

MICHAEL BRENDEL

# KÜNFTIGE INTELLIGENZ

MENSCHSEIN IM KI-ZEITALTER

**„Das wichtigste  
Gespräch unserer Zeit“**

Max Tegmark, MIT



MICHAEL BRENDEL

# KÜNFTIGE INTELLIGENZ

MENSCHSEIN IM KI-ZEITALTER

**„Das wichtigste  
Gespräch unserer Zeit“**

Max Tegmark, MIT





# KÜNFTIGE INTELLIGENZ

## MENSCHSEIN IM KI-ZEITALTER

Michael Brendel

Bibliografische Information der Deutschen  
Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek  
verzeichnet diese Publikation in der Deutschen  
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind  
im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2019 Brendel, Michael  
Verlag und Druck: tredition GmbH, Halenreihe 40-44, 22359  
Hamburg

ISBN:  
978-3-7482-9197-8 (Paperback)  
978-3-7482-9198-5 (e-Book)

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich  
geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des  
Verlages und des Autors unzulässig. Dies gilt insbesondere  
für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung,  
Übersetzung, Verbreitung und öffentliche  
Zugänglichmachung.

# **Inhalt**

Dank und Anmerkungen

## **I. Einladung zum Gespräch**

## **II. Was ist KI?**

1. Algorithmen
2. Algorithmen in der KI
3. Geschichte der KI
4. KI-Winter
5. Frühlingserwachen im 21. Jahrhundert
6. Spielrausch seit 2010
7. Wie funktionieren Neuronale Netze?

## **III. Die Gegenwart mit KI**

1. Vorbemerkungen
2. KI für Konsumenten
3. KI für Roboter
4. KI in der Wirtschaft
5. KI in der Medizin
6. KI im Weltall
7. KI in der Kunst
8. KI in der Irreführung
9. KI als Entscheider

## **IV. Die nahe Zukunft mit KI**

1. Vorbemerkungen
2. KI als Sprachkünstler
3. KI im Straßenverkehr
4. KI in der Arbeitswelt
5. KI im Krieg?

## **V. Fragen für das wichtigste Gespräch, Teil I**

1. Vorbemerkungen
2. Wie gut sind die Daten?
3. Wie entscheiden KIs?
4. Wie erlangen KIs gesunden Menschenverstand?
5. Wer soll KIs entwickeln?
6. Vertrauen oder Misstrauen?
7. Machtübernahme oder Machtübergabe?
8. Wie menschlich wollen wir Maschinen?
9. Welche Grenzen setzen wir Maschinen?

## **VI. Superintelligenz – Die letzte Erfindung der Menschheit?**

1. Vorbemerkungen
2. Starke/Allgemeine Künstliche Intelligenz
3. Superintelligenz
4. Die Utopie
5. Die Dystopie

## **VII. Fragen für das wichtigste Gespräch, Teil 2 – und erste Antworten**

1. Was ist der Mensch – als Geist?
2. Was ist der Mensch – als Körper?
3. Was ist der Mensch – als Krone der Schöpfung?
4. Exkurs: Fragen an unsere Institutionen
5. Vorletzte Frage
6. Letzte Frage

Literatur und Filme zur Vertiefung  
Quellenverzeichnis/Abbildungsverzeichnis

## Dank und Anmerkungen

Dieser Essay basiert auf einem Vortrag, den ich im September 2018 im Ludwig-Windthorst-Haus in Lingen gehalten habe. Die Recherchen dazu begannen im Frühjahr 2018. Zwischen Oktober 2018 und Mai 2019 entstand das Manuskript dieses Buchs.

Ich danke meinen Kolleginnen und Kollegen im LWH, in deren Mitte die Idee zu diesem Projekt geboren wurde und die mich immer wieder zum Nachdenken über Themen und Positionen anregen, die mir sonst verborgen bleiben würden. Ich danke Max Tegmark, der viele meiner in diesem Essay ausgebreiteten Reflexionen angestoßen und der sein Zitat „Das wichtigste Gespräch unserer Zeit“ in einer freundlichen Email für die Verwendung in diesem Buch freigegeben hat. Herzlich danke ich meinem Kollegen Markus und meiner Mutter Margret, die die mühevollen Arbeit der Korrektur des Textes übernommen haben. Ein besonderer Dank gilt meiner Frau und meinen Kindern. Auch wenn ein Großteil der Denk- und Schreibarbeit in den frühen Morgen- oder späteren Abendstunden erfolgt ist, war ich auch tagsüber in Gedanken manches Mal beim Manuskript. Danke für euer Verständnis, Eva, Helene, Henri und Verena!

Noch ein paar kurze Hinweise zum Text: Direkte und indirekte Zitate in englischer Sprache wurden in der Regel von mir übersetzt; einzelne Passagen wurden vom Onlinedienst *deepl.com* vorübersetzt (der, nebenbei, auf einem KI-Algorithmus basiert).

Zur besseren Lesbarkeit verwende ich im Text für unbestimmte Personen die männliche Form. Diese bezieht sich aber inhaltlich auf Personen aller Geschlechter und ist nicht als Aussage zur Genderthematik zu verstehen.

Obschon ich in diesem Buch - dem Essaycharakter Rechnung tragend - meine persönliche Sicht auf die behandelte Thematik darlege, erfolgte die Auswahl von Beispielen und Zitaten sowie die Anordnung und Benennung der Kapitel im ernsthaften Bemühen um Sachlichkeit.

Michael Brendel, im Mai 2019

# I. Einladung zum Gespräch

„Die Beaufsichtigung der Maschinen, das Anknüpfen zerrissener Fäden ist keine Tätigkeit, die das Denken des Arbeiters in Anspruch nimmt, und auf der anderen Seite wieder derart, dass sie den Arbeiter hindert, seinen Geist mit anderen Dingen zu beschäftigen.“<sup>1</sup>

Dieses Zitat ist über 170 Jahre alt. Es stammt von Friedrich Engels, der 1845 „die Lage der arbeitenden Klasse in England“ beschrieb. Damals war die Industrielle Revolution in vollem Gange. Handbetriebene Webmaschinen und Spinnräder waren seit Beginn des 19. Jahrhunderts verstärkt von großen Fabriken verdrängt worden, deren dampfbetriebene Maschinen die bislang in Handarbeit gefertigten Stoffe in einem Bruchteil der Zeit herstellen konnten. Die Ära der Massenproduktion war angebrochen.

In der Folge verwüsteten die so genannten Maschinenstürmer mehrere Fabriken und zerstörten die technischen Anlagen. Die gut ausgebildeten Fachkräfte sahen im Vandalismus die einzige Chance, sich gegen den Einsatz unqualifizierter Hilfskräfte in den Fabriken und das damit einhergehende Lohndumping zu Wehr zu setzen. Auch auf dem Festland kam es bis Mitte des Jahrhunderts zu Maschinenstürmen.<sup>2</sup>

Doch die 1769 von James Watt zum Patent angemeldete Dampfmaschine läutete nicht nur einen Wandel in der Arbeitsgesellschaft ein, der sich später auch in der Gründung von Gewerkschaften und der Einführung von Sozialgesetzen zeigen sollte. Der Dampf trieb auch

Lokomotiven an. Die um 1830 in Europa und Nordamerika in Betrieb genommenen ersten Eisenbahnstrecken wiederum läuteten eine neue Ära des Warentransports und der persönlichen Mobilität ein. Der Hunger tausender Dampfkessel nach dem Brennstoff Kohle förderte wiederum den Bergbau, der jede Menge Arbeitskräfte schuf, aber – ebenso wie die bald allgegenwärtige Kohleverfeuerung – erhebliche Umweltschäden zur Folge hatte. Die Welt war mit der Erfindung der Dampfmaschine eine andere geworden.

Heute stehen wir vor einem ähnlich gravierenden Umbruch. Die Künstliche Intelligenz (KI) könnte die Welt genauso stark verändern wie die Dampfmaschine. Auch, aber bei weitem nicht nur die Arbeitswelt.

Nun hat die Menschheit viele gesellschaftliche Transformationen erlebt. Jede neue Großtechnologie, sei es die Erfindung von Dampfmaschine, Telefon, Automobil, Computer oder Internet, hat für Begeisterung, aber auch für Ängste gesorgt – teils sogar für existenzielle. Denn viele Erfindungen haben die Menschen in Frage gestellt: *Wenn die Technik das jetzt auch schon kann, was bleibt dann für uns Menschen?*

Auch die KI stellt Fragen an uns und unser menschliches Selbstverständnis. Jedoch können wir den derzeitigen Wandel hin zu smarten Technologien gestalten. Noch ist die Künstliche Intelligenz ein junges Forschungsgebiet, das trotz einiger in den letzten Jahren erzielter Durchbrüche und einer ganzen Reihe gut nutzbarer Anwendungen noch immer am Anfang steht.<sup>3</sup>

Deshalb sollten wir uns jetzt die Zeit für ein Gespräch nehmen. Jetzt ist der Zeitpunkt, uns zu fragen, was wir eigentlich von der neuen Technik erwarten. Noch können wir diskutieren, welches Verhältnis wir zu smarten Systemen

haben wollen, was uns in einer völlig digitalisierten Zukunft zu Menschen macht und welche Fähigkeiten, Tätigkeiten und Eigenschaften wir uns vielleicht als rein-menschliche Biotope bewahren wollen.

Es ist das wichtigste Gespräch unserer Zeit, wie der US-Kosmologe Max Tegmark es nennt<sup>4</sup>, für das ich in diesem Essay Fragen sammeln möchte. Doch führen kann ich es nicht allein. Vielleicht wäre ich sogar ein schlechter Gesprächspartner, weil mir der berufliche Einblick in die meisten der in diesem Gespräch angefragten wissenschaftlichen Disziplinen fehlt. Und vielleicht bleibt sogar der Wunsch nach einem solchen Gespräch eine Utopie. Denn es ist nicht gesagt, dass alle Menschen Interesse an einem kritischen Gespräch zur Zukunft der Künstlichen Intelligenz haben – vor allem diejenigen nicht, die jetzt schon viel Geld damit verdienen.

Ich möchte dennoch versuchen, die Agenda für dieses so wichtige Gespräch zu entwerfen. Sie sind eingeladen, den Weg von der Geburtsstunde der KI über eine Auswahl aktueller Anwendungsgebiete bis in die mögliche Zukunft mitzugehen und Ihre eigenen Fragen zu stellen, mit anderen zu diskutieren und schließlich in der Gesellschaft zu kultivieren. Es ist besser, unser Menschsein jetzt zu hinterfragen, als irgendwann eine weit entwickelte KI diese Frage beantworten zu lassen. Doch betrachten wir zunächst unseren Gesprächsgegenstand. Was ist eigentlich KI?

## II. Was ist KI?

### 1. Algorithmen

Beginnen wir mit der Definition von *Algorithmus*. Der Begriff findet in der Mathematik und Informatik Anwendung und ist erheblich älter als die KI-Forschung, für deren Verständnis aber von großer Bedeutung. Bei einem Algorithmus handelt es sich um Anweisungen, die ein Computer in einer festen Reihenfolge abzuarbeiten hat. Man kann ihn mit einem Kochrezept vergleichen: *Nimm 250 Gramm Butter, 500 Gramm Mehl, 250 Gramm Zucker, vier Eier, 250 Milliliter Milch und ein Päckchen Backpulver. Verrühre die Zutaten miteinander, fülle die Masse in eine Form und stelle sie für eine Stunde in einen 180 Grad heißen Backofen.*

Fertig! Der Algorithmus hat einen Kuchen gebacken.

Ein Algorithmus ist also eine automatisierte Anweisungsfolge, die bei den gleichen Eingangsvoraussetzungen (Mehl ist vorrätig, die Eier sind nicht verdorben etc.) immer das gleiche Ergebnis erzielt (einen Kuchen). In eine Programmiersprache gegossen heißt ein Algorithmus *Programm*. Das bringt den Vorteil mit sich, dass man dem Computer nicht immer neu erklären muss, was er tun muss, um einen Kuchen zu backen. Man muss einfach das Programm starten.



## 2. Algorithmen in der KI

Auch Künstliche Intelligenz basiert auf Algorithmen, denn auch KI-Anwendungen sollen fest definierte Aufgaben lösen. Die Besonderheit beim *Maschinellen Lernen*, auf dem ein Großteil der aktuellen Forschung in diesem Bereich beruht (und für das der Begriff *Künstliche Intelligenz* häufig als Synonym verwendet wird), ist jedoch, dass der Algorithmus die Abfolge der Lösungsschritte nicht kennt. Er findet seinen Weg zur Lösung ganz allein oder mit ein bisschen Starthilfe. Er lernt.

Um einen Kuchen zu backen, genügt es also, dem Algorithmus zu sagen: *Hier sind die Zutaten. Backe einen Kuchen!* Die KI muss sich alles erarbeiten: wie ein gelungener Kuchen aussieht, was die richtigen Zutaten sind, was Backen bedeutet, wie man einen Herd bedient, aber auch, mit welcher Kraft man eine Rührschüssel auf den Tisch stellen darf, ohne dass sie zerbricht. Maschinelles Lernen wird möglich durch Rückkopplungen. Durch Rückmeldungen an sich selbst lernt die KI, wie sie beim Backen zum Erfolg kommt:

*Oh, die Schüssel ist zerbrochen.*

*So wird das nix mit dem Kuchen.*

*Das nächste Mal mit weniger Wucht.*

Versuch macht also klug. In den ersten Sitzungen der KI-Backschule werden viele Kuchen in der Tonne landen, doch später kann aus der KI durchaus ein guter Bäcker werden.

Die Fähigkeit zu Lernen ist wohl der Hauptgrund, warum KI-Systeme *intelligent* genannt werden. Weil Intelligenz aber eigentlich dem Menschen vorbehalten ist, fand der

Mathematiker John McCarthy im Jahre 1956 eine geniale Definition. Eine Künstliche Intelligenz könne, so McCarthy, „sich so verhalten, dass man dies intelligent nennen würde, wenn ein Mensch sich so verhielte“.<sup>5</sup>

Diese Definition ist bis heute weithin akzeptiert.

### 3. Geschichte der KI

In dem Jahr, aus dem das obige Zitat kommt, fiel der Begriff Künstliche Intelligenz zum ersten Mal. Besagter John McCarthy, Mathematiker am Dartmouth College in New Hampshire, reichte im Sommer 1956 einen Förderantrag zu einem Sommercamp ein. Das *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, das McCarthy mit einer Handvoll Kollegen durchführte, ist heute als *Dartmouth Conference* bekannt und gilt als die Geburtsstunde der KI. Im Antrag zu dem Projekt sparten die Wissenschaftler nicht an großen Worten: „Es soll versucht werden, herauszufinden, wie Maschinen dazu gebracht werden können, Sprache zu benutzen, Abstraktionen vorzunehmen und Konzepte zu entwickeln, Probleme von der Art, die zurzeit dem Menschen vorbehalten sind, zu lösen, und sich selbst weiter zu verbessern.“<sup>6</sup>

Nun ist die Nutzung vollmundiger Worte in Förderanträgen nicht unüblich. Doch auch die allgemeine Begeisterung für Technik in den 1950er Jahren könnte Grund für McCarthys Wortwahl gewesen sein. Die ersten Fernsehgeräte standen in nordamerikanischen und europäischen Wohnzimmern, die ersten Waschmaschinen in den Waschküchen, immer mehr Privatleute konnten sich Autos leisten, die Raumfahrtforschung machte deutliche Fortschritte. So waren auch die Erwartungen an die Künstliche Intelligenz

enorm. Das während des Sommercamps vorgestellte Programm *Logic Theorist* konnte bereits mathematische Theoreme beweisen.<sup>7</sup> Die ein Jahr später realisierte Anwendung *General Problem Solver* sollte gar, so Übersetzung und Auftrag, grundsätzlich logische Probleme lösen können. Dazu zerlegte das Programm die Aufgabe in Teilprobleme und bearbeitete sie Schritt für Schritt.<sup>8</sup> Offenbar überzeugt von der Zukunft der Technologie, behauptete einer der Programmierer des General Problem Solvers, der Dartmouth-Teilnehmer und spätere Wirtschaftsnobelpreisträger Herbert Simon, innerhalb der nächsten zehn Jahre werde ein Computer Schachweltmeister werden.<sup>9</sup> 1965 prognostizierte er dann, Maschinen könnten innerhalb von 20 Jahren alles können, was Menschen auch können.<sup>10</sup>



John McCarthy (2. v. r.), Marvin Minsky (Mitte) und weitere Teilnehmer des Sommercamps am Dartmouth College

Simon irrte gewaltig. Das Highlight der Basler Mustermesse 1985 war der erste Kaffee-Vollautomat.<sup>11</sup> Und bis zum ersten Computer, der einen menschlichen Schachweltmeister besiegen konnte, sollten 40 Jahre vergehen. Doch dazu später mehr.

#### 4. KI-Winter

Nein, der Start der KI-Forschung verlief alles andere als glatt. Der General Problem Solver erfüllte die an ihn gestellten Erwartungen nicht. Probleme der *echten Welt* stellten sich für die Maschine als zu komplex dar. Wenn es

um klar definierte Aufgabenstellungen ging wie bei der Integralrechnung oder geometrischen Fragestellungen, gab es in den Anfängen der Forschung in den frühen 1960er Jahren durchaus einige Erfolge.<sup>12</sup> Aber Systeme, die komplexe Eingaben automatisch und schnell analysieren und zu einer Lösung bringen konnten, wie es das menschliche Gehirn kann, schienen in weiter Ferne.

Ernüchterung machte sich breit. Der Wunsch des US-Militärs, Dokumente des Erzfeindes Russland automatisch von Computern übersetzen zu lassen, wurde 1966 begraben. Ein unabhängiges Komitee hatte damals festgestellt, Computer seien als Dolmetscher teurer, weniger genau und langsamer als menschliche Übersetzer.<sup>13</sup> Über 20 Mio. Dollar waren zum Ende des Projekts sprichwörtlich in den Sand gesetzt worden.<sup>14</sup>

In Großbritannien kam das vorläufige Aus für die KI im Jahre 1973, als der *Lighthill Report* dem Parlament vorgestellt wurde. Der Mathematiker James Lighthill fällt darin ein niederschmetterndes Urteil über die KI-Forschung: „Die meisten Forscher in der KI und angrenzenden Disziplinen gestehen Enttäuschung über das, was in den letzten 25 Jahren erreicht wurde. Forscher schlossen sich 1950, sogar noch 1960, dieser Disziplin mit großen Erwartungen an, die 1972 von ihrer Verwirklichung noch sehr weit entfernt sind. In keinem Teilbereich der Disziplin brachten die bisherigen Entdeckungen den großen Durchbruch, der damals in Aussicht gestellt wurde.“<sup>15</sup>

Nach dem Report forr das Parlament die britische KI-Forschung weitestgehend ein, nur noch zwei Universitäten bekamen weiterhin Fördergelder.<sup>16</sup> Ein weiteres Projekt des US-Militärs endete 1976. Das Forschungsinstitut des Pentagon (DARPA) beendete das *SUR-Project* (Speech understanding Research = Spracherkennungs-Forschung),

eine Partnerschaft u. a. mit IBM und der Carnegie Mellon-Universität in Pennsylvania, in die über fünf Jahre jährlich 3 Mio. Dollar geflossen waren. Der Grund für das Aus: Mangelnde Forschungserfolge. Für das Erkennen von 30 Sekunden Sprache benötigten die Computer bis zu 100 Minuten.<sup>17</sup> Die Ziele der KI-Forschung waren in den ersten Jahrzehnten einfach zu hoch gesteckt. Sie waren zu hoch für die noch unerfahrenen Programmierer, die damals natürlich ausschließlich Mathematiker waren, vor allem aber zu hoch für die zur Verfügung stehende Technik. Die Recheneinheiten der ersten Computer basierten auf Röhren oder Transistoren, die für vergleichsweise wenige Rechenschritte pro Sekunde viel Platz und große Mengen an Energie benötigten. Doch auch nach der Einführung von Mikroprozessoren Anfang der 1970er<sup>18</sup> blieb Computertechnik ein aufwendiges Forschungsgebiet. Der an der Carnegie Mellon-Universität in den 1970ern zur Spracherkennung eingesetzte Computer *IBM 370/168* kostete satte 4 Mio. Dollar. Dafür bekamen die Wissenschaftler einen schrankgroßen Rechenkasten mit einem Arbeitsspeicher von 4 Megabyte und eine Festplatte mit maximal 200 Megabyte Speicherkapazität, die allein mit mindestens 74.000 Dollar zu Buche schlug.<sup>19</sup>

Mit den Rückschlägen in der Forschung der 1960er und 1970er Jahre schief auch der Hype um die KI ein. Der *KI-Winter* war angebrochen.

Ein weiterer Grund für die weltweite Ernüchterung war das Fehlen einer Eigenschaft, die auch für menschliches Lernen elementar ist: Fehler zu erkennen und zu analysieren. Erst in den 1980ern sollte die *Backpropagation* Einzug in die KI-Forschung halten. Man kann sich das Verfahren als eine Art Feedbackschleife für *Neuronale Netze* vorstellen, auf denen

die meisten KI-Systeme damals beruhten – und auch heute beruhen. Ein Neuronales Netz ist ein von einem Computer simuliertes Geflecht von Knotenpunkten, ganz ähnlich den Neuronen im menschlichen Gehirn. Vereinfacht gesagt, wird die vom Algorithmus zu erfüllende Aufgabe über dieses Raster geschickt. Wenn das System merkt, dass ein eingeschlagener Weg nicht näher an das vorgegebene Ziel des Algorithmus heranführt, gibt die Backpropagation den Fehler an die Neuronen zurück, die ihn verursacht haben. Der Algorithmus merkt sich die Fehlerquelle und *lernt* diese beim erneuten Durchschreiten des Netzes zu umgehen. Schließlich findet er den bestmöglichen Weg, der im Optimalfall dem Ziel des Algorithmus entspricht.<sup>20</sup> Doch auch die Backpropagation führte nicht unmittelbar zum Tauwetter im KI-Winter. Denn die extrem teure und extrem langsame Technik konnte das noch nicht leisten, was den neuronalen Lernprozess erfolgreich gemacht hätte: viele Trainingsdurchläufe. Auch am Trainingsmaterial, sprich Datensätzen, mangelte es. Die Zeit war einfach noch nicht reif.

Zudem geriet der Begriff Intelligenz, mit dem sich die Forschungsrichtung seit Dartmouth schmückte, früh in die Kritik. Der deutschstämmige Computerwissenschaftler Joseph Weizenbaum hatte 1965 ein Programm namens *ELIZA* geschrieben, das Gespräche simulieren konnte. *ELIZA* – heute würden wir sie einen *Chatbot* nennen – stellte Fragen, die ein vor dem Rechner sitzender Mensch beantworten musste. Ein kleiner Auszug aus einem *Gespräch*, in dem *ELIZA* eine Psychotherapeutin simuliert:

*„Welche Personen erscheinen in Ihren Träumen?“*  
*„Meine erste Freundin.“*  
*„Ihre Freundin?“*

„Ja.“

„Fahren Sie fort.“

„Mein Vater mochte sie nicht...“

„Verstehe.“

„Ehrlich gesagt... Ich habe meinen Vater erschossen!“

„So, haben Sie.“

„Und ich habe die Leiche verschwinden lassen.“

„So?“

„**ICH HABE DIE LEICHE VERSCHWINDEN LASSEN!**“ „Das sagten Sie bereits.“

Ob diese Art Konversation nun etwas über die Professionalität damaliger Programmierer oder diejenige damaliger Psychologen aussagt – viele Probanden gaben nach dem *Gespräch* an, ELIZA für einen echten Menschen gehalten zu haben. Den so genannten Turing-Test, der dann als bestanden gilt, wenn Menschen das Handeln eines Computers nicht von dem eines Menschen unterscheiden können<sup>21</sup>, meisterte ELIZA also. Es dauerte nicht lange, bis sich *echte* Psychologen für ELIZA interessierten, sehr zum Erstaunen ihres Programmierers. Joseph Weizenbaum war verwundert, dass ein simpler Programmcode tatsächlich für Intelligenz gehalten wurde. In seinem Buch *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft* schildert er die Reaktionen auf ELIZA: „Es kam oft vor, dass die Leute um die Erlaubnis baten, sich mit dem System ungestört unterhalten zu dürfen, und trotz meiner Erklärungen bestanden sie nach der Unterhaltung darauf, die Maschine habe sie wirklich verstanden.“<sup>22</sup>

Weizenbaum wurde in späteren Jahren ein kritischer Begleiter der Forschung an Künstlicher Intelligenz. Er starb 2008 – sechs Jahre, bevor die KI *Karim* in libanesischen

Flüchtlingslagern die Nachfolge von ELIZA antreten sollte. Die von der NGO *Field Innovation Team* mit entwickelte KI half dort bei der psychotherapeutischen Erstanalyse syrischer Flüchtlinge – offenbar erfolgreich.<sup>23</sup>

Anfang der Achtzigerjahre des vergangenen Jahrhunderts sorgten *Expertensysteme* für Tauwetter im KI-Winter – manche sprechen sogar von seiner Unterbrechung.<sup>24</sup> Den Lehren aus dem Scheitern von KI als universeller Problemlöserin Rechnung tragend, wurden den Computern nun Regeln und Fachwissen aus engen Spezialgebieten beigebracht, z. B. der Medizin oder der Chemie. Neuronale Netze kamen bei der regelbasierten, so genannten *symbolischen KI*, nicht zum Einsatz. Doch die Spezialmaschinen waren teuer, gerade angesichts der viel breiter aufgestellten Universalcomputer, die ab Mitte des Jahrzehnts von Sun, Apple oder IBM auf den Markt gebracht wurden. Auch die Verheißungen der neu erfundenen Backpropagation für das Maschinelle Lernen trugen dazu bei, dass der Markt für die nach bloßem Datenbankwissen funktionierenden Expertensysteme 1987 kollabierte.<sup>25</sup> Der Winter wurde wieder kälter.

Das Ende des KI-Winters wird oft im Jahre 1996 gesehen, als IBMs Großrechner *Deep Blue* Schachweltmeister Garri Kasparow besiegte. Diese Zuschreibung ist insofern paradox, als dass Deep Blue zwar ein außergewöhnlicher Computer war – konnte er mit seinen 216 Prozessoren doch bis zu 100 Mio. Schachzüge pro Sekunde berechnen<sup>26</sup> – aber der Superrechner basierte nicht auf Künstlicher Intelligenz. Auch wenn Kasparow beim Superrechner intelligentes Handeln beobachtet haben will (er meinte damit allerdings

menschliches Einmischen in den Algorithmus), machte IBM klar, was Deep Blue nicht ist:

„Deep Blue, so wie er heute ist, ist kein lernendes System. Es ist deshalb nicht in der Lage Künstliche Intelligenz zu benutzen, um von seinem Gegner zu lernen oder über die aktuelle Position auf dem Schachbrett nachzudenken“.<sup>27</sup>

## 5. Frühlingserwachen im 21. Jahrhundert

Das *Moore'sche Gesetz*, nach der sich die Zahl der Transistoren in einem Chip – und damit die Leistungsfähigkeit – jedes Jahr verdoppelt, führte im frühen 21. Jahrhundert zu einem KI-Frühling. Das neue Jahrtausend brachte endlich das, was den Wissenschaftlern bislang am dringendsten gefehlt hatte: Jede Menge Daten und jede Menge Computerpower, um damit etwas *Intelligentes* anstellen zu können.

Über das Internet stand den Maschinen nun ein schier unbegrenzter Schatz an Texten, Bildern und Videos zur Verfügung, anhand derer die lernenden Systeme trainiert werden konnten. Dazu konnten immer kleiner werdende Sensoren die Algorithmen mit jeder Menge Input versorgen. Die fortschreitende Leistungssteigerung und Miniaturisierung von Chips, die sich auf dem Endverbrauchermarkt in Gestalt von MP3-Playern, Kamerahandys oder digitalen Organizern zeigte, und eine binnen einem Jahrzehnt vertausendfache Speicherleistung bescherte auch den KI-Forschern ganz neue Möglichkeiten. Die Entwicklung beschleunigte sich in so hoher Geschwindigkeit, dass an dieser Stelle nur einige wenige Meilensteine erwähnt werden können. Einer davon ist

*Roomba*. Der 2002 auf den Markt gekommene Staubsaugerroboter konnte mithilfe von Sensoren und einfachen Algorithmen bereits Wände und Treppen erkennen und so ohne Stürze und Beschädigungen autonom die Fußböden säubern.<sup>28</sup> Das ist zugegebenermaßen weit entfernt von den Ambitionen der KI-Pioniere mit ihrem General Problem Solver, aber immerhin *funktionierte* das autonome Staubsaugen. KI war im Wohnzimmer angekommen. Sich selbst kontrollierende Systeme zu fördern, lag auch im Interesse der Pentagon-Einrichtung DARPA, die ab 2004 mit den *Grand Challenges* Wettbewerbe für selbstfahrende Automobile ausrichtete – wenn auch im ersten Jahr keines der teilnehmenden Fahrzeuge das Ziel erreichte.<sup>29</sup> Weiter waren da schon *Spirit* und *Opportunity*, zwei unbemannte Roboter, die die NASA im gleichen Jahr für eine Erkundungstour auf den Mars schickten. Der seit dem Jahre 2000 von Honda entwickelte *humanoide* (am menschlichen Körper angelehnte) Roboter *ASIMO* konnte im Jahre 2005 bereits wie ein Mensch rennen, Treppenstufen laufen oder Getränke austeilen. 2009 stieg auch Google in das Autonome Fahren ein – mit dem Ziel, bis 2020 ein komplett autonom fahrendes Auto zu konstruieren.<sup>30</sup> Wie wir heute wissen, war das ein ziemlich realistisches Ziel – zumindest im Vergleich mit Herbert Simons Blick in die Glaskugel.



## 6. Spielrausch seit 2010

Im zweiten Jahrzehnt des neuen Jahrtausends explodierte die Zahl der KI-Anwendungen förmlich. Meldete Google im Jahre 2010 nur ein Patent zum Maschinellen Lernen an, waren es 2016 99. IBM brachte es 2017 gar auf 1.400 KI-Patente.<sup>31</sup> Der Boom hat zweifellos zum einen mit der weiter gestiegenen Leistungsfähigkeit zu tun, die das Moore'sche Gesetz lange hinter sich gelassen hat. Laut der NGO *OpenAI* hat sich die Leistung von Computersystemen zwischen 2012 und 2017 um den Faktor 300.000 gesteigert, was einer Verdoppelung innerhalb von dreieinhalb Monaten entspricht.<sup>32</sup> Ein anderer Grund ist, dass KI mit dem neuen Jahrzehnt in den Blick der Öffentlichkeit geraten ist. In den letzten Jahren ist die Künstliche Intelligenz zu einem Topthema auf Elektronikmessen, dem Buchmarkt und in den Medien geworden. In den 90 Tagen vor dem Schreiben dieses Absatzes, also von Mitte August bis Mitte Oktober 2018, hat Amazon rund 130 KI-Bücher ins Sortiment aufgenommen. Einige Forscher sprechen gar von einem neuen Hype und warnen, die überzogenen Erwartungen an Künstliche Intelligenz könnten zu einem zweiten KI-Winter führen.<sup>33</sup> Der Autor dieses Textes hält dieses Szenario für unwahrscheinlich. Zum einen sind heute, anders als in den 1960er Jahren, vielfältige KI-Anwendungen im Einsatz – weder die Industrie noch die Wissenschaft, das Militär oder die Endverbraucher wollen auf die Vorzüge verzichten, die die Technologie schon heute bringt. Zum anderen wird mit ihr ein Haufen Geld verdient, auf den die Hersteller von Anwendungen wohl kaum werden verzichten wollen.

Doch selbst wenn die Prognose stimmt und ein neuer Winter bevorsteht, haben die Menschen mit den KI-Systemen in den letzten Jahren viel Spaß gehabt. Denn sie haben gespielt.

2011 gewann IBMs Großrechner *Watson* das US-TV-Quiz *Jeopardy*. In dem populären Ratespiel, bei dem anhand einer Aussage die dazugehörige Frage gestellt werden muss, verwies der Supercomputer zwei mehrfache Jeopardy-Champions auf die Plätze.<sup>34</sup> Im Blick auf die reine Informationsgeschwindigkeit überrascht das nicht, immerhin konnte Watson mit seinen kombinierten 315 Gigahertz Rechengeschwindigkeit umgerechnet 1 Mio. Bücher pro Sekunde lesen, die er in seinem 16 Terabyte großen Arbeitsspeicher abgelegt hatte.<sup>35</sup>

Doch was Watson aus Sicht der KI-Forschung interessant macht, ist die Spracherkennung. Immerhin konnte der Computer die Aufgabe, die der Moderator ihm und seinen Kontrahenten gestellt hatte, verstehen, die Lösung in seiner riesigen Datenbank zusammensuchen und die Antwort geben. Und das nahezu in Echtzeit – schneller auf jeden Fall, als die Synapsen in den Köpfen seiner menschlichen Mitspieler dazu in der Lage waren.

Wenige Monate nach Watsons Erfolg startete Apple seinen Sprachassistenten *Siri*, der erstmals auf dem – im Vergleich zu Watson natürlich deutlich leistungsärmeren – *Iphone 4S* installiert war, aber (einfache) Sätze (in ruhiger Umgebung) (mit ein bisschen Bedenkzeit) dennoch erstaunlich gut verstand.<sup>36</sup> Bis ins Jahr 2011 hatten Endverbraucher höchstens an Telefonhotlines mit Sprachcomputern zu tun gehabt, die nicht den leisesten Anschein von Intelligenz erweckten. Leider konnten Watson und Siri die Ära des *Ich*