interviews. Aber auch Zeitungsartikel, Projektbeschreibungen oder Tonaufnahmen können qualitative Daten zur Theoriebildung der Grounded Theory liefern. Um den Untersuchungsgegenstand zu begrenzen, werden bei der Grounded Theory ein oder mehrere Fälle ausgewählt, die in weiterer Folge zur Datenerhebung dienen.

Nach der Erhebung der Daten, werden diese *kodiert*, woraus in einem nächsten Schritt *Kategorien* entstehen, in die die einzelnen Daten, beispielsweise die Antworten auf Interviewfragen, eingeordnet werden können. Ein wesentlicher Bestandteil im Prozess der Grounded Theory ist der *Vergleich*: Dieser kann entweder innerhalb eines Falles geschehen, also verschiedene Kategorien untereinander, aber auch zwischen den Fällen oder alten und neuen Daten.

Im nächsten Schritt geht es um die *Konzeptionierung*: Dabei werden die Kategorien, die durch den Kodierprozess entstanden sind, abstrahiert und in Verbindung zueinander gesetzt. So soll ein in sich schlüssiges Konzept entstehen. Entscheidend ist hierbei, dass die Bestandteile des Konzepts nicht nur fallspezifisch benannt und

erklärt werden, sondern abstrakt – schließlich soll die Theorie auch für zukünftige Forschungen aus anderen Themengebieten anwendbar sein.

Während des Forschungsprozesses der Grounded werden häufig *Memos* verfasst. Dabei handelt es sich um Notizen zur Vorgehensweise, zu Gedanken, Mustern und Überlegungen während der Datenanalyse. Memos sind hilfreich bei der Beschreibung der methodischen Vorgehensweise und von besonderer Relevanz für die Bewertung der wissenschaftlichen Arbeit, die im Nachgang entsteht. (Charmaz, 2006)

3.2.1. Methode des ständigen Vergleichs und das theoretische Sampling

Als wegweisend für den Prozess der Grounded Theory fungiert die *Methode des ständigen Vergleichs* der Daten miteinander. Dabei wird das Material auf Unterschiede und Ähnlichkeiten im Hinblick auf die untersuchten Phänomene und Vorkommnisse analysiert, wodurch einzelne Ausprägungen sowie kategorisierende Typologien der Daten erkennbar werden (Glaser, 1998). Dies besagt, dass durch den kontinuierlichen Vergleich der Vorkommnisse die Eigenschaften des theoretischen Konzepts Form annehmen und definiert werden. In engem Zusammenhang damit steht das Auswahlverfahren des *theoretischen Samplings*, das den fortschreitenden Einbezug neuen Datenmaterials unter Berücksichtigung der bereits entstandenen theoretischen Einsichten systematisiert. Theoretisches Sampling kann anhand von drei unterschiedlichen komparativen Prinzipien und deren Kombination erfolgen, die den weiteren Forschungsverlauf strukturieren:

Die *Inklusionsstrategie auf Basis maximaler struktureller Variation* besagt, dass divergierende Fälle in die Untersuchung einbezogen werden, mit dem Ziel, die Reichweite und Generalisierbarkeit einer Theorie zu überprüfen. Aufgrund der Bandbreite der unterschiedlichen Aussagen können allgemeine Gültigkeit, fundamentale Strukturen und Kernaussagen der Theorie ermittelt werden, beispielsweise wenn trotz divergierender Perspektiven fundamentale Ähnlichkeiten der Fälle entdeckt werden (Lueger & Froschauer, 2009). Diese Strategie ist vor allem zu Beginn des Forschungszyklus sinnvoll, da anhand der Extremfälle der Theorierahmen spezifiziert werden kann.

Das Prinzip des Einbezugs ähnlicher Fälle oder die *Inklusion auf Basis der Unterschiedsminimierung* findet Anwendung, wenn bereits getroffene Annahmen

überprüft, präzisiert und verfestigt werden sollen, und münden in einer Fokussierung auf den spezifischen Untersuchungsgegenstand (Lueger & Froschauer, 2009). Somit wird versucht, tiefer in die Materie einzudringen, um etwaige Unschärfen oder Unklarheiten der theoretisierenden Argumentation auszuräumen und Detailanalysen zu erstellen. Das Resultat beinhaltet eine interne Differenzierung des Gegenstands, da anhand ähnlicher Perspektiven die einzelnen Facetten und die Feinstruktur der Phänomene offensichtlich werden. Falls zur angenommenen Theorie widersprüchliche Erkenntnisse entdeckt werden, sollte das Theoriekonzept überdacht und unter Einbezug weiteren Datenmaterials adaptiert werden (Lueger & Froschauer, 2009). Diese Strategie ist zweckmäßig, wenn komplexe Beschreibungen oder gegenstandsnahe Theorieentwicklungen erwünscht sind. Da diese Strategie auf das Tiefenverständnis der Materie gerichtet ist, sollte das Theorienetzwerk bei Anwendung dieses Prinzips zumindest in Ansätzen vorhanden sein. Daraus wird ersichtlich, dass dieses Auswahlverfahren nicht unbedingt zu Beginn des Forschungszyklus eingesetzt werden sollte.

Der *Einbezug auf Basis grenzüberschreitender Exklusion* wird genutzt, wenn strukturelle Gegenpositionen dargestellt werden sollen, die den Theoriegehalt prüfen und ergänzen. Somit wird nach Fällen gesucht, die außerhalb der gewählten Bezugsgrenze liegen, für die die aufgestellten Thesen nicht gültig sind, oder die unterschiedliche Perspektiven vertreten, sich systematisch unterscheiden und daher die Charakteristika der Typen ergänzend darstellen (Lueger & Froschauer, 2009). Infolgedessen können die generelle Reichweite, Generalisierbarkeit und Gültigkeit der Theorie erhöht werden (Lueger & Froschauer, 2009). Diese Strategie ist jedoch nur zweckmäßig, wenn die aktuell erforschte Theorie als gültig angenommen wird und diese Art der Analyse zusätzlichen Einblick in den konkreten Bereich des Untersuchungsgegenstandes zulässt.

Der Anwendungsbereich der Inklusion grenzüberschreitender Fälle ist insbesondere bei typologischen Analysen gebräuchlich, um eine detailliertere und spezifischere Kontrastierung und Abgrenzung der unterschiedlichen Typologien zu erhalten. Daher ergibt sich, dass diese Strategie, wenn überhaupt, gegen Ende des Forschungsprozesses eingesetzt werden sollte, etwa um den Verallgemeinerungsgrad der Theorie zu bemessen oder um Typen genauer intern zu differenzieren (Lueger & Froschauer, 2009).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass komparative Methoden ermöglichen, Beziehungsstrukturen und Muster zwischen den einbezogenen Fällen zu erkennen. Andererseits wirkt das theoretische Sampling als Qualitätssicherungsmaßnahme, da es die konzeptuelle Dichte der entstehenden Theorie positiv beeinflusst und zugleich die Reichweite erhöht (Strübing, 2008).

3.2.2. Kodieren des Datenmaterials

Das Kodieren des Datenmaterials wird als kontinuierlich ablaufendes Schema zur Systematisierung und Kontrolle der Theoriegenese eingesetzt (Strübing, 2008). Für das Kodieren werden den Daten zuerst Konzepte entnommen und Kategorien gebildet. Im Anschluss werden die konzeptualisierten Daten den Kategorien zugeordnet. Dabei wird der Kodifizierungsprozess als fortwährender Entwicklungsvorgang betrachtet, da sich mit fortgeschrittenem Untersuchungsstand sukzessive die theoretischen Konzepte zu Kategorien verdichten, die wiederum Grundlage für die in den empirischen Daten verankerte Theorie sind: das Ziel der Grounded Theory.

In dieser Hinsicht besteht der Kodierungsprozess aus drei Etappen, die flexibel einsetzbar sind und demnach nicht sequenziell angewandt werden müssen: das offene, das axiale und das selektive Kodieren. Das *offene Kodieren* dient dazu, das Datenmaterial zugänglich zu machen und erste Ausprägungen eines Phänomens zu erkennen und zu benennen. Dabei werden den Daten die einzelnen Phänomene und deren Spezifika entnommen und einem Konzept zugeteilt. Ein Konzept erfüllt die Funktion eines Sammelbegriffs oder Etiketts für die abstrahierten Charakteristika eines Phänomens. Es sollte berücksichtigt werden, dass während des offenen Kodierens das Datenmaterial möglichst breit und umfassend begutachtet und ausgewertet wird. Strübing (2008) umschreibt die Technik des offenen Kodierens mit einer ausdifferenzierten Heuristik des kontrastiven Vergleichens, bei dem alle Details eines jeweiligen Phänomens vollständig erfasst und in die theoretische Kategorie eingebettet werden. Mit dem kontrastiven Verfahren können unter Zuhilfenahme von weit hergeholten Vergleichen die Phänomene auf Ähnlichkeiten und Unterschiede untersucht werden.

In engem Zusammenhang zum offenen Kodieren steht die Dimensionalisierung. Corbin und Strauss (1990) definieren den Terminus ‚Dimensionen‘ als eine Anordnung von Eigenschaften auf einem Kontinuum. Die allgemeinen Eigenschaften einer Kategorie müssen benannt werden, da sie die Variationsmöglichkeiten, das Spektrum sowie die Grenzen einer Kategorie festlegen.

Die Etappe des *axialen Kodierens* beinhaltet die Vernetzung der Phänomene, also die Erstellung eines phänomenbezogenen Zusammenhangmodells. Aus den inhaltlich zusammengefassten und abstrahierten Konzepten ergeben sich die Kategorien. Dabei wird ersichtlich, welche wenigen, sich aus den Daten ergebenden Kategorien zentral für die entstehende Theorie sind. Somit dient das axiale Kodieren der Identifikation von Beziehungen zwischen den Konzepten und Kategorien sowie einem intensiven Vergleichen und Analysieren von Zusammenhängen innerhalb der Kategorien und Konzepten. Beim axialen Kodieren ist es essenziell, dass explizit auf einzelne empirische Vorkommnisse und auf deren Abstraktion eingegangen wird. Dadurch können das Zustandekommen und die Konsequenzen von Phänomenen erörtert werden. (Hülst, 2010)

Nachträglich zur axialen Kodierung von Strauss und Corbin (1997) hinzugefügt, soll das Kodierparadigma den Strukturzusammenhang zwischen den Konzepten verdeutlichen. Die Analyse sollte, wie in Abbildung 9 erkenntlich, die

... „(1) Ursachen der zu untersuchenden (2) Phänomene, deren (3) Kontext, relevanten (4) intervenierenden Bedingungen, phänomenbezogenen (5) Handlungen und Strategien sowie deren (6) Konsequenzen in theoriegenerativer Absicht“... (Strauss & Corbin, 1999, S. 78 ff.)

einbeziehen, um somit die zuvor getrennt untersuchten Phänomene in einen Sinnzusammenhang setzen. Die folgende Grafik nach Strübing gibt Aufschluss über den Anwendungsbereich und die zugrunde liegenden Fragen des Kodierparadigmas:

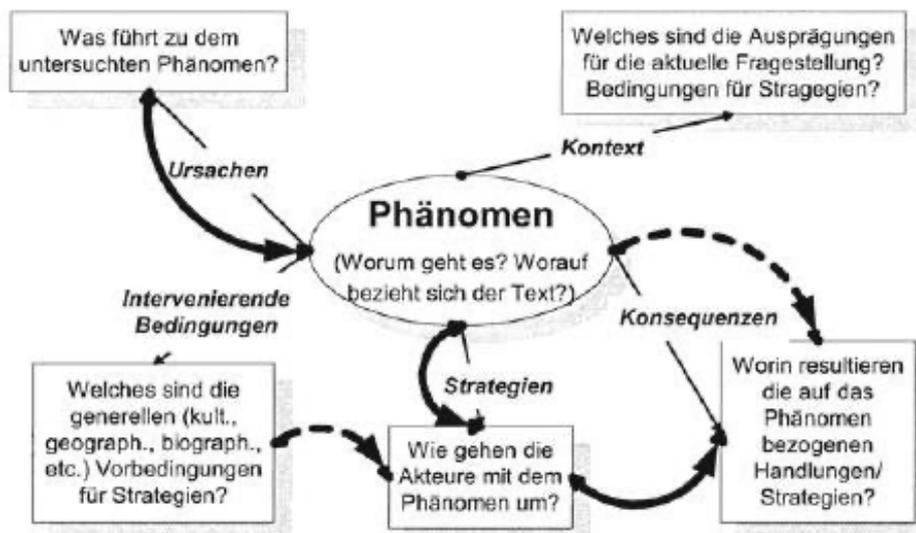


Abbildung 9: Kodierparadigma nach Strauss

Quelle: Strübing, 2008 S.28

Das *selektive Kodieren* integriert die zuvor als zentral befundenen Kategorien und führt sie auf einer höheren, abstrakteren Ebene zusammen. Ziel des selektiven Kodierens ist somit die Bildung einer oder mehrerer Schlüsselkategorie(n), die alle bisherigen Kategorien widerspruchslös in sich vereinen sollte(n). In einem weiteren Schritt folgt dann die Erstellung einer in der Forschung verankerten Theorie, der Grounded Theory.

3.3. Vor- und Nachteile der Grounded Theory

Ein praktischer Vorteil besteht darin, dass zur Theoriegenerierung sowohl qualitative als auch quantitative Daten verwendet werden können, was den Anwendungsbereich der Grounded Theory erheblich erhöht. Gleichzeitig ist diese Analysemethode wenig beeinflussbar und neigt selten zu Verzerrungen, da der Forscher nur mit geringem Vorwissen über das Forschungsgebiet in das Feld einsteigt und deshalb innovativ sowie kreativ denken kann, ohne durch bereits existierende Literaturkenntnisse erzeugte Annahmen zu treffen.

Der Zeitaufwand hingegen ist ein Aspekt, der gegen die Grounded Theory spricht, da die iterativ-zyklischen Prozesse der Datenerhebung und -analyse weder einschätzbar noch vorhersehbar sind. Auch spielt die Persönlichkeit des Forschers eine maßgebliche Rolle, denn es werden Kreativität und theoretische Sensibilität gefordert,

da die Prozessstrukturen flexibel gestaltet und nicht automatisierbar sind. Durch die Strategie der Theoriegenerierung aus den Daten können jedoch komplexe Sachverhalte festgelegt werden. Das abschließende Zitat von Glaser fasst sowohl Ziel und Aufgabe als auch Grenzen dieses Forschungsstils zusammen:

„Es ist das Ziel der Grounded Theory, eine Theorie hervorzubringen, die jene Verhaltensmuster erklärt, die relevant und problematisch für die Betroffenen sind. Das Ziel ist nicht umfangreiche Beschreibung, nicht schlaue Verifikation.“
(Glaser, 1978)

3.4. Anwendung der Methodik

Als Ausgangsbasis wurde die bestehende Datenbank der TU-Wien herangezogen. Diese wurde im Rahmen dieser Arbeit um weitere circa 100 Fallbeispiele, die den Anwendungsbereich von FS aufzeigen, erweitert, um aktuelle Auswertungsergebnisse zu bekommen. Hierfür wurde zunächst eine umfassende quantitative Literaturrecherche durchgeführt. Dabei wurde der Fokus auf den Zeitraum von November 2019 bis November 2020 gelegt. Die bereits in der Datenbank eingetragenen Publikationen stammen vorwiegend aus den Jahren 2010 bis 2019, wobei der Großteil in den Jahren 2017/2018/2019 veröffentlicht wurde (vgl. Tabelle 3). Ziel war es, weltweite Publikationen von bereits angewandten, aber auch potenziellen Anwendungsbeispielen von Technologien im FS zu finden, diese zu analysieren und zu bewerten.

Tabelle 3: Publikationsdatum – Fallbeispiele Datenbank

Publikationsjahr	Anzahl von Cases	Publikationsjahr	Anzahl von Cases
2020	82	2011	5
2019	206	2010	7
2018	194	2009	5
2017	228	2008	2
2016	106	2007	2
2015	52	2005	1
2014	22	2003	1
2013	7	1999	1
2012	8	1994	1

Quelle: Eigene Darstellung

Gesichtet wurden sowohl wissenschaftliche Studien aus Fachzeitschriften als auch Strategiepapiere von renommierten Akteuren (beispielsweise Deloitte, KPMG, Accenture), White Papers und Projektbeschreibungen von Unternehmen (inkl. Presseartikel und Förderberichte). Diese wurden in Bezug auf angewandte Technologien analysiert und die Analyseergebnisse anschließend mit der Empirie verglichen, also die qualitative Komponente in Form von Fallbeispielen, die einen Vergleich zwischen den Studien anhand von Klassifikationen der Used Cases beinhaltet. In diesem Zusammenhang war das Sampling essenziell, da es als Leitprinzip der Grounded Theory eine kontinuierliche Kontrollmethode der Datenerhebung durch die entstehende Theorie darstellt und somit entscheidend für den weiteren Forschungsverlauf war. Für die Kodierung wurden die unterschiedlichen Technologien herangezogen. Den Abschluss der Datenauswertung bildete die theoretische Sättigung. Dadurch konnten insgesamt 22 Technologien kategorisiert werden, die wiederum in 14 Überkategorien zusammengefasst wurden (vgl. Tabelle 2, S. 18).

Neben den Technologien wurden auch die Branchen, in den FS Anwendung finden, mit Hilfe der Grounded Theorie erhoben und in Schlüsselkategorien eingeteilt. Insgesamt konnten 30 Branchen kategorisiert werden (vgl. Tabelle 5, S. 66).

3.5. Gewonnene Daten

Für jedes Fallbeispiel in der Datenbank wurden die folgenden Daten erhoben: Ein Beispiel soll die Struktur verdeutlichen.

- Titel des Fallbeispiels: z. B.

Einsatz einer Roboter-Katze zur Behandlung von terminaler Unruhe

- Kurze Beschreibung:

Während des Sterbeprozesses tritt bei Patienten mit Alzheimer im Endstadium innere Unruhe und Stress auf. Da konventionelle medizinische Behandlungen nicht das erwünschte Ergebnis erzielen und Angehörige sowie medizinisches Personal offen für neue therapeutische Ansätze waren, wurde eine ‚Roboter-Katze‘ eingesetzt, die die Unruhe vor dem Ableben verringern konnte. Zudem wurde 2017 eine Studie mit dem Titel ARIES (Affordable Robotic Intelligence for Elderly Support) gestartet, um ein Produkt mit Künstlicher Intelligenz zu entwickeln, das älteren Leuten dabei hilft, alltägliche Aufgaben zu erledigen.

- Kunde: *Alzheimer-Patienten*
- Lieferant: *Joy For All*
- Facility-Service, das in dem Fall erwähnt wurde
(Kategorisierung nach der ÖNORM EN 15221-4):
Healthcare, Customer Experience (2000), Safety (2110), Smart Home
- Verwendete Technologie:
Artificial Intelligence, Augmented/Virtual Reality, Robotics
- Art der Referenz: *Scientific Article*
- Link zur Referenz: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31328997/DOI: 10.1089/jpm.2019.0157](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31328997/DOI:10.1089/jpm.2019.0157)
- Herkunftsland: *USA*
- Land der Anwendung: *USA*
- Publikationsdatum: *03/2020*
- Branche: *Healthcare*

Erwähnenswert ist hierbei, dass jedem Fallbeispiel beliebig viele Technologien und FS zugeteilt werden können, jedes Fallbeispiel allerdings nur einer einzigen Branche zugeordnet wird.

Für die Auswertung herangezogen wurden $n = 931$ Datensätze. Die vorliegende Arbeit bezieht sich im Weiteren auf die Auswertung der Kreuztabelle ‚Industrien x Technologien‘. In den Zeilen der Tabelle sind die Industriezweige abgebildet, in denen FS genutzt werden. In den Spalten werden die für FS relevanten Technologien gezeigt (vgl. Abbildung 10). Die Zahlen der Tabelle sind Schnittmengen, die beschreiben, in wie vielen Fallbeispielen die jeweiligen Technologien in den einzelnen Industriezweigen vorkommen.

Industry	3D Printing	AI	AR/VR	Big Data	BIM	Blockchain
Aerospace and Aviation	3	7	2	7		
Agriculture		14		4		2
Automotive		23	6	6		
Communication		5	1			2
Computer		12	1	3		1
Construction	7	11	5	9	16	3
Consumer products	3	6	2			1
Cross-Industry		10	1	5		5
Defense	1	11	1	2		
Education and Research		6	4	4	1	1
Energy	2	12	1	15	1	4
Entertainment		11	9	4		2
Environmental		20		4		1

Abbildung 10: Ausschnitt Kreuztabelle ‚Industrien x Technologien‘

Quelle: Eigene Darstellung

Im nächsten Schritt wurde eine Rangreihung je Industrie vorgenommen, in der die drei am häufigsten angewandten Technologien in Vergleich zueinander gesetzt wurden (vgl. Tabelle 4). Industriezweige, in denen weniger als 50 Technologien genannt wurden, wurden für die weiteren Ergebnisse ignoriert. Des Weiteren wurden Technologien, die weniger als fünfmal im jeweiligen Industriezweig angewandt wurden, nicht in die Top-3-Rangreihung aufgenommen, da sie keine repräsentativen Ergebnisse darstellen.

Mithilfe dieser Rangreihung wurde dann der Vergleich zwischen der Industrie Healthcare und den anderen FS-Industrien gezogen. Die oben genannten Forschungsfragen können somit beantwortet werden. Folglich lässt sich erkennen, in welchen Industriezweigen dieselben Technologien angewandt werden und wo diese voneinander abweichen.

Tabelle 4: Rangreihung der Technologien je Branche

	1.Rang	2.Rang	3.Rang
Automotive	AI	Cloud Computing/IoT	
Communication	Network	AI	
Construction	BIM/IoT		AI
Energy	IoT	Big Data	AI
Financial services	AI	Blockchain	Big Data
Food	AI	Big Data	Blockchain
Healthcare	AI	IoT	AR/VR
Maintenance and operation	AI	IoT	Robotics
Manufacturing	AI	IoT	Robotics
Public Sector	IoT	Big Data	AI
Real Estate	IoT	AI	Big Data
Retail	AI	IoT	Cloud Computing
Transport and Logistics	AI	IoT	Big Data

Quelle: Eigene Darstellung

Hinzuzufügen ist, dass die Zuordenbarkeit der einzelnen Technologien zu den Industriezweigen auch von den angewandten FS in der jeweiligen Industrie abhängig ist. Bislang gibt es keine Forschung mit Fokus auf die Industriezweige, daher stellt diese Arbeit einen Anfang dar. Eine weiterführende Untersuchung des Datensatzes unter Einbezug der FS wäre daher sinnvoll.

4. Forschungsergebnisse

Insgesamt verfügte die Datenbank zum Zeitpunkt der Auswertung über 931 Fallbeispiele. In Tabelle 5 ist ersichtlich, dass 133 der 931 Fallbeispielen keinem Industriezweig zugeordnet werden konnten. Mit 115 Fallbeispielen ist die Healthcare-Industrie in der Datenbank am stärksten vertreten. Dies ist einer der Gründe, weshalb die Healthcare-Industrie im Vordergrund dieser Arbeit steht.

Gefolgt wird der Industriezweig Healthcare von Manufacturing mit 66 Nennungen, Transport & Logistics mit 64 Nennungen und Financial Services mit 60 Nennungen. Die restlichen 26 Branchen zeigen ein Maximum von 38 Nennungen, wobei Hospitality nur einmal genannt wurde und daher im Ranking auf dem letzten Platz liegt.

Tabelle 5: Häufigkeit der Nennung von Industriezweigen

Branche	Anzahl von Use Cases	Branche	Anzahl von Use Cases
keine Branche vorhanden	133	Agriculture	19
Healthcare	115	Education and Research	19
Manufacturing	66	Aerospace and Aviation	17
Transport & Logistics	64	Defense	17
Financial Services	60	Computer	15
Construction	38	Communication	12
Public Sector	37	Consumer Products	11
Automotive	35	Sports	11
Real Estate	34	Insurance	7
Energy	33	Mining	7
Retail	33	Pharmaceutical Industry	6
Maintenance and Operation	32	Tourism	6
Cross-Industry	27	Fashion	4
Entertainment	25	Media	3
Food	24	Hospitality	1
Environmental	20	SUMME	931

Quelle: Eigene Darstellung

Branchen, denen weniger als 30 Fallbeispiele zugeordnet wurden, wurden aus Gründen der Repräsentation nicht in die weiteren Ergebnisse einbezogen. Die elf genauer zu betrachtenden Industriezweige sind somit: Healthcare, Manufacturing, Transport & Logistics, Financial Services, Construction, Public Sector, Automotive, Real Estate, Energy, Retail sowie Maintenance and Operation.

Auf der Ebene der Technologien kam AI in den Fallbeispielen 312-mal vor, gefolgt von IoT mit 224 Erwähnungen und Big Data mit 165 Nennungen.

Tabelle 6: Häufigkeit der Nennung von Technologien

Technologie	Nennungen	Technologie	Nennungen
Artificial Intelligence	312	Blockchain	69
Internet of Things	224	3D-Printing	29
Big Data	165	BIM	22
Cloud-Computing	121	Network	20
Robotics	95	RFID	17
Mobile App	73	LED	8
AR/VR	71	Workplace-Management	7

Quelle: Eigene Darstellung

Um die Forschungsfrage zu beantworten, wie Technologien in der FS-Industrie Healthcare im Vergleich zu anderen FS-Industrien eingesetzt werden, lässt sich sagen, dass im Bereich *Healthcare* AI mit 64 Erwähnungen am häufigsten angewendet wird, gefolgt von IoT mit 39 Anwendungen und AR/VR mit 31 Anwendungen (vgl. Tabelle 7).

In der *Automotive*-Branche befindet sich AI mit 23 Nennungen an erster Stelle, gefolgt von Cloud-Computing und IoT, die sich mit 13 Nennungen den zweiten Platz teilen.

Im Bereich *Communication* ist die Technologie Network mit sieben Nennungen der Vorreiter, gefolgt von AI mit fünf.

In der *Baubranche* teilen sich die Technologien BIM und IoT den ersten Platz mit jeweils 16, gefolgt von AI mit elf Nennungen.

Im *Energy*-Sektor findet IoT mit 25 Nennungen am häufigsten Anwendung, gefolgt von Big Data mit 15 und AI mit 12 Nennungen.

Im Bereich der *Financial Services* wird vor allem AI häufig eingesetzt (29 Nennungen), gefolgt von Blockchain (23) und Big Data (15).

In der *Food*-Industrie findet AI (20 Nennungen) vor Big Data (7) und Blockchain (5) häufig Anwendung.

Tabelle 7: Rangreihung der Technologien je Branche inkl. Nennungen

	1.Rang	2.Rang	3.Rang
Automotive	AI (23)	Cloud Computing/IoT (13)	
Communication	Network (7)	AI (5)	
Construction	BIM/IoT (16)		AI (11)
Energy	IoT (25)	Big Data (15)	AI (12)
Financial services	AI (29)	Blockchain (23)	Big Data (15)
Food	AI (20)	Big Data (7)	Blockchain (5)
Healthcare	AI (64)	IoT (39)	AR/VR (31)
Maintenance and operation	AI (20)	IoT (17)	Robotics (10)
Manufacturing	AI (42)	IoT (33)	Robotics (19)
Public Sector	IoT (19)	Big Data (16)	AI (14)
Real Estate	IoT (18)	AI (15)	Big Data (12)
Retail	AI (25)	IoT (9)	Cloud Computing (7)
Transport and Logistics	AI (37)	IoT (29)	Big Data (24)

Quelle: Eigene Darstellung

Im Bereich *Maintenance and Operations* werden AI (20 Nennungen), IoT (17 Nennungen) und Robotics (10 Nennungen) am häufigsten angewandt.

Genau dieselbe Reihenfolge lässt sich im Branchensektor *Manufacturing* erkennen: Dort wird AI 41-mal angewendet, IoT 33-mal und Robotics 19-mal.

Im *Public Sector* wird am öftesten die technologische Hilfe von IoT in Anspruch genommen (19 Nennungen), gefolgt von Big Data mit 16 Nennungen, und AI (14 Nennungen).

Im Industriezweig *Real Estate* wird häufig IoT (18 Nennungen) vor AI (15) und Big Data (12) angewandt.

Im *Retailbereich* spielt AI mit 25 Nennungen vor IoT (9 Nennungen) und Cloud-Computing (7 Nennungen) die größte Rolle.

Im Bereich *Transport & Logistics* ist die Technologie AI mit 37 Nennungen der Vorreiter, gefolgt von IoT mit 29 und Big Data mit 24 Nennungen.

Um die Frage zu beantworten, wie sich die FS in der Healthcare-Industrie im Vergleich zu anderen FS-Industrien bezüglich Digitalisierung verhalten, wird Tabelle 4 (S. 65) herangezogen, die zeigt, dass AI, IoT und AR/VR die drei am häufigsten angewandten Technologien im Healthcare-Bereich darstellen. Genau dieselben Technologien sind in keiner der anderen Industrien unter den ersten drei Plätzen. Allerdings liegen AI und IoT bei fünf der elf Industriezweige auf Rang eins und zwei, was die Bedeutsamkeit dieser Technologien im FS widerspiegelt. In den Industriezweigen Aerospace and Aviation, Energy, Public Sector, Real Estate und Transport & Logistics ist neben AI und IoT auch Big Data von Bedeutung. Die Technologie Robotics ist hingegen nur bei Maintenance and Operation sowie Manufacturing von Relevanz und Blockchain bei Financial Services und Food. Cloud-Computing wird in der Automotive-Industrie und im Retail häufig eingesetzt. Einzelne Ausreißer sind im Industriezweig Communication mit der Technologie Network erkennbar sowie bei Construction mit BIM an erster Stelle.

Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten gibt es in Bezug auf die angewandten Technologien? Zu erkennen ist, dass AI in jeder der elf Industriezweige unter den ‚Top 3‘ ist. Grund dafür ist einerseits der weite Anwendungsumfang von AI und andererseits auch die breite Überkategorie, der zwölf Technologien untergeordnet wurden (vgl. Tabelle 2, S. 18). Des Weiteren wurde herausgefunden, dass AR/VR bislang nur in der Healthcare-Industrie breite Anwendung findet und in den sonstigen Industriezweigen kaum bis gar nicht vertreten ist.

5. Fazit

Die Veränderung der Geschäftsprozesse des Facility-Managements aufgrund der Digitalisierung ist deutlich erkennbar. Dass Digitalisierung kein Trend, sondern ein langfristiger Wandel ist.

Der breite Anwendungsbereich von FS in den verschiedenen Branchen erschwert eine schnelle und flexible Reaktion auf den Markt einerseits, zeigt andererseits jedoch auch Chancen auf: Besonders in schnelllebigen Branchen wie der Healthcare-Industrie, die durch die aktuelle Brisanz der Corona-Pandemie und durch zahlreiche technologische Neuerungen an Relevanz gewinnt, wird Anbietern von FS die Möglichkeit geboten, ihre Dienstleistungen simultan und unter Einbezug neuester Technologien weiterzuentwickeln.

Aktuell werden fünf Technologien bei FS am häufigsten eingesetzt. Bei der generellen Betrachtung von 931 Fallbeispielen im Bereich der generellen FS lässt sich erkennen, dass KI am häufigsten Anwendung findet, gefolgt von IoT, Big Data, Cloud-Computing und Robotics. In Bezug auf die FS in der Healthcare-Industrie werden vor allem KI, IoT und AR/VR eingesetzt.

Neben aussagekräftigen Ergebnissen – vor allem im Zusammenhang mit der Anwendung bestimmter digitaler Technologien in FS – bestehen Limitationen, die in weiteren Studien detailliert analysiert werden sollten: Im Rahmen der Recherche zu den unterschiedlichen Branchen wurde evident, dass keine einheitliche Datenquelle existiert, die einen direkten Branchenvergleich ermöglicht. Die Herangehensweise in dieser Arbeit wurde demnach so gewählt, dass sich die Zahlen, wenn möglich, aus den statistischen Daten der NACE ableiten lassen. Ansonsten stammten sie von international anerkannten Statistik-Instituten, wissenschaftlichen Publikationen oder staatlichen Institutionen.

Zudem wurden weitere Forschungsvorhaben identifiziert. Dazu gehört beispielsweise die Ursache für die Anwendung bestimmter Technologien in spezifischen Branchen. Die hohe Anwendbarkeit von KI in der Healthcare-Industrie könnte beispielsweise mit einem bestimmten FS zusammenhängen, das im Bereich Healthcare stark vertreten

ist. Demnach wäre eine Auswertung der Technologien auf FS-Ebene sinnvoll. Diese Forschungsrichtung würde aussagekräftige Ergebnisse erhoffen lassen und könnte zum Beispiel auch durch Tiefeninterviews mit Technologie-Experten zusätzlich validiert werden.

Neben einer Analyse der Healthcare-Industrie wäre es auch möglich, eine weitere Industrie heranzuziehen, die durch die Pandemie und einen starken Fortschritt gekennzeichnet ist. Hierbei könnte ein Vergleich aufgestellt werden, ob es Unterschiede in der Entwicklung der verschiedenen Industriezweige gibt.

Für weiterführende Forschung zur vorliegenden Thematik ist es außerdem von Bedeutung, dass die Datenbank auf dem neuesten Stand gehalten wird, um aktuelle Trends aufzunehmen und eine mögliche Änderung über den Zeitverlauf zu erkennen.

Es ist davon auszugehen, dass die Digitalisierung die Zukunft der FS prägen wird und die Geschäftsprozesse in diesem Bereich strategisch sowie technologisch überdacht werden müssen, um am Markt bestehen zu können. Dennoch wird es auch in Zukunft Tätigkeiten geben, die aufgrund ihrer Komplexität nicht von Technologien übernommen werden können und wo der menschlichen Kompetenz weiterhin ein hoher Stellenwert beigemessen werden muss.

6. Literaturverzeichnis

- Ahmad, W. S. H. M. W., Radzi, N. A. M., Samidi, F. S., Ismail, A., Abdullah, F., Jamaludin, M. Z., & Zakaria, M. N. (2020). 5G Technology: Towards Dynamic Spectrum Sharing Using Cognitive Radio Networks. *IEEE Access*, 8, 14460–14488.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2966271>
- Al, G. (2018). *RFID Technology: Design Principles, Applications and Controversies*. Nova Science Publishers, Inc; eBook Collection (EBSCOhost).
- Amazon. (2019). *Roboter in Zahlen: Daten und Fakten zur Robotertechnik bei Amazon*. Abgerufen 4. März 2021, von <https://blog.aboutamazon.de/innovationen/roboter-in-zahlen-daten-und-fakten-zur-robotertechnik-bei-amazon>
- Andelfinger, V. P., & Hänisch, T. (Hrsg.). (2015). *Internet der Dinge*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-06729-8>
- Ashton, K. (2009). That „Internet of Things“ Thing. *RFID Journal*, 1.
- Atreya, K. (2020). *Digitalisation of Housing in Nepal: Full Stack JavaScript Application*
- Bartenschlager, J., Hebel, H., & Schmidt, G. (1998). Grundlagen der Robotertechnik. In J. Bartenschlager, H. Hebel, & G. Schmidt (Hrsg.), *Handhabungstechnik mit Robotertechnik: Funktion, Arbeitsweise, Programmierung* (S. 16–35). Vieweg+Teubner Verlag.
https://doi.org/10.1007/978-3-663-12166-4_2
- BBC. (2012). Oculus Rift virtual reality headset gets Kickstarter cash. *BBC News*. Abgerufen 19. Februar 2021, von <http://www.bbc.com/news/technology-19085967>.
- Bednar, P. (2021). Das muss der Reifen der Zukunft leisten. *KFZ Wirtschaft*. Abgerufen 21. April 2021, von <https://www.automotive.at/kfz-wirtschaft/das-muss-der-reifen-der-zukunft-leisten-204846>
- Berman, J. J. (2013). Introduction. In J. J. Berman (Hrsg.), *Principles of Big Data* (S. xix–xxvi). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404576-7.09980-9>

- Bischof, C. (2017). Drogen: Chancen und Regulation. In J. Taeger (Hrsg.), *Chancen und Risiken von Smart Cams im öffentlichen Raum* (1. Aufl., S. 75–100). Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. <https://doi.org/10.5771/9783845285344-75>
- Blankenbach, J., & Becker, R. (2020). BIM und die Digitalisierung im Bauwesen. In W. Frenz (Hrsg.), *Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft* (S. 777–797). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58474-3_40
- blockchain.com. (2021). *Blockchain Größe*. Abgerufen 18. Februar 2021, von <https://www.blockchain.com/charts/blocks-size>
- BMVI. (2015). *Stufenplan Digitales Planen und Bauen, 2015*. Abgerufen 19. Februar 2021, von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile.
- Boeing, N. (2018, Mai 23). *Dein Freund und Lauscher*. Abgerufen 8. Februar 2021, von <https://www.heise.de/hintergrund/Dein-Freund-und-Lauscher-4050426.html>
- Boissonneault, T. (2020). *WinSun deploys 3D printed isolation wards for coronavirus medical staff*. 3D Printing Media Network. <https://www.3dprintingmedia.network/winsun-3d-printed-isolation-wards-coronavirus-medical-workers/>
- Brill, M. (2009). *Virtuelle Realität*. Springer.
- Brömer, K. (2015). *Definition und Charakterisierung der Bauwirtschaft*. 49. https://doi.org/10.1007/978-3-658-08842-2_2
- Bula, M. (2020). How Artificial Intelligence Can Enhance Workplace Safety as Lockdowns Lift. *EHSToday*. Abgerufen 22. April 2021, von <https://www.ehstoday.com/safety-technology/article/21137820/how-artificial-intelligence-can-enhance-workplace-safety-as-lockdowns-lift>
- Bumblauskas, D., Mann, A., Dugan, B., & Rittmer, J. (2020). A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been? *International Journal of Information Management*, 52, 102008. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.09.004>

- Bundesministerium. (2021). *Die Gesundheitsausgaben in Österreich*. Abgerufen 29. März 2021, von <https://www.sozialministerium.at/Themen/Gesundheit/Gesundheitssystem/Gesundheitssystem-und-Qualitaetssicherung/Die-Gesundheitsausgaben-in-Oesterreich.html>
- Bundesministerium Kunst, Kultur, öffentlicher Dienst und Sport. (2019). *Internationaler Vergleich*. Abgerufen 28. März 2021, von https://www.oeffentlicherdienst.gv.at/fakten/oesterreich/internationaler_vergleich/internationaler_vergleich.html
- Burkeev, D. O., Maksimchuk, O. V., Romanova, A. I., Murafa, A. A., & Voronin, A. V. (2020). *Innovation Technology Implementation in Facility Services in Russia*. 13.
- Bussac, E. (2019). *Bitcoin, Ethereum & Co. Praxiswissen Kryptowährungen und Blockchain*. Erich-Schmidt-Verlag.
- Buxmann, P., & Schmidt, H. (Hrsg.). (2019). *Künstliche Intelligenz: Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57568-0>
- Carbonell, J. C., Michalski, R. S., & Mitchell, T. M. (1983). An Overview of Machine Learning. In J. G. Carbonell, R. S. Michalski, & T. M. Mitchell (Hrsg.), *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach* (S. 3–23). TIOGA Publishing Co.
- Carr, N. G. (2010). *The shallows: What the Internet is doing to our brains*. W.W. Norton; /z-wcorg/.
- Chamayou, G. (2014). *Ferngesteuerte Gewalt: Eine Theorie der Drohne*. Passagen Verlag.
- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory—A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. Sage Publications Ltd.
- Corbin, J., & Strauss, A. (1990). Grounded Theory Research: Procedures, Canons, and Evaluative Criteria. *Qualitative Sociology*, 13(1): 3. *Qualitative Sociology*, 13(1)(3).
- D. E. O’Leary. (2013). Artificial Intelligence and Big Data. *IEEE Intelligent Systems*, 28(2), 96–99. <https://doi.org/10.1109/MIS.2013.39>

- Deloitte. (2018). *Connected Store Report*. <https://www2.deloitte.com/de/de/pages/consumer-business/articles/connected-store-die-digitalisierung-der-retail-branche.html>
- DHL. (2021). *Creating IoT ecosystems in transportation*. DHL SmarTrucking is now part of DHL supply chain. Abgerufen 27. März 2021, von <https://www.dhlsmartrucking.com/>
- Dudenredaktion. (o. J.). *Drohne*. Abgerufen 4. März 2021, von <https://www.duden.de/node/35249/revision/35278>
- Earls, A. R. (2020). *COVID-19 puts healthcare IoT's potential in the spotlight*. IoT Agenda. Abgerufen 22. April 2021, von <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/feature/Healthcare-IoT-devices-see-increased-use-for-remote-monitoring>
- European Commission. Joint Research Centre. (2020). *Employment in the energy sector: Status report 2020*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/95180>
- eurostat. (2008). *NACE Rev. 2—Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft*. http://wko.at/statistik/Extranet/Rechtsgrundlagen/Klassifikationen/NACE_Handbuch%20ESTAT.pdf
- eurostat. (2020a). *Manufacturing Statistics—NACE Rev. 2*. <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/10086.pdf>
- eurostat. (2020b). *Real estate activity statistics—NACE Rev. 2*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Real_estate_activity_statistics_-_NACE_Rev._2
- Fachverband der Lebensmittelindustrie. (2020). *Österreichs Lebensmittel-industrie auf einen Blick*. Abgerufen 22. März 2021, von <https://www.oesterreich-isst-informiert.at/industrie/oesterreichs-lebensmittelindustrie-auf-einen-blick/>
- Feldmann, C., & Pumpe, A. (2016). *3D-Druck – Verfahrensauswahl und Wirtschaftlichkeit*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-15196-6>
- Feldmann, C., Schulz, C., & Fernströning, S. (2019). *Digitale Geschäftsmodell-Innovationen mit 3D-Druck: Erfolgreich entwickeln und umsetzen*.

- Fernandes, E., Jung, J., & Prakash, A. (2016). Security Analysis of Emerging Smart Home Applications. *2016 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*, 636–654.
<https://doi.org/10.1109/SP.2016.44>
- Fichtinger, M., Grohall, G., Kleissner, A., & Trsek, S. (2019). *Der ökonomische Fußabdruck der Lebensmittelindustrie in Österreich*. Österreichs Lebensmittel-industrie auf einen Blick. Abgerufen 27. März 2021, von
<https://www.wko.at/branchen/industrie/nahrungs-genussmittelindustrie/LMI-Wertschoepfungsanalyse-Executive-Summary-06-2019.pdf>
- FoodDrinkEurope. (2019). *Data & Trends of the European Food and Drink Industry 2019*.
<https://www.fooddrinkeurope.eu/publication/data-trends-of-the-european-food-and-drink-industry-2019/>
- Foster, I., & Kesselman, C. (2004). *The grid: Blueprint for a new computing infrastructure* (2nd ed.).
- Franklin, S., & Graesser, A. (1997). Is It an agent, or just a program?: A taxonomy for autonomous agents. In J. P. Müller, M. J. Wooldridge, & N. R. Jennings (Hrsg.), *Intelligent Agents III Agent Theories, Architectures, and Languages* (Bd. 1193, S. 21–35). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/BFb0013570>
- Fraunhofer. (2013). *Arbeit der Zukunft. Wie wir sie verändern, wie sie uns verändert*.
- Frenz, W. (Hrsg.). (2020). *Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58474-3>
- Gartner. (2012). Big Data. In *Gartner IT Glossary*. Abgerufen 25. Februar 2021, von
<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/big-data>
- Glaser, B. G. (1978). *Theoretical Sensitivity: Advances in the Methodology of Grounded Theory*. Sociology Press.
- Glaser, B. G. (1998). *Grounded Theory. Strategien qualitativer Forschung*. Verlag Hans Huber.

- Gorse, C., Johnston, D., & Pritchard, M. (2020). BIM (Building Information Modelling (Model)). In *A Dictionary of Construction, Surveying and Civil Engineering* (2. Aufl.). Oxford University Press.
- Grand View Research. (2021). *Europe MRO Distribution Market Share Report, 2021-2028*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/europe-maintenance-repair-overhaul-mro-distribution-market>
- Grønsund, P., Gonzalez, A., Mahmood, K., Nomeland, K., Pitter, J., Dimitriadis, A., Berg, T.-K., & Gelardi, S. (2020). 5G Service and Slice Implementation for a Military Use Case. *2020 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC Workshops)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCWorkshops49005.2020.9145236>
- Hab, G., & Wagner, R. (2017). *Projektmanagement in der Automobilindustrie*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-10472-6>
- Hanhart, D. (2008). *Mobile Computing und RFID im Facility Management*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77552-2>
- Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Ullah Khan, S. (2015). The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems*, 47, 98–115. <https://doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006>
- Haxhibeqiri, J., De Poorter, E., Moerman, I., & Hoebeke, J. (2018). A Survey of LoRaWAN for IoT: From Technology to Application. *Sensors*, 18(11), 3995. <https://doi.org/10.3390/s18113995>
- Hayes, B. (2008). *Cloud computing*. ACM New York, NY, USA.
- Heesen, J. (Hrsg.). (2016). *Handbuch Medien- und Informationsethik*. J.B. Metzler Verlag.
- Hentschel, R., & Leyh, C. (2018). Cloud Computing: Status quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. In S. Reinheimer (Hrsg.), *Cloud Computing* (S. 3–20). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20967-4_1

- Holland, M. (2020). *Digital health tools platform attracts EHR vendors*. TechTarget - SearchHealthIT. https://searchhealthit.techtarget.com/news/252488559/Digital-health-tools-platform-attracts-EHR-vendors?_ga=2.36057443.2118117047.1604445624-1434546047.1604186575
- Honda. (2020). *SAFE SWARM*. Honda - The Power of Dreams. Abgerufen 22. April 2021, von https://global.honda/innovation/CES/2020/safe_swarm.html
- Hülst, D. (2010). *Grounded theory*. na.
- Ilkhanizadeh, S., Golabi, M., Hesami, S., & Rjoub, H. (2020). The Potential Use of Drones for Tourism in Crises: A Facility Location Analysis Perspective. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(10), 246. <https://doi.org/10.3390/jrfm13100246>
- Intel. (2018). *Intel Drone Light Show Breaks Guinness World Records Title at Olympic Winter Games PyeongChang 2018*. Intel Newsroom. Abgerufen 22. April 2021, von <https://newsroom.intel.com/news-releases/intel-drone-light-show-breaks-guinness-world-records-title-olympic-winter-games-pyeongchang-2018/#gs.zfgd7v>
- IRENA. (2020). *Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2020*. 44.
- Jacob Ross. (2015). *Drohnen als Instrument totaler Überwachung und Kontrolle* (Nummer Vol. 57). Verlag Barbara Budrich; eBook Collection (EBSCOhost).
- Jochem, P. (2020). Energiewirtschaft. In Springer Gabler Verlag (Hrsg.), *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen 27. März 2021, von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/energiewirtschaft-36773>
- John Perritano. (2018). *3D Printing* (Nummer Nonfiction). Saddleback Educational Publishing; eBook Collection (EBSCOhost).
- Jorzig, A., & Sarangi, F. (2020). Einleitung allgemein. In *Digitalisierung im Gesundheitswesen: Ein kompakter Streifzug durch Recht, Technik und Ethik* (S. 3–6). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58306-7_1

- Ketter, K. (2020). Virtual reality training to launch for health care workers in BC. *Immersive Learning News*. Abgerufen 22. April 2021, von <https://www.immersivelearning.news/2020/10/28/virtual-reality-training-to-launch-for-health-care-workers-in-bc/>
- Keuchel, S. (2020). Digitalisation and automation of transport: A lifeworld perspective of travellers. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7, 100195. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100195>
- Khan, T., Bodrogi, P., Vinh, Q. T., & Winkler, H. (2015). *LED lighting: Technology and perception*. John Wiley & Sons.
- Klodt, H. (2018). Finanzdienstleistungen. In *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen 27. März 2021, von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/finanzdienstleistungen-34921/version-258412>
- Koppay, H. (2015). Entwicklung und Vermarktung von Handy-Apps: Einstieg in die Welt der mobilen Applikationen. In *Entwicklung und Vermarktung von Handy-Apps: Einstieg in die Welt der mobilen Applikationen*. disserta Verlag.
- Lackes, R., & Siepermann, M. (2018). Internet der Dinge. In Springer Gabler Verlag (Hrsg.), *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen 15. Februar 2021, von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/internet-der-dinge-53187/version-276282>
- LeClerc, B. (Hrsg.). (2020). *Big data*. Routledge.
- Lenhard, T. H. (2020). Der Router. In T. H. Lenhard (Hrsg.), *Datensicherheit: Technische und organisatorische Schutzmaßnahmen gegen Datenverlust und Computerkriminalität* (S. 91–93). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-29866-1_17
- Lester, P. E., Holahan, T., Siskind, D., & Healy, E. (2020). Policy Recommendations Regarding Skilled Nursing Facility Management of Coronavirus 19 (COVID-19): Lessons from New York State. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(7), 888–892. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.05.058>

- Lueger, M., & Froschauer, U. (2009). *Interpretative Sozialforschung: Der Prozess*. UTB.
- Matusiewicz, D., Niestroj, B., & de Witte, B. (2020). Digitale Geschäftsmodelle und Entwicklungsperspektiven im Gesundheitswesen. In *Tewe S., Niestroj B., Tewes C. (eds) Geschäftsmodelle in die Zukunft denken*. (S. 69–88). Springer Gabler.
- Mayer-Schönberger, V. (2015). Big Data – Eine Revolution, die unser Leben verändern wird. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 58, 793.
<https://doi.org/10.1007/s00103-015-2180-z>
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. *NIST Spec Publ* 145:7, 7.
- MistyRobotics. (2021). *One Part Hardware, One Part Software, Packed with Technology*. MistyRobotics. Abgerufen 21. April 2021, von
<https://www.mistyrobotics.com/products/misty-ii/>
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning* (1. Aufl.). McGraw-Hill, Inc.
- Murdoch Children`s Research Institute. (2021). *Together we can transform the health and wellbeing of an entire generation*. GENV. Abgerufen 21. April 2021, von
<https://genv.org.au/>
- Murphy, H., & Bond, S. (2019). Facebook user data exposed on Amazon cloud computing servers. *FT.com*.
- Mussomeli, A., Parrott, A., Umbenhauer, B., & Warshaw, L. (2020). Digital twins Bridging the physical and digital. *Deloitte Insights*.
<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2020/digital-twin-applications-bridging-the-physical-and-digital.html?nc=1#takeda>
- NBIM. (2007). *National BIM Standard-United States® (NBIM-USTM): National Building Information Modeling Standard Version 1.0 – Part 1: Overview, principles, and methodologies*.
- Nilsson, N. J. (2014). *Die Suche nach Künstlicher Intelligenz: Eine Geschichte von Ideen und Erfolgen*. IOS Press; eBook Collection (EBSCOhost). h

- O'Rourke, B. (2020). *Medical IoT Technology in US Hospitals Helps to Reduce Costs and Improve Care*. S&P Global Intelligence. Abgerufen 22. April 2021, von <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/blog/medical-iot-technology-in-us-hospitals-helps-to-reduce-costs-and-improve-care>
- OECD. (2019). *Health at a Glance 2019*. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/4dd50c09-en.pdf?expires=1616976802&id=id&accname=guest&checksum=67DB326EA6DD89D8FC6DD2E2595C02A2>
- Pommerening, C. (2020). *New Leadership im Finanzsektor: So gestalten Banken aktiv den digitalen und kulturellen Wandel*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-28301-8>
- Ratner, L. (2020, Dezember 30). *5G-Netzausbau zum Jahresende: 1.200 5G-fähige Standorte markieren neuen Meilenstein für Haushalte und Betriebe*. Magenta Newsroom. Abgerufen 21. Februar 2021, von <https://newsroom.magenta.at/2020/12/30/5g-netzausbau-zum-jahresende-mit-1-200-5g-fahigen-standorten/>
- Redlein, A. (2020). *Modern Facility and Workplace Management*. Springer International Publishing.
- Redlein, A., & Grasl, L. (2018). Impact of Emerging Technologies on Facility Services—A Mixed-Methodic Approach on Smart Building Technologies. *IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 807–812. <https://doi.org/10.1109/IECON.2018.8591654>
- Redlein, A., & Stopajnik, E. (2018). The Outsourced Facility Service Industry in Austria and its Neighbouring Countries and the Impact of Digitalisation on it. *Journal of Facility Management*, 15, 7–20.
- Reichert, R. (2014). *Big Data: Analysen zum digitalen Wandel von Wissen, Macht und Ökonomie* (Bd. 3). transcript Verlag.
- Ruparelia, N. (2016). *Cloud computing*. The MIT Press,.

- Sarangi, S., & Sharma, P. (2020). *Big Data: A Beginner's Introduction* (1. Aufl.).
<https://doi.org/10.4324/9780429330797>
- Schirmbrand, M. (2020). *Cloud Monitor 2020*. KPMG Advisory GmbH.
- Schmitt, M. (2016). Internet im Kalten Krieg. In *Internet im Kalten Krieg*. transcript-Verlag.
- Schultz, E. (2020). *Statistiken zur Lebensmittelindustrie in Österreich*. statista.com.
Abgerufen 27. März 2021, von
<https://de.statista.com/themen/3457/lebensmittelindustrie-in-oesterreich/#:~:text=Die%20rund%203.500%20Unternehmen%20mit,von%20rund%2018%20Milliarden%20Euro.>
- Selinger, M., Sepulveda, A., & Buchan, J. (2013). *Education and the Internet of Everything: How Ubiquitous Connectedness Can Help Transform Pedagogy*. Cisco Consulting Services and Cisco EMEAR Education Team.
- Seufert, W. (2015). Data Bases and Statistical Systems: Communications and Media. In J. D. Wright (Hrsg.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)* (Second Edition, S. 704–711). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.41067-6>
- Singer, O. (2010). *Cloud Computing*. Deutscher Bundestag. Abgerufen 5. März 2021, von
https://www.bundestag.de/resource/blob/191178/22a7553089d81c2e06866e15fc354a0e/cloud_computing-data.pdf
- Sleep Number. (2021). *sleep number—Newsroom*. Sleep Number. Abgerufen 22. April 2021, von <https://newsroom.sleepnumber.com/overview/default.aspx>
- Sopra Steria Consulting. (2017). *Potenzialanalyse Künstliche Intelligenz*.
Abgerufen 16. Februar 2021, von
https://www.soprasteria.de/docs/librariesprovider2/sopra-steria-de/publikationen/studien/potenzialanalyse-kuenstliche-intelligenz-2017.pdf?sfvrsn=190f45dc_4

- Spillner, A., Russig, V., & Deutsch, S. (1996). *Branchenbild Bauwirtschaft* (Bd. 141). Duncker & Humblot.
- Sprenger, F., & Engemann, C. (Hrsg.). (2015). *Internet der Dinge: Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt*. transcript.
- Srinivasan, S. (2019). Misty-A Development Platform for Socially Assistive Robots [Student's Corner]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 26(2), 103–105.
<https://doi.org/10.1109/MRA.2019.2910420>
- Stark, G. (2009). *Robotik mit MATLAB*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
- Statista. (2019). *Number of individuals employed in the banking sector in Europe (EU28) in 2018, by country*. Abgerufen 27. März 2021, von
<https://www.statista.com/statistics/940904/number-of-bank-employees-in-europe-by-country/>
- Statista. (2020a). *Handel*. statista.com. Abgerufen 27. März 2021, von
<https://de.statista.com/statistik/kategorien/kategorie/20/branche/handel/>
- Statista. (2020b). *Number of digital voice assistants in use worldwide from 2019 to 2024*. Abgerufen 23. März 2021, von <https://www.statista.com/statistics/973815/worldwide-digital-voice-assistant-in-use/>
- Statista. (2020c, September). *Anzahl der Smartphone-Nutzer weltweit von 2016 bis 2019 und Prognose bis 2023*. Abgerufen 22. Februar 2021, von
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/309656/umfrage/prognose-zur-anzahl-der-smartphone-nutzer-weltweit/>
- Statistik Austria. (2008). *ÖNACE 2008—Struktur*.
- Statistik Austria. (2017). *Ausgewählte Merkmale des Handels (ÖNACE 2008: Abschnitt G) im europäischen Vergleich 2017*. Abgerufen 27. März 2021, von
https://www.statistik.at/web_de/services/wirtschaftsatlas_oesterreich/branchendaten_im_eu_vergleich/024370.html

- Statistik Austria. (2018). *Produktions- und Dienstleistungsunternehmen (ÖNACE 2008: Abschnitte B - N; S95)—Ausgewählte Strukturmerkmale 2018*. Abgerufen 24. März 2021, von https://www.statistik.at/web_de/services/wirtschaftsatlas_oesterreich/branchendaten_nach_wirtschaftszweigen/024336.html
- Statistik Austria. (2021). *Öffentlicher Sektor*. Abgerufen 28. März 2021, von https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/oeffentliche_finanzen_und_steuern/oeffentliche_finanzen/oeffentlicher_sektor/index.html
- Steinebach, M., Halvani, O., Schäfer, M., Winter, C., & Yannikos, Y. (2014). Big Data und Privatheit. *Darmstadt: Fraunhofer*.
- Strauss, A. (1991). *Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Fink Verlag.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (1999). *Grounded Theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung* (Unveränd. Nachdr..). Beltz, Psychologie-Verl.-Union.
- Strübing, J. (2008). *Grounded Theory* (2. Aufl.). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Taeger, J. (2017). *Chancen und Risiken von Smart Cams im öffentlichen Raum*. 7. <https://doi.org/10.5771/9783845285344>
- Taliaferro, A., Ernst, R., Ahmed, U., Harollikar, A., & Ray, S. (2019). Creating IoT ecosystems in transportation. *Deloitte Insights*, 16.
- Thomas, O., Metzger, D., & Niegemann, H. (Hrsg.). (2018). *Digitalisierung in der Aus- und Weiterbildung*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56551-3>
- Volland, H. (2018). *Die kreative Macht der Maschinen: Warum Künstliche Intelligenzen bestimmen, was wir morgen fühlen und denken*. Beltz.
- Voorsluys, W., Broberg, J., & Buyya, R. (2011). Introduction to Cloud Computing. In R. Buyya, J. Broberg, & A. Goscinski (Hrsg.), *Cloud Computing* (S. 1–41). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470940105.ch1>
- Werding, M. (2018). Gesundheitswesen. In *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen 29. März 2021, von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/gesundheitswesen-34513/version-258015>

- Wittpahl, V. (2019). *Künstliche Intelligenz: Technologie / Anwendung / Gesellschaft*.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58042-4>
- WKO. (2021a). *Energiewirtschaft_ Struktur, Zukunft und Trends der Branche*. Abgerufen 27. März 2021, von <https://www.wko.at/service/aussenwirtschaft/automotive-branchenstruktur-zukunft-trends.html>
- WKO. (2021b). *Gesundheitssystem & Einrichtungen: Struktur, Zukunft und Trends der Branche*. Abgerufen 29. März 2021, von <https://www.wko.at/service/aussenwirtschaft/gesundheitsystem-einrichtungen-branchenstruktur-trends.html>
- WKO. (2021c). *Immobilien- und Vermögenstreuhänder: Branchendaten*. Abgerufen 27. März 2021, von http://wko.at/statistik/BranchenFV/B_707.pdf
- WKO. (2021d). *Logistik_ Struktur, Zukunft und Trends der Branche*. Abgerufen 24. März 2021, von <https://www.wko.at/service/aussenwirtschaft/automotive-branchenstruktur-zukunft-trends.html>
- WKO. (2021e). *Real Estate/Immobilienmanagement: Struktur, Zukunft und Trends der # Branche*. Abgerufen 27. März 2021, von <https://www.wko.at/service/aussenwirtschaft/real-estate-immobilienmanagement-branchenstruktur-trends.html>
- Wollny, B. (2020). *Anzahl der Beschäftigten im Gesundheitswesen in Österreich nach Berufsgruppen im Jahr 2018*. statista.com. Abgerufen 29. März 2021, von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/293433/umfrage/beschaeftigte-im-oesterreichischen-gesundheitswesen-nach-berufsgruppen/>
- WorldBank. (o. J.). *Methodologies*. Abgerufen 27. März 2021, von <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906531-methodologies>