

DIE BLAUE STUNDE DER INFORMATIK

Kay Golze

Wie Information Intelligenz und KI erzeugt

Die Natur der Information als
Grundlage dynamisch wachsender
digitaler neuronaler Netze



Springer Vieweg

Die blaue Stunde der Informatik

Die blaue Stunde – die Zeit am Morgen zwischen Nacht und Tag, die Zeit am Abend ehe die Nacht anbricht. Wenn alles möglich scheint, die Gedanken schweifen, wenn Zeit für anregende Gespräche ist und Neugier auf Zukünftiges wächst, auf alles, was der nächste Tag bringt.

Genau hier setzt diese Buchreihe rund um Themen der Informatik an: Was war, was ist, was wird sein, was könnte sein?

Von lesenswerten Biographien über historische Betrachtungen bis hin zu aktuellen Themen umfasst diese Buchreihe alle Perspektiven der Informatik – und geht noch darüber hinaus. Mal sachlich, mal nachdenklich und mal mit einem Augenzwinkern lädt die Reihe zum Weiter- und Querdenken ein. Für alle, die die bunte Welt der Technik entdecken möchten.

Kay Golze

Wie Information Intelligenz und KI erzeugt

Die Natur der Information als
Grundlage dynamisch wachsender
digitaler neuronaler Netze

Kay Golze
Management
WIPN Group
Berlin, Deutschland

ISSN 2730-7425

ISSN 2730-7433 (electronic)

Die blaue Stunde der Informatik

ISBN 978-3-658-50587-5

ISBN 978-3-658-50588-2 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-50588-2>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2026

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

Inhaltsverzeichnis

1	Was Sie erwartet	1
2	Einführung	3
3	Der Ausgangspunkt	5
4	Grundlagen und Rahmenbedingungen	7
4.1	Entwicklung und Grundlagen von KI	7
4.1.1	Der lange Weg der Entwicklung	9
4.1.2	Automaten und das Denken. Der antike Ursprung der modernen KI	10
4.1.3	Der Körper als Maschine: Der cartesianische Dualismus	11
4.1.4	Die Idee der denkenden Maschine. Das Zeitalter der Aufklärung	11
4.1.5	Leibniz und Kant: Logik und formales Denken	12
4.1.6	Erste Anfänge künstlicher Intelligenz	13
4.1.7	Philosophische Debatten und maschinelle Intelligenz	14
4.1.8	Grundlagen, Anfänge und die Zivilgesellschaften	15
4.1.8.1	Quantum-KI: Beschleunigung durch Quantencomputer	17
4.1.8.2	Modellarchitekturen und Fortschritte in der KI-Forschung	17
4.1.8.3	Weiterentwicklung der KI-Sicherheit	18
4.1.8.4	KI in der Automatisierung	18
4.1.8.5	KI-gestützte Nachhaltigkeit und Umweltschutz	19
4.1.8.6	KI-gestützte Sprach- und Kommunikationstechnologien	20
4.1.8.7	„Vertrauenswürdige“ und „ethische“ KI	20
4.1.8.8	KI in persönlichen und häuslichen Anwendungen	22
4.1.8.9	Ausbau von KI im Gesundheitswesen	22
4.1.8.10	Gesellschaftliche Abhängigkeiten	23
4.1.9	Weitere Entwicklungen	24
4.1.9.1	Virtuelle Labore und digitale Zwillinge	26
4.1.9.2	Ausblick und Einsatz von KI: Die Entwicklung virtueller Labore	26

4.1.9.3	Bausteine virtueller Labore im Metaversum	31
4.1.9.4	Entwurf eines VR-Meta-Labs.	38
4.1.9.5	Zu 1. Definition der Schnittstelle mit dem Metaversum	41
4.1.9.6	Zu 2. Einrichtung eines geschützten MR-Lab Bereichs	43
4.1.9.7	Zu 3. Beschreibung des Experiments	44
4.1.9.8	Zu 4. Zieldefinition des Experiments	44
4.1.9.9	Zu 5. Methodendefinition	45
4.1.9.10	Zu 6. Ressourcen für das Experiment.	45
4.1.9.11	Zu 7. Definition der Verantwortungen und Aufgabenbereiche	46
4.1.9.12	Zu 8. Daten aus dem Metaversum	47
4.1.9.13	Zu 9. Präsentationsbeschreibung der Daten	48
4.1.9.14	Beschreibung des BIHO-Avatars	48
4.2	Was ist Information	54
4.2.1	Das Konzept des Raums und der Zeit	58
4.2.2	Was ist der Raum, was ist Zeit?	61
4.2.3	Das Wesen der Informationen	75
4.2.4	Raum, Signal und Information	80
4.2.5	Was ist ein Bit?	83
4.2.5.1	Das Wesen der Zeit.	86
4.2.5.2	Eigenschaften von Bits	87
4.2.5.3	Bit und Signal.	90
4.2.5.4	Sender und Empfänger?	93
4.2.6	Die Raum-Zeit-Information.	93
4.2.6.1	Elemente der Raumzeitinformation: der Raum . . .	95
4.2.6.2	Elemente der Raumzeitinformation: der Sensor. . .	96
4.2.6.3	Sensor Gehirn	96
4.2.7	Entscheidbarkeit von Informationen	98
4.2.7.1	Die Verbindung von Signalen, Information und Algorithmen.	100
4.2.8	Implizite und explizite Vereinbarungen	101
4.2.8.1	Technische Sensoren und Information.	102
4.2.8.2	Information außerhalb von Technologie.	104
4.2.8.3	Das Rätsel der biologischen Informationsver- arbeitung.	107
4.2.8.4	Information einer Szene	110
4.3	Was ist „Realität“ und was ist künstliche Realität?	112
4.4	Was ist „Denken“ und was ist künstliches Denken?	114
4.4.1	Grundlagen des Denkens	115
4.4.2	Wie entsteht Denken: Gehirn und neuronale Netzwerke. . .	117
4.4.3	Informationsverarbeitung und Kognition.	120
4.4.4	Bewusstsein und subjektives Erleben	120
4.4.5	Gedächtnis und Lernprozesse	123

4.4.6	Emotion und Entscheidungsfindung	127
4.4.7	Kreativität und Problemlösungsfähigkeit.	129
4.4.8	Offene Fragen und aktuelle Herausforderungen	130
4.5	Was ist „Bewusstsein“ und was ist künstliches Bewusstsein?.	131
4.5.1	Neurowissenschaftliche Perspektiven auf das Bewusstsein . . .	135
4.5.2	Bewusstsein als hierarchisches und integriertes System . . .	136
4.5.3	Unbewusste und bewusste Prozesse	137
4.5.4	Das harte Problem des Bewusstseins.	138
4.5.5	Forschungen zu Bewusstseinsstörungen und veränderten Bewusstseinszuständen	140
4.5.6	Theorien der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Bewusstseins	142
4.6	Integrierte Informationstheorie (IIT)	142
4.6.1	Grundprinzipien der IIT.	143
4.6.1.1	Der Begriff der „integrierten Information“ und der Wert Phi (Φ)	144
4.6.1.2	Mikrozustände und Makrozustände in der IIT . . .	144
4.6.1.3	IIT und künstliche Intelligenz	145
4.6.1.4	Kritik und offene Fragen	145
4.6.1.5	Künstliche neuronale Netze	146
4.6.1.6	Grundlagen, Aufbau und Struktur neuronaler Netze.	146
4.6.1.7	Zusätzliche Komponenten und Umfeldbedingungen für neuronale Netze	150
4.7	Geschäftsmodelle und Investitionen	151
4.7.1	Wertschöpfung mit KI-Modellen.	153
4.7.2	Trend	154
4.7.3	Gefahren.	160
5	KI und ihre gesellschaftliche Implikation.	169
5.1	Fragenkomplex I	176
5.1.1	KI-Technologie von Gemini (Google).	176
5.1.2	KI-Technologie von Grok 3 (X-AI).	180
5.1.3	KI-Technologie von DeepSeek (V1)	182
5.2	Fragenkomplex II.	188
5.2.1	KI-Technologie von Gemini (Google).	188
5.2.2	KI-Technologie von Grok 3 (X-AI).	191
5.2.3	KI-Technologie von DeepSeek (V1)	197
6	Dynamisches Wachstumsmodell	207
6.1	Einführung und Rahmenbedingungen	207
6.2	Das dynamische Wachstumsmodell.	216
6.2.1	Netzaufbau und Struktur	221
6.2.2	Kontextbildung.	229
6.2.3	Entwicklung einer Sinnggebung	230
6.2.4	Lernen	232

6.2.5	Lernphasen und Datensätze	233
6.3	Das dynamische neuronale Netz	236
6.3.1	Algorithmus	238
6.3.2	Einsatzmöglichkeiten	241
6.4	Das Testprogramm	242
6.5	Hauptalgorithmus des Testprogramms	243
6.6	Verifikation des Modells	245
6.7	Ausblick	246
Stichwortverzeichnis		247

Was Sie erwartet

1

Ein außergewöhnliches Buch.

Das Buch gliedert sich in die drei Teile:

1. Grundlagen und Rahmenbedingungen
2. KI und ihre gesellschaftlichen Implikationen
3. Dynamisches Wachstumsmodell

Die bestehenden Modelle der Informationstheorie und der KI werden hinterfragt und neu interpretiert. Neue spannende Einsichten in die Fundamente von KI werden präsentiert, ohne den Blick auf die bestehenden Konzepte und beeindruckenden Entwicklungen aus dem Blick zu verlieren.

Nach einer Übersicht der bestehenden Modelle und Konzepte werden die immersiven Ansätze von KI als digitale Zwillinge, die sich als eine Kopie einer realen Person entwickeln, präsentiert. Die hier vorgestellten Perspektiven werden mit Beispielen unterlegt, wie sie bereits heute in ersten Entwicklungsansätzen zu finden sind. Die für viele Menschen begeisterte technologische Entwicklung kann jedoch nicht über die möglichen Gefahren hinwegtragen. Ein Kapitel beschäftigt sich mit den möglichen Auswirkungen von KI, indem ein vergleichendes Beispiel unter dem Einsatz frei zugänglicher KI-Modelle gezeigt wird, wie die heute nutzbaren Systeme bereits „denken“. Dabei stellt sich die Frage, ob nicht der schleichende Einzug dieser Technologie in unsere humanen, auf biologischen Systemen basierten Gesellschaften einer realen Invasion Außerirdischer gleich kommt und unser Gemeinwesen wirklich darauf vorbereitet ist. Eine Momentaufnahme, mit einer nachdenklichen Aussage.

Ist das wirklich maschinelles „Denken“, was wir Menschen mit der KI-Revolution erleben und nutzen können? Die grundsätzlichen Fragen zu den Modellen *Information*, *Zeit*, *Denken*, *Realität* und *Bewusstsein* werden hier, manchmal aus einer vollkommen überraschenden Perspektive, neu hinterfragt und interpretiert. In den jeweiligen Kapiteln werden neue Ansätze, Sichtweisen und verblüffende Lösungen

vor den Augen des Lesers entwickelt. Dennoch stehen die Ergebnisse im Einklang mit den Gesetzmäßigkeiten der Physik. Damit öffnet sich ein neues Fenster zum Verständnis, was *Information* ist und was eigentlich ein *physikalisches Bit* ist. Diese grundsätzlichen Überlegungen bilden die Basis für den neuen Modellansatz der nächsten KI-Generation im letzten Kapitel.

Das Buch entstand durch neue Überlegungen des Autors zur künstlichen Intelligenz (KI oder AI, Artificial Intelligence) sowie eigenen Weiterentwicklungen in ihren Fundamenten. Es präsentiert neue Ansätze zur Frage, was *Informationen* sind. Der Autor ist davon überzeugt, dass die Basis von Intelligenz, Denken und Bewusstsein Informationen sind und sie eine besondere Bedeutung in der Gestaltung biologischen Lebens einnehmen. Deshalb ist ein Verständnis von Information in unserer Realität der Schlüssel für Antworten heutiger Fragen zur Entwicklung von KI. Das hier präsentierte Modell basiert im Wesentlichen auf der erarbeiteten Antwort, was *Information* ist, was sie bewirkt und wie Denken entstanden sein könnte. Es ist verblüffend, dass die Natur die Architektur eines Netzes hervorgebracht hat, die Intelligenz, Denken und Bewusstsein ermöglicht. Warum entstanden keine anderen Architekturen mit ähnlichen Leistungen?

In dem abschließenden dritten Kapitel präsentiert der Autor ein eigenes neues Modell einer zukünftigen KI-Architektur. Sie unterscheidet sich von den heutigen Modellen und hat das Potenzial, dadurch neue Fähigkeiten zu erlangen. Auf Basis des neu entwickelten *Informationsmodells* ist ein Testprogramm zur Modellverifikation entwickelt worden. Mit Beispielen zum *dynamischen Wachstum* des hier entwickelten *neuronalen Netzes* und der Erklärung der API auf Basis des neuen Modells findet das Buch ein impulsgebendes Ende.

Die Entwicklungen über die letzten 20 Jahre waren vor allem im Bereich der KI rasant. Sie ist heute zu einer nutzbringenden Technologie geworden, die dank dem Streben amerikanischer Unternehmen nach allgemeiner Öffentlichkeit zu einem global verfügbaren Werkzeug für viele am Internet beteiligte Menschen geworden ist. Diesem Drang folgend, haben nun auch chinesische KI-Modelle die Öffentlichkeit erreicht und zu großer Aufmerksamkeit geführt. Aus anderen Ländern, wie auch den Staaten der EU, sind zurzeit keine derartigen öffentlichkeitswirksamen Präsentationen bekannt. Damit sind aber auch die Polepositions in dieser bahnbrechenden und gesellschaftsverändernden Technologieentwicklung besetzt. Andere Entwicklungen aus anderen Staaten werden nicht mehr in den führenden Positionen mithalten können. Aus diesen kulturell unterschiedlichen Bereichen der Erde, USA und China, werden weitere führende Entwicklungen der KI erwartet werden können. Dabei ist die Entwicklung der KI u. a. seit langem ein Forschungs- und Tätigkeitsfeld in Deutschland gewesen, das wir – wie die Entwicklung des Computers durch Zuse – nicht in große weltweit vorteilhafte Technologieprodukte entwickeln konnten oder wollten. Andere hatten und haben den Mut aufbringen können, diese Technologie weltweit für die Menschheit und zu ihrem eigenen Vorteil nutzbringend auszurollen. Wie auch viele andere Beispiele es in der Vergangenheit gezeigt haben, ist es sehr enttäuschend mit anzusehen, wie Deutschland und Europa erneut seine Möglichkeiten nicht wahrnimmt oder sogar einfach anderen Staaten überlässt.

In meinem Buch werde ich über den heutigen Stand, welche KI-Modelle es gibt und wie sie ihre Fähigkeiten erreichen, als Grundlage zum Verständnis meines Modells beschreiben. Nach der Beschreibung der Grundlagen und grundlegenden Überlegungen werde ich in einem eigenen Kapitel mein KI-Modell vorstellen. Zu den Grundlagen werde ich auch mein neues und erweitertes Modell der *Information* vorstellen. Es stellt die konzeptionelle Basis meines KI-Modells dar. Das grundlegende Verständnis von Information, was sie eigentlich ist, hat mich bereits seit den 1990ern beschäftigt und erste Programmierungen zur Entwicklung digitaler

neuronaler Netze initiiert. Das führte dazu, dass ich über den Einsatz dieser Technologie für börsenbezogenes Trading nachdachte und mich mit einem damaligen amerikanischen Broker darüber verständigte. Auf diesem Hintergrund wurde mir deutlich, was Informationen bedeuten und bewirken können. Dies war der Anlass, mich mit der Frage zu beschäftigen, was eigentlich *Information* ist und ob es ein *physikalisches Bit* gibt, also eine physikalisch vorhandene kleinste Informationseinheit? Diesen Fragen und der Entwicklung eines neuen Informationsmodells habe ich ein eigenes Kapitel mit der Überschrift *Was ist Information* gewidmet.

Im ersten Abschnitt möchte ich eine kurze Übersicht zu der Entwicklung der KI geben. Mit dieser Übersicht lege ich zugleich die Grundlagen für die Thesen meines Modells, die ich in dem zweiten Abschnitt und den anschließenden Kapiteln vorstelle. Ich werde Fragen an eine KI (im Wesentlichen von ChatGPT, aber auch von Grok, DeepSeek) stellen und die Ausgaben hier darlegen. Gemeinsam werden wir sehen, welche Leistungen heute bereits möglich sind und was das für eine Gesellschaft bedeutet. Dabei ist heute unklar, ob eine von KI generierte Aussage, die auf Basis von frei zugänglichen Daten erzeugt wurde, nun durch die KI als eigenes Werk oder Werk der Herstellerfirma einer KI angesehen werden kann. Die Frage nach den Rechten an den Texten für die Ausgaben, wie auch für die Ideen einer KI-generierten Erfindung oder anderer Leistungen, ist offen. Auch die Frage nach den Rechten der Urdaten, aus denen eine KI ihr Wissen erworben hat, die somit die Basis ihrer Fähigkeiten darstellt und die Leistung seiner Herstellerfirma begründen, wird heute immer stärker gestellt. Diese Fragen stellen für die Zukunft eine nicht triviale Hürde in der anstehenden Weiterentwicklung dar.

Deshalb wäre auch eine in der öffentlichen Debatte in den Jahren 2023 bis 2024 etwas weniger euphorische Sicht auf KI hilfreich. Bereits die Bezeichnung KI, also künstliche Intelligenz, überhöht und mystifiziert aus meiner Sicht die Fähigkeiten dieser neuen Technologie. Ich werde auf die gesellschaftliche Fragestellung im Kap. 5 mit einem spannenden Beispiel eingehen.

Ein weiteres Kapitel habe ich den möglichen Anwendungen von KI gewidmet. Das Kapitel „*Virtuelle Labore und Digitale Zwillinge*.“ eröffnet eine neue Sicht, wie diese Technologie auf Basis der heutigen Infrastruktur des Internets und eines Metaversums eingesetzt werden könnte. Das hier beschriebene Potenzial ist gewaltig und hat über die bisher diskutierten gesellschaftsbezogenen Themen hinaus eine Implikation. Alle Hauptkapitel können unabhängig voneinander gelesen werden. Ein tieferes Verständnis meines Modells entsteht jedoch erst im Kontext aller Kapitel.

Ich stelle mein Modell zur Entwicklung selbstständig wachsender neuronaler Netze in diesem Buch vor. Es dient auch dazu, die Perspektive, von der aus mein Modell entstanden ist, transparent, nachvollziehbar und verständlich zu machen. Dabei können neue, bisher unbekannte Sichtweisen auf verschiedene Dinge in der Definition von *Information* und ihrer Einbettung in die reale Welt vorhanden sein, die ich jedoch als neue Aspekte in eine verallgemeinerte Diskussion über Information einbringen und/oder vorschlagen möchte.

Meine zentrale These, die ich in diesem Buch vorstelle, ist, dass unsere reale Welt nicht nur aus Energie/Materie besteht, sondern diese Energie zugleich Information über die Materie und alle anderen Dinge dieser Welt transportiert. Information ist in meinem Modell eine neue, selbst existierende physikalische Größe. Information ist der Teil der Welt, den wir aufnehmen und verarbeiten können. Mithilfe der Biologie können Informationen von der Energie, den Signalen, getrennt und durch biologische Nervennetze verarbeitet werden. Diese abgetrennte Information kann zwischen biologischen Systemen ausgetauscht werden, ohne dass die realen Dinge der Ursprungsinformation dabei verändert werden. Es entsteht mithilfe der Information ein Abbild von Realität. So kommen die Dinge in unseren Geist, ohne dass sie tatsächlich in unserem Gehirn vorhanden sind.

Mit der Aufnahme und Verarbeitung von Information entwickeln sich biologische Nervennetze weiter, bis solche komplexen Netze wie ein Gehirn oder neuronale Netze entstehen. Gehirne bilden sich somit im Kontext ihrer Umwelt, ihrer Informationsverarbeitung durch Umweltinformation. Die Evolution hat als ein sehr erfolgreiches Modell der Informationsverarbeitung das Netz als geometrische Basisform hervorgebracht. Die Frage stellt sich aber, warum gerade diese Geometrie? Zusammen mit anderen Bedingungen bestimmt die Umweltinformation die *Struktur* und wesentlich die *Komplexität* dieser Nervennetze. Das scheint auch der Grund zu sein, warum nicht alle Lebewesen die gleichen komplexen Nervennetze entwickeln. Innerhalb der Nervennetze, zu denen auch die Gehirne zählen, wird Information im Kontext des *Ichs* verarbeitet. Heute ist bekannt, dass die neuronalen

Netze plastisch reagieren, somit Verknüpfungen zwischen Netzknoten ab- und aufbauen können. Mein Modell, ~~das ich später vorstelle~~, berücksichtigt diese Tatsache. Es simuliert plastische neuronale Strukturen, die durch *Information* gebildet werden. Das wir reale Strukturen aus unserer Umwelt erkennen und interpretieren können, basiert in meinem *Modell der Information* auf dem Prinzip des *Kontextes*. Es beginnt mit dem *Ich*, das in einem Umfeld, das im Kontext zu dem *Ich* steht, existiert. Der Kontext einer Information erzeugt auch ein Abbild eines Objekts, in dem die einzelnen Dinge des Objekts durch ihren Kontext zueinander das Objekt bilden. Ein Kontext lässt sich als eine *Informationswolke* eines Objekts verstehen.

Viele Begriffe im Bereich der Informatik sind schwach oder nicht hinreichend präzise definiert und unterliegen ganz unterschiedlichen Interpretationen sowie Auslegungen. Die Auslegungen sind häufig vom Wissenschaftsbereich abhängig, wie z. B. der Philosophie, der Mathematik oder der Physik. Dazu zählt ganz wesentlich der Begriff der *Information*. Ich möchte diesem Begriff nachgehen und versuchen, eine genauere Eingrenzung/Beschreibung für den Inhalt dieses Buchs herbeizuführen. Auf diesem Weg haben sich spannende Sachverhalte aufgetan, die hier präsentiert werden.

Ein grundlegender Bereich des Definitionsraums für das Verständnis von Information ist *Raum* und *Zeit* bzw. die *Raumzeit*. Was ist das eigentlich und warum ist diese Vorstellung so fundamental für die Betrachtung von *Information*? Sie haben eine herausragende Bedeutung für das Verständnis, wo und wie Information existiert. Raum und Zeit sind und waren immer Begriffe, die bei der Betrachtung von Information, Denken, Geist und Bewusstsein eine zentrale Bedeutung einnahmen. Um meine Betrachtung auf Raum und Zeit und den damit verbundenen Rahmen zur Selbstorganisation von Information verstehen zu können, habe ich ein eigenes Kapitel dazu verfasst.

Mein Buch ist ein Exkurs durch die grundsätzlichen Überlegungen zu meinem Modell der „kontextbasierten dynamisch wachsenden neuronalen Netze“ (Context-based, Dynamically Growing Neural Networks = CDGN), in dem ein Rahmen für meinen Ansatz gesetzt wird. In diesem Rahmen werden auch Fragen aus der Physik gestreift. Die Weltsicht der Physik behandelt grundsätzliche Fragen, die auch für das Verständnis von *Information* und was das eigentlich ist, Grundlagen entwickelt. Die einfache Frage, was eigentlich Information ist, entwickelte sich bei einer näheren Betrachtung zu einer komplexen Analyse grundlegender Fragen in den verschiedenen Bereichen der Naturwissenschaften. Ähnlich einem Fraktal, steigt man immer weiter hinab in immer komplexer verwobene Welten. Ist Information eine bisher nicht erkannte Naturkonstante? Ist Information vielleicht das dimensionslose und zeitlose Feld, aus dem der Urknall entstand?

Das Buch hat drei Kapitel, 4, 5 und 6, die als *Grundlagen*, *Auswirkungen* und *neuer Modellansatz* überschrieben werden können. Mit dieser Reise möchte ich hier beginnen und bei den Grundlagen der heutigen KI-Technologie starten.

4.1 Entwicklung und Grundlagen von KI

Einige bekannte Personen des deutschsprachigen Raums, die wichtige Beiträge über KI veröffentlicht haben: Philipp Klöckner, Christoph Henkelmann, Richard David Precht, Manfred Spitzer, Harald Lesch, Marco Smolla, Hannah Bast, Markus Gabriel und andere.

Der globale Durchbruch künstlicher lernfähiger Systeme, die unter dem allgemeinen Begriff der KI (Künstliche Intelligenz) oder AI (Artificial Intelligence) zusammengefasst werden, kam mit der öffentlichen Einführung von ChatGPT der Firma OpenAI im November 2022. Mit dieser globalen Veröffentlichung über das Internet wurde eine große öffentliche Aufmerksamkeit erreicht. Das System wurde zunächst als frei zugängliche Informations- und Wissensplattform vorgestellt. Dabei ist die Entwicklung der künstlichen Intelligenz auf Basis digitaler Technologie fast so alt wie die digitale Technologie selbst. Die Wurzeln dieser Entwicklung, den Menschen oder seinen Geist in Form von Maschinen nachbauen zu wollen, sind vermutlich so alt wie die Menschheit selbst.

Im Film Metropolis aus dem Jahr 1927 erschienen die ersten menschenähnlichen Roboter auf der Leinwand und erschreckten ihre damaligen Zuschauer. Bereits in den 50er-Jahren wurden in diesen einstigen Science-Fiction-Visionen menschenähnliche Maschinen mit eigener Intelligenz entworfen. Diese visionären Vorstellungen jener Zeit haben tiefe Wurzeln, die bereits bei Jules Verne die Fantasie beflügelten. Entkoppelt man diese Vision von der digitalen Technologie, tritt der Gedanke maschineller „Intelligenz“ bereits in der Antike auf, zieht sich über die Jahrtausende durch die Menschheitsgeschichte vor allem europäischer und asiatischer Staaten und mündet in konkreten Entwicklungen von KI und Robotik auf Basis der digitalen Technologie mit dem Einzug des Computerzeitalters.

Die Grundlage der heutigen KI-Technologie und ihrer Konzepte basiert jedoch im Wesentlichen auf der biologischen Forschung und das immer umfassender werdende Verständnis von natürlichen neuronalen Prozessen. Aber wie ist der heutige

Entwicklungsstand und was steckt dahinter? Was ist bei diesem Thema vor allem zu beachten? Und was können neuronale Netze? Warum ist ein Netz eine so erfolgreiche Geometrie in der Informationsverarbeitung? Wie funktioniert KI und wie gelangt sie zu dem Wissen, das man von diesen Maschinen abrufen kann? Was sind die notwendigen Voraussetzungen, damit die heutige KI überhaupt entstehen kann? Wie gefährlich ist KI für uns Menschen oder unsere Gesellschaften und warum entsteht dann diese Technologie überhaupt? Wer profitiert, wer verliert? Alle diese Fragen wurden bereits gestellt und werden auch weiterhin eine öffentliche Diskussion begleiten.

Seit der Einführung von ChatGPT kreist die breite Diskussion in der Öffentlichkeit um die Auswirkungen der Technologie auf die Arbeitswelt und die Gesellschaften, also die kritischen oder dystopischen Szenarien von KI. Dabei ist offensichtlich, dass viele Kommentare, Diskutanten, Journalisten und andere Medienschaffende in den klassischen und Onlinemedien eine eher emotionale Einstellung zu der Technologie offenlegen, als eine fachlich und substanziell geprägte Informationsbasis zu entwickeln oder zu präsentieren. Deshalb möchte ich das Thema KI zur Einführung in die späteren Thesen in diesem Buch etwas genauer betrachten.

Zunächst ist bei dem Thema KI auffällig, dass zahlreiche *Begriffe* genutzt werden, die keine genaue Definition besitzen, jedoch im Umgangssprachlichen ihre Berechtigung und Wurzeln haben. Sie kommen in der Regel aus dem allgemeinen Sprachgebrauch. So umfasst z. B. der Begriff „Intelligenz“ ein weites Feld in der Wissenschaft, das erforscht wird und keine genaue Definition besitzt. Je nach Fachbereich eines Wissenschaftsbereichs können ganz unterschiedliche Auslegungen dieses Begriffs gefunden werden. Des Weiteren werden uns Begriffe wie *Daten*, *Informationen*, *Netze* und vieles Weitere begegnen, die ebenfalls unterschiedlich in den jeweiligen Wissenschaftsbereichen und vor allem in den Tech-Unternehmen, die KI entwickeln, verstanden und interpretiert werden.

Ein weiteres Feld der KI sind die *Geschäftsmodelle*. Sie bilden eine eigene Klasse in diesem Technologiebereich. Die Geschäftsmodelle bilden die eigentlichen Diskussionsräume und nicht die dahinter liegende Technologie selbst. Hier wird häufig in den Diskussionen ein „Eintopf“ an unterschiedlichen Einstellungen der Diskutanten, Interessen, Halbwissen und Zielvorstellungen für die Öffentlichkeit gebraut. Das Ergebnis sind allzu häufig abenteuerliche Prophezeiungen, also Emotionen anregende Spekulationen und wenig Verständnis um die eigentliche Technologie selbst. In diesem Hype muss man jedoch anerkennen, dass die Medienlandschaft mit ihren u. a. aus der Wissenschaft kommenden Philosophen und anderen Wissenschaftlern sowie Journalisten genau von diesen Emotionen lebt, dadurch Aufmerksamkeit generieren und damit auch ihr wirtschaftliches Überleben sichern kann. Emotionen schaffen Auflage, Klickzahlen und Einschaltquoten.

Grundsätzlich kann jedoch zunächst einmal festgehalten werden, dass KI (AI) eine *Technologieklasse* ist, so wie Rechenzentren, Digitaltechnologie, Elektromotor, Computer, Verbrenner, erneuerbare Energien, Kraftwerke etc. All diese Technologieklassen enthalten ganz unterschiedliche Technologien, in unterschiedlichen Größendimensionen und Einsatzbereichen, mit ganz spezifischen An-

passungen an die jeweiligen Anforderungen der Aufgabenstellung. Genau das Gleiche gilt auch für KI. Aus diesem Grund differenziert sich bereits die KI als Technologiekategorie in ganz unterschiedliche Modelle und Programme zum Einsatz in spezifischen Einsatzfeldern aus. Das Programm ChatGPT kann z. B. keine oder nur sehr schlecht Krebstumore oder andere Erkrankungen in Röntgen- oder Scanneraufnahmen erkennen oder neue Moleküle in der Chemie oder Biochemie entwickeln. Es ist ein generative Sprachmodell. Deshalb sind heute (Jahre 2022–2024) Diskussionen über KI auch immer Diskussionen in einem spekulativen Raum, weil keine Differenzierung in Anwendungsfelder oder die eingesetzten Techniken erfolgt, sondern die Diskussionen allzu häufig im Generellen verhaftet bleiben. Das ist auch die Grundlage für Fantasien, Spekulationen und Mythen.

Die Technologiekategorie KI lässt sich in die folgenden *Felder* aufteilen, wie die *Struktur der Technologiekategorie*, die *genutzte Technologie*, *Technologieinfrastruktur*, *Energieversorgung*, *Einsatzgebiet*, *Geschäftsmodell*, *Quelldaten*, *Technologiezugang (spezialisiert oder öffentlich)*, *Sicherheitsaspekte*, *Risikoanalysen*, *Rechtsrahmen*, *Sprach- und Kulturraum der Eingangsdaten*, *Integrations- und Dienstleistungen*. Wie an dieser kurzen Auflistung erkennbar wird, kommen Themen wie „wie KI die Welt verbessert – und verschlechtert“, oder „Auswirkungen von KI“, oder „Das Zeitalter der ...“ (beliebige Themensetzung in Assoziation mit künstlicher Intelligenz), somit was die Auswirkungen von KI sind, in meiner Auflistung nicht vor. Damit sind jedoch auch strategische Unternehmensentwicklungen, wie ein Unternehmen in Zukunft noch effizienter werden kann, in einander Themenfeld angesiedelt als in der KI-Technologiekategoriebeschreibung. So gilt KI für u. a. diese strategischen Unternehmensentwicklungen als eine Schlüsseltechnologie, deren Beweis und gesellschaftliche Einbettung/Akzeptanz jedoch noch erbracht werden muss. Das gilt vor allem dann, wenn die Propheten unserer Zeit eine Technologiekategorie über ganze Arbeitsfelder oder Berufsbereiche legen und fulminant die Folgen interpretieren und prophetisch prognostizieren. Damit ist eine genaue Abgrenzung der Technologiekategorie KI zwischen der medialen Öffentlichkeit, ihren Stimmungen, Meinungen und Prophezeiungen sowie ihren eigenen Dynamiken und einer analytischen Betrachtung dieses Technologiefeldes aufgezeigt.

4.1.1 Der lange Weg der Entwicklung

Die Entwicklungsgeschichte der maschinellen Intelligenz ist lang. Sie ist nicht nur eine rein technische und wissenschaftliche, sondern auch eine zutiefst philosophische Entwicklungsgeschichte. Die Idee, dass Maschinen in irgendeiner Form „denken“ könnten, geht weit zurück und ist eng mit der Suche nach Erkenntnis und Verständnis des eigenen Geistes verbunden. Bereits die antiken Philosophen haben darüber nachgedacht, was Intelligenz und Bewusstsein sind und ob Maschinen jemals irgendeine Form davon besitzen könnten.

Schon in der Antike träumten die damaligen Denker davon, Intelligenz künstlich erschaffen zu können. In der griechischen Mythologie konstruierte Hephaistos, der

Gott der Schmiede, mechanische Diener. Die Legende von Talos, in der ein bronzenener Riese Kreta bewachte, zeigt frühe Vorstellungen von „künstlichem Leben“. Die Philosophie der maschinellen Intelligenz behandelt Fragen des Geistes, der Wahrnehmung, des Wissens und der Realität. All diese lange zurückliegenden historischen Entwicklungen haben die moderne KI-Forschung entscheidend mit beeinflusst. Der Ursprung und die weitere Entwicklung waren geprägt von der Perspektive des menschlichen Geistes und seiner selbst, des Ichs und dem Bezug zu etwas Göttlichem. Heute scheint diese Entwicklung zu einem Höhepunkt zu gelangen, der bereits von Kritikern als Bedrohung der Menschheit angesehen wird. Der lange Weg dieser Schöpfung einer künstlichen Kreatur oder lediglich seines Geistes scheint damit noch lange nicht abgeschlossen zu sein. Wie er jedoch die Menschheit und ihre heutigen Kulturen durch die modernen Geister der KI (in Bezug der christlichen Schöpfungsgeschichte) beeinflussen wird, kann realistisch nicht vorhergesagt werden.

4.1.2 Automaten und das Denken. Der antike Ursprung der modernen KI

Bereits in der Antike wurden die ersten Gedanken dokumentiert, dass Maschinen oder Automaten menschliches Verhalten annehmen könnten. Der griechische Philosoph Aristoteles (384–322 v. Chr.) entwickelte ein frühes formales System der Logik (Syllogistik¹), das zur Grundlage für ein deduktives Schlussfolgern wurde. Aristoteles dachte nicht direkt über maschinelles Denken nach. Jedoch wurden später seine Ideen zur Logik, wie Schlussfolgerungen mechanisch durch logische Regeln erzeugt werden könnten (siehe auch den Mathematiker John Venn, 1834 bis 1923, Venn-Diagramme), eine inspirierende Quelle.

In der griechischen und römischen Antike gab es bereits das Konzept von Automaten. Diese mechanischen Geräte konnten einfache, vorhersehbare Aufgaben ausführen. Die frühen Vorstellungen von „denkenden“ Maschinen waren sehr begrenzt. Sie sollten aber die Grundlagen für spätere Überlegungen bilden, ob Intelligenz etwas rein Mechanisches oder Algorithmisches sein könnte. Diese grundsätzlichen Fragen müssen im Kontext der jeweiligen Epochen gesehen werden, in denen u. a. auch ein mechanisches Weltbild entstand bzw. vorherrschte.

Im 17. und 18. Jahrhundert gab es erste ernsthafte Versuche, Maschinen zu bauen, die im übertragenen Sinne „denken“ konnten. Der Mathematiker Blaise Pascal erfand 1642 eine mechanische Rechenmaschine² mit einfachen Funktionen zum Addieren und Subtrahieren, die die Grundlagen für spätere Entwicklungen legte. Im 18. Jahrhundert begeisterten Automaten wie der „Schachtürke“ die Massen. Ob-

¹ Siehe auch: Spektrum der Wissenschaft, <https://scilogs.spektrum.de/die-natur-der-naturwissenschaft/die-syllogismen-des-aristoteles/>, 26.11.24.

² Siehe auch: Uni Bonn, <https://www.arithmeum.uni-bonn.de/sammlungen/rechenmaschine-des-monats/archiv/04-die-rechenmaschine-von-blaise-pascal.html>, und <https://www.arithmeum.uni-bonn.de/sammlungen/rechnen-einst/17-jahrhundert.html>, 26.11.24.

wohl der Schachtürke ein Betrug war (ein Mensch versteckte sich im Inneren), zeigte er, wie fasziniert Menschen von der Idee intelligenter Maschinen waren. Charles Babbage entwarf im 19. Jahrhundert die Idee der analytischen Maschine. Sie gilt als Vorläufer der modernen Computer.

4.1.3 Der Körper als Maschine: Der cartesianische Dualismus

Im 17. Jahrhundert argumentierte der französische Philosoph René Descartes, dass der menschliche *Geist* und sein *Körper* voneinander getrennt zu verstehen sind – ein Konzept, das als *Körper-Geist-Dualismus* bekannt ist. Er sah den Körper als eine Art *mechanische Maschine*, während der Geist *eine immaterielle, denkende Substanz* zu sein schien. Obwohl Descartes betonte, dass Tiere wie Maschinen „funktionieren“ könnten, hielt er fest, dass der menschliche Geist einzigartig und nicht nachbaubar sei.

Diese fundamentale Unterscheidung zwischen mechanischem *Körper* und denkenden *Geist* beeinflusste die spätere Philosophie erheblich. Sie prägte die Vorstellung, dass, selbst wenn Maschinen wie Menschen „handeln“ könnten, ihnen dennoch ein wahrer *Geist* fehlen würde. Für Descartes blieb das Denken und die *Selbstwahrnehmung, das Ich*, eine rein menschliche Fähigkeit. Auch hier ist der Hinweis auf den zeitlichen und gesellschaftlichen Kontext wichtig. Er zeigt, wie das Denken der Menschen und ihre jeweiligen Lösungsansätze in ihre Epochen eingebettet waren und sind.

4.1.4 Die Idee der denkenden Maschine. Das Zeitalter der Aufklärung

In Zeitalter der Aufklärung des 18. Jahrhunderts begann eine intensivere philosophische Auseinandersetzung mit der Frage, ob Maschinen auch denken könnten. Die philosophisch geprägten Denker ihrer Zeit, wie Julien Offray de La Mettrie, argumentierten in Werken wie *L'Homme Machine*³ (Der Mensch als Maschine), dass der menschliche Geist selbst eine Art komplexe Maschine sei. La Mettrie vertrat eine *materialistische* Position, die Geist und Bewusstsein als Resultate biologischer und physikalischer Prozesse ansah. Dies führte zur radikalen Frage, ob eine Maschine, die ausreichend komplex ist, tatsächlich denken könnte – eine Vorahnung heutiger Diskussionen über maschinelles Bewusstsein.

Dieser sich neu entwickelnde Schwerpunkt in der philosophischen Betrachtung bestimmte die Entwicklung noch bis in das 19. und zum Teil bis in das 20. Jahrhundert. Die Perspektive aus Sicht der Philosophie wurde durch die fehlenden technischen Möglichkeiten, wie sie heute vorhanden sind, Jahrtausende lang zementiert. Erst mit der Entwicklung digitaler Technologie und die mit der Technologie reali-

³Siehe auch: Spektrum der Wissenschaft, <https://www.spektrum.de/lexikon/philosophen/la-mettrie-julien-offray-de/186>, 26.11.24.

sierte *Informationsverarbeitung* konnten Computer entwickelt werden. Damit entstand auch der bisher unbekannte Begriff der *Information, mit seinen Ableitungen wie Informatik als moderne Wissenschaftsdisziplin*. Diese neuartige technologische Entwicklung des Computers als materialistische Ausprägung eines neuen Verständnisses fundamentaler Zusammenhänge des Erkennens und des Denkens ermöglichte erst, den Jahrtausende vorherrschenden Blickwinkel verlassen zu können.

Die in der in den späteren Abschnitten präsentierte Sichtweise auf diese fundamentale Frage über das Bewusstsein wurde das über Jahrtausende zementierte Denkschema verlassen. In diesem Buch wird die Sichtweise auf künstliche Intelligenz nicht über die Frage nach einem *Bewusstsein* (biologisch vs. maschinell) betrachtet, sondern über die Frage, was eigentlich im allgemeinen *Information* ist. Diese Frage erscheint zunächst vielen trivial oder bereits geklärt. Bei der näheren Betrachtung wird jedoch deutlich, dass *Information* etwas Fundamentales ist, ähnlich wie Materie oder Energie. Damit eröffnen sich aber neue Perspektiven zu der Jahrtausende alten Fragestellung, ob maschinelles Bewusstsein möglich ist.

4.1.5 Leibniz und Kant: Logik und formales Denken

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716), deutscher Philosoph und Mathematiker, spekulierte ob menschliches Denken durch ein formales System abgebildet werden könnte. Er war davon überzeugt, dass alle Argumente, selbst ethische und ästhetische, durch eine formale Logik systematisiert werden könnten. Diese ersten Überlegungen waren eine frühe Inspiration für die Idee der symbolischen Logik und von programmierbaren Maschinen. Hier entstand der Ursprung eines formalen Algorithmus. Leibniz' Vision eines „rechnenden“ Verstandes wurde jedoch erst mit der Entwicklung der formalen Logik im 19. und 20. Jahrhundert philosophisch und technisch umsetzbar. Seine Überlegungen und die seiner Zeitgenossen waren Gedanken, die jedoch auch ein Ausdruck des Zeitgeistes waren, der von einem mechanistischen Weltbild geprägt wurde.

So vertrat der in seiner Epoche sehr einflussreiche Denker Immanuel Kant im 18. Jahrhunderts die Auffassung, dass der Mensch aufgrund seiner Fähigkeit zur Selbstreflexion und Vernunft einzigartig sei. Kant argumentierte, dass das *Erkennen* nicht nur durch Sinnesdaten, sondern auch durch den aktiven Verstand geformt wird. Maschinen, so Kant, könnten höchstens Werkzeuge sein, denen die Fähigkeit zum Selbstbewusstsein und freiem Willen fehle. Nach meiner Interpretation brachte Kant damit zum Ausdruck, dass der Mensch nicht nur aus der Ratio, sondern auch aus dem Emotionalen besteht und beides Bestandteil des Ganzen („aktiven Verstandes“) sind und sich wechselseitig beeinflussen. Diese Thesen sind heute, im Zeitalter der entstehenden KI aktueller denn je. In Anbetracht heutiger öffentlicher Diskussionen über KI scheint jedoch diese Erkenntnis verloren gegangen zu sein.

4.1.6 Erste Anfänge künstlicher Intelligenz

Bertrand Russell, Alfred North Whitehead und später Kurt Gödel öffneten mit ihren Überlegungen zur formalen Logik die Tür für eine formalisierte Untersuchung des *Denkens*. Der tatsächliche Durchbruch kam im 20. Jahrhundert. Alan Turing, britischer Mathematiker, legte in den 1930er-Jahren mit seiner „Turing-Maschine“ die theoretischen Grundlagen für unsere modernen Computer. In den 1950er-Jahren stellte er die berühmte Frage: „Können Maschinen denken?“. Alan Turing entwickelte in dieser Zeit seinen bekannten Turing-Test. Er galt lange als Prüfstein, ob eine denkende Maschine durch ihr Verhalten von einem Menschen zu unterscheiden ist. Der Test stellt einen Meilenstein in der KI-Forschung dar. Die mathematische Logik und die Arbeiten von Alan Turing in den 1930er-Jahren legten den Grundstein für die moderne Informatik und die Idee des *algorithmischen Denkens*. Der nach ihm benannte Turing-Test ist ein Gedankenexperiment, in dem untersucht wird, ob eine Maschine menschenähnliche Intelligenz simulieren kann, sodass ein menschlicher Beobachter keinen Unterschied zwischen der simulierten Intelligenz und einer tatsächlichen menschlichen Intelligenz feststellen könne.

Damit wurde der philosophische Anker in der KI-Forschung gesetzt: Können Maschinen wirklich „denken“ oder handelt es sich lediglich um ein Nachahmungsspiel, eine Denksimulation? Diese philosophische Frage bildete den Fokus der Debatten zwischen John Searle und Hubert Dreyfus. 1980 argumentierte Searles *Chinese Room Argument*,⁴ dass das Ausführen von symbolischen Operationen keine wirkliche Bedeutung oder ein Verständnis impliziere. Dreyfus zweifelte, dass Maschinen jemals die flexible und intuitive Art des menschlichen Denkens erreichen könnten, und betonte vor allem die Rolle von Erfahrung und Körperlichkeit.

In den technologieeuphorischen und visionären Jahren der 1950er, in denen die Science-Fiction ihre Blüte erlebte, fand 1956 die Dartmouth-Konferenz statt, auf der der Begriff der *Künstlichen Intelligenz* geprägt wurde. Forscher wie John McCarthy und Marvin Minsky postulierten Maschinen, die eine ähnliche Intelligenz wie Menschen entwickeln werden. Dieser Optimismus aus diesem Jahrzehnt führte zu einer Welle von wissenschaftlichen Projekten – und zu ersten Erfolgen in Form von Programmen, die Schach spielen oder mathematische Probleme lösen konnten. Zu dieser Zeit wurden Computer noch durch Lochstreifen gesteuert, speicherten ihre Daten auf einer Festplatte so groß wie eine heutige Waschmaschinentrommel und hatten eine Kapazität eines heutigen Speichersticks.

Doch die Realität war ernüchternd. In den 1970er- und 1980er-Jahren geriet die Entwicklung von KI in eine Krise, die in diesem Technologie- und Wissenschaftsfeld als *KI-Winter* bekannt wurde. Die digitalen Computer basierten auf Hardware mit geringer Leistungsfähigkeit, die Datenmengen waren sehr begrenzt und viele Versprechen der vorherigen Auguren konnten nicht eingehalten werden. Regierungen und zahlreiche Unternehmen zogen ihre Finanzierungen zurück. Die Euphorie

⁴Siehe auch: Stanford Encyclopedia of Philosophy, <https://plato.stanford.edu/entries/chinese-room/>, 26.11.24.

verschwand, doch die Grundlagenforschung ging weiter, hier vor allem auch in Deutschland und anderen europäischen Ländern.

Mit dem Beginn des neuen Jahrzehnts der 1990er-Jahre begann für die KI-Entwicklung eine neue und unerwartete Ära. Mit der rasanten Entwicklung der Hardware, dem Aufkommen von PCs, der Entwicklung von verteiltem Rechnen und parallel arbeitenden Computern auf Basis ihrer Vernetzung, konnten Fortschritte in der Rechenleistung und bei der Adressierung größerer Datenmengen es ermöglichen, dass Maschinen nicht mehr nur programmiert, sondern „trainiert“ werden konnten. Algorithmen wie neuronale Netze, die noch wenige Jahre zuvor als zu komplex für die damaligen Computer galten, konnten nun auf der neu entwickelten Computerhardware ausgeführt werden und gewannen somit an Bedeutung.

Im Jahr 1997 schlug IBM mit seiner Maschine „Deep Blue“ den Schachweltmeister Garry Kasparov. Ein Wendepunkt, der an dieser öffentlichen und PR-wirksamen Vorführung zeigte, dass Maschinen in spezialisierten Aufgaben Menschen übertreffen konnten. Doch die wahre Revolution begann in den 2010er-Jahren, als *Deep Learning* und *Big Data* auf Basis des Internets – einer extrem großen Datensammlung – möglich wurde.

Heute ist KI bereits allgegenwärtig. Systeme wie ChatGPT, autonom fahrende Autos, Bilderkennung und zahlreiche Assistentbots dringen in das Arbeitsleben und den Alltag der Menschen ein und verändern unser Leben. Firmen wie OpenAI, Google, X und DeepMind führen die Entwicklung an und setzen auf Technologien wie das *Transformermodell*, das ich im späteren kurz beschreiben werde. Durch die Entwicklung dieser neuen Modelle konnte die Sprachverarbeitung auf ein neues Niveau gehoben werden. Übersetzungen von Texten aus einer Sprache in eine andere sind damit in hoher Qualität und zu geringen Kosten möglich geworden. Die Hürden im Austausch von Informationen zwischen unterschiedlichen Sprachen werden damit kleiner.

4.1.7 Philosophische Debatten und maschinelle Intelligenz

Mit dem Erscheinen von ChatGPT in einer breiten Öffentlichkeit als frei zugängliche KI mit einer leicht zu bedienenden und multilingualen Schnittstelle, entstand ein weltweites öffentliches Interesse. In der Folge befassen sich u. a. nun auch wieder Philosophen zunehmend mit Fragen des maschinellen Bewusstseins und der Ethik in der Anwendung von KI. Themen wie der „starke KI“-Ansatz – die Idee, dass Maschinen ein echtes Bewusstsein entwickeln könnten – stehen erneut im Fokus der öffentlichen Diskussion. Während einige Philosophen wie David Chalmers die Möglichkeit von künstlichem Bewusstsein ernst nehmen, argumentieren andere, dass Bewusstsein untrennbar mit biologischem Leben verbunden ist. Diese Diskussionen halten an und müssen auch vor dem aktuellen Zeitgeist betrachtet werden.

Ethik, Datenschutz und die Angst vor dem gesellschaftlichen Kontrollverlust sind in den letzten Jahren zu intensiv diskutierten Themen herangewachsen. Wird KI uns helfen, die kleinen und größten Probleme der Welt zu lösen, oder uns in eine dystopische Zukunft führen? Philosophische und soziale Fragen fokussieren etwa

die Verantwortung für autonom handelnde Maschinen, die Gefahr von Voreingenommenheit und Diskriminierung in KI-Systemen (kulturelle KI-Prägung durch spezifische Lerndaten aus einem Kulturraum) oder die Notwendigkeit der Kontrolle und Transparenz in der Entwicklung von KI-Systemen und ihrem Einsatz in einer Gesellschaft. Diese Herausforderungen sind nicht nur technischer, sondern auch zutiefst philosophischer und sozialer Natur und erfordern eine ethische Reflexion der Auswirkungen von maschineller Intelligenz auf die Gesellschaft und das Individuum. Etwas abstrakter stellt sich die Frage nach der Integration einer *anderen Intelligenz* auf allen Ebenen einer Gesellschaft, wenn Robotik zusätzlich in dieser Diskussion berücksichtigt wird. KI mit ihren technischen Ausprägungen kann auch als fremde Intelligenz, quasi als Aliens eingestuft werden, denn sie hat keine biologische Entsprechung oder einen biologischen Ursprung auf dieser Welt. Damit verbindet sich jedoch auch die spannende Frage, ob die Zivilisationen dieser Welt Aliens in ihre innersten Bereiche integrieren können und was dann in diesen Gesellschaften sich verändern wird. Ist die Menschheit zur Integration von Aliens, die wir KIs nennen, bereit? In der erweiterten Perspektive stellt sich dann auch die Frage nach der Kontrolle dieser Technologie, dem Geschäftsmodell zur Erwirtschaftung von Profit und den neuen mannigfaltigen menschlichen und gesellschaftlichen Abhängigkeiten.

Die philosophische Betrachtung von maschineller Intelligenz zeigt, dass die Fragen nach Denken, Bewusstsein, Macht, Einfluss und Ethik weit über die technischen Aspekte hinausgehen. Die Philosophie hilft, die Grenzen und Potenziale der maschinellen Intelligenz zu verstehen und kritisch zu hinterfragen. Zusätzlich verschafft die Philosophie den Zugang zu der Frage, ob Maschinen jemals die Qualitäten des menschlichen Geistes erreichen können – oder ob sie stets nur eine Spiegelung/Simulation, aber niemals die Essenz des menschlichen Denkens darstellen werden.

Die Geschichte der KI ist ein Zeugnis menschlicher Neugier und Innovation. Von den Träumen der Antike über die Herausforderungen der Gegenwart bis hin zu den Versprechen der Zukunft. KI in ihrer Gesamtheit bleibt eines der spannendsten Kapitel der Menschheit. Frei nach Kant, eine *Selbstreflexion* einer gesamten Spezies. Während wir uns immer weiterentwickeln, stellt sich die metaphysische Frage: Werden wir die KI kontrollieren oder wird sie uns in Zukunft kontrollieren?

4.1.8 Grundlagen, Anfänge und die Zivilgesellschaften

Nach dem Ende des zweiten Weltkriegs herrschte eine weltweite Stimmung des Aufbruchs, hier vor allem in den westlichen Ländern. *Science-Fiction* wurde zu einem beliebten Thema in den Gesellschaften und schuf die Konzepte der Zukunft, auf denen heute zahlreiche Entwicklungen und „neue“ Zukunftskonzepte basieren. In dieser Zeit begannen intensive Arbeiten, Maschinen zur Problemlösung und logischem Denken zu befähigen. Die Forscher setzten dabei auf Regeln und logische Schlussfolgerungen, die als *symbolische KI* bekannt wurden. In dieser Phase entstanden auch die ersten Schachprogramme und Spracherkennungssysteme, auf die

ich bereits im vorherigen Kapitel hingewiesen habe. Dennoch stieß die symbolische KI schnell an ihre Grenzen, da die in der Regel algorithmisch basierte Programmierung komplexer Entscheidungen sehr aufwendig und schwer skalierbar war.

Die Wende kam in den 1990er-Jahren mit Fortschritten im maschinellen Lernen (ML), einem Teilgebiet der KI, das Maschinen erlaubt, aus *Daten zu lernen*, anstatt sie explizit zu programmieren! Insbesondere die Entwicklung von Algorithmen wie *Entscheidungsbäumen*, *neuronalen Netzwerken* und *Support Vector Machines* führten zu einem neuen Aufschwung der KI. Mit der exponentiellen Zunahme der *Rechenleistung* und der *Verfügbarkeit* großer *Datenmengen* konnten diese Methoden in der Praxis angewandt und optimiert werden. Es entstanden die ersten Geschäftsmodelle, um Investitionen in die Entwicklung rechtfertigen zu können. Maschinelles Lernen ermöglichte es Maschinen, Muster in Daten zu erkennen und Entscheidungen auf Grundlage dieser Muster zu treffen. „Expertensysteme“ für die Fertigungskontrolle, aber auch im Bankenwesen zur Unterstützung von Trading-Systemen an Aktienbörsen profitierten von dieser Entwicklung.

Seit den 2010er-Jahren ist das *Deep Learning*, eine Unterkategorie des maschinellen Lernens, die auf künstlichen neuronalen Netzwerken basiert, ein entscheidender Faktor für den Fortschritt in der Entwicklung von KI. Durch die Strukturierung neuronaler Netzwerke in zahlreiche Schichten, die sogenannten tiefen Schichten, kann KI äußerst komplexe Muster erlernen und *erkennen*. Diese Technik führte zu beeindruckenden Ergebnissen in Bereichen wie Spracherkennung, Bildverarbeitung und dem *Natural Language Processing* (NLP).

Mit dem Konzept des *Deep Learning* wurden auch die sogenannten *generativen Modelle* entwickelt, wie z. B. die *generativen adversarialen Netzwerke* (GANs) und *Transformermodelle*. Sie haben das Feld auf revolutionäre Weise verändert und neue Anwendungsmöglichkeiten geschaffen, von der Erstellung realistischer Bilder und Videos bis hin zur maschinellen Textgenerierung und sinnhaften Übersetzung aus anderen Sprachen.

Heute ist KI in fast allen Lebensbereichen mithilfe digitaler Technologie und einer weltweiten Informationsinfrastruktur zu finden, sei es bei Empfehlungen für die Einstellung von Menschen in einen Arbeitsplatz, bei der Rekrutierung von Arbeitskräften und der Bewertung von Bewerbungen in einem Unternehmen, der Medizin, der Forschung, der Wetterprognose, der Robotik oder autonom fahrender Fahrzeuge. Ein wenig in der Öffentlichkeit beachtetes Einsatzfeld ist jedoch auch die Kriminalitätsbekämpfung, aber auch die Entwicklung neuer Straftaten, die KI gestützte Kriegsführung und Kriegssimulation, die Ausbildung von Militärangehörigen in Simulatoren oder die Entwicklung autonom tötender Waffensysteme. Systeme wie Chatbots, Sprachassistenten oder Bilderkennungssoftware gehören mittlerweile zum Alltag. Die Entwicklung von KI ist jedoch auch mit Herausforderungen und ethischen Fragen verbunden, etwa bezüglich Datenschutz, Transparenz, Fairness und Kontrolle.

KI hat das Potenzial, viele Bereiche aller Gesellschaften auf der Welt nachhaltig zu verändern und neue Möglichkeiten zu schaffen, aber auch Risiken und Verantwortlichkeiten neu zu strukturieren. Zukünftige Innovationen könnten die Entwicklung einer „*starken oder globalen KI*“ vorantreiben, einer Form der KI, die