

# Künstliche Intelligenz - Artificial Intelligence

**Auftraggeber:**

BMVIT, Bereich Innovation



**Autoren:**

Johannes Scherk B.Sc.

Mag. Gerlinde Pöchhacker-Tröscher

Karina Wagner B.Sc.

**Datum: Mai 2017**

Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung beide Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichteren Lesbarkeit die männliche Form steht.

**Pöchhacker Innovation Consulting GmbH**

Langgasse 10

A-4020 Linz

T +43-732-890038-0

F +43-732-890038-900

E [johannes.scherk@p-ic.at](mailto:johannes.scherk@p-ic.at)

W [www.p-ic.at](http://www.p-ic.at)



# Inhaltsverzeichnis

---

Inhaltsverzeichnis	3
Executive Summary	5
<b>1 Einleitung</b>	<b>10</b>
<b>2 Künstliche Intelligenz – Artificial Intelligence</b>	<b>11</b>
2.1 Definitionsansätze der Künstlichen Intelligenz	12
2.2 Funktionen der Künstlichen Intelligenz	13
2.3 Maschinelles Lernen	14
2.4 Derzeitige Forschungsfelder im Feld der KI	18
2.5 „Starke“ und „schwache“ KI	20
<b>3 Einsatz von Künstlicher Intelligenz</b>	<b>23</b>
3.1 Anwendungsmöglichkeiten von KI	23
3.2 KI-Systeme im praktischen Einsatz	31
3.2.1 KI am Arbeitsplatz	31
3.2.2 KI im Gesundheitswesen	32
3.2.3 KI im Energiebereich	34
3.2.4 Weitere Use-Cases von KI	35
<b>4 Business Impact</b>	<b>37</b>
4.1 Wirtschaftliches Potenzial der KI	37
4.2 Key Player im Bereich der Künstlichen Intelligenz	42
<b>5 Risiken und Herausforderungen</b>	<b>49</b>
<b>6 Schlussfolgerungen</b>	<b>51</b>
Literatur- und Quellenverzeichnis	53



## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

---

### Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Maschinelles Lernen	15
Abbildung 2: Anwendungsmöglichkeiten kognitiver Systeme	26
Abbildung 3: Steuerung der Datacenter-Kühlung bei Google: Energieverbrauch mit und ohne KI	35
Abbildung 4: Accenture Prognose der wirtschaftlichen Bedeutung von KI (BIP-Wachstum mit bzw. ohne umfassenden Einsatz von KI-Technologien)	40



## Executive Summary

---

Die Erschaffung einer künstlichen Intelligenz, kurz KI, beschäftigt die Menschen seit dem Beginn des elektronischen Rechnens – bereits 1950 stellte Alan Turing die Frage, ob Maschinen in der Lage sind zu denken. In den folgenden Jahrzehnten ging das Wissenschaftsfeld der KI durch Höhen und Tiefen, erst in den späten 1990er Jahren begannen sich die Fortschritte in der KI-Forschung zu beschleunigen, da sich die Wissenschaftler stärker auf die Anwendung von KI für reale Probleme konzentrierten. Ein Meilenstein der KI war der Sieg von IBMs Schachspiel-Computer Deep Blue über Weltmeister Garry Kasparov im Jahr 1997.

Die gegenwärtige Welle des Fortschritts und der Popularität für KI wird in erster Linie durch die Verfügbarkeit immenser Datenmengen (das globale Datenvolumen wächst um mehr als 50 % pro Jahr), die rapide steigende Rechenleistung und -kapazitäten von Computern sowie deutlich verbesserte maschinelle Lernansätze und Algorithmen begünstigt.

Obwohl das Thema der Künstlichen Intelligenz die Menschheit seit Jahrzehnten beschäftigt, gibt es bis dato noch keine eindeutige oder universell akzeptierte Definition dafür. Am einfachsten lässt sich das Konzept der KI beschreiben als die Implementierung von denkendem und intelligenten Verhalten in Maschinen – wobei der Duden Intelligenz als die „Fähigkeit [des Menschen], abstrakt und vernünftig zu denken und daraus zweckvolles Handeln abzuleiten“ definiert.

KI-Systeme lassen sich für die unterschiedlichsten Anwendungen und Funktionen einsetzen. In den meisten Fällen wird KI dafür genutzt, um eine oder mehrere der folgenden Funktionen auszuführen: Monitoring von großen Datenmengen, Auffinden von Mustern und neuen Erkenntnissen, Vorhersagen, Interpretation von unstrukturierten Daten und Interaktion mit der physischen Umgebung, anderen Maschinen und Menschen.

Eines der zentralen Themen der KI ist das Lernen der Systeme. Beim maschinellen Lernen wird das KI-System „trainiert“, d.h. es erhält Beispieldaten, erstellt daraus ein Modell mit den relevanten Funktionen und Entscheidungsregeln und passt dieses anhand von Rückmeldungen oder Validierungsdaten stetig an und optimiert das Modell. Mit jedem neuen Datensatz wird die KI dabei intelligenter. Ziel ist es, dass die KI nach dem Training eigenständig Lösungen für neue und unbekannte Probleme finden kann.

Die derzeit erfolgreichste und populärste Methode im Bereich der maschinellen Lernverfahren ist das sogenannte Deep Learning. Die Idee des Deep Learnings beruht auf einer Nachahmung der Funktionsweise des menschlichen Gehirns durch künstliche neuronale Netze, die in vielen übereinanderliegenden Schichten modelliert und angeordnet werden. Die neuronalen Netze spannen dabei Ebenen von



unterschiedlicher Komplexität auf: In der ersten Ebene beginnt das System mit der Identifizierung von relativ einfachen Mustern, bei Bildern können dies etwa unterschiedliche Helligkeitsstufen der einzelnen Pixel sein. In der zweiten Ebene kommen Kanten oder Formen hinzu, in der dritten Ebene Formen und Objekte. Dabei fließen immer mehr Trainingsdaten durch die neuronalen Netze, wodurch die internen Verknüpfungen kontinuierlich optimiert werden und das System „intelligenter“ wird.

Deep Learning stellt allerdings nicht das einzige „Hot Topic“ in den derzeitigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der künstlichen Intelligenz dar. Weitere KI-Methoden und -Technologien, denen besondere Aufmerksamkeit von Wissenschaft und Wirtschaft zukommt, sind etwa Reinforcement Learning – ein Konzept, bei dem sich der Fokus des maschinellen Lernens vom Erkennen von Mustern hin zur erfahrungsbasierten sequentiellen Entscheidungsfindung verschiebt, weiters Computer Vision – die maschinelle Bilderkennung, Natural Language Processing – die Fähigkeit von KI-Systemen, natürliche Sprache automatisch zu erkennen und verarbeiten zu können, zudem Collaborative Systems – autonome Systeme, die gemeinsam mit anderen Systemen und Menschen zusammenarbeiten können – sowie die Anwendung von KI in der Robotik und im Internet der Dinge.

Ein wesentlicher Einsatzzweck von KI bereits heute – und in Zukunft wohl viel mehr – wird die Verwendung von KI-Systemen als intelligente Assistenten darstellen. Kognitive Systeme, die sich durch ihre Lernfähigkeit an ein verändertes Umfeld anpassen können, ein Verständnis für die reale und virtuelle Umgebung einer Situation aufweisen und eine komfortable Interaktion mit Nutzern inkl. Dialogfähigkeit zum Präzisieren von Zielen und Problemen aufweisen, können Menschen in ihren Aktivitäten und Entscheidungen maßgeblich unterstützen und haben nicht nur Antworten auf numerische Probleme bereit, sondern können Hypothesen bilden sowie logische Argumente und Empfehlungen über komplexere Sachverhalte geben.

Da solche kognitiven Systeme auch unstrukturierte Daten verarbeiten können (diese machen derzeit rund 80 % der weltweiten Daten aus), können sie einen wesentlichen Schlüssel im Umgang mit dem rapide ansteigenden Datenvolumen, der Komplexität und Unvorhersehbarkeit der Datensysteme unserer modernen Welt darstellen und zur Erweiterung von menschlichem Wissen, Kenntnissen und Kompetenzen eingesetzt werden.

In der Robotik kann KI dazu eingesetzt werden, Robotern einen deutlich höheren Autonomiegrad zu verleihen, so dass diese in enger Kooperation mit dem Menschen agieren können. Diese müssen sich an die nicht immer exakt vorhersehbaren menschlichen Verhaltensweisen anpassen ohne Schaden anzurichten oder den Menschen in seinen gewohnten Handlungsweisen zu beeinträchtigen. An die Stelle vorgegebener Abläufe und manueller Rekonfiguration treten maschinelles Lernen



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

und algorithmische Handlungsplanung auf Basis von Nutzer- und Umgebungsdaten.

Besonders hohes Potenzial verspricht auch die Verbindung von KI und dem Internet der Dinge (IoT). In Zukunft werden IoT-Lösungen mit KI-Systemen verschmelzen, was es den „intelligenten“ Geräten ermöglicht, fundierte Entscheidungen mit wenig oder gar keiner menschlichen Intervention zu treffen. Auch können KI-Systeme dazu genutzt werden, die Massen an Daten, die durch die in Zukunft Milliarden von verbundenen Geräten entstehen, auszuwerten und sinnvoll zu nutzen.

Der Transportsektor wird wohl einer der ersten Bereiche sein, in dem die breite Öffentlichkeit dazu aufgefordert ist, der Zuverlässigkeit und Sicherheit eines KI-Systems für kritische Aufgaben zu vertrauen. Bereits in relativ naher Zukunft könnten autonome Fahrzeuge ein alltägliches Bild auf unseren Straßen darstellen, der Automobilhersteller Tesla will noch im Jahr 2017 seine Fahrzeuge mit Funktionen zum völlig selbstständigen Fahren ausstatten.

Entsprechend der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von KI-Systemen wird auch deren wirtschaftliches Potenzial eingestuft. Accenture rechnet etwa damit, dass durch die Verbreitung von KI das Wirtschaftswachstum in den Industrienationen in rund 20 Jahren doppelt so hoch ausfallen wird als im Szenario ohne KI. Die Bank of America schätzt alleine den US-Markt für KI-basierte Analyseanwendungen auf \$ 70 Mrd. im Jahr 2020. In den kommenden Jahren ist im Bereich der KI mit einer Vertikalisierung der KI, also dem maßgeschneiderten Einsatz von KI-Systemen für spezielle Branchen und Anwendungen, der Entwicklung von „Machine-Learning-as-a-Service“-Angeboten sowie einem neuem Marktsegment, das sich mit der Entwicklung und dem Training von KI-Modellen und Algorithmen beschäftigt, zu rechnen.

Wie sich ein umfassender Einsatz von KI-Technologien in der Wirtschaft auf die zukünftige Arbeitswelt auswirken wird, ist schwierig vorherzusagen. Ob die KI dabei mehr menschliche Arbeitsplätze kosten oder schaffen wird, ist noch unklar. Bei einer Umfrage des PEW Research Centers unter KI-Experten war rund die Hälfte der Befragten der Meinung, dass KI in Zukunft mehr Arbeitsplätze schaffen wird als durch sie ersetzt werden – die andere Hälfte geht vom Gegenteil aus. Als sicher kann jedoch gelten, dass der Einsatz von KI zu bedeutenden Änderungen in der Beschäftigungswelt und insbesondere zu Fragen hinsichtlich künftiger Qualifikationsbedarfe und Arbeitsmodelle führen wird.

Auch wenn KI bereits in unserem Leben angekommen ist, bestehen in der Öffentlichkeit – aber auch bei Experten – doch elementare Befürchtungen, was die potenziellen Auswirkungen der KI sein könnten. Diese reichen von einer Massenarbeitslosigkeit sogar bis zur Vernichtung der Menschheit durch die Maschinen. Vor diesem Hintergrund ist eine Unterscheidung der KI hinsichtlich ihres Autonomiegrades zu treffen.



„Schwache“ KI, auch Artificial Narrow Intelligence (ANI) genannt, stellt den derzeitigen Stand der Technik dar. ANI kann spezifische Aufgaben hervorragend ausführen, indem eine Kombination von komplexen Algorithmen, maschinellem Lernen und zahlreichen anderen Techniken abhängig vom Anwendungsfall eingesetzt wird. „Starke“ KI, auch Artificial General Intelligence (AGI) genannt, soll die Intelligenzstufe von Menschen erreichen und in Zukunft Aufgaben erfüllen, die normalerweise nur von einem Menschen erbracht werden können. Artificial Superintelligence (ASI) steht nochmals eine Stufe über der AGI und bezeichnet eine Form der KI, die intelligenter ist als der Mensch.

Wann eine Form der AGI oder der ASI jedoch tatsächlich möglich sein wird, ist mehr als ungewiss. Die von vielen Experten ursprünglich vorhergesagte Zeitlinie für die Entwicklung einer AGI verschiebt sich kontinuierlich nach hinten, daher scheint eine Prognose, wann die Entwicklung der AGI wirklich gelingen kann, äußerst schwierig. Allerdings gehen einige Experten davon aus, dass bis ca. 2045 die Entwicklung einer KI möglich ist, die in ihren Fähigkeiten auf einer Höhe mit dem Menschen liegt.

Bis es dazu kommt sind, aber noch eine Reihe von Problemen und Herausforderungen im Bereich der KI zu lösen. KI-Systeme laufen oft als Hintergrundprozesse, die für Menschen nicht sichtbar und in ihren Entscheidungswegen nicht nachzuvollziehen sind – was auch zur Frage bezüglich der Gerechtigkeit bzw. Fairness der Systeme führt. Eine Herausforderung bzw. ein Risiko in diesem Sinne stellen etwa Verzerrungen durch Algorithmen dar („algorithmic bias problem“), denn KI-Systeme sind nur so gut wie die Daten, aus denen sie lernen. So können Verzerrungen in Daten (etwa aufgrund fehlerhafter Datenerfassung oder bestehender Ungleichheiten in den den Daten zugrunde liegenden Sachverhalten) dazu führen, dass diese von den KI-Systemen repliziert und noch verstärkt werden.

Die Integration von AI-Systemen in soziale und ökonomische Bereiche erfordert weiters die Umformulierung von sozialen Problemen in technische Probleme, so dass sie von KI-Systemen gelöst werden können. Ein reales Problem so zu gestalten, dass es von einem KI-System bearbeitet werden kann, ändert und beschränkt den Rahmen für Annahmen und die möglichen Lösungsvorschläge für das Problem.

Weiters erfordert die Entwicklung und Implementierung von KI-Systemen umfassende IT-Infrastruktur- und Datenressourcen. Das schränkt die Möglichkeiten für KI-Innovationen ein und bevorzugt jene Akteure, die über die notwendigen Ressourcen verfügen, was dazu führen kann, dass nur ein kleiner Teil von Unternehmen den Markt für KI-Systeme dominiert.

Auch wenn KI-Systeme wohl nicht dazu führen werden, dass der Großteil der Beschäftigten durch Maschinen ersetzt wird, so werden sie doch spürbare Auswirkungen auf die künftige Arbeitswelt haben. Insbesondere Berufe mit niedrigem Qualifikationsniveau tragen das Risiko, durch intelligente Maschinen ersetzt zu



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

werden, allerdings könnten auch derzeit als „sicher“ geltende Berufe ersetzt werden. Dies wirft wichtige Fragen über bestehende soziale Sicherheitsnetze und die Verteilung der Humanressourcen in einer Welt auf, in der Maschinen mehr und mehr Arbeit leisten werden.

Bis ein umfassender Einsatz von KI-Systemen möglich ist, gilt es auch, Herausforderungen und Risiken, etwa hinsichtlich der weit verbreiteten Sorge, dass KI zum massenhaften Verlust von Arbeitsplätzen führen wird, in dem Menschen von Maschinen ersetzt werden, zu begegnen. Für die Politik erwächst daher auch die Aufgabe, für die Akzeptanz von KI zu werben und wirtschaftliche und gesellschaftliche Chancen auszuleuchten.

In diesem Sinne sollte auch die Forschung & Entwicklung im Bereich der künstlichen Intelligenz weiter forciert und zielgerichtet unterstützt werden. In Österreich beschäftigen sich bereits eine Reihe von Forschungsakteuren und Experten mit der Thematik der KI. Dazu zählen etwa das Österreichische Forschungsinstitut für Artificial Intelligence, das Austrian Institute of Technology (AIT) und das Institute of Science and Technology (IST) Austria, weiters beschäftigen sich eine Reihe von österreichischen Universitäten mit der Thematik.

In der Digital Roadmap Austria wird im Bereich des autonomen Fahrens die Implementierung des Aktionsplans „Autonomes Fahren“ und eines spezialisierten Kompetenzzentrums für digitale Infrastrukturen als Maßnahme angeführt, ab 2017 sollen Testumgebungen zum automatisierten Fahren starten. Ähnliche Maßnahmen wären auch für andere Bereiche der KI anzudenken, um die Forschung und Implementierung von KI in Österreich zielgerichtet voranzutreiben.

Schließlich werden sich auch für die Unternehmen eine Vielzahl von Fragen im Kontext der KI ergeben, etwa welche Verfahren und Technologien im eigenen Unternehmen für welche Zwecke eingesetzt werden können, welche diesbezüglichen Anforderungen bestehen und welche Qualifikationen dafür nötig sind. Hier ist entsprechende Beratung, Expertise und Awarenessbildung gefragt, die durch verstärkte Informations- und Kommunikationsmaßnahmen und die Förderung des Austauschs österreichischer Unternehmen mit nationalen und internationalen Experten und Unternehmen im Bereich der KI bereitgestellt werden könnte. In weiterer Folge können die KI-Aktivitäten von Unternehmen im Rahmen des bestehenden thematischen bzw. themenunabhängigen Forschungsförderinstrumentariums gezielt adressiert werden.



## 1 Einleitung

---

Künstliche Intelligenz (KI) hat das Potenzial, einen Paradigmenwechsel herbei zu führen und einen erheblichen Einfluss auf die digitale Wirtschaft und die Gesellschaft zu entwickeln. Bereits jetzt dringen Informationssysteme mit immer mehr Intelligenz in zahlreiche Arbeits- und Lebensbereiche vor.

Eine Kombination aus rapide steigender Rechenleistung, großen Datenmengen und optimierten Algorithmen hat zur gegenwärtigen Welle des Fortschritts und der Popularität für KI geführt. Was vor wenigen Jahren noch unrealistisch erschien, ist heute Realität. Im Kontext der Digitalisierung und einer von Daten getriebenen Ökonomie wird sich das Einsatzspektrum von KI-Systemen noch weiter ausdehnen, von der Unterstützung menschlicher Aktivitäten durch kognitive intelligente Systeme, Robotern, die sicher und adaptiv mit Menschen interagieren können, intelligenten und autonomen Geräten im Internet der Dinge bis hin zu selbstfahrenden Fahrzeugen, die schon in wenigen Jahren auf unseren Straßen verkehren könnten.

Aufgrund der besonderen Zukunftsrelevanz der KI-Thematik wurde Pöchhacker Innovation Consulting GmbH (P-IC) vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Bereich Innovation, beauftragt, eine Betrachtung des Technologiefelds „Künstliche Intelligenz“ vorzunehmen.

Im vorliegenden Dossier werden der abstrakte Begriff „Künstliche Intelligenz“ abgegrenzt, wesentliche Funktionen von KI-Systemen erläutert und das Grundprinzip des „maschinellen Lernens“ ausgeführt. Ebenso erfolgen eine Darstellung der derzeit wesentlichen Technologie- und Forschungsfelder im Bereich der KI sowie eine Betrachtung der wichtigsten Ausprägungsformen von künstlicher Intelligenz.

Des Weiteren werden vorrangige Einsatzmöglichkeiten von KI-Systemen beschrieben, etwa als intelligente Systeme, die zur Unterstützung menschlicher Aktivitäten und Entscheidungen dienen, als intelligente und adaptive Roboter, als besondere Chance in der Verbindung von KI und dem Internet der Dinge sowie im Bereich des autonomen Fahrens. Zur bildlichen Darstellung der Einsatzmöglichkeiten von KI-Systemen wird eine Reihe von Use Cases angeführt.

Im dritten Kapitel des Dossiers werden die wirtschaftlichen Potenziale der KI dargestellt, wobei insb. auf Aktivitäten maßgeblicher Key Players im Bereich der künstlichen Intelligenz, wie etwa Google oder IBM, eingegangen wird. In Kapitel fünf werden wesentliche Risiken und Herausforderungen, die mit der KI einhergehen dargestellt, den Abschluss des Dossiers bilden abgeleitete Schlussfolgerungen.



## 2 Künstliche Intelligenz – Artificial Intelligence

---

Künstliche Intelligenz (KI oder Englisch Artificial Intelligence – AI) ist kein neues Thema, das erst in den letzten Jahren aufgekommen ist, sondern beschäftigt die Menschheit schon seit Jahrzehnten. Die Verbindung von Computern mit menschlicher Intelligenz ist seit dem Beginn des elektronischen Rechnens ein Traum von Computerexperten. Die Anfänge lassen sich bis in die 1950er Jahre und davor zurückverfolgen, als Alan Turing 1950 in seiner Arbeit „Computing Machinery and Intelligence“ die Frage stellte, ob Maschinen in der Lage sind zu denken. Einen diesbezüglichen Test lieferte er in seiner Publikation Papiermit dem zu großer Bekanntheit gelangten „Turing Test“ gleich mit. In den folgenden Jahrzehnten durchlief das Wissenschaftsfeld der KI Höhen und Tiefen, Phasen mit hohen Forschungsaktivitäten wechselten sich mit Jahren geringer Forschungsaktivitäten und -investitionen ab (die sogenannten „KI-Winter“). Erst in den späten 1990er Jahren begannen sich die Fortschritte in der KI zu beschleunigen, da sich die Forscher mehr auf Subprobleme und die Anwendung von KI auf reale Probleme wie Bilderkennung (ImageRecognition) und medizinische Diagnose konzentrierten. Ein früher Meilenstein der KI war der Sieg von IBMs Schachspiel-Computer Deep Blue über Weltmeister Garry Kasparov im Jahr 1997. Weitere signifikante Durchbrüche waren DARPA's „Cognitive Agent that Learns and Organises (CALO)“, der zu Apples digitaler KI-basierter Assistentin Siri führte und der Sieg von IBMs Supercomputer Watson bei der Frageshow „Jeopardy!“ (National Science and Technology Council, Committee on Technology, 2016).

Die gegenwärtige Welle des Fortschritts und der Popularität für KI begann etwa um 2010 und wurde in erster Linie durch drei aufeinander aufbauenden Faktoren angetrieben: Die Verfügbarkeit von großen Datenmengen (1) aus digitalen Quellen, die das Rohmaterial für drastisch verbesserte maschinelle Lernansätze und Algorithmen (2) zur Verfügung stellte. Diese beruhten wiederum auf einer steigenden Rechenleistung und -kapazität von Computern (3) (National Science and Technology Council, Committee on Technology, 2016).

Durch das Aufkommen von Cloud Computing entstand ein quasi unbegrenzter Zugang zu Rechenleistung, auch das Wachstum in Big Data trägt zur Verfügbarkeit der Daten bei: Das globale Datenvolumen wächst seit 2010 um mehr als 50 % pro Jahr an, insbesondere dadurch, dass immer mehr Geräte um uns herum mit dem Internet verbunden sind. Diese Daten dienen als „Futter“ für die KI-Systeme, welches diese benötigen, um zu lernen und sich weiterzuentwickeln (Accenture, 2016).



## 2.1 Definitionsansätze der Künstlichen Intelligenz

Obwohl das Thema der Künstlichen Intelligenz die Menschheit seit Jahrzehnten beschäftigt, gibt es bis dato noch keine eindeutige oder universell akzeptierte Definition dafür. Der Begriff „Intelligenz“ an sich wird im Cambridge Advanced Learner’s Dictionary folgendermaßen definiert: "Intelligence is the ability to learn, understand and make judgements based on reason" – Intelligenz ist also die Fähigkeit, zu lernen, zu verstehen und auf Vernunft basierend Entscheidungen zu treffen. Der Duden definiert Intelligenz als die „Fähigkeit [des Menschen], abstrakt und vernünftig zu denken und daraus zweckvolles Handeln abzuleiten“.

Kurzweil definierte 1990 dementsprechend Künstliche Intelligenz als „Die Kunst, Maschinen zu erschaffen, die Funktionen erfüllen, die, werden sie von Menschen ausgeführt, der Intelligenz bedürfen“ (Kurzweil, R., 1990). Die Association for the Advancement of Artificial Intelligence beschreibt KI als „...das wissenschaftliche Verstehen der Mechanismen, die dem denkenden und intelligenten Verhalten zugrundeliegen und deren Implementierung in Maschinen“ (Center for Data Innovation, 2016).

Im Grunde beziehen sich die wesentlichen Definitionsversuche für die KI sowohl auf Denkprozesse und logisches Schließen als auch auf das Verhalten der Systeme. Auch beziehen sie sich meist entweder mit der Wiedergabetreue menschlicher Leistung oder auf eine ideale Leistungsgröße – die sog. Rationalität. Ein System ist dabei dann rational, wenn es das seinen Kenntnissen entsprechende „Richtige“ macht. In der Vergangenheit wurden vier Ansätze der KI – menschliches Denken, menschliches Handeln, rationales Denken sowie rationales Handeln – von verschiedenen Akteuren mit unterschiedlichen Methoden verfolgt (Russel S., 2011).

Eine Definition, die der Wiedergabetreue menschlicher Leistung folgt, beschreibt KI etwa als ein Feld der Computerwissenschaften, das sich mit der Erschaffung von Computersystemen beschäftigt, die Handlungen analog zum menschlichen Denken und menschlicher Entscheidungsfindung durchführen“ (Center for Data Innovation, 2016). In einer Veröffentlichung der Universität Stanford wird KI als Wissenschaft und eine Ansammlung an Technologien beschrieben, die davon inspiriert ist, wie Menschen durch ihr Nervensystem und ihren Körper wahrnehmen, lernen, logisch denken und Handlungen ausführen – und dabei aber meist recht unterschiedlich agieren (Stanford University, 2016).

Eine Beschreibung, die eher auf die Rationalität der KI abzielt, stammt von Nilsson: "Artificial intelligence is that activity devoted to making machines intelligent, and intelligence is that quality that enables an entity to function appropriately and with foresight in its environment." (Stanford University, 2016).



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

Eine weniger abstrakte Annäherung an den Begriff der Künstlichen Intelligenz ist jene über die Funktionen der KI, beispielsweise logisches Denken, Problemlösung, Lernen aus Erfahrung oder Spracherkennung. Das Center for Data Innovation definiert die wesentlichen Funktionalitäten von KI-Systemen als Lernen, Verstehen, Schlussfolgern/Urteilen und Interaktion (mit Menschen, Maschinen) (Center for Data Innovation, 2016).

Eine weitere Herangehensweise an die Thematik der Künstlichen Intelligenz kann durch die Unterteilung in verschiedene Formen der KI erfolgen<sup>1</sup>:

- \* Assisted Intelligence steht am unteren Ende des Spektrums von KI und wird zur Automatisierung von einfachen Aufgaben eingesetzt, um diese schneller und kostengünstiger durchzuführen. Die Assisted Intelligence fällt unter den Bereich der „schwachen“ KI.
- \* Augmented Intelligence hilft Menschen dabei, bessere situationsbasierte Entscheidungen zu treffen. Diese Form der KI kann aus den Eingaben (Inputs) von Personen lernen, während die menschlichen Entscheidungen aufgrund der durch die KI erhaltenen Informationen präziser und treffsicher werden.
- \* Autonomous Intelligence ist das am weitesten fortgeschrittene Form der KI, bei der der Mensch die Maschine nur mehr überwacht, diese jedoch eigenständig agiert (zB selbstfahrende Fahrzeuge).

### 2.2 Funktionen der Künstlichen Intelligenz

KI-Systeme lassen sich für die unterschiedlichsten Anwendungen und Funktionen einsetzen. In den meisten Fällen wird KI dafür genutzt, um zumindest eine der folgenden sieben allgemeinen Funktionen auszuführen (Center for Data Innovation, 2016):

- \* Monitoring: KI-Systeme können in kürzester Zeit große Mengen an Daten analysieren und Abweichungen sowie Muster feststellen. Da KI-Systeme dies weit aus schneller – oft in Echtzeit – und genauer als Menschen können, eignen sie sich überaus gut für Monitoring-Anwendungen, etwa im Bereich Cyber-Security, Umweltveränderungen etc.
- \* Auffinden: KI-Systeme können wertvolle Erkenntnisse aus großen Datenmengen extrahieren (Data Mining) und neue Lösungen durch Simulationen erarbeiten. Da KI-Systeme dynamische Modelle verwenden, die aus den Daten lernen und sich anpassen, können sie sehr effektiv beim Entdecken von abstrakten Mustern und neuen Erkenntnissen sein, die traditionelle Computerprogramme

---

<sup>1</sup> <https://www.technologyreview.com/s/601732/ai-drives-better-business-decisions/>



nicht erkennen würden.

- \* Vorhersagen: KI können Vorhersagen treffen oder Modelle darstellen, wie sich Trends in der Zukunft entwickeln werden und Systeme dazu befähigen, Antworten vorherzusagen, zu empfehlen und zu personalisieren.
- \* Interpretieren: Da KI-Systeme lernen und Muster erkennen können, können sie auch unstrukturierte Daten interpretieren – also solchen, die nur schwer einzuordnen sind, wie etwa Bilder, Videos und Audiodateien und Textdateien. Dadurch kann eine vielfach größere Datenmenge analysiert werden als mit klassischen Datenanalysemethoden.
- \* Interaktion mit der physischen Umgebung: KI-Systeme können eine Vielzahl an unterschiedlichen Interaktionen zwischen Maschinen und ihrer Umgebung ermöglichen. Robotersysteme können so durch ihre Umgebung navigieren und diese manipulieren, ein Beispiel sind auch selbstfahrende Autos, die eine Unmenge an Echtzeitdaten analysieren und eine sichere und effiziente Fahrrichtung bestimmen.
- \* Interaktion mit Menschen: Durch KI können Menschen leichter mit Computersystemen interagieren. Im Normalfall passen sich Menschen an die Anforderungen der Computer an (zB Eingabe über Tastatur und Maus), durch KI können Menschen mit Computersystemen auf eine Art und Weise interagieren, wie sie es auch mit anderen Menschen machen würden, etwa über Gesten, Sprache und Gesichtsausdrücke.
- \* Interaktion mit Maschinen: KI kann automatisiert komplizierte Maschine-zu-Maschine-Interaktionen koordinieren und automatisch Anpassungen an diesen durchführen. So können sich auch mehrere KI-Systeme untereinander und miteinander koordinieren.

### 2.3 Maschinelles Lernen

Maschinelles Lernen ist eine Untergruppe der KI und beschäftigt sich mit Algorithmen, die sich auf das Auffinden von Mustern in Daten konzentrieren und diese nutzen, um etwa Vorhersagen zu treffen.

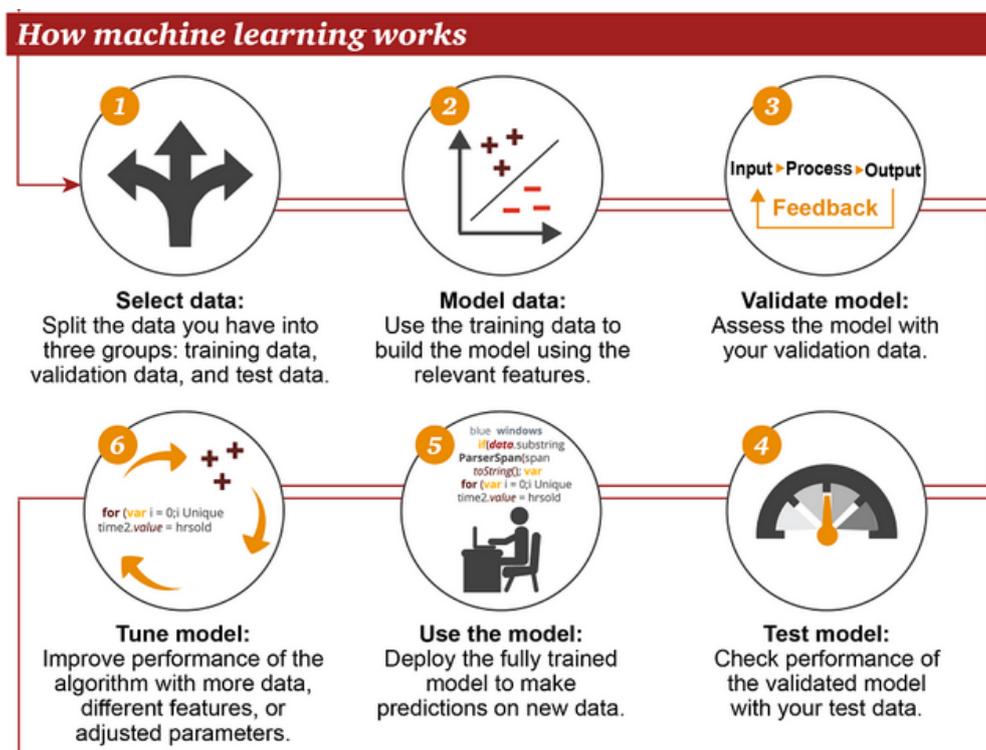
Wie funktioniert maschinelles Lernen? Zuerst werden die verfügbaren Daten in drei Gruppen aufgeteilt: Trainings-Daten, Validierungs-Daten sowie Test-Daten. Die Trainingsdaten werden vom KI-System dazu verwendet, ein Modell mit den relevanten Funktionen aufzubauen. Anschließend wird das Modell mit den Validierungs-Daten auf seine Richtigkeit geprüft, mit den Test-Daten wird das Ergebnis hinsichtlich der erbrachten Performance oder Genauigkeit geprüft.



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

Das entwickelte Modell ist dabei eine mathematische Struktur, die eine Reihe möglicher Entscheidungsregeln mit einstellbaren Parametern charakterisiert. In der Praxis kann ein Modell viele Millionen von Parametern aufweisen. Für das maschinelle Lernen ist auch die Aufstellung einer Zielfunktion notwendig, um das Ergebnis zu bewerten, welches aus der Wahl der Parameter durch die Maschine resultiert. Die Zielfunktion enthält typischerweise Elemente, die die Maschine für gute Ergebnisse belohnen, sowie Teile, die die Verwendung einfacherer Regeln belohnen. Die Maschine wird damit die Parameter so wählen, dass sie die Zielfunktion maximiert. Durch das Wiederholen und neue Einstellungen der Parameter basierend auf vergangenen Ergebnissen nähert sich die Maschine der Maximierung der Zielfunktion an und liefert zunehmend bessere und richtigere Trainingswerte. Das Ziel des maschinellen Lernens ist es, ein trainiertes Modell zu schaffen, das sich verallgemeinern lässt – es soll nicht nur bei Beispielen im Trainingsatz genau sein, sondern auch bei zukünftigen Fällen, die es noch nie gesehen hat (National Science and Technology Council, Committee on Technology, 2016). Im Einsatz wird die Leistung des Algorithmus kontinuierlich verbessert und umso mehr Daten einfließen, können neue Funktionen hinzugefügt und Parameter angepasst werden.<sup>2</sup>

Abbildung 1: Maschinelles Lernen



Quelle: PWC

<sup>2</sup> <http://usblogs.pwc.com/emerging-technology/a-look-at-machine-learning-infographic/>



Machine Learning Methoden kommen heute bereits vielfach zum Einsatz. Klassische Anwendungsgebiete für Machine-Learning Systeme sind u.a. (Crisp Research, 2017):

- \* Spamerkennung und E-Mail-Klassifizierung
- \* Personalisierung von Inhalten
- \* Dokumentenklassifizierung
- \* Prognose der Kundenmigration
- \* Automatisierte Lösungsempfehlungen für den Kundendienst
- \* Sentiment-Analysen (z.B. positive / negative Meinungen oder Äußerungen)
- \* Routing Entscheidungen von Nachrichten
- \* Betrugserkennung bei Transaktionen
- \* Diagnosesysteme
- \* Empfehlungssysteme
- \* Stauprognosen
- \* Genomanalyse und Medizinische Diagnostik
- \* Chatbots
- \* Intelligente Assistenten (zB Siri, Alexa Google now)

Für die vielfältigen Anwendungsfälle steht eine ganze Reihe verschiedener Machine Learning Methoden zur Verfügung, etwa künstliche neuronale Netze, Entscheidungsbäume, Bayessche Netze, Fallbasiertes Schließen, Clustering Algorithmen, Instance-based learning, das Hidden Markov Model und verschiedene Arten der Regressionsanalyse (Crisp Research, 2017). Das derzeit erfolgreichste Modell des maschinellen Lernens stellt aber die sog. Deep Learning Methodik dar.

### \* **Deep Learning**

Deep Learning-basierte Systeme kennzeichnen sich durch die Möglichkeit eines eigenständigen Lernens. Lange Zeit konnten Computer Aufgaben, die von Kindern leicht gelöst werden konnten, nicht bewältigen, etwa das Erkennen von Objekten und Inhalten auf Bildern oder von mündlicher Sprache. Deep Learning ist dem menschlichen Gehirn (in Ansätzen) und seinen neuronalen Netzwerkstrukturen nachempfunden und erlaubt es Maschinen, weitaus mehr zu verstehen, als bisher möglich war.



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

Der Begriff "Deep Learning" bezieht sich auf ein "tiefes neuronales Netz", also eines, das eine sehr große Anzahl an Neuronen in verschiedenen Schichten umfasst. Die Idee hinter Deep Learning ist nicht neu, ist aber durch die in jüngster Vergangenheit enorm gestiegenen Datenmengen und die Verfügbarkeit schneller Prozessoren in den vergangenen Jahren aber erst wirklich populär geworden.<sup>3</sup>

Künstliche neuronale Netze beruhen auf der Funktionsweise des menschlichen Gehirns – auch wenn die wirkliche Vergleichbarkeit tatsächlich eher gering ist. Es gibt verschiedene Arten von neuronalen Netzen – im Wesentlichen basieren alle auf einem System von Knotenpunkten („Neuronen“), die über unterschiedlich gewichtete Leitungen miteinander verbunden sind. Dabei werden die simulierten Neuronen, ähnlich zu jenen im menschlichen Gehirn, in vielen Schichten hintereinander bzw. übereinander modelliert und angeordnet (Crisp Research, 2017).

Diese Schichten umfassen eine Eingabeschicht, über die Daten in das System gelangen, und eine Ausgabeschicht, über welche die Antworten erfolgen. Dazwischen finden sich eine oder mehrere versteckte Schichten, auf denen das eigentliche Lernen stattfindet. Typischerweise lernen neuronale Netze durch Gewichtsveränderungen der Querverbindungen zwischen den Knotenpunkten.<sup>4</sup>

Jedes Neuron selbst hat in der Informatik individuell gewichtete Eingangswerte. Aus diesen Eingangswerten berechnet das Neuron über eine Funktion einen Ausgangswert, durch die Organisation von Neuronen in unterschiedlichen Ebenen können diese Ausgangswerte zu neuronalen Netzwerken verbunden werden. Die neuronalen Netze spannen dabei Ebenen von unterschiedlicher Komplexität auf: In der ersten Ebene beginnt das System mit der Identifizierung von relativ einfachen Mustern, bei Bildern können dies etwa unterschiedliche Helligkeitsstufen der einzelnen Pixel sein. In der zweiten Ebene kommen Kanten oder Formen hinzu, in der dritten Ebene Formen und Objekte. Dabei fließen immer mehr Beispieldaten bzw. Trainingsdaten durch die neuronalen Netze, wodurch die internen Verknüpfungen kontinuierlich optimiert werden und das System „intelligenter“ wird. Je mehr Trainingsdaten zur Verfügung stehen, umso besser wird das Resultat und die Entwicklung der KI (Crisp Research, 2017).

In einer datengesteuerten Umgebung erlauben Deep Learning Systeme, eine automatisierte Extraktion und Identifikation von Daten und Mustern. Die Fähigkeit von Deep Learning Systemen zu lernen, wie Handlungsabläufe zu planen sind, ermöglicht die Entwicklung intelligenter Agenten, um die Wissensarbeit zu automatisieren und kontextbewusste Robotersysteme zu erstellen (Atos, 2016).

---

<sup>3</sup> <http://www.computerwoche.de/a/was-sie-ueber-ki-wissen-muessen,3224894>

<sup>4</sup> <http://www.computerwoche.de/a/was-sie-ueber-ki-wissen-muessen,3224894>



Allerdings bleibt bei diesem Verfahren der KI dem Menschen ein Einblick in die verschiedenen Ebenen des Systems verborgen, die Entscheidungsfindung erfolgt allein durch die trainierten Maschinen. Deep Learning Systeme weisen damit einen sehr hohen Autonomiegrad auf und bieten vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, da die neuronalen Netzwerke der nächsten Generation nach der Initiierung selbstständig lernen und die Entscheidungsfindung vom Menschen nur noch schwer nachvollziehbar ist (Crisp Research, 2017).

Eine Herausforderung im Bereich des Deep Learnings stellt die Entwicklung von „unsupervised learning systems“ dar, d.h. Systeme, die die Fähigkeit haben, Objekte, Sprache und Bilder zu identifizieren, ohne zuvor auf einem verwandten Datensatz trainiert zu haben. Solche generalisierten Systeme beinhalten wohl das größte Potenzial im Bereich des maschinellen Lernens. In näherer Zukunft werden diesbezüglich wahrscheinlich „vortrainierte“ Systeme zum Einsatz kommen, wodurch für Anwender erforderliche Investitionen in Bezug auf Datenproben und die Zeit, die das Set-up einer trainierten KI benötigt, reduziert werden. Ein solcher Ansatz könnte ein neues Geschäftsmodell in Form von SaaS-Angeboten (Software-as-a-Service) ermöglichen, bei der Standardmodelle durch die Kunden auf ihre spezifischen Bedürfnisse zugeschnitten und während des Einsatzes iterativ verbessert werden könnten (Atos, 2016).

## 2.4 Derzeitige Forschungsfelder im Feld der KI

Künstliche Intelligenz stellt an sich keine eigene, einzelne Technologie dar sondern besteht aus einer Reihe unterschiedlicher Technologien und Methoden. Dazu zählen etwa das Maschinelle Lernen und dessen unterschiedliche Ausprägungen, das visuelle Erkennen von Objekten oder die Spracherkennung. Jene KI-Technologien und Methoden, denen derzeit die meiste Aufmerksamkeit geschenkt wird, werden nachfolgend dargestellt (Stanford University, 2016):

- \* Large-scale Machine Learning: Betrifft das Design von Lernalgorithmen sowie die Skalierung bestehender Algorithmen, um mit extrem großen Datensätzen zu arbeiten
- \* Deep Learning: Eine Unterklasse von maschinellen Lernverfahren (s.o.), hat die maschinelle Objekterkennung in Bildern und Aktivitätserkennung in Videos ermöglicht und zu erheblichen Fortschritten in anderen Bereichen der maschinellen Wahrnehmung wie Audio- und Spracherkennung und Natural Language Processing geführt
- \* Reinforcement Learning: Konzept, bei dem sich der Fokus des maschinellen Lernens vom Erkennen von Mustern hin zur erfahrungsbasierten sequentiellen Entscheidungsfindung verschiebt; Reinforcement Learning kann KI-Anwendungen dahingehend vorantreiben, um Aktionen in der realen Welt aus-



zuführen. Während sich das Konzept in den vergangenen Jahrzehnten vor allem auf die Wissenschaft beschränkte, gibt es mittlerweile auch praktische und angewandte Erfolge aus der Realität.

- \* **Computer Vision (maschinelle Bilderkennung):** Derzeit die verbreitetste Form der maschinellen Wahrnehmung; Computer Vision ist ein Teilbereich der KI, der vor allem durch das Aufkommen des Deep Learnings wesentlich beeinflusst wurde: Zum ersten Mal sind Computer in der Lage, einige Wahrnehmungsaufgaben besser als Menschen durchzuführen. Ein großer Teil der aktuellen Forschung konzentriert sich auf die automatische Bild- und Videoanalyse.
- \* **Natural Language Processing:** Oft verbunden mit automatischer Spracherkennung, wird bereits zunehmend für weitläufig gesprochene Sprachen und große Datensätze eingesetzt. Die Forschung verlagert sich zunehmend dahin, verfeinerte Systeme und Systeme, die mit Menschen durch Dialog kommunizieren können, anstatt nur auf stilisierte Anfragen zu reagieren, zu entwickeln. Große Fortschritte wurden auch beim maschinellen Übersetzen gemacht, ein echter „Mensch-zu-Mensch“ Dialog scheint nicht mehr in weiter Ferne zu sein.
- \* **Collaborative Systems:** Modelle und Algorithmen zur Entwicklung von autonomen Systemen, die gemeinsam mit anderen Systemen und mit Menschen zusammenarbeiten können. Wenn intelligente verteilte Systeme kooperativ zusammenarbeiten kann auch von verteilter Künstlicher Intelligenz gesprochen werden. Dabei kann z.B. gemeinsam ein Problem gelöst werden, indem zwei Systeme ihre Fähigkeiten in ergänzender Weise nutzen, indem sie untereinander kommunizieren und sich unterstützen. Entsteht das intelligente Verhalten erst durch die Zusammenarbeit der Systeme, kann von kollektiver Intelligenz bzw. Schwarmintelligenz (Bogon, 2013).
- \* **Robotik:** Beschäftigt sich derzeit v.a. damit, wie man Roboter dazu anlernen kann, mit ihrer Umwelt in allgemeiner und adaptiver Art und Weise zu interagieren, die Manipulation von Objekten in interaktiven Umgebungen zu ermöglichen und mit Menschen sicher zu interagieren. Fortschritte in der Robotik beruhen auf entsprechenden Errungenschaften in der Verbesserung von Zuverlässigkeit und Generalität der maschinellen Bilderkennung (Computer Vision) sowie anderer Formen der maschinellen Wahrnehmung.
- \* **Internet der Dinge:** Die Forschung in diesem Bereich bezieht sich auf die Verbindung von KI (intelligente Geräte) und der Vernetzung von Geräten über das Internet.
- \* **Crowdsourcing und Human Computation:** Erforscht Methoden, um Computersysteme zu erweitern, indem automatisiert menschliches Fachwissen eingebunden wird, um Probleme zu lösen, die Computer alleine nicht bewerkstelligen können.



- \* Neuromorphic computing: Eine Ansammlung an Technologien, die biologische neuronale Netze nachahmen, um die Hardware-Effizienz und Robustheit von Rechensystemen zu verbessern. Dabei werden oftmals die traditionell getrennten Module für Input/Output, Instruktionsverarbeitung und Speicher ersetzt.

## 2.5 „Starke“ und „schwache“ KI

Auch wenn KI bereits in unserem Leben angekommen ist – auf so gut wie jedem Smartphone findet sich eine Art der KI, etwa Siri bei Apple oder andere Programme zur automatischen Spracherkennung – so bestehen in der Öffentlichkeit aber auch bei Experten doch elementare Befürchtungen, was die potenziellen Auswirkungen der KI sein könnten. Diese Ängste reichen von der Massenarbeitslosigkeit bis zur Übernahme der Weltherrschaft oder der Vernichtung der Menschheit durch die Maschinen (Atkinson, 2016). Vor diesem Hintergrund ist eine Unterscheidung der KI hinsichtlich ihres Autonomiegrades zu treffen.

„Schwache KI“ wird nur für spezielle und definierte Aufgaben eingesetzt, „starke KI“ ist eine (derzeit) hypothetische Form der KI, die die menschliche Intelligenz erreichen oder übersteigen und diese Problemlösungsfähigkeit auf beliebige Problemstellungen anwenden kann – etwa so, wie das menschliche Gehirn lernen kann, ein Auto zu fahren, Essen zu kochen und auch Programmiercodes zu schreiben. Viele mit KI verbundene Ängste und Bedenken beziehen sich auf die „starke KI“ (Center for Data Innovation, 2016).

„Schwache“ KI, auch Artificial Narrow Intelligence (ANI) genannt, stellt die limitierteste Form der Künstlichen Intelligenz und den derzeitigen Stand der Technik dar. ANI kann spezifische Aufgaben hervorragend ausführen, indem eine Kombination von komplexen Algorithmen, maschinellem Lernen und zahlreichen anderen Techniken abhängig vom Anwendungsfall eingesetzt wird. In der Interaktion mit Menschen kommen dabei häufig auch Techniken zur natürlichen Spracherkennung zum Einsatz (Deloitte, 2016).

Die ANI ist auf maschinelle Lernalgorithmen angewiesen, die riesige Datensätze und eine Adaptierung unserer tatsächlichen Welt erfordern, um diese zu verstehen. Derzeitige ANI-Systeme können ihre Aufgaben nur deshalb durchführen, weil Menschen bereits ihre natürliche Umwelt für sie adaptiert haben. (Deloitte, 2016).

„Starke“ KI, auch Artificial General Intelligence (AGI) genannt, soll die Intelligenzstufe von Menschen erreichen und in Zukunft Aufgaben erfüllen, die normalerweise nur von einem Menschen erbracht werden können, sie wird deshalb auch „Human-Level AI“ genannt. Um AGI zu erreichen ist eine Hardware nötig, die mit dem menschlichen Gehirn vergleichbar ist: Dieses kann etwa 10 Quadrillionen Kalkulationen in der Sekunde durchführen und braucht dafür nur 20 Watt Energie. Ein Computer mit einer solch hohen Rechenleistung besteht mit dem Tianhe-2 bereits



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

in China, welcher 34 Quadrillionen Kalkulationen in der Sekunde durchführen kann. Allerdings ist dieser mit einer Fläche von 720 Quadratmetern, einem Energieverbrauch von 24 Megawatt sowie Kosten von \$ 390 Mio. nicht für den allgemeinen Gebrauch zu verwenden. Jedoch zeigt der Rechner, dass die Hardware nicht das größte Problem bei der Entwicklung einer AGI darstellt, sondern die Schwierigkeiten viel mehr im Bereich der Software liegen. Eine Software zu entwickeln, die so fortgeschritten wie das menschliche Gehirn ist, stellt die weitaus größere Herausforderung dar. Derzeit und in naher Zukunft wird eine solche Software zwar nicht existieren, allerdings geht die Mehrzahl der Computerwissenschaftler davon aus, dass die vielversprechendste Methode dafür ist, eine KI zu programmieren, die sich durch selbstgeschriebene Codes eigenständig verändern und sich so laufend verbessern kann. Das würde ihr ermöglichen, zunehmend intelligenter zu werden und konstant auf ihrer eigenen Intelligenz aufzubauen, was zu exponentiellen Steigerungen ihrer Intelligenz führen würde (Deloitte, 2016).

Artificial Superintelligence (ASI) steht nochmals eine Stufe über der AGI und bezeichnet eine Form der KI, die intelligenter ist als der Mensch. Durch die exponentielle Entwicklung der Intelligenz (Law of Accelerating Returns) könnte dieser Status bereits kurze Zeit nach dem Erreichen der AGI auftreten. Die Konsequenzen der ASI kann man per Definition – da die ASI die Intelligenz des Menschen übersteigen würde – nicht vorhersagen. In kürzester Zeit könnte eine solche KI um ein milliardenfaches intelligenter sein als der Mensch. Daher kann man nicht vorausagen, welche Auswirkungen die Entwicklung einer ASI wirklich hätte (Deloitte, 2016). Aber alleine die Möglichkeit einer so schnellen Eigenentwicklung von Maschinen, die sich selbst programmieren und verbessern können, führt zu Fragen und Bedenken, wie eine solche hochentwickelte KI mit Menschen interagieren würde. Einige Experten wie etwa Nick Bostrom von der Oxford Universität, Stephen Hawking oder auch Elon Musk, haben bereits vor einer solchen KI-Revolution gewarnt, in der Maschinen dem Menschen überlegen wären und vielleicht sogar entscheiden würden, die Menschheit auszulöschen. Andere Experten wie etwa Eric Schmidt von Google sind der Meinung, dass die KI eine positive Wirkung auf die Menschheit haben wird, weil sie diese unterstützen, „intelligenter machen“ und neue Lösungen für Probleme entwickeln kann (ATKearney, 2015).

Wann eine Form der AGI oder der ASI jedoch tatsächlich möglich sein wird, ist mehr als ungewiss. Die von vielen Experten ursprünglich vorhergesagte Zeitlinie für die Entwicklung einer AGI verschiebt sich kontinuierlich nach hinten, daher scheint eine Prognose, wann die Entwicklung der AGI wirklich gelingen kann, äußerst schwierig. In den 1960er- und 1970er-Jahren prognostizierten viele Experten, dass innerhalb einer Dekade eine KI entwickelt werden könnte, die denken könnte wie Menschen. 1965 sagte der Nobelpreisträger Herbert Simen voraus, dass Maschinen innerhalb von 20 Jahren alle Aufgaben meistern können würden, zu denen ein Mensch fähig ist. Zwei Jahre später prognostizierte der KI-Vordenker Marvin



Minsky, dass eine Maschine mit der Intelligenz eines Menschen in spätestens acht Jahren, also bis 1975 möglich sein würde (Atkinson, 2016). Diese Beispiele zeigen, dass eine Prognose über die zeitliche Entwicklung der KI kaum möglich ist. Dennoch gibt es zahlreiche Schätzungen und Prognosen, wann eine KI, die dem Menschen ebenbürtig ist oder diesen sogar übertrifft, möglich sein wird.

Das Center für Data Innovation geht davon aus, dass es noch eine sehr lange Zeit dauern wird, bis die AGI entwickelt werden kann – wenn dies überhaupt möglich sein sollte. Die Rechenleistung von Computern ist seit den 1960er Jahren, in denen Technologien prognostizierten, dass die AGI in nur wenigen Jahren möglich wäre, exponentiell gewachsen. Seitdem sind im Bereich der KI zwar dramatische Fortschritte geleistet worden, eine AGI könnte aber immer noch so weit entfernt sein wie damals (Center for Data Innovation, 2016).

In AT Kearneys Report „Global Trends 2015-2025“ (ATKearney, 2015) wird die Entwicklung einer AGI in ca. 30 Jahren (2045) für möglich gehalten, die Entwicklung einer Artificial Superintelligence könnte aus dieser Sicht im Jahr 2075 herum verwirklicht werden – damit zeigt sich auch ein signifikanter Unterschied zur Einschätzung von Deloitte, wo man davon ausgeht, dass die ASI nur kurze Zeit nach der Entwicklung einer ANI möglich ist.

Einer Umfrage des KI-Forschers Nick Bostrom unter Wissenschaftlern zufolge geht die Hälfte der Befragten davon aus, dass mit einer 50 %-igen Wahrscheinlichkeit eine AGI bis 2040 möglich sein wird, bis 2065 wird die diesbezügliche Wahrscheinlichkeit auf 90 % geschätzt (Bostrom & Müller, 2014). Falls eine hochentwickelte KI, welche die meisten Handlungen und Aktivitäten zumindest so gut wie ein Mensch erledigen kann, erst einmal bestehen sollte, gehen die Experten davon aus, dass mit einer 75 %-igen Wahrscheinlichkeit innerhalb von 30 Jahren eine ASI, die den Menschen in seinen Fähigkeiten um ein Vielfaches übertrifft, möglich sein wird – die Wahrscheinlichkeit, dass dies innerhalb von zwei Jahren geschehen würde, wird von den Experten auf ca. 10 % geschätzt (Bostrom & Müller, 2014).

Es ist schwierig, die Zukunft der KI vorherzusagen, aber die Fortschritte in der KI werden jedenfalls keinen Wirtschaftsbereich unberührt lassen.



## 3 Einsatz von Künstlicher Intelligenz

---

### 3.1 Anwendungsmöglichkeiten von KI

Die potenziellen Anwendungsmöglichkeiten von Künstlicher Intelligenz sind vielfältig, in diesem Kapitel sollen besonders bedeutende Anwendungsfelder von KI-Systemen – insb. als intelligente Assistenten, im Bereich des autonomen Fahrens oder in der Robotik – dargestellt werden. Anschließend werden Beispiele für KI-Systeme, die bereits im Einsatz sind bzw. als Prototypen erfolgreich entwickelt wurden, gegeben.

#### \* Cognitive Computing – KI als intelligente Assistenten:

Der Begriff Cognitive Computing wurde maßgeblich von IBM geprägt. IBM bezieht sich beim Begriff Cognitive Computing dabei auf Systeme, die skalierbar lernen, zielgerichtet schlussfolgern und auf natürliche Art und Weise mit Menschen interagieren können. Die Systeme werden nicht explizit programmiert, sondern lernen und schlussfolgern aus Erfahrungen mit ihrer Umwelt. Im Unterschied zu traditionellen, deterministischen Systemen sind kognitive Systeme probabilistisch und stellen nicht nur Antworten auf numerische Probleme bereit, sondern Hypothesen, logische Argumente und Empfehlungen über komplexere Datenkörper (IBM, 2015).

Wie beim Begriff Künstliche Intelligenz selbst divergieren auch die Definitionen von Cognitive Computing. Crisp Reserach sieht in Cognitive Computing etwa Systeme, die als Assistent oder anstelle von Menschen bestimmte Aufgaben übernehmen oder Entscheidungen treffen. Cognitive Computing Systeme zeichnen sich demnach primär dadurch aus, dass sie bestimmte „menschliche“ Eigenschaften übernehmen sowie mit Ambiguität und Unschärfe umgehen können (Crisp Research, 2017).

Der deutsche Digitalverband Bitkom zählt zu den Kernmerkmalen von kognitiven Systemen die Lernfähigkeit bei verändertem Umfeld (Adaptivität), die komfortable Interaktion mit Nutzern (Interaktivität), die Dialogfähigkeit zum Präzisieren von Zielen und Problemen (Iterativität) sowie das Verständnis für die reale und virtuelle Umgebung einer Situation (Kontextualität) (Bitkom, 2015). Die Merkmale von Cognitive Computing präzisiert die Studie wie folgt (Bitkom, 2015):

- \* Adaptivität: Fähigkeit, Mehrdeutigkeit aufzulösen und Unsicherheit zu tolerieren sowie Daten in Echtzeit oder nahezu Echtzeit zu verarbeiten
- \* Interaktivität: Fähigkeit, mit anderen Prozessoren, Geräten und Cloud-Diensten sowie insb. mit Menschen interagieren zu können



- \* Iterativität: Fähigkeit, dem Nutzer beim Definieren und Präzisieren eines Problems durch Nachfragen oder Auffinden zusätzlicher Quellen zu helfen, falls eine Problembeschreibung mehrdeutig oder unvollständig ist
- \* Kontextualität: Fähigkeit, aus vielen Quellen sowohl strukturierter wie unstrukturierter digitaler Information als auch von Sensordaten (visuell, gestisch, auditiv) korrekte Schlüsse zu ziehen

Aus Sicht von IBM werden kognitive Systeme der notwendige nächste Schritt sein, um Technologie zum Zwecke der Erweiterung von Wissen, Kenntnissen und Kompetenzen einzusetzen. Dabei werden kognitive Systeme vor allem als „intelligente Assistenten“ für Menschen zum Einsatz kommen, die sie in ihren Aktivitäten und Entscheidungen unterstützen.

Nutzer befehlen kognitive Assistenten in natürlicher Sprache (Interaktion), die Assistenten haken nach, wenn sie Informationen vermissen oder mehr Daten benötigen (Iterativität). Und sie greifen unaufgefordert auf Daten aus verschiedenen (auch übersehenen) Quellen zu (Adaptivität und Kontextualität). Statt eindeutiger Ergebnisse präsentieren sie plausible Antworten, die vom Menschen zu gewichten sind, der in weiterer Folge die endgültige Entscheidung trifft (Bitkom, 2015).

Kognitive Systeme ermöglichen dabei eine „persönlichere“ Interaktion zwischen Maschinen und Menschen und basieren auf Modus, Form und Qualität, die einzelne Personen bevorzugen. Dabei nutzen sie eine Vielzahl an Daten, um ein granuliertes Abbild vom Nutzer zu erstellen (zB Interaktionen über das Internet, Transaktionsdaten, Daten aus Wearables etc.) und fügen Details hinzu, die traditionelle Systeme nicht erfassen können, wie etwa Umgangston, Stimmung, Umweltbedingungen etc. Aus dieser Ansammlung aus strukturierten und unstrukturierten Daten können kognitive Systeme herausfinden, was in der Interaktion mit dem Nutzer wichtig ist, durch kontinuierliches Lernen werden die Ergebnisse dabei stetig verbessert und die Interaktion mit dem Menschen zunehmend natürlicher und vorausschauender (IBM, 2015).

Eine vielversprechende Eigenschaft von kognitiven Systemen ist, dass sie mit unstrukturierten Daten umgehen können, die derzeit rund 80 % der weltweiten Daten darstellen. Dies ermöglicht es ihnen, mit dem rapide ansteigenden Volumen, der Komplexität und Unvorhersehbarkeit der Datensysteme unserer modernen Welt umgehen zu können (IBM, 2015). Cognitive Computing nimmt viele Impulse aus den Technologien von Big Data und Cloud Computing, der Sensorik sowie dem Internet der Dinge auf und befruchtet diese wiederum.

Deklarative kognitive Systeme können dazu genutzt werden, um konkrete Fragestellungen zu beantworten und Hypothesen zu überprüfen. Sie können große Datenmengen von Text, Bild oder Sprache analysieren und auf dieser Grundlage fundierte Antworten geben. Sie decken das ihnen zur Verfügung stehende Wissen in



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

seiner Gänze ab und können eine qualitative Einschätzung der Ergebnisse liefern, indem sie das Quellenmaterial auf die Beurteilung und Wahrscheinlichkeit der Antwortalternativen hin untersuchen (Bitkom, 2015).

Explorative kognitive Systeme können eigenständig Hypothesen entwickeln und bei der Entwicklung von Regelungsalternativen helfen. Etwa kann damit eine komplette Darstellung der in der wissenschaftlichen Literatur und gesellschaftlichen Diskussion enthaltenen erwarteten und/oder gewünschten Auswirkungen eines Vorhabens geliefert werden, sofern die Daten dem kognitiven System zur Verfügung gestellt werden (Bitkom, 2015).

In Zukunft sollen kognitive Systeme vor allem durch drei Faktoren positiv auf Gesellschaft und Wirtschaft wirken (Bitkom, 2015):

- \* Kognitive Systeme erhöhen die Kenntnisse und Kompetenzen von Nutzern: In allen Branchen und Arbeitsfeldern steigt das verfügbare Wissen deutlich schneller an als ein Berufstätiger lernen kann. Ein Beispiel dafür ist die Medizin: 1950 dauerte es schätzungsweise ca. 50 Jahre, um das weltweite medizinische Wissen zu verdoppeln, 1980 waren es sieben Jahre und 2015 bereits nur mehr drei Jahre. Kognitive Systeme können Organisationen, Unternehmen und Berufstätigen dabei helfen, mit diesem steigenden Wissen Schritt zu halten und ihre Leistung zu verbessern.
- \* Kognitive Systeme ermöglichen intelligentere Produkte und Dienstleistungen, die wahrnehmen, schlussfolgern und über ihre Nutzer und ihre Umwelt lernen können. Das ermöglicht eine kontinuierliche Verbesserung und Adaptierung von Produkten an die Bedürfnisse ihrer Nutzer.
- \* Kognitive Systeme fördern die Entdeckung von neuem Wissen: Durch die Anwendung kognitiver Systeme können riesige Datenmengen ausgewertet und bisher ungesehene Muster, Möglichkeiten und Handlungshypothesen gefunden werden, die durch programmierte Systeme nicht aufgedeckt werden können.

Mit dem zunehmenden Einsatz von kognitiven Systemen werden sich zahlreiche Arbeitsprofile, insb. jene von Wissensarbeitern, erheblich verändern. Nach Meinung der Bitkom-Studie soll im Großteil der Einsatzbereich darin liegen, dass Menschen und intelligente Maschinen kooperieren und eine Arbeitssteilung entwickeln, in der Menschen und ihre intelligenten Assistenten die jeweiligen Stärken ausspielen können. Kognitive Systeme sollen so etwa zum Verstärker der menschlichen Kreativität in Innovationsprozessen werden. Menschen müssen dafür in der Lage sein, ihre humanen Fähigkeiten im direkten Zusammenwirken mit kognitiven Systemen produktiv einzubringen. Damit verbunden werden neue Herausforderungen im Bereich der Qualifizierung sein (Bitkom, 2015).

Wenn sich kognitive Computer erst einmal in größerem Maße bewährt haben, wird



sich ihre Verbreitung aus Sicht der Bitkom beschleunigen und immer weniger steuerbar werden: Bitkom geht davon aus, dass die ökonomischen Vorteile durch kognitive Computer nicht vorrangig steigende Profite bewirken werden, sondern in vielen Fällen das Kannibalisieren und Neuerfinden von Geschäftsmodellen nach sich ziehen werden. Die Konsequenzen ihres Einsatzes wären damit nicht evolutiv, sondern disruptiv. So wird sich auch die Organisation von Unternehmen ändern müssen, um kognitive Systeme effizient nutzen zu können. Etwa werden neue Strukturen benötigt werden, um das durch Cognitive Computing wohl dramatisch ansteigende Datenvolumen nicht nur technisch, sondern auch organisatorisch beherrschen zu können. Kognitive Computer werden bestehende Hierarchien in Frage stellen. Sobald die Analysen und Resultate von Denkmäschinen zur Expertise menschlicher Entscheider in Konkurrenz treten, werden sich Machtgefüge aufweichen, verschieben oder zerbröckeln. Eine Investmentfirma aus Hongkong hat bereits ein Softwareprogramm in den Rang eines gleichberechtigten Vorstandsmitglieds erhoben. Ohne »Zustimmung« der Software wird keine Investition mehr abgesegnet (Bitkom, 2015).

**Abbildung 2: Anwendungsmöglichkeiten kognitiver Systeme**

Themenfeld	Anwendungsbereich	Erläuterung
Markt & Wettbewerb	Benchmarkmonitoring Branchenscreening Produktvergleiche Business-Modelling	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Adaptive Monitoring und Tracking der Produktwelten und Marktaktivitäten von Wettbewerbern;</li> <li>■ Unschärfe und Branchenübergreifende Produkt- und Servicevergleiche – kognitive SWOT-Analytik;</li> <li>■ Auswertung von kontextuellen und regionalen Business-Modell-Designs, Service- u. Preisstrukturen.</li> </ul>
Trends & Bedürfnisse	Trendscouting (n)Ethnographie User-Insights Community-Research Akzeptanzforschung Usability-Testing	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sprachliche und bildhafte Analytik-Cluster und Landkarten zu Trendthemen – selbstaktualisierend</li> <li>■ Iteratives Erkunden der Lebens- und Verhaltenswelten spezifischer Zielgruppen – in kontinuierlicher Form</li> <li>■ Dynamische und visuelle Clusterung von Markt- und Meinungsforschungen (Online-/Social-Web-Behavior)</li> <li>■ Musterauswertungen von Akzeptanzkriterien und form-ästhetischen Parametern bei Produktvergleichen</li> <li>■ Iterations- &amp; Evaluationsüberprüfungen von Entwürfen</li> </ul>
Kreativität & Pattern	Ideation/Ideenfindung Co-Creation Crowd-Sourcing Brand-Naming	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Adaptive Anreizmaterial für Ideensuchen und Themen</li> <li>■ Auswertungen von weltweiten Start-Ups/Biz-Ideas</li> <li>■ Iterative Ideenentwicklung mit Online-Usern</li> <li>■ Interaktives Ideation-Portfolio-Management</li> <li>■ Visuelle Bild-, Form- &amp; Textauswertungen von Design- und Innovationswettbewerben weltweit;</li> <li>■ Semantische Marken-/Namenvergleiche.</li> </ul>
Technologie	Patente/Schutzrechte Produktionsverfahren Materialscreening Forschungsprojekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kontextuelles Identifizieren und Extrahieren innovationsrelevanter Elemente aus Patenten und Gebrauchsmusterschutzanmeldungen;</li> <li>■ Selbstlernendes Technologie- und Materialscreenings</li> <li>■ Forschungsauswertungen mit Schlussfolgerungen aus interdisziplinären Informationsquellen</li> </ul>

Quelle: (Bitkom, 2015)



Kognitive Systeme werden als Wissenswerkzeuge zwar mehr und mehr mentale Fähigkeiten von Menschen adaptieren bzw. kopieren können, einige menschliche Denkfähigkeiten werden sie aber (zumindest in absehbarer) Zukunft nicht simulieren können (Bitkom, 2015).

### \* **Intelligente Roboter**

Die Entwicklung in der Robotertechnik führt hin zu einer engeren Kooperation zwischen Mensch und Maschine. Industrieroboter verlassen ihre Käfige und arbeiten Hand in Hand mit menschlichen Kollegen. Im privaten Umfeld sollen menschenähnliche Serviceroboter nicht nur eine Assistenzfunktion sondern auch eine soziale Rolle einnehmen. Dies erfordert einen hohen Autonomiegrad der Roboter. Diese müssen sich an die nicht immer exakt vorhersehbaren menschlichen Verhaltensweisen anpassen, ohne Schaden anzurichten oder den Menschen in seinen gewohnten Handlungsweisen zu beeinträchtigen.

Diese neue Generation intelligenter Systeme muss sich daher dynamisch an ihre Nutzer sowie deren Umgebung anpassen. An die Stelle vorgegebener Abläufe und manueller Rekonfiguration treten maschinelles Lernen und algorithmische Handlungsplanung auf Basis von Nutzer- und Umgebungsdaten. Zukünftig sollen autonome Systeme komplexe Aufgaben lösen, lernen, selbstständig Entscheidungen treffen und ohne Einschreiten des Menschen auf variable Abläufe reagieren können.

KI-Methoden lassen Roboter den semantischen Kontext des Umfelds ermitteln, in dem sie sich befinden. Auf Basis des so erhaltenen Wissens erstellt der Roboter Handlungspläne, durch deren Ausführung er selbstständig vorgegebene Handlungsziele erreichen kann.<sup>5</sup> Dazu sind sie mit zahlreichen Sensoren ausgestattet, deren Interpretation es ihnen erlaubt, ihre Umgebung wahrzunehmen. Sie können ihre Ergebung explorativ wahrnehmen und entsprechende Handlungsoptionen identifizieren – damit können sie auch in dynamischen Umgebungen sicher agieren. Wesentliche Herausforderungen bei der Entwicklung kognitiver Roboter sind die systematische Behandlung von Unsicherheiten, die semantische Modellierung der Umwelt, die Identifikation geeigneter Lernverfahren sowie die Gestaltung intuitiver Benutzerschnittstellen.<sup>6</sup>

Insb. in privaten Bereichen sollen intelligente Roboter in Zukunft eine große Rolle spielen. Bereits jetzt sind Roboter im Bereich Smart Home und Service Robots in unser Leben eingetreten, etwa in Form von Staubsaugern oder Rasenmähern. Bessere Computerchips, kostengünstige 3D-Sensoren, Cloud-basiertes maschinel-

---

<sup>5</sup> [https://www.dfki.de/web/forschung/pbr/index\\_html](https://www.dfki.de/web/forschung/pbr/index_html)

<sup>6</sup> <https://www.iais.fraunhofer.de/de/forschung/bereiche/cognitive-robotics.html>



les Lernen und Fortschritte im Sprachverständnis werden die Services zukünftiger Robotergenerationen und ihre Interaktionen mit Menschen verbessern. Durch die Cloud könnte neue Software schneller auf die Roboter übertragen werden und das gemeinsame Teilen von Datensets, die aus zahlreichen Haushalten gesammelt werden, ein cloud-basiertes maschinelles Lernen vorantreiben, so dass bereits ausgelieferte Roboter deutlich an Leistung und Fähigkeiten gewinnen. Aber technische Einschränkungen und hohe Kosten für zuverlässige mechanische Geräte werden die kommerziellen Möglichkeiten auf absehbare Zukunft auf eng abgestimmte Anwendungen einschränken (Stanford University, 2016).

Ein gemeinsames Lernen wird es aber nicht nur bei Haushaltsrobotern sondern auch bei Industrierobotern geben, durch Distributed Learning, soll es einzelnen Maschinen ermöglicht werden, Erfahrungen in Echtzeit auszutauschen. Fabrikroboter sollen mit Sensoren und Deep Learning Prozessoren ausgestattet und miteinander vernetzt werden. Sie sollen lernen, so zu arbeiten, dass dadurch die Effizienz des gesamten Systems erhöht wird. Es ergeben sich allerdings noch andere Vorteile, wenn Roboter in die Lage versetzt werden, autonom zu lernen: Sollte etwa ein Roboter ausfallen, könnten andere seine Arbeit übernehmen.<sup>7</sup>

### **\* KI und das Internet der Dinge**

Besonders hohes Potenzial verspricht die Verbindung von Künstlicher Intelligenz und dem Internet der Dinge (Internet of Things – IoT). In Zukunft werden wohl IoT-Lösungen zum großen Teil mit KI-Systemen verschmelzen. Die Kombination von „Smart Devices“ mit KI ermöglicht es, ein intelligentes Verhalten der Geräte zu simulieren und fundierte Entscheidungen mit wenig oder gar keiner menschlichen Intervention zu treffen. Kernelemente des IoT – Konnektivität, Sensordaten und Robotik – werden dazu führen, dass derzeit „dumme“ Geräte in Zukunft „intelligent“ sein werden (müssen), um die Potenziale des IoT nutzen zu können. Anders ausgedrückt, das IoT braucht intelligente Geräte (smart devices), die mit KI ausgestattet sind (PWC, 2017).

KI soll dabei als Kerntechnologie für das IoT auftreten, in dem bis 2020 mehr als 50 Mrd. Geräte miteinander vernetzt sein könnten. Vor dem Hintergrund, dass Menschen die enorme Masse an Daten, die diese Geräte produzieren, in kürzester Zeit kaum auswerten und daraus Handlungshypothesen ableiten können, sollen KI-Systeme in diesem Bereich die Lösung der Zukunft darstellen (Bank of America, 2015).

Das Wachstum des IoT wird zu einem exponentiellen Anstieg der generierten Da-

---

7



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

tenmengen führen. Schätzungen gehen davon aus, dass bis 2025 rund 80 Mrd. Geräte über das Internet verbunden sein werden – und jährlich 180 Zettabyte<sup>8</sup> an Daten generieren. Diese Masse an Daten wird Unternehmen vor einige Herausforderungen stellen – etwa zu bestimmen, wie diese Daten verwaltet, analysiert und daraus aussagekräftige Erkenntnisse gewonnen werden können, weiters ist gleichzeitig die Korrektheit und Geschwindigkeit der Datenanalysen aufrecht zu erhalten (PWC, 2017).

Daten sind nämlich nur dann nützlich, wenn daraus auch Handlungen umgesetzt werden können. Dafür müssen diese um Kontext und Kreativität ergänzt werden. KI beeinflusst IoT-Lösungen in zwei Schlüsseldimensionen – erstens bei der Ermöglichung von Echtzeitantworten und -handlungen und zweitens in der Post-Event-Verarbeitung von Daten, wie zB das Suchen von Mustern in generierten Datensätzen und das Ausführen von prädiktiven Analysen. Damit kann KI IoT-Lösungen in drei Bereichen unterstützen: Predictive Analytics (Was wird passieren?), Prescriptive Analytics (Was soll gemacht werden?) und Adaptive Analytics (Was sind angemessene Entscheidungen bzw. Handlungen und wie können diese an neue Entwicklungen angepasst werden?) (PWC, 2017).

Anders herum profitieren KI-Systeme gleichfalls vom IoT: Um sich weiterzuentwickeln und ihre Leistung zu verbessern, brauchen lernende KI-Systeme eine große Menge an Daten, die durch die im IoT verbundenen Geräte generiert werden.

### \* **Autonomes Fahren**

Der Transportsektor wird wohl einer der ersten Bereiche sein, in dem die breite Öffentlichkeit dazu aufgefordert sein wird, der Zuverlässigkeit und Sicherheit eines KI-Systems für kritische Aufgaben zu vertrauen. Bereits jetzt gibt es zahlreiche automatisierte Fahrassistenzsysteme zB für das Einparken von Autos. Vor allem Fortschritte in der Sensorik sowie im maschinellen Lernen haben dazu geführt, dass es bereits autonome Fahrzeuge von Google und semi-autonome Fahrzeuge von Tesla gibt. Die selbstfahrenden Autos von Google, die mehr als 1.500.000 Meilen (300.000 Meilen ohne Unfall) zurückgelegt haben, sind völlig autonom und es wird kein menschlicher Input benötigt. Tesla hat über Software-Updates bestehende Fahrzeuge mit einem gewissen Grad an Autonomie ausgestattet, wobei von menschlichen Fahrern erwartet wird, dass sie übernehmen wenn sie ein mögliches Problem erkennen. Ab 2017 sollen die Fahrzeuge von Tesla auch völlig eigenständig unterwegs sein können. Ob ein semi-automatischer Ansatz überhaupt nachhaltig ist, ist unklar, da Insassen sich mit zunehmender Gewöhnung auf die KI verlassen und unaufmerksam werden. Der erste folgenreiche Verkehrsunfall mit einem autonomen Fahrzeug im Jahr 2016 führte zu einem stärkeren Fokus auf diese Frage (Stanford University, 2016).

---

<sup>8</sup> 1 Zettabyte = 1 Mrd. Terabytes



In naher Zukunft werden Sensing-Algorithmen die Leistungen von Menschen übertreffen, was das Fahren betrifft. Automatisierte Wahrnehmung, inkl. bildliche Wahrnehmung, ist bereits nahe dem menschlichen Niveau bei speziellen Aufgaben wie Erkennung und Verfolgung/Tracking. Fortschritte in Algorithmen für ein höheres logisches Denken von Maschinen wie zB Planung werden folgen. So könnten selbstfahrende Fahrzeuge bereits in relativ naher Zukunft verbreitet sein. Folgen einer Verbreitung von autonomen Fahrzeugen werden u.a. sein: Wenn Autos bessere Fahrer werden als Menschen, werden die Stadtbewohner weniger Autos besitzen, weiter entfernt vom Arbeitsplatz leben und die Zeit anders verbringen, was zu einer völlig neuen Stadtorganisation führt wird. Dies beschränkt sich nicht nur auf den Personenverkehr sondern auch auf den Gütertransport und den Flugverkehr, sowie Drohnen und Roboter (Stanford University, 2016).

Vernetztes bzw. autonomes Fahren kann insbesondere auch im Bereich der Nutzfahrzeuge, etwa für LKWs, eingesetzt werden. „Truck-Platooning“ bezeichnet man die Vernetzung von zwei oder mehreren LKWs in einem Konvoi. Dabei fährt ein LKW mithilfe von Konnektivitätstechnologie und Assistenzsystemen für autonomes Fahren möglichst dicht auf den Lastwagen vor ihm auf. Der erste LKW des Konvois ist das Führungsfahrzeug und die LKWs hinter ihm reagieren auf dessen Änderung der Fahrtrichtung oder Geschwindigkeit und übernehmen diese. Wenn das Führungsfahrzeug des Konvois beispielsweise bremst, bremsen auch alle anderen Fahrzeuge im Konvoi. Diese Technologie könnte Transporte sicherer, sauberer und effizienter gestalten, wobei auch der Kraftstoffverbrauch durch verbesserte Fahrpraktiken verringert wird und CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden können<sup>9</sup>.

### \* KI und Innovation

KI-Systeme stellen nicht nur selbst Innovationen dar, sondern können auch dabei helfen, neue Innovationen zu entwickeln. Für Forscher und Entwickler kann sich Zugang zu Wissen entscheidend verändern und deutlich an Qualität gewinnen. Bisher geschah dies in einer einseitigen abrufenden, suchenden und findenden Art und Weise. Durch kognitive KI-Systeme, kann dies in Zukunft dialogisch adaptiv und basierend auf umfassenden Sachkenntnissen der KI-Systeme, visualisierten Fakten-Clustern und mit rückfragender Interaktion mit dem Nutzer geschehen. Das kognitive System kann in einem solchen Fall zum Begleiter des menschlichen Entwicklers bei der umsichtigen Analyse, systematischen Ideensuche und objektiven Bewertung und Auswahl in Entscheidungsprozessen werden (Bitkom, 2015).

Wesentliche Möglichkeiten in Innovationsprozessen, die sich durch den Einsatz von kognitiven KI-Systemen auf tun sind (Bitkom, 2015):

---

<sup>9</sup> Vgl.: <http://www.presseportal.de/pm/119693/3311903>, abgerufen am 2.5.2016



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

- \* Verbesserung der methodischen Innovations-Systematik als durchgängiges Wissenswerkzeug entlang des Prozesses von der Analyse bis zur Implementierung
- \* Höhere Informationsintensität und Qualität im relevanten Problemkontext und bei Bedürfnis-, Trend- und Mustererkennungen in dynamischen Märkten
- \* Unterstützung der Ideengenerierung durch umfassende Markt- und Wettbewerberanalysen sowie erweitertes Wissen zur Bewertung und Auswahl von Ideen und Entwürfen
- \* Objektivierung von Entscheidungen durch evaluierte und verdichtet visualisierte Information
- \* Fokussierung auf die „richtige Fragestellung“ und erfolgskritische Parameter, Konzentration auf das wirkliche kundenrelevante Entwurfsproblem

### 3.2 KI-Systeme im praktischen Einsatz

#### 3.2.1 KI am Arbeitsplatz

##### \* ROSS- Ein KI-System als Anwalt

Die US-amerikanische Anwaltskanzlei BakerHostetler hat als erste ein KI-System als Anwalt eingesetzt. Der von IBM entwickelte und auf Watson aufbauende kognitive Computer namens ROSS übernimmt dabei einen Großteil der anfallenden Recherchen und beantwortet gezielt die Fragen seiner menschlichen Kollegen. Die menschlichen Mitarbeiter können ROSS mündlich eine Frage stellen, woraufhin dieser sich den gesamten Gesetzkorpus durchliest und Leseempfehlungen aus der Gesetzgebung, Rechtsfällen und Sekundärquellen gibt. Zusätzlich überwacht ROSS rund um die Uhr das Rechtswesen und informiert, falls es neue Entscheidungen gibt, die einen aktuellen Fall betreffen könnten. Das System grenzt dabei die Antworten selbst von einer Masse an möglichen Antworten auf die relevantesten ein und lernt bei jeder neuen Aufgabe, sodass es seine Ergebnisse permanent selbst verbessert. <sup>10</sup>

##### \* Intelligente Assistenzsysteme in der Produktion

Unternehmen setzen zunehmend auf hochautomatisierte und flexible Produktionssysteme. Mit der Komplexität eines solchen Produktionssystems steigen auch die Anforderungen an die Mitarbeiter in der Fertigung, etwa bei Inbetriebnahme, Überwachung, Wartung und Instandhaltung.

Im von der deutschen Bundesregierung im Zuge des Programms „Autonomik für

---

<sup>10</sup> <https://motherboard.vice.com/de/article/in-den-usa-wurde-gerade-die-erste-kuenstliche-intelligenz-als-anwalt-eingestellt>



Industrie 4.0“ geförderten Forschungsprojekts „APPsist“ wurde von den beteiligten Konsortialpartnern (u.a. FESTO, Fraunhofer, DFKI) ein KI-basiertes Assistenzsystem entwickelt, das sich anhand spezifischer Kompetenzen von Mitarbeitern automatisch auf deren Unterstützungsbedarf einstellt und so passgerecht agiert.

Mitarbeiter an einer Maschine werden mit ihrem jeweiligen Expertiseprofil erfasst oder eine Abfrage hierzu erfolgt, sodass dieses Profil generiert werden kann. Danach wird der Bediener der Maschine unterstützt. Da das Assistenzsystem selbstlernend ist, passt es sich an die Fähigkeiten und Kenntnisse des Bedieners an. Dabei werden das Wissen und die Kompetenzen des Mitarbeiters sowie deren stetige Steigerungen mit dem Assistenzsystem gekoppelt. Erkennt das System etwa, dass ein Arbeitsschritt nicht korrekt ausgeführt wurde, bietet es differenzierte Unterstützung an. Bei späteren Interaktionen wird das System das vorhergehende Verhalten mitberücksichtigen und seine Unterstützung für den Mitarbeiter anpassen.<sup>11</sup>

### \* **Amelia**

Die KI-Plattform Amelia, die mit der Fähigkeit für das Natural Language Processing ausgestattet ist, unterstützt menschliche Arbeiter in unterschiedlichen Branchen, wie zB Wartungsingenieure. Die Software liest sämtliche Bedienungsanleitungen u.ä. und schlägt dem Ingenieur die passende Lösung vor. Auch hat die Plattform die Antworten für die 120 meistgestellten Fragen von Hypothekemaklern gelernt und wird in Banken für finanzielle Abfragen genutzt. Die dritte wichtige Eigenschaft im Bereich der Automatisierung ist das eigenständige Lernen. Die beschriebene KI-Plattform Amelia erkennt Lücken in ihrem Wissen und führt selbstständig Aktionen aus, um diese zu schließen. Wenn ihr eine Frage gestellt wird, die sie nicht beantworten kann, leitet sie diese an einen menschlichen Kollegen weiter und beobachtet, wie dieser das Problem löst (PWC, 2017).

## 3.2.2 **KI im Gesundheitswesen**

### \* **KI-Assistent für Menschen mit Nervenerkrankungen**

Menschen, die an zerebraler Bewegungsstörung leiden, können oftmals ihre Bewegungen und ihre Mimik nicht bewusst kontrollieren, wodurch ihre Ausdrucks- und Kommunikationsmöglichkeiten erheblich eingeschränkt werden. Ein von Fraunhofer entwickeltes Interaktionssystem, welches Sensoren, maschinelles Lernen und Techniken der Mensch-Maschine-Schnittstelle kombiniert, soll ihnen nun dabei helfen und neue Kommunikationsmöglichkeiten eröffnen.

Das realisierte Interaktionssystem basiert auf wissenschaftlichen Erkenntnissen in den Bereichen Brain/Neural Computer Interface – dem Steuern von Geräten durch

---

<sup>11</sup>[http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Standardartikel/AutonomikFuerIndustrieProjekte/autonomik\\_fuer\\_industrie\\_projekt-appsist.html](http://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Standardartikel/AutonomikFuerIndustrieProjekte/autonomik_fuer_industrie_projekt-appsist.html)



Gehirnaktivität – und Affective Computing. Bei letzterem geht es darum, dass Systeme den emotionalen Zustand des Nutzers erkennen können und dies bei der Interaktion berücksichtigen. Pfleger und Patient können beispielsweise Regeln definieren, wie das System auf erkannte Gemütszustände reagieren soll, etwa durch Abspielen der Lieblingsmusik in Stress-Situationen.<sup>12</sup>

**\* „Autism Glass“ benutzt maschinelles Lernen, um Autisten im Umgang mit Anderen zu unterstützen**

In den USA leiden über eine Million Kinder an Autismus. Diese Kinder empfinden es als sehr schwierig, Emotionen aus Gesichtsausdrücken abzuleiten, was soziale Interaktionen deutlich erschwert. Patienten können dies zwar mit Hilfe einer Verhaltenstherapie antrainieren, dies ist aber sehr zeitaufwändig und teuer. „Autism Glass“ ist ein von Forschern der Stanford University entwickeltes, tragbares Hilfsmittel – das Google Glass –, das maschinelles Lernen und die Echtzeit-Vermittlung von sozialen Stimuli verwendet, um Autisten im Umgang mit anderen zu unterstützen. Zur Anwendung setzen die Patienten eine Brille mit eingebauter Kamera auf, welche das Autism Glass zur AI-getriebenen Analyse der Gesichtsausdrücke anderer verwendet und deren Emotionen dem Benutzer schildert. Das System erfasst auch, wie lange Augenkontakt gehalten wurde, um so die sozialen Interaktionen des Benutzers besser bewerten zu können. Die Brille ist mit einer Smartphone-App verbunden, was eine Analyse und Nachvollziehbarkeit der Interaktionen des Patienten für seine Eltern und Ärzte erlaubt (Deloitte, 2016).

**\* KI zur Verhinderung von Denguefieber-Epidemien**

Nachdem autonome Drohnen bereits zum Schutz der Bevölkerung vor von Stechmücken übertragenen Krankheitsausbrüchen benutzt werden, wird nun die KI auch im Kampf gegen Epidemien eingesetzt. Das Startup AIME (Artificial Intelligence in Medical Epidemiology) hat eine KI-Plattform entwickelt, die Krankheitswellen des Denguefiebers zeitlich und geographisch vorhersagen kann – und dies bereits drei Monate, bevor es ausbricht.

Der AI Algorithmus kombiniert dabei Ergebnisse aus der epidemiologischen Forschung mit anderen relevanten Daten wie zB Bevölkerungsdichte, Windgeschwindigkeit und -richtung, Regenvolumen, Wohnformen. Daraus errechnet die KI die Wahrscheinlichkeit eines Ausbruchs in einer bestimmten Region und identifiziert das Epizentrum einer sich ausbreitenden Krankheit innerhalb eines Umkreises von 400 Metern. Dieser Umkreis stellt dann die kritische Zone dar, die von Gesundheitsbehörden überwacht und eingedämmt wird.

---

<sup>12</sup> <http://www.fit.fraunhofer.de/de/fb/ucc/projects/abc.html>



Nach einer Studie, in der die Plattform Denguefieber-Ausbrüche mit 87 % Genauigkeit erfolgreich prognostizierte, soll die KI in Zukunft auch andere hoch ansteckende Krankheiten wie zB Ebola oder den Zika-Virus bekämpfen können (Deloitte, 2016).

### **\* Vereinfachung der Arzneimittelentwicklung**

Forscher der Carnegie Mellon University benutzen ein Machine-Learning-System um festzustellen, welche Experimente durchgeführt werden sollen, um neue Medikamente zu testen. Dies kann die Anzahl an unnötig durchgeführten Tests um bis zu 70 % verringern. Das System analysiert mehrere Baseline Experimente hinsichtlich des Effektes eines neuen Medikaments auf ein bestimmtes Protein in einer Zelle und kann daraus lernen, welche Faktoren die Wirkung des Medikamentes beeinflussen. Anschließend erstellt das System ein Vorhersagemodell, welches die zu erwartenden Ergebnisse von unterschiedlichen Variationen des Experiments mit einer Genauigkeit von 92 % schätzen kann (Center for Data Innovation, 2016).

### **3.2.3 KI im Energiebereich**

#### **\* Nutzung von KI zur effizienten Kühlung von Datenzentren bei Google**

Anfang 2014 übernahm Google das Start-up DeepMind für € 400 Mio. DeepMind erlangte insb. für seine KI AlphaGo, welche als erste Maschine einen Menschen beim Brettspiel Go schlug, weltweite Aufmerksamkeit. Mittlerweile hat Google aber auch eine Möglichkeit der KI von DeepMind für eigene Zwecke gefunden, nämlich zur effizienten Kühlung seiner Datenzentren.

2014 verbrauchte Google nach eigenen Angaben rund 4,4 Mio. Megawatt Strom – etwa so viel wie 1,4 Mio. private Haushalte. Um den Energieverbrauch in den Datenzentren zu senken, setzte Google die KI von DeepMind zur Steuerung der Kühlung ein – mit durchschlagendem Erfolg: Die Kühlungskosten konnten durch die KI um 40 % gesenkt werden, was dem Unternehmen mehrere Hundert Millionen Dollar im Jahr einsparen dürfte. Die KI passt die Kühlungspläne automatisch an und erhöht deren Effizienz, dabei hat sie Kontrolle über die Kühlanlagen, die Ventilatoren als auch über die Fenster und knapp 120 andere Elemente.<sup>13</sup>

Die KI wurde dabei anhand verschiedener Szenarien im Datacenter-Betrieb trainiert. Für das Training des neuronalen Netzes wurden historische Daten genutzt, die Google aus Tausenden Sensoren bereits gewonnen hatte, zB bezüglich Temperatur, Stromverbrauch und Stromschwankungen, Luftfeuchtigkeit etc. Dabei ist ein adaptives Framework entstanden, dass die Kühlung je nach Situation deutlich effi-

---

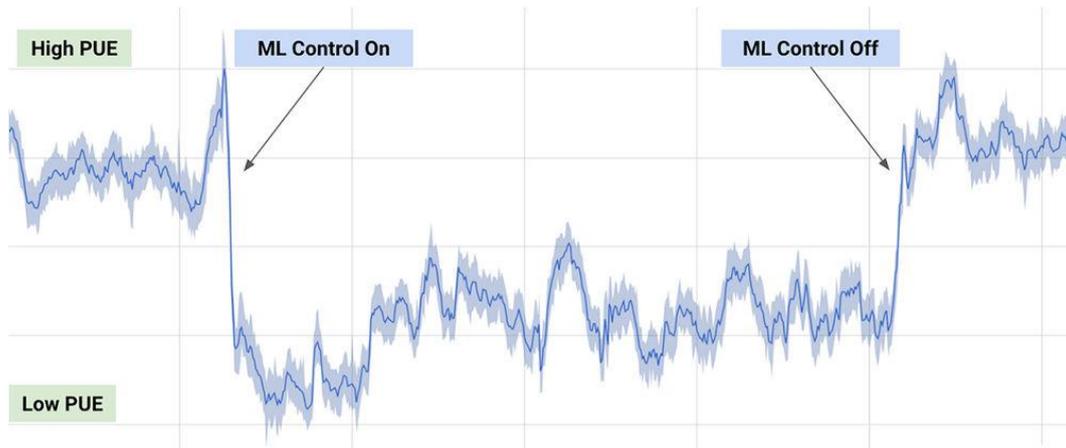
<sup>13</sup> <https://www.googlewatchblog.de/2016/07/deepmind-kuenstliche-intelligenz-kuehlungskosten/>



Tiefendossier: Artificial Intelligence

zienter gestaltet als zuvor.<sup>14</sup>

**Abbildung 3: Steuerung der Datacenter-Kühlung bei Google: Energieverbrauch mit und ohne KI**



### \* Prognose der Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien

IBM hat ein Machine-Learning-System namens „Self-Learning Weather Model and Renewable Energy Forecasting Technology“ (SMT) entwickelt, welches Daten von über 1.600 Wetterstationen, Solaranlagen, Windparks und Wettersatelliten analysiert, um präzisere Wettervorhersagen zu treffen und die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien einige Wochen im Voraus zu prognostizieren. Die SMT weist eine 30 % höhere Erfolgsquote als der National Weather Service auf. Die Prognosen des SMT-Systems können regionale Stromnetze bei der verbesserten Einbindung von erneuerbaren Energien unterstützen, indem sie das Energieangebot dem Wetter besser anpassen können (Center for Data Innovation, 2016)

#### 3.2.4 Weitere Use-Cases von KI

### \* KI als Finanzberater

Das System Pefin agiert als intelligenter Finanzberater auf Basis von KI, um Anwendern maßgeschneiderte und vorausschauende Ratschläge für ihre Finanzen zu geben. Es benutzt künstliche, neuronale Netze, um ständig 2 Millionen Datenpunkte zu überwachen und mit Hilfe von maschinellem Lernen datenbasierte Entscheidungen zu treffen. Benutzer können ihre Finanzkonten mit der Software verbinden und ihre langfristigen Pläne wie zB Kinder, Immobilienkäufe oder Urlaube in die Plattform eingeben, worauf diese unter Berücksichtigung von Inflation, Steuern, Marktbedingungen, Regulierungen etc. eine 80jährige Finanzprognose erstellt.

<sup>14</sup> <http://www.datacenter-insider.de/google-zuegelt-stromhunger-im-datacenter-mithilfe-von-ki-a-543838/>



Sollte sich etwas in den Finanzen des Benutzers oder auf dem Weltmarkt verändern, aktualisiert Pefin seine Prognosen automatisch (Deloitte, 2016).

### \* **Prognose des Erfolgs von Start-ups mit dem AI-Algorithmus "Test4startup"**

Mit der App Test4startup können Gründer mit Hilfe von künstlicher Intelligenz das Erfolgspotenzial ihrer Geschäftsideen testen. Benutzer laden einen Überblick ihrer Geschäftsziele hoch, darauf aufbauend führt die App eine stichwortbasierte Analyse durch und aggregiert relevante Informationen zum Ziel-Markt, erstellt Infografiken zur Wettbewerbssituation, zu Trends und Preisänderungen. Der Algorithmus gibt auch an, wie ein potenzielles Produkt im Vergleich mit bereits vorhandenen Produkten abschneidet und gibt diesbezügliche Empfehlungen etwa einer Preissenkung (Deloitte, 2016).

### \* **Schnellers Lernen neuer Sprachen**

Das Sprachlernprogramm Duolingo benutzt maschinelles Lernen, um die Aktivitäten und den individuellen Fortschritt von Benutzern zu analysieren. Das Programm erstellt personalisierte Unterrichtspläne und erprobt und evaluiert regelmäßig neue Lern- und Anweisungsstrategien. Duolingo strukturiert bestimmte Lektionen für verschiedene Benutzer unterschiedlich und lernt, wie diese Differenzierungen mit verbesserten Ergebnissen korrelieren. Somit können die bestmöglichen Lernstrategien identifiziert und angewendet werden kann (Center for Data Innovation, 2016).



## 4 Business Impact

---

### 4.1 Wirtschaftliches Potenzial der KI

Die wirtschaftlichen Potenziale der KI liegen vor allem in drei Bereichen: Der intelligenten Automatisierung, der Unterstützung von Arbeitskräften durch KI sowie durch die Diffusion von Innovationen (Accenture, 2016).

KI-Systeme können komplexe physische Aufgaben übernehmen, die Anpassungsfähigkeit und Agilität erfordern. So können Roboter etwa durch Laser und 3D-Sensoren sicher navigieren und gemeinsam mit menschlichen Arbeitskräften zusammenarbeiten. Traditionelle Automatisierungstechnologien sind in der Regel aufgabenspezifisch, eine KI-gestützte intelligente Automatisierung kann systemisch erfolgen und über Branchen und Berufsfelder hinweg Probleme lösen. Verbunden mit der Möglichkeit zu lernen stellt die intelligente Automatisierung mit KI einen erheblichen Unterschied zu traditionellen Automatisierungslösungen dar: Verlieren diese im Normalfall mit der Zeit an Wert, so gewinnen intelligente Automatisierungsanlagen mit KI an Wert hinzu, da sie sich stetig verbessern (Accenture, 2016). Ein Beispiel dafür ist die KI-Plattform Fanuc Intelligent Edge Link and Drive (FIELD), das vom Roboterhersteller Fanuc mit Cisco und weiteren Partnern entwickelt wurde und in einem eineinhalbjährigen Versuch bei einem Automobilhersteller zum Einsatz kam. Das System basiert auf Machine Learning und erfasst und analysiert Daten aus verschiedenen Abschnitten der Produktion, um damit den Produktionsprozess zu verbessern, was zu signifikanten Kosteneinsparungen führt.

Accenture geht wie zahlreiche andere Einrichtungen und Experten davon aus, dass ein großer Teil der zusätzlichen Wertschöpfung durch den Einsatz von KI-Systemen nicht dadurch herrührt, dass Menschen von Maschinen und intelligenten Systemen ersetzt werden, sondern dass diese vor allem von KI-Systemen in ihren Tätigkeiten unterstützt werden und so deutlich effizienter arbeiten können. Zum einen können sie sich auf jene Arbeiten konzentrieren, in denen sie den größten Wert beitragen können, zum anderen werden menschliche Fähigkeiten durch KI unterstützt und ergänzt. Ein diesbezügliches Anwendungsbeispiel stellt die Firma Praedicat bereit, die Risiko-Modellierungs-Services für Versicherungen anbietet. Sie nutzt dafür maschinelles Lernen und Big Data-Technologien, um mit einer KI-Plattform mehr als 22 Millionen wissenschaftliche Publikationen auszuwerten und aufkommende Risiken zu identifizieren. Dadurch können von den Versicherungen Risiken nicht nur besser bepreist, sondern auch neue Versicherungsprodukte entwickelt werden (Accenture, 2016).

Accenture sieht noch einen dritten wesentlichen Faktor für wirtschaftliches Wachstum durch den Einsatz von KI: Die Diffusion von Innovationen. Oft führen Innovationen zu weiteren Innovationen, ein Beispiel stellen etwa autonome Fahrzeuge



dar, deren wirtschaftliche Einflüsse sich auf zahlreiche weitere Branchen auswirken könnten. Die Versicherungsbranche könnte neue Geschäftsmodelle entwickeln und von den massenhaften neuen Daten zusätzliche Umsätze erwirtschaften, Smart Phone-Anbieter neue Produkte für selbstfahrende Autos entwickeln etc. Zusätzlich könnten „Fahrer“ die frei werdende Zeit mit anderen Aktivitäten verbringen, statt selbst hinter dem Lenkrad zu sitzen (Accenture, 2016).

In den kommenden Jahren ist jedenfalls mit einer weiteren Verbreitung von KI zu rechnen. In näherer Zukunft werden folgende Entwicklungen erwartet<sup>15</sup>:

- \* Vertikalisierung: Je konkreter die KI-Systeme auf den Einsatz in einer speziellen Branche oder Anwendung mit ihren individuellen Strukturen, Modellen, Datensätzen und Herausforderungen fokussiert werden, desto größer ist der Business Value. Daher ist von einer „Vertikalisierung“ der KI-Lösungen im Sinne von „Industry Solutions“ auszugehen.
- \* Viele der Industry Solutions oder auch einzelne KI- und Machine Learning-Verfahren werden zukünftig wohl als „Machine Learning-as-a-Service“ oder KI-as-a-Service angeboten. Aus Verfahren und Modellen werden somit nutzungsabhängige und service-basierte Geschäftsmodelle.
- \* Die Entwicklung und das Training von Modellen und Algorithmen wird sich voraussichtlich in den kommenden Jahren zu einem stark wachsenden Markt- und Dienstleistungs-Segment entwickeln, indem sich insb. auch für kleinere Unternehmen durch Spezialisierung Chancen eröffnen.
- \* Die Entwicklung und der Einsatz von autonomen Agenten, „Bots“ und mobilen Apps mit Spracherkennung nehmen stark zu. Was als Assistenzsysteme im Consumer-Segment begonnen hat, etwa durch Apples Siri, Google Now oder Microsoft Cortana, wird zukünftig immer mehr Relevanz im Business-Kontext erhalten.
- \* Durch den Zugriff auf massenhafte Anwendungsprogrammierschnittstellen (APIs) bieten sich neue Einsatzmöglichkeiten für Machine-Learning-Verfahren, bei denen eigene und fremde Datenströme analysiert und zu neuen Diensten verschmolzen werden.
- \* Mit seiner „Tensor Processing Unit“ hat Google einen eigenen Chip vorgestellt, der die Performance und die Effizienz bei der Durchführung von Machine Learning-Verfahren erheblich verbessern soll. Parallel dazu konzipieren die großen Cloud-Provider spezifische Hardware-Set-Ups, um Machine Learning-Operationen auf möglichst effizienten Infrastrukturen („as-a-Service“) anbieten zu können. Hardware-Anbieter werden wohl mit eigenen Machine-Learning-Lösungen nachzie-

---

<sup>15</sup> <https://www.crisp-research.com/kunstliche-intelligenz-und-echte-profite-machine-learning-auf-dem-weg-den-mainstream/>



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

hen, was für Kunden attraktiv sein kann, die ihre Daten nicht auf externe Plattformen verschieben wollen.

Der deutsche Digitalverband Bitkom schätzt, dass der Weltmarkt für Anwendungen im Bereich der KI bis zum Jahr 2020 auf € 21,2 Mrd. steigen wird. Für das Jahr 2017 geht der Verband von globalen Umsätzen mit Hardware, Software und Services im Bereich der KI i.H.v. € 4,3 Mrd. aus – d.h. der Verband rechnet mit einer Verfünfachung des Weltmarkts für KI in nur vier Jahren.<sup>16</sup>

Andere Schätzungen fallen weitaus höher aus: Die International Data Corporation prognostiziert etwa, dass alleine der Markt in den USA für KI-Technologien, die unstrukturierte Daten auswerten, bis zum Jahr 2020 auf \$ 40 Mrd. steigen und mehr als \$ 60 Mrd. an Produktivitätsgewinnen pro Jahr in den USA bringen könnte. Dementsprechend sind auch die Investitionen in KI-Technologien in den letzten Jahren deutlich gestiegen: In den USA wurden 2013 \$ 757 Mio. an Risikokapital in KI-Start-ups investiert, 2015 waren es bereits \$ 2,4 Mrd. (Center for Data Innovation, 2016).

Die Bank of America schätzt den Markt für KI-basierte Analyseanwendungen auf \$ 70 Mrd. in 2020. Durch Robotik und KI-Systeme werden nach Meinung der Bank die Produktivität in zahlreichen Branchen um 30 % steigen und gleichzeitig die Lohnkosten um 18-33 % gesenkt werden (Bank of America, 2015). Der Markt für KI-basierte Business-Anwendungen soll von ca. \$ 200 Mio. in 2015 auf \$ 11,1 Mrd. in 2024 steigen, was einer Verfünfzigfachung entspricht.

Technologien für autonome Fahrzeuge könnten aus Sicht der Bank of America einen Umsatz durch Fahrzeughersteller, Zulieferer und Technologiefirmen von \$ 87 Mrd. bis 2030 erreichen. Bis 2035 rechnet die Bank damit, dass vollkommen selbstfahrende Fahrzeuge rund 10 % aller verkauften Fahrzeuge ausmachen werden. Der gesamtwirtschaftliche Effekt dürfte dabei weitaus höher liegen, etwa durch eine Verminderung von Verkehrsunfällen und die Einsparung von Fahrzeiten (Bank of America, 2015).

In der Studie „Why Artificial Intelligence is the Future of Growth“ (Accenture, 2016) prognostiziert Accenture, dass sich durch einen verbreiteten Einsatz von KI das Wirtschaftswachstum in den in der Studie untersuchten Ländern verdoppeln könnte. Für Österreich geht die Studie davon aus, dass ein umfassender Einsatz von KI-Technologien zu einem jährlichen Wachstum von 3 % des BIPs führen könnte– verglichen mit dem Basisszenario (1,4 % Wirtschaftswachstum), welches die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung anhand des technologischen Stands von heute prognostiziert, wäre das Wirtschaftswachstum dadurch sogar mehr als dop-

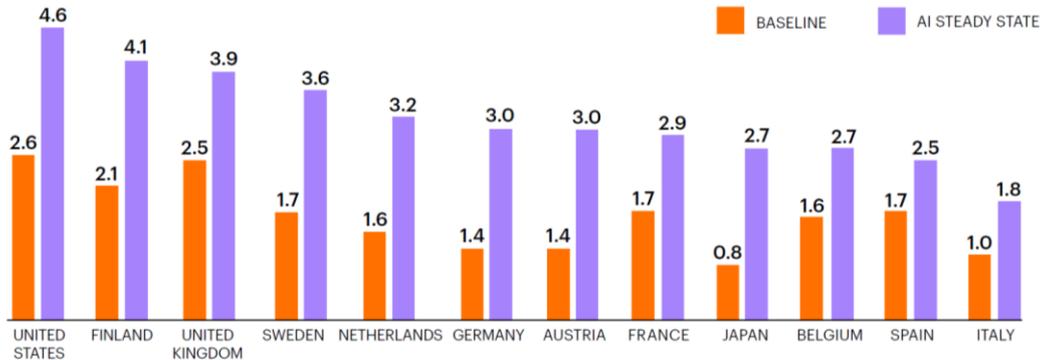
---

<sup>16</sup> <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Weltmarkt-fuer-Cognitive-Computing-vor-dem-Durchbruch.html>



pelt so hoch.

**Abbildung 4: Accenture Prognose der wirtschaftlichen Bedeutung von KI (BIP-Wachstum mit bzw. ohne umfassenden Einsatz von KI-Technologien)**



Quelle: (Accenture, 2016)

Accenture geht weiters davon aus, dass KI das Potenzial hat, die Arbeitsproduktivität bis zum Jahr 2035 um bis zu 40 Prozent zu erhöhen. Dieser Anstieg der Arbeitsproduktivität würde dabei nicht durch längere Arbeitszeiten getragen sondern durch innovative Technologien, die es den Menschen ermöglichen, ihre Zeit effizienter zu nutzen.

### \* Jobs und Arbeitswelt

Eine Vorhersage der Wirkungen von KI auf die Beschäftigungseffekte, die durch eine weitläufige Verbreitung von KI-Systemen in Zukunft entstehen werden, ist schwierig, da diese zu großen Teilen von Technologien abhängen, die noch gar nicht existieren oder erst in den Kinderschuhen stecken und welche auf vielfältigste Art und Weise menschliche Fähigkeiten und Arbeitsplätze ergänzen oder ersetzen können.

Eine in der Öffentlichkeit weit verbreitete Befürchtung bezüglich Auswirkungen der KI ist, dass durch diese in Zukunft massenhaft Arbeitsplätze von Menschen durch Maschinen übernommen werden und für menschliche Beschäftigung nahezu kein Bedarf mehr besteht. Dies dürfte wohl eine übertriebene Befürchtung sein, allerdings wird sich ein umfassender Einsatz von KI-Technologien sehr wohl auf die künftige Beschäftigung niederschlagen. Gefährdet werden vor allem Berufe mit niedrigen Qualifikationsanforderungen sein, die durch intelligente Maschinen ersetzt werden könnten (KPMG, 2016). Allerdings sehen einige Experten auch die Gefahr, dass bestimmte Berufe, die heute als sicher und qualifikationsintensiv gelten, in Zukunft von Maschinen übernommen werden könnten (Pew Research Center, 2014).



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

Künstliche Intelligenz wird mit hoher Wahrscheinlichkeit in bestimmten Jobs Menschen ersetzen, etwa Taxi- und Lastkraftwagenfahrer durch selbstfahrende Fahrzeuge. Allerdings wird in vielen bzw. den meisten Bereichen KI dazu eingesetzt werden, den Menschen bestimmte Aufgaben abzunehmen und nicht, um sie vollständig zu ersetzen (Stanford University, 2016).

In einer Umfrage des PEW Research Centers ging etwa die Hälfte der befragten Experten (52 %) davon aus, dass KI in Zukunft nicht mehr menschliche Arbeitsplätze zerstören wird als dadurch geschaffen werden – allerdings war die andere Hälfte der Experten der Meinung, dass die Verbreitung von KI-Systemen in Zukunft dazu führen wird, dass KI mehr Arbeitsplätze ersetzen als schaffen wird (Pew Research Center, 2014).

Künstliche Intelligenz wird auch direkt wie indirekt zur Schaffung neuer Arbeitsplätze beitragen, etwa durch eine höhere Produktivität und höhere Löhne der Konsum steigt, der zusätzliche Arbeitsplätze in allen Bereichen der Wirtschaft schaffen würde. Das Council of Economic Advisors der US-Regierung sieht vier Arbeitsbereiche, in denen durch KI in Zukunft besonders viele Arbeitsplätze geschaffen werden könnten: Bereichen, in denen Menschen mit (kognitiven) KI-Systemen zusammenarbeiten, in denen sie neue KI-Systeme entwickeln, in denen sie KI-Technologien im Einsatz überwachen sowie in Wirtschaftsbereichen, die durch den umfassenden Einsatz an KI in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden (Executive Office of the President of the United States).

Da der Einsatz von KI-Technologien in Zukunft voraussichtlich zu einem signifikanten Anstieg der Produktivität führen wird, kann sich dies in Form von höheren Löhnen oder mehr Freizeit für Arbeitnehmer auswirken. Dafür sind aber Maßnahmen nötig, um potenzielle Arbeitskräfte für die Arbeit mit KI-Systemen zu qualifizieren. Allerdings besteht auch die Gefahr, dass die Vorteile der KI nur einer kleinen Gruppe zu gute kommen: In IT-Märkten besteht häufig ein „winner-takes-all“ oder „winner-takes-most“-Marktprinzip, bei dem nur wenige Akteure den Markt dominieren. Wenn zudem die steigende Produktivität nicht an die Löhne weitergegeben wird, kann dies zu einem weiteren Anstieg der wirtschaftlichen Ungleichheit führen (Executive Office of the President of the United States).

Ein weiterer Aspekt der KI liegt auch darin, dass berufliche Aktivitäten, die besonderes Urteils- und Fachwissen erfordern, wie etwa in den Bereichen Medizin, Recht, Finanzen und dem Ingenieurwesen, auf kognitiven Plattformen zu deutlich geringeren Grenzkosten ermöglicht werden kann. Dadurch könnten Personen, die sich zuvor solche persönlichen gesundheitlichen, juristischen oder finanziellen Dienstleistungen nicht leisten konnten, in Zukunft auf diese zugreifen (KPMG, 2016).



## 4.2 Key Player im Bereich der Künstlichen Intelligenz

### \* Google

Dass Google in seiner Unternehmenspolitik massiv auf das Thema der KI setzt, ist nicht weiter verwunderlich, schließlich verfügt Google über zwei wesentliche Bausteine für die KI: Enorme Rechenleistung und eine unglaubliche Menge an Daten. Seit der Entscheidung von Google, sich um das Thema KI herum neu zu organisieren, ist ein regelrechter Boom in der KI-Entwicklung festzustellen. Auch andere globale Player setzen seitdem massiv auf das Thema KI, etwa Facebook, Apple, Amazon und Microsoft.

Googles Tochterunternehmen DeepMind hatte Anfang 2016 erstmals einen menschlichen Go-Spieler mittels KI geschlagen und damit für viel öffentliches Interesse an den Fortschritten im Bereich KI durch maschinelles Lernen mit Hilfe von künstlichen neuronalen Netzwerken gesorgt. Ebenfalls großes Aufsehen erregte das Google Car, ein selbstfahrendes Auto aus eigener Entwicklung, dessen Prototyp 2014 vorgestellt wurde. Die Entwicklung der Technik für selbstfahrende Autos wurde unter dem Namen „Waymo“ untergebracht.

Google setzt bereits in zahlreichen Produkten KI ein. Für Suchanfragen, die erstmalig auftauchen, soll etwa Google RankBrains menschliche Schriftsprache in mathematische Vektoren übersetzen, die die Suchengine dann verarbeiten kann. Diese Form des maschinellen Lernens wird mit steigender Zahl bislang unbekannter Suchanfragen immer besser. Internetnutzer trainieren das System quasi unbewusst. Auch Google Translate, das Übersetzungsprogramm von Google hat mittlerweile ein eingebautes neuronales Netzwerk, also einen lernenden Algorithmus, der mit der zunehmenden Anzahl von Übersetzungen korrektere und präzisere Ergebnisse liefern soll.

Mit dem Google Assistant hat das Unternehmen einen eigenen intelligenten Assistenten entwickelt, der mit der Zeit den Nutzer besser kennen lernen und sich an dessen Interessen anpassen soll. Darüber hinaus ist der Assistent darauf optimiert, Befehle und Anfragen per Sprache zu erhalten.<sup>17</sup>

Google sind auf dem Gebiet der KI-Forschung bereits mehrere aufsehenerregende Durchbrüche gelungen. Etwa ist es Forschern von Google Brain gemeinsam mit verschiedenen Universitäten gelungen, eine KI zu entwickeln, die selbst in der Lage ist, eine KI-Software zu schreiben. In einem Experiment haben die Forscher eine KI-Software für das Design eines Machine-Learning-Systems ausgearbeitet, um menschliche Sprache zu erkennen. Die Ergebnisse übertrafen dabei sogar die Software-Designs zum maschinellen Lernen, die zuvor von Menschen erdacht wur-

---

<sup>17</sup> <http://t3n.de/news/google-assistant-754347/>



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

den.<sup>18</sup>

In einem weiteren Experiment ist es Google gelungen, eine KI zu entwerfen, die verschlüsselt mit einer anderen KI kommunizieren kann und dabei ihren eigenen abhörsicheren Algorithmus entwickelt. Die Verschlüsselung war dabei so ausgeklügelt, dass selbst die Google-Forscher nicht dahinter kamen, wie sie genau funktioniert.<sup>19</sup>

Weiters arbeitet Google daran, dass die derzeit noch massiven Datenmengen, die benötigt werden, um eine KI zu trainieren, in Zukunft deutlich reduziert werden könnten. Google-Forschern ist nach eigenen Aussagen gelungen, eine KI dazu zu bringen, aus einer Reihe spezifischer Probleme eine breitere Problemlösefähigkeit auch für andere Aufgaben abzuleiten. Dadurch sind für weitere Probleme weniger große Datenmengen notwendig, um das neuronale Netzwerk zu trainieren. Dies stellt einen weiteren Schritt in Richtung einer generalisierten KI dar.<sup>20</sup>

Seit 2015 betreibt Google in seinen Rechenzentren selbst entwickelte Spezial-Chips (sog. Tensor Processing Units - TPUs) zur Beschleunigung von KI-Anwendungen mit neuronalen Netzen, die etwa auch beim KI-System AlphaGo der Google Tochter DeepMind zum Einsatz kommen. Diese TPUs sind speziell auf die Anwendung neuronaler Netze optimiert (Grafikprozessoren)<sup>21</sup>.

### \* IBM

Das Flaggschiff von IBM im Bereich der künstlichen Intelligenz ist das kognitive Computersystem Watson. Watson erregte im Jahr 2011 die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit, als er in der US-Quizshow „Jeopardy“ gegen die beiden erfolgreichsten menschlichen Kandidaten in der Geschichte der Sendung gewann. Bemerkenswert war dies insbesondere, da die Sendung das Verbinden verschiedener Wissensgebiete und freies und komplexes Assoziieren verlangt<sup>22</sup>.

Watson konnte diese Leistung erbringen, indem er auf Basis massivparalleler Hardware in der Lage war, Hypothesen zu erstellen, mit Hilfe von Evidenzen zu belegen bzw. zu widerlegen und schließlich zu bewerten. Dabei setzte das System eine Vielzahl von Technologien ein, zB Technologien für die Entdeckung (Discovery) neuer Verknüpfungen in existierenden Datensätzen, Technologien für die

---

<sup>18</sup> <http://t3n.de/news/ki-ai-software-787665/>

<sup>19</sup> <https://motherboard.vice.com/de/article/google-ki-entwickelt-verschluesselung-die-selbst-google-nicht-versteht>

<sup>20</sup> <http://t3n.de/news/ki-ai-software-787665/2/>

<sup>21</sup> <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Kuenstliche-Intelligenz-Architektur-und-Performance-von-Googles-KI-Chip-TPU-3676312.html>

<sup>22</sup> <https://www-01.ibm.com/software/de/big-data/insider-nimfuehr.html>



natürlich-sprachliche Abfrage dokumentieren Wissens im Dialog (Engagement) und Technologien für die Erzeugung von Handlungsempfehlungen (Decision Support) (Bitkom, 2015).

Mittlerweile wurde Watson weiterentwickelt und mit leistungsfähigen Analyse- und Spracherkennungs- und kognitiven Funktionen ausgestattet. Watson funktioniert ähnlich wie das menschliche Gehirn und kann unstrukturierte Daten – darunter Bilder, Dokumente, Sensoren, Websites und Blogs – verstehen, logische Zusammenhänge herstellen, interpretieren, beurteilen und Schlussfolgerungen für Entscheidungen ziehen. Das kognitive System lernt selbstständig und verbessert sich kontinuierlich im Sinne des Anwenders.

Derzeit wird Watson von IBM in verschiedenste kommerziell einsetzbare Lösungen überführt. Mit Watson Discovery Advisor wird die Technologie zur Entdeckung neuer Verknüpfungen insb. in der Pharmaindustrie eingesetzt. Unter dem Namen Watson Oncology Advisor wird sie zur Erzeugung von Handlungsempfehlungen inkl. Begründung bei der Krebsbehandlung angewendet. Dabei erstellt Watson auf Basis einer elektronischen Patientenakte und unter Berücksichtigung des aktuellen Krankheitszustands, eventueller Begleiterkrankungen und persönlicher Präferenzen Therapievorschlüsse, die auf onkologischen Standards, Publikationen etc. basieren (Bitkom, 2015).

Unternehmen können Watson etwa nutzen, um Märkte zu analysieren. Aus Wetterdaten kann Watson nicht nur Zeit und Stärke eines Sturmes voraussagen sondern auf Basis der erstellten Wettervorhersagen auch prognostizieren, wie sich der Getränkeabsatz entwickeln wird.<sup>23</sup>

Mit Watson Analytics for Social Media (WASM) können Foren, Blogs, Produktreviews, Newsseiten sowie Kommentare und Videos zB auf Youtube analysiert werden, auch Facebook und der Kurznachrichtendienst Twitter sind dabei abgedeckt. WASM generiert aus den unstrukturierten Posts ein strukturiertes Datenset, das die Informationen aus den Posts (inklusive Metadaten wie Datum, Uhrzeit, Geografie, Betriebssystem, Endgerät) sowie Hinweise zur Einstellung des jeweiligen Verfassers für weitere Analysen enthält.<sup>24</sup>

Auch unterstützt Watson die Mitarbeiter eines Unternehmens am Arbeitsplatz, indem die KI die Inhalte von Kommunikation (E-Mails, Chat, SMS) und im Unternehmen vorhandener Dokumente mittels Latent Semantic Analysis auswertet, um den Mitarbeitern die Informationen zur Verfügung zu stellen, die gerade nötig sind. Mitarbeiter erhalten von Watson vorsortierte und priorisierte Informationen, die

---

<sup>23</sup> <https://www-01.ibm.com/software/de/big-data/insider-nimfuehr.html>

<sup>24</sup> <https://www-01.ibm.com/software/de/big-data/insider-bastien.html>



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

idealerweise bereits auf anstehende Entscheidungen oder konkrete Aktionen heruntergebrochen sind.<sup>25</sup>

Das japanische Versicherungsunternehmen Fuku Mutual Life ersetzte mit Watson 34 Mitarbeiter. Durch das nunmehr eingesetzte System werden Unterlagen von Hospitälern sowie Ärzten hinsichtlich der Schlüssigkeit und Richtigkeit der Angaben analysiert und geprüft.

Dies ist nur eine Auswahl der Anwendungsgebiete von Watson, weiters findet das System im Bildungsbereich, Finanzwesen, dem Internet der Dinge, Marketing, Supply Chain Management und vielen weiteren Bereichen Anwendung. In einem Hilton-Hotel kann man etwa einem kleinen Roboter-Concierge begegnen: "Connie" arbeitet mit Watson-Technologie von IBM und steht Hotelgästen mit Rat und Tat zur Seite. Das Pilotprojekt läuft gerade in den USA.<sup>26</sup>

### \* Amazon

Amazon bietet über Amazon Web Services (AWS) Unternehmen neben den bekannten Cloud-Storage und Cloud-Computing-Diensten auch eine Reihe von Services, Plattformen und Engines für die KI. Das aktuelle KI-Portfolio des Konzerns trägt den simplen Namen „Amazon AI“.<sup>27</sup>

Im Mittelpunkt der KI-Services von Amazon stehen natürliches Sprachverständnis, automatische Spracherkennung, visuelle Such- und Bilderkennung, Text-Sprache-Umwandlung und Machine Learning. Zudem stellt das Amazon KI-Entwicklern und -Forschern eine Plattform zum schnellen und einfachen Verwenden eines beliebig großen Deep Learning-Frameworks bereit, um benutzerdefinierte KI-Modelle zu trainieren und mit neuen Algorithmen zu experimentieren.<sup>28</sup>

Das KI-Angebot von Amazon setzt sich im wesentlichen aus drei Ebenen zusammen: Zum einen besteht es aus KI-Services, welche Entwicklern betriebsbereite Lösungen zur automatischen Bild- oder Gesichtserkennung (Amazon Rekognition) sowie für Text-to-Speech-Aufgaben (Amazon Polly) oder für die Erstellung von Gesprächs-Chatbots mit automatischer Spracherkennung und -verständnis (Amazon Lex) zur Verfügung stellen. Zum anderen werden KI-Plattformen für Kunden mit vorhandenen Daten angeboten, die eigene Datensätze mit speziell dafür angepassten Lösungen bearbeiten wollen. Diese ermöglichen das Trainieren benutzerdefinierter Machine Learning-Modelle mithilfe eigener Daten. KI-

---

<sup>25</sup> <https://www.heise.de/newsticker/meldung/IBM-Kuenstliche-Intelligenz-fuer-den-Arbeitsplatz-3666429.html>

<sup>26</sup> <http://www.research.ibm.com/cognitive-computing/#featured-cognitive-computing-research>

<sup>27</sup> <http://www.internetworld.de/technik/amazon/amazon-startet-blog-ai-loesungen-1194391.html>

<sup>28</sup> <https://aws.amazon.com/de/amazon-ai/>



Frameworks unterstützen Forscher und Datenwissenschaftler, die neue intelligente Systeme erstellen möchten. Zudem stellt Amazon auch die notwendige KI-Infrastruktur bereit, dabei kommen leistungsstarke Prozessoren zu Einsatz, um KI-Systeme in möglichst kurzer Zeit trainieren zu können.

Auch im Konsumentenbereich hat die KI von Amazon bereits Einzug gehalten. Der virtuelle Assistent Alexa entspricht in etwa ähnlichen Angeboten von Apple (Siri) oder Google. Alexa ist eine cloud-basierte Anwendung basierend auf Deep Learning Technologien mit automatischer Spracherkennung.

### \* **Microsoft**

Microsoft bietet für Kunden bereits verschiedene KI-Dienste für Konsumenten, Unternehmen und Entwickler an. Wie Google und Apple stellt Microsoft mit Cortana etwa einen intelligenten Assistenten mit automatischer Spracherkennung bereit. Weiters zählen zu den Angeboten der Chatbot Zi, der seit 2016 in den USA getestet wird, und Microsoft Translator live übersetzt in mehrsprachigen Konversationen in Echtzeit. Dazu kommen Angebote, mit denen Hardware-Hersteller Smart Devices entwickeln können und Entwickler Anwendungen für den intelligenten Assistenten Cortana programmieren können, weiters ein Open Source Framework für die Entwicklung von Bots. Zudem wird das Unternehmen einen neuen Venture Fond einrichten, mit dem KI-Unternehmen unterstützt werden sollen.<sup>29</sup> Forscher von Microsoft haben die „Aerial Informatics and Robotics Platform“ angekündigt: Teil der Plattform ist ein Set neuer Tools, mit denen Entwickler Roboter, Drohnen und andere autonome Vehikel testen und den Umgang mit Hindernissen trainieren können.<sup>30</sup>

Mit „Microsoft Cognitive Services“ bietet das Unternehmen derzeit 25 Dienste an, die die Integration von Sprach-, visueller oder Stimmungserkennung sowie Sprachverständnis in Apps ermöglichen. Über APIs können Entwickler dabei Anwendungen von Drittanbietern aller Unternehmensgrößen und Branchen mit künstlicher Intelligenz anreichern. Laut Aussage des Konzerns will das Unternehmen die Zusammenarbeit beim Thema Künstlicher Intelligenz vorantreiben und diese „demokratisieren“.

### \* **Partnership on AI**

Partnership on AI ist ein Zusammenschluss von Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft, in dem einige der einflussreichsten Organisationen im Bereich der KI versammelt sind. Zu den Mitgliedern der Initiative zählen Google, IBM, Microsoft,

---

<sup>29</sup> <https://news.microsoft.com/de-de/kuenstliche-intelligenz-fuer-alle-microsoft-praesentiert-neue-ki-dienste/#sm.0000wm1b6l1bldc6x5c2ag8jtr5n9#o19IMeo0uE502URi.97>

<sup>30</sup> <https://news.microsoft.com/de-de/microsoft-stellt-open-source-tools-zum-training-von-autonomen-robotern-und-drohnen-zur-verfuegung/#sm.0000wm1b6l1bldc6x5c2ag8jtr5n9#v0pC7DBTf955a08h.97>



## Tiefendossier: Artificial Intelligence

Amazon, Apple, Facebook, Googles Tochterunternehmen DeepMind, sowie die ACLU, OpenAI und die Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI).<sup>31</sup>

Ziel der Initiative ist die Entwicklung und Verbreitung von Best Practices im Feld der Künstlichen Intelligenz sowie die Vermittlung von Wissen über KI an die Bevölkerung und interessierte Unternehmen und Organisationen. Weiters soll die Initiative eine Plattform für externe Wissenschaftler und Unternehmen für den KI-Diskurs bieten und Bestrebungen, KI für gesellschaftsdienliche Zwecke einzusetzen, unterstützen. Die Fokus-Bereiche, auf die sich die Initiative konzentriert, sind insb. die Sicherheit von KI-Systemen, faire, transparente und verlässliche KI-Systeme, Kollaborationen zwischen Menschen und KI-Systemen, Auswirkungen von KI auf Beschäftigung und Wirtschaft sowie soziale Auswirkungen von KI.

### \* **Open AI**

Eine Gruppe um Tesla-Chef Elon Musk hat die Non-Profit Gesellschaft Open AI gegründet, um die Entwicklung einer sicheren, generellen KI (AGI) voranzutreiben. Laut Aussage von Musk ist es das Ziel, „künstliche Intelligenz so zu erweitern, dass die Menschheit als Ganzes davon profitieren kann, unabhängig von finanziellen Interessen.“<sup>32</sup> Eine Milliarde Dollar stehen dabei für die Forschung bereit. Beteiligt sind neben Musk u.a. Microsoft, Amazon, das Open Philanthropy Project sowie weitere Investoren.<sup>33</sup> Das Non-Profit-Unternehmen fordert alle beteiligten Forscher auf, die Ergebnisse ihrer Arbeiten zu veröffentlichen, Codes und gegebenenfalls Patente mit der Öffentlichkeit zu teilen.

### \* **Tesla**

Der Elektroauto-Hersteller Tesla will alle seine neuen Fahrzeuge mit der nötigen Technik für komplett autonomes Fahren ausrüsten. Die Software dazu soll dabei schrittweise freigeschaltet werden. Noch 2017 soll es damit möglich sein, in einem Tesla-Auto zu fahren, ohne selbst einen Handgriff unternehmen zu müssen. Tesla ist der erste Hersteller, der ankündigte, alle seine Fahrzeuge mit autonomer Technik auszurüsten. Tesla will auch eine eigene Plattform entwickeln, über die Besitzer ihre selbstfahrenden Autos als „fahrerlose Taxis“ losschicken können. Das würde die Firma zu einem weiteren Konkurrenten für Fahrdienst-Vermittler wie Uber machen.<sup>34</sup> Teslas bisheriger Fahrassistent „Autopilot“ soll als eigenständige Funktion

---

<sup>31</sup> <https://www.partnershiponai.org/#s-partners>

<sup>32</sup> <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Musk-und-andere-gruenden-KI-Forschungseinrichtung-OpenAI-3042937.html>

<sup>33</sup> <https://openai.com/about/#sponsors>

<sup>34</sup> <https://futurezone.at/digital-life/alle-neuen-tesla-autos-sollen-selbstfahrend-sein/226.361.650>



bleiben und weiterentwickelt werden.

### \* **Fanuc**

Der japanische Roboterhersteller Fanuc will sich künftig das sogenannte Deep Learning zunutze machen, um seinen Robotern das Denken und Lernen beizubringen. Die Roboter des Weltmarktführers sollen in Zukunft in der Lage sein, selbst zu lernen, wie sie einzelne Aufgaben verrichten, statt einem Programm zu folgen, von dem sie nicht abweichen dürfen. Sie sollen sich selbst konfigurieren und schließlich auch ihre Fehler selbst diagnostizieren. Außerdem sollen die Industrieroboter in der Lage sein, ihre eigene Software selbständig umzuschreiben, um damit das durch "Artificial Intelligence" erworbene neue Wissen zu konservieren und an andere Industrieroboter weiterzugeben.<sup>35</sup>

### \* **NVIDIA**

NVIDIA ist Lieferant für Grafikprozessoren, die im Training von Deep Learning Systemen zum Einsatz kommen.<sup>36</sup> U.a. werden diese bei KI-Diensten von Amazon, Google, Microsoft und zahlreichen weiteren Anbietern angewendet. Als weltweit erster Anbieter hat NVIDIA einen Computer entwickelt, der speziell für das Deep Learning optimiert ist. Weiters hat das Unternehmen einen skalierbaren KI-Computer für selbstfahrende Autos entwickelt, der u.a. bei Tesla zum Einsatz kommt. Für das IoT bietet NVIDIA die weltweit führende KI-Plattform für grafikprozessorbeschleunigte parallele Datenverarbeitung in Bezug auf KI und Deep Learning als eingebettete Funktionen für intelligente Geräte. NVIDIA arbeitet im Bereich Deep Learning mit knapp 20.000 verschiedenen Organisationen zusammen, ob mit Hochschulen, IT-Firmen, Automobilherstellern, Finanzunternehmen oder dem öffentlichen Sektor.

---

<sup>35</sup> <https://aktien-mag.de/blog/nvidia-kooperiert-mit-fanuc-ziel-ist-die-entwicklung-intelligenter-industrieroboter/p-823/>

<sup>36</sup> <https://www.nvidia.de/deep-learning-ai/solutions/>



## 5 Risiken und Herausforderungen

---

Künstliche Intelligenz bringt nicht nur enorme Potenziale mit sich, sondern auch eine Reihe von Herausforderungen, Befürchtungen und Risiken.

Die KI-Wissenschaftler Thomas Dietterich und Eric Horvitz benennen etwa fünf Arten von wesentlichen Risiken der KI: Bugs, Cybersecurity, das „Sorcerer's Apprentice“ Phänomen, eine geteilte Autonomie sowie mögliche negative sozioökonomische Auswirkungen. Bugs beziehen sich dabei auf Programmierfehler in der KI-Software. Genauso wie Gefahren, die durch Cyber-Attacken bestehen, unterscheidet sich dieses Risiko nicht von derzeitigen IT-Systemen. „Sorcerer's Apprentice“-Risiken beziehen sich auf KI-Systeme, die falsche Handlungen ausführen, wenn unklare Instruktionen durch den Nutzer vorliegen. Dies ist ein technisches Problem, das gelöst werden kann, etwa indem Systeme so programmiert werden, dass sie um Klärung bitten oder festgelegte Grenzen programmiert werden. Gleichzeitig besteht auch ein menschlicher Problemfaktor, der abnehmen sollte, wenn Menschen sich daran gewöhnen, mit KI-Maschinen zu interagieren und Wissen entwickeln. Das Problem der geteilten Autonomie bezieht sich auf KI-Systeme, bei denen die Maschine und der Mensch gemeinsam (auch sequentiell) Dinge kontrollieren. Das Problem kann entstehen, wenn die Übergabe an einen Menschen zu plötzlich ist und dieser nicht bereit ist, die Kontrolle zu übernehmen (Dietterich & Horvitz, 2015).

KI-Systeme bzw. automatisierte Entscheidungsprozesse laufen oft als Hintergrundprozesse, die für Menschen, die durch ihre Entscheidungen beeinflusst werden, oft nicht sichtbar sind. Auch sind ihre Entscheidungswege (etwa beim Deep Learning) oft nicht nachzuvollziehen – was auch zur Frage bezüglich der Gerechtigkeit bzw. Fairness der Systeme führt (AI Now Initiative, 2016).

Eine Herausforderung bzw. Risiko in diesem Sinne stellen etwa Verzerrungen durch Algorithmen dar („algorithmic bias problem“). Mit begrenzter menschlicher Einwirkung bzw. ohne diese ist eine KI nur so gut wie die Daten, aus denen sie lernt. Maschinelles Lernen auf inhärent verzerrten Daten führt zu verzerrten Ergebnissen. Die KI versucht dabei, Muster aus Daten zu erkennen, ohne dass der Mensch dabei wesentlich eingreift. Aber die Entstehung von Daten erfolgt nicht immer objektiv und ausgewogen (zB Medienberichte, Einträge in Social Networks), sodass diese Ungleichgewichte in den Daten von der KI übernommen werden – und sogar verstärkt werden können (RAND, 2017).

Verzerrte Daten können insb. aus zwei Gründen entstehen: Zum einen, wenn sie die Realität nicht korrekt widerspiegeln, etwa aufgrund von ungenauen Messmethoden, unvollständiger Datenerfassung oder anderen Fehlern der Datenerfassung. Oder wenn der den Daten zugrundeliegende Sachverhalt selbst eine strukturelle



Ungleichheit aufweist, etwa wenn Beschäftigungsdaten einer Branche ausgewertet werden, in der Männer systematisch gegenüber Frauen bevorzugt werden. Wenn KI-Systeme mit solchen verzerrten Daten trainiert werden, besteht das Risiko, dass sie Modelle entwickeln, die diese Verzerrungen replizieren und sie verstärken (AI Now Initiative, 2016).

Eine weitere Herausforderung ist, dass maschinelle Lernalgorithmen Probleme haben, Ungleichgewichte in Probengrößen zu behandeln. Dies ist eine unmittelbare Folge der Tatsache, dass maschinelle Lernalgorithmen statistische Methoden sind und daher den Gesetzen von statistischen Stichprobengrößen unterliegen. Lernalgorithmen können etwa Schwierigkeiten haben, spezifische Effekte zu erfassen, wenn die Bevölkerung stark segmentiert ist. Da die Lernalgorithmen statistische Schätzmethoden nutzen, wird ihr Schätzfehler umso kleiner die Datenbasis ist (RAND, 2017).

Die Integration von AI-Systemen in soziale und ökonomische Bereiche erfordert die „Umformulierung“ von sozialen Problemen in technische Probleme, so dass sie von KI-Systemen gelöst werden können. Dies ist keine neutrale Übersetzung: Ein reales Problem ist so zu gestalten, dass es von einem KI-System bearbeitet werden kann, was den Rahmen für Annahmen und möglichen Lösungsvorschläge für das Problem ändert und beschränkt (AI Now Initiative, 2016).

Die Entwicklung und Implementierung von KI-Systemen erfordert umfassende IT-Infrastruktur- und Datenressourcen. Die Entwicklung von KI-Systemen benötigt Investitionen in Rechenleistung und große Datenmengen, welche beide mit hohen Kosten verbunden sind. Das schränkt die Möglichkeiten für KI-Innovationen ein und bevorzugt jene Akteure, die über die notwendigen Ressourcen verfügen. Das kann zu dazu führen, dass nur ein kleiner Teil von Unternehmen den Markt für KI-Systeme dominiert (AI Now Initiative, 2016).

Auch wenn KI-Systeme wohl nicht dazu führen werden, dass der Großteil der Beschäftigten durch Maschinen ersetzt wird, so werden sie doch spürbare Auswirkungen auf die künftige Arbeitswelt haben. Bereits jetzt unterstützen KI-Systeme Menschen am Arbeitsplatz und verändern Managementstrukturen. Das größte Risiko, durch intelligente Maschinen ersetzt zu werden, tragen Berufe mit niedrigen Qualifikationsanforderungen. Dies wirft wichtige Fragen über bestehende soziale Sicherheitsnetze und die Verteilung der Humanressourcen in einer Welt auf, in der Maschinen mehr und mehr Arbeit leisten werden (AI Now Initiative, 2016).



## 6 Schlussfolgerungen

---

Künstliche Intelligenz hat das Potenzial, einen Paradigmenwechsel herbei zu führen und einen erheblichen Einfluss auf die digitale Wirtschaft und die Gesellschaft zu entwickeln. Schon heute ist die KI in unser Leben getreten, ob auf dem Smartphone, in intelligenten Fahrzeugen, die immer mehr Funktionen selbstständig ausführen oder in der Medizin. Mittlerweile lautet das Motto vieler Technologie-Unternehmen wie Google oder IBM „AI-First“. Schon in naher Zukunft werden Informationssysteme mit immer mehr Intelligenz in zahlreiche Arbeits- und Lebensbereiche vordringen. Die Frage ist nicht ob, sondern wann dieser Paradigmenwechsel unsere Gesellschaft trifft.

Eine Kombination aus günstiger Rechenleistung, großen Datenmengen und optimierten Algorithmen hat dazu geführt, dass die Innovationsleistung im Bereich der KI derzeit quasi exponentiell ansteigt. Was vor wenigen Jahren noch unrealistisch erschien, ist heute Realität. Im Kontext der Digitalisierung und einer von Daten getriebenen Ökonomie wird sich das Einsatzspektrum von KI-Systemen noch weiter ausdehnen, von der Unterstützung menschlicher Aktivitäten durch kognitive intelligente Systeme, durch Roboter, die sicher und adaptiv mit Menschen interagieren können, in Form von intelligenten und autonomen Geräten im Internet der Dinge bis hin zu selbstfahrenden Fahrzeugen, die schon in wenigen Jahren auf unseren Straßen verkehren könnten.

Der Wertschöpfungsanteil von Software in modernen Produkten liegt schon jetzt auf einem hohen Niveau, etwa in Smartphones, Autos, Smart Home-Geräten etc. Durch die zunehmende Implementierung von KI-Systemen als eine der wesentlichen Produktkomponenten und Funktionen in digitalen Produkten und Services der nächsten Generation wird auch der Wertschöpfungsanteil der KI entsprechend steigen. KI-Technologien werden in immer mehr Anwendungsbereichen zum Einsatz kommen und die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der Unternehmen in den digitalen Märkten nachhaltig beeinflussen. Es wird sich wohl eine neue Arbeitsteilung zwischen Menschen und intelligenten Systemen entwickeln, in der im Optimalfall beide ihre jeweiligen Stärken ausspielen können.

Allerdings ist die KI ein Themengebiet, welches noch viel Unerforschtes bereithält, viele KI-Technologien stecken noch in den Kinderschuhen und die sich zukünftig tatsächlich ergebenden Chancen und Auswirkungen sind noch nicht hundertprozentig vorauszusehen. Bis ein umfassender Einsatz von KI-Systemen möglich ist, gilt es auch, eine Reihe von Herausforderungen und Risiken zu begegnen, etwa der weit verbreiteten Sorge, dass KI zum massenhaften Verlust von Arbeitsplätzen führen wird, in dem Menschen von Maschinen ersetzt werden. Für die Politik erwächst daher auch Aufgabe, für die Akzeptanz von KI zu werben und wirtschaftliche und gesellschaftliche Chancen auszuleuchten.



In diesem Sinne sollte auch die Forschung & Entwicklung im Bereich der künstlichen Intelligenz weiter forciert und zielgerichtet unterstützt werden. In Österreich beschäftigen sich bereits eine Reihe von Forschungsakteuren und Experten mit der Thematik der KI. Dazu zählen etwa das Österreichische Forschungsinstitut für Artificial Intelligence, das sich mit Grundlagenforschung und angewandter Forschung u.a. in den Bereichen Neural Computing, KI-Interaktionstechnologien und intelligente Softwareagenten beschäftigt. Das Austrian Institute of Technology (AIT) und das Institute of Science and Technology (IST) Austria forschen u.a. an den Themen Computer Vision und Maschinelles Lernen, dazu beschäftigen sich eine Reihe von österreichischen Universitäten mit der Thematik.

In der Digital Roadmap Austria wird im Bereich des autonomen Fahrens die Implementierung des Aktionsplans „Autonomes Fahren“ und eines spezialisierten Kompetenzzentrums für digitale Infrastrukturen als Maßnahme angeführt (Bundeskanzleramt und Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, 2016). Auch sollen ab 2017 Testumgebungen zum automatisierten Fahren starten. Ähnliche Maßnahmen wären auch für andere Bereiche der Künstlichen Intelligenz anzudenken, um die Forschung und Implementierung von KI in Österreich zielgerichtet voranzutreiben.

Schließlich werden sich auch für die Unternehmen eine Vielzahl von Fragen im Kontext der KI ergeben, etwa welche Verfahren und Technologien im eigenen Unternehmen für welche Zwecke eingesetzt werden können, welche diesbezüglichen Anforderungen bestehen und welche Qualifikationen dafür nötig sind. Hier ist entsprechende Beratung, Expertise und Awarenessbildung gefragt, die durch verstärkte Informations- und Kommunikationsmaßnahmen und die Förderung des Austauschs österreichischer Unternehmen mit nationalen und internationalen Experten und Unternehmen im Bereich der KI bereitgestellt werden könnte. In weiterer Folge können die KI-Aktivitäten von Unternehmen im Rahmen des bestehenden thematischen bzw. themenunabhängigen Forschungsförderinstrumentariums gezielt adressiert werden.



## Literatur- und Quellenverzeichnis

---

- Accenture. (2016). *Why artificial intelligence is the future of growth.*
- AI Now Initiative. (2016). *The AI Now Report. The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near-Term. A summary of the AI Now public symposium, hosted by the White House and New York University's Information Law Institute, July 7th, 2016.*
- AT Kearney. (2015). *Global Trends 2015-2025. Divergence, Disruption, and Innovation. Twelve key trends will shape the global outlook and operating environment through 2015.*
- Atkinson, R. D. (2016). *"It's going to kill us!" and Other Myths About the Future of Artificial Intelligence.*
- Atos. (2016). *Journey 2020. Digital Shockwaves in Business.*
- Bank of America. (2015). *Robot Revolution – Global Robot & AI Primer.*
- Bitkom. (2015). *Kognitive Maschinen - Meilensteine in der Wissensarbeit.*
- Bostrom, N., & Müller, V. (2014). *Future Progress in Artificial Intelligence: A Survey of Expert Opinion.*
- Bundeskanzleramt und Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft. (2016). *Digital Roadmap Austria.*
- Center for Data Innovation. (2016). *The Promise of Artificial Intelligence.*
- Crisp Research. (2017). *Machine Learning im Unternehmenseinsatz. Künstliche Intelligenz als Grundlage digitaler Transformationsprozesse.*
- DCDC. (2014). *Global Strategic Trends - Out to 2045.*
- Deloitte. (2016). *Artificial Intelligence Innovation Report.*
- Dietterich, T., & Horvitz, E. (2015). *Rise of concerns about AI: reflections and directions.*
- Executive Office of the President of the United States. *Artificial Intelligence, Automation, and the Economy.*
- Fraunhofer FIT. (2016). *Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale.*
- IBM. (2015). *Computing, cognition and the future of knowing. How humans and machines are forging a new age of understanding.*
- KPMG. (2016). *Employees: An endangered species? The rise of robotics, artificial intelligence, and the changing workforce landscape.*
- Kurzweil, R. (1990). *The Age of Intelligent Machines.*



National Science and Technology Council, Committee on Technology. (2016). *Preparing for the Future of Artificial Intelligence*.

Pew Research Center. (2014). *AI, Robotics, and the Future of Jobs*.

PWC. (2017). *Leveraging the upcoming disruptions from AI and IoT. How Artificial Intelligence will enable the full promise of the Internet-of-Things*.

RAND. (2017). *An Intelligence in our Image. The Risks of Bias and Errors in Artificial Intelligence*.

Russel S., N. H. (2011). *Artificial Intelligence. A Modern Approach*.

Stanford University. (2016). *One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100)*.