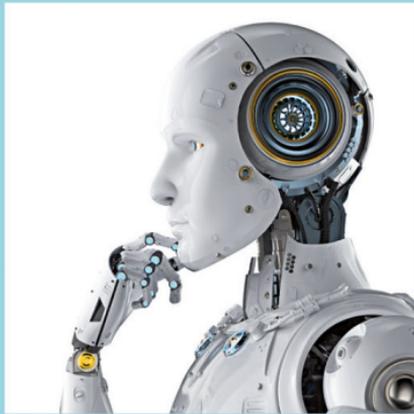


■ WISSEN

C.H.BECK

Manuela Lenzen

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



Fakten, Chancen, Risiken

Künstliche Intelligenz steht für das Projekt, intelligente Maschinen zu entwickeln, künstliche Systeme, die selbständig Probleme lösen, die lernen und sich verbessern können. Mit diesem Projekt verbinden sich große Hoffnungen und ebenso große Befürchtungen, von Durchbrüchen in der medizinischen Forschung auf der einen bis zur Machtübernahme der Roboter auf der anderen Seite. Dieser Band präsentiert einen realistischen Blick. Manuela Lenzen beschreibt die Grundlagen, die Möglichkeiten und Grenzen der Künstlichen Intelligenz, ihre wichtigsten Einsatzmöglichkeiten und bereits eingetretene oder anstehende Folgen. Die KI-Forschung steht noch am Anfang. Die Weichen für die Nutzung ihrer Ergebnisse aber müssen wir heute stellen.

Manuela Lenzen hat in Philosophie promoviert und schreibt als freie Wissenschaftsjournalistin über Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und Kognitionsforschung. Bei C.H.Beck ist von ihr lieferbar: *Künstliche Intelligenz. Was sie kann & was uns erwartet* (5. Auflage 2023) sowie *Der elektronische Spiegel. Menschliches Denken und künstliche Intelligenz* (2. Auflage 2024).

Manuela Lenzen

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Fakten, Chancen, Risiken

C.H.Beck

Die erste Auflage dieses Buches erschien 2020.

2., aktualisierte Auflage. 2024

Originalausgabe

© Verlag C.H.Beck oHG, München 2014

Alle urheberrechtlichen Nutzungen bleiben vorbehalten.

Der Verlag behält sich auch vor, Vervielfältigungen dieses Werks
zum Zweck des Text and Data Mining vorzunehmen.

Reihengestaltung Umschlag: Uwe Göbel (Original 1995, mit Logo),
Marion Blomeyer (Überarbeitung 2018)

Umschlagabbildung: Android/© Shutterstock

Satz: C.H.Beck.Media.Solutions, Nördlingen

ISBN Buch 978 3 406 81556 0

ISBN eBook (epub) 978 3 406 81557 7

ISBN eBook (PDF) 978 3 406 81558 4

Die gedruckte Ausgabe dieses Titels erhalten Sie im Buchhandel
sowie versandkostenfrei auf unserer Website

www.chbeck.de.

Dort finden Sie auch unser gesamtes Programm
und viele weitere Informationen.

Inhalt

Einleitung	7
1. Was ist Künstliche Intelligenz?	10
Die Krux mit der Intelligenz	12
Digitalisierung und Big Data	15
Künstliche und natürliche Intelligenz	16
2. Ein Ausflug in die Geschichte	18
3. Ein Blick in das Gehäuse	25
4. Der Werkzeugkasten der Künstlichen Intelligenz	29
Der Algorithmus	29
Repräsentieren, suchen, schließen	30
Wie Maschinen lernen	33
<i>Aus dem Zoo der Lernverfahren</i>	35
<i>Lernen mit Künstlichen Neuronalen Netzen</i>	37
<i>Leichter lernen</i>	43
<i>Schwarz und Weiß macht Grau: Hybride Systeme</i>	48
<i>Generative Systeme</i>	49
<i>Der Siegeszug der Transformer</i>	49
5. Probleme und Risiken der lernenden Algorithmen	51
Daten, Daten, Daten	51
Vorurteile	52
Die Black Box	54
Seltsame Fehler	56
Halluzinationen	57
6. Eine kleine Philosophie der Künstlichen Intelligenz	58
Der elektronische Spiegel	59

Die Sache mit dem Bewusstsein	60
... und die mit der Moral	62
Künstliche Kreativität	65
7. Künstliche Intelligenz praktisch	68
Künstliche Intelligenz in der Wissenschaft	68
<i>Daten – ein schwieriger Rohstoff</i>	76
Roboter	79
Autonome Waffensysteme	85
Künstliche Intelligenz für Umweltschutz und Nachhaltigkeit	88
Künstliche Intelligenz in der Arbeitswelt	93
Mensch und Maschine: Verwirrende Begegnungen . . .	99
8. Fakes, Filterblasen und falsche Versprechen	104
9. Wer kontrolliert die Künstliche Intelligenz?	112
10. Ein Blick nach vorn	117
Keine Superintelligenz in Sicht	118
Wo sind unsere Träume?	121
 Anmerkungen	 124
Literatur	127

Einleitung

Intelligente Maschinen, die uns anstrengende, langweilige oder gefährliche Arbeiten abnehmen, mit denen wir sprechen können, die uns bedienen oder beschützen, Maschinen, die ein bisschen so sind wie wir – davon träumen Menschen seit der Antike. Doch erst in den 1950er Jahren ist eine Disziplin entstanden, die uns der Realisierung dieses Traums ein Stück weit näher bringt: die «Künstliche Intelligenz», KI.

Die längste Zeit zog sie nur sporadisch größere Aufmerksamkeit auf sich, wenn Forscher*innen einen interessanten Roboter oder ein frühes Dialogsystem präsentierten. In den letzten Jahren nun haben die Digitalisierung und die Entwicklungen auf dem Gebiet der Computertechnik und des maschinellen Lernens zu rasanten Fortschritten und einem Boom marktfähiger Produkte geführt. Ob Privatleben oder Arbeitswelt, Schule, Wissenschaft oder Politik, Rechtswesen, Kommunikation, Einkaufen oder Verkehr – an kaum einem Bereich geht diese Entwicklung spurlos vorüber.

Algorithmen sortieren, klassifizieren, verknüpfen und durchsuchen Daten und stellen Prognosen über zukünftige Entwicklungen. Wir haben mit ihnen zu tun, wenn wir im Internet eine Suche starten, wenn wir Sprachmodelle Texte schreiben oder verbessern lassen, das Handy als Dolmetscher verwenden, wenn wir eine Hotline anrufen, einen Kredit beantragen, und immer häufiger auch, wenn wir uns auf einen Job bewerben. Wetterprognosen greifen auf KI-Verfahren ebenso zurück wie manche Sportberichterstattung, die Lagerlogistik ebenso wie die Polizei, und aus der medizinischen Forschung ist KI schon lange nicht mehr wegzudenken. Manchmal ist gar von einer Revolution die Rede, deren Anfänge wir gerade erlebten, ausgelöst durch Digitalisierung und Künstliche Intelligenz.

Mit den Möglichkeiten, die die Künstliche Intelligenz bietet,

verbinden sich große Hoffnungen und ebenso große Befürchtungen: Mithilfe von lernenden Algorithmen könnten wir ein viel tieferes Verständnis der Welt erlangen, indem sie uns Muster zeigen, die uns sonst in der Überfülle der Informationen verborgen blieben. Mit ihrer Hilfe könnten individualisierte Therapien entwickelt, die Auswertung wissenschaftlicher Daten verbessert, die Umwelt enger überwacht, der Straßenverkehr besser geregelt, die Landwirtschaft ressourcenschonender organisiert und die Stromversorgung effizienter koordiniert werden. Zudem könnten neue Modelle des Austauschs von Wissen, des Zusammenlebens und der demokratischen Partizipation entstehen, die Arbeitszeit für alle kürzer und das Leben insgesamt besser, gesünder und angenehmer werden. Vielleicht, so ist bisweilen zu lesen, ist die intelligente Technik sogar die einzige Möglichkeit, mit Herausforderungen wie dem Klimawandel, der Organisation von Megacitys und der Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung zurechtzukommen.

Kritiker*innen befürchten hingegen, die neue Technologie werde uns vor allem mehr Überwachungs- und Manipulationsmöglichkeiten bescheren, ohnehin bestehende Monopole vergrößern, die Arbeitslosigkeit erhöhen, dazu beitragen, dass demokratische Verfahren immer mehr unterlaufen werden, das Ende des Solidarprinzips in den Versicherungen mit sich bringen und die soziale Spaltung vertiefen. Vielleicht könne die intelligente Technik uns eines Tages gar überflügeln, sich selbständig machen und sich im schlimmsten Fall gegen uns wenden.

Tatsächlich hat die Künstliche Intelligenz wie kaum eine andere Technologie das Potential, uns zu verwirren: Unweigerlich blicken wir durch die Brille all der Science-Fiction, die wir gesehen oder gelesen haben, auf Algorithmen, Chatbots und Roboter. Und diese Geschichten sind voll von menschenähnlichen Automaten, die ihrem Schöpfer über den Kopf wachsen und sich gegen ihn wenden, und von den Irritationen, die entstehen könnten, wenn Mensch und menschenähnliche Maschine sich begegnen. Da geht es um Maschinen, die irrtümlich für Menschen gehalten werden (und umgekehrt), um Maschinen, die plötzlich zu Bewusstsein kommen, um Menschen, die sich in

den als Haussklaven gekauften Roboter verlieben, und so fort. Diese Brille lässt uns in den Produkten der KI-Forschung leicht mehr erkennen, mehr erhoffen und mehr befürchten, als die Technik derzeit realisieren kann.

Zudem hat die Evolution uns nun einmal so eingerichtet, dass wir eher zu schnell als zu zögerlich Maschinen, die sprechen, die herumgehen oder mit den Augen rollen, menschenähnliche Eigenschaften zuschreiben: Wünsche, Pläne und Absichten, vielleicht auch Bewusstsein und Gefühle. Und auch der so griffige wie werbewirksame (dabei aber alles andere als unumstrittene) Name des Unternehmens «Künstliche Intelligenz» rückt die Technik zu nah an den Menschen heran.

Diese Faktoren tragen dazu bei, dass wir uns leicht darüber täuschen, womit wir es bei der Künstlichen Intelligenz zu tun haben, was sie leisten kann und wann sie überfordert ist.

Die KI-Forschung hat in den letzten Jahren und Jahrzehnten mächtige Werkzeuge entwickelt, die zahlreiche neue Möglichkeiten eröffnen, und Systeme, die unsere eigenen Fähigkeiten in manchen Bereichen längst übertreffen. Die Frage, wie Maschinen herzustellen wären, die so intelligent sind wie wir, ist allerdings noch lange nicht beantwortet.

Gerade weil diese Technologie uns so leicht verwirrt, ist es wichtig, sie realistisch einzuschätzen: Denn was wir den KI-Systemen zutrauen, entscheidet mit darüber, wo sie zum Einsatz kommen, wie wir sie kontrollieren und wie weit wir uns auf ihre Ergebnisse verlassen. Es macht einen Unterschied, ob wir uns einer, wenn auch künstlichen, «Intelligenz» gegenübersehen oder lediglich einem «Entscheidungsunterstützungssystem».

Die KI zu überschätzen kann dazu führen, dass Systeme in Bereichen eingesetzt werden, in denen sie überfordert sind, und dort Schaden anrichten. Es kann auch dazu führen, dass auf die große Euphorie, die wir gerade erleben, eine – ebenso übertriebene – Enttäuschung folgt. In der Geschichte der Künstlichen Intelligenz sind solche Phasen als «KI-Winter» bekannt, Zeiten, in denen Forschungsgelder massiv gekürzt wurden, weil sich zu vollmundige Versprechungen nicht einlösen ließen. Käme es zu einem erneuten «Wintereinbruch», könnten wichtige Entwick-

lungen ausgebremst und Chancen vergeben werden. Die KI zu unterschätzen kann hingegen bedeuten, die rasanten Veränderungen, die durch diese Technologie auf uns zukommen, nicht ernst zu nehmen und ihre Gestaltung und auch ihre Regulierung zu vernachlässigen.

Dieses Buch soll einer realistischen Perspektive den Boden bereiten. Nicht alles, was derzeit als «smart» verkauft wird, hat mit Künstlicher Intelligenz zu tun. Ein Computerprogramm oder eine Internetverbindung machen noch kein intelligentes System, Digitalisierung und Künstliche Intelligenz sind nicht dasselbe, und auch Big Data hat zwar mit KI zu tun, bezeichnet aber etwas anderes. Auf den folgenden Seiten werden die Grundlagen, die Möglichkeiten und Grenzen der Künstlichen Intelligenz, die wichtigsten Einsatzmöglichkeiten ihrer Produkte und bereits eingetretene oder anstehende gesellschaftliche Auswirkungen beschrieben. Denn auch wenn die KI-Forschung noch am Anfang steht und ihre Produkte auf absehbare Zeit nicht so intelligent sein werden wie wir: Die Auswirkungen ihres Einsatzes sind bereits massiv. Die Weichen für die sinnvolle Nutzung der KI müssen wir heute stellen.

1. Was ist Künstliche Intelligenz?

«Künstliche Intelligenz ist die Wissenschaft von der Entwicklung und Herstellung intelligenter Maschinen, vor allem von Computerprogrammen. Sie ist mit dem ähnlichen Projekt verwandt, Computer zu verwenden, um die menschliche Intelligenz besser zu verstehen, aber KI muss sich nicht auf Methoden beschränken, für die es biologische Vorbilder gibt.»¹ So fasste der amerikanische Informatiker und Pionier der KI-Forschung John McCarthy das Anliegen der KI so knapp wie treffend zusammen.

Künstliche Intelligenz steht nicht für eine bestimmte Technologie, sondern für ein Projekt, von dem nicht recht klar ist, was

es genau umfasst und auf welchem Weg man es verwirklichen kann. Es umfasst ein ganzes Bündel unterschiedlicher und immer wieder weiter oder neu entwickelter Verfahren. Es ist also irreführend, von «der KI» oder «einer KI» zu sprechen, wenn man ein System meint, in dem auch, aber meistens nicht ausschließlich, Verfahren aus dem Werkzeugkasten der KI-Forschung zum Einsatz kommen.

Akademisch gesehen ist die KI-Forschung ein Teilgebiet der Informatik, denn andere Möglichkeiten, künstliche intelligente Systeme zu bauen, als mithilfe von Software, Computern und Robotern sind derzeit nicht in der Diskussion. In den allermeisten Fällen geht es dabei nicht darum, ein Gehirn nachzubauen. Wie es in der Definition von McCarthy heißt, kann sich die KI-Forschung an natürlichen Systemen orientieren, kann aber auch ganz andere Wege beschreiten, die effizienter sind oder sich leichter realisieren lassen.

In KI-Projekten kooperieren Forscherinnen und Forscher aus ganz verschiedenen Disziplinen: Außer der Informatik und den Ingenieursdisziplinen sind Fachleute aus Mathematik und Psychologie, Biologie, Linguistik, Neurowissenschaften, Philosophie und Ethnologie beteiligt.

Sie arbeiten daran, Systeme zu entwickeln, die Sprache verschriftlichen, Sätze analysieren und Fragen zum Inhalt eines Textes beantworten können; die Dolmetschen und Übersetzen. Sie arbeiten an Systemen, die erkennen, was auf Bildern zu sehen ist, die Bilder sortieren und vergleichen und die selbst neue Bilder generieren können. Sie arbeiten an Systemen, die Menschen bei Entscheidungen unterstützen, indem sie große Mengen an Daten – Bilder, Tondokumente, Texte – durchforsten und wichtige Informationen herausheben; an Systemen, die simulieren, welche Auswirkungen eine Entscheidung hätte; an Verfahren, unser Wissen über die Welt für diese Systeme lesbar zu machen und neues Wissen aus bereits Bekanntem zu destillieren; an Systemen, die in großen Datenmengen selbständig interessante Muster finden; an Systemen, die selbst Computerprogramme oder Teile davon erstellen; an Robotern, die sich immer flexibler und selbständiger in der Welt bewegen – und bisweilen

auch an dem großen Projekt, eine Maschine zu bauen, die so flexibel, so vielseitig und intelligent ist wie wir.

Es hat sich eingebürgert, eine solche Maschine als «starke» oder «allgemeine» Künstliche Intelligenz zu bezeichnen und sie von «schwacher KI» zu unterscheiden. Schwach intelligent sind demnach Systeme, die lediglich eine bestimmte Aufgabe, etwa das Übersetzen, bewältigen. Der allergrößte Teil der KI-Forschung und -Produktentwicklung zielt auf solche schwach intelligenten Systeme.

Die Krux mit der Intelligenz. Ein Problem mit der oben zitierten Definition von Künstlicher Intelligenz ist allerdings der Begriff der Intelligenz selbst. Was Intelligenz ist, ob natürliche oder künstliche, ist alles andere als klar. McCarthy bestimmte sie etwa nebulös als den berechenbaren Teil der Fähigkeit, in der Welt Ziele zu erreichen, und gestand zu, wir könnten nicht angeben, welche der Prozesse, die ein solches zielgerichtetes Handeln ermöglichen, intelligent genannt werden sollten. Weil nicht klar ist, was Intelligenz genau bedeutet, ist auch unklar, wann ein künstliches System als intelligent gelten kann. Marvin Minsky, ein weiterer Pionier der KI, hat vorgeschlagen, ein Programm dann als intelligent zu bezeichnen, wenn es etwas leistet, wozu ein Mensch Intelligenz benötigt. Doch auch das hilft nicht wirklich. Denn ein Mensch benötigt für fast alles, was er tut, Intelligenz. Man würde einen Taschenrechner nicht als intelligent bezeichnen wollen, nur weil ein Mensch Intelligenz benötigt, um eine Divisionsaufgabe zu lösen.

Ein anderes bekanntes Verfahren, um intelligente Maschinen zu identifizieren, ist der Turing-Test. Dabei kommuniziert ein Mensch über eine Tastatur mit einem Menschen und einer Maschine, ohne zu wissen, wer wer ist. Nach der Idee des britischen Mathematikers Alan Turing, der dieses zuerst «Imitationsspiel» genannte Verfahren erdacht hat, soll ein System dann als intelligent gelten, wenn der Mensch es für eine gewisse Zeit für einen Menschen hält.

Dies ist allerdings ein sehr subjektives Maß und bis heute umstritten. Zum einen haben sich in der Geschichte des Turing-

Tests weniger besonders kluge Systeme hervorgeraten, sondern solche, die gut bluffen können. Systeme also, die die Situation so definieren, dass der Mensch die Fehler der Maschine entschuldigt. So wurde etwa «Eugene Goostman», ein System, das sich 2014 in einem Turing-Test ganz gut hielt, als ein fünfzehnjähriger Junge präsentiert, der nur schlecht Englisch spreche. Seit die auf großen Sprachmodellen beruhenden Chatbots wie ChatGPT oder Bard auf dem Markt sind, ist es für Laien deutlich schwieriger geworden, ein Programm von einem Menschen zu unterscheiden. Fachleute hingegen wissen, wie sie fragen müssen, um ein System an seine Grenzen zu bringen. Das Interesse am Turing-Test hat mit den Fortschritten dieser Systeme deutlich abgenommen. Auch der Loebner-Preis, mit dem seit 1991 das jeweils überzeugendste Chatprogramm ausgezeichnet wurde, wird seit 2019 nicht mehr ausgelobt. Ob man die Chatbots als intelligent bezeichnen sollte, ist hingegen noch immer umstritten. Wie sie sich in einem Dialog halten, scheint doch nicht das entscheidende Kriterium zu sein.

Kann ein Chatbot als intelligent gelten, der zwar in Gesprächen manchmal so menschlich wirkt, dass manche Bewusstsein und Emotionen in dem System zu entdecken meinen, dass aber auch immer wieder einmal kuriose Fehler macht, die zeigen, dass es ganz grundlegende Zusammenhänge nicht verstanden hat? Oder käme für diesen Ehrentitel vielleicht eher ein Fahrzeug infrage, das sich mithilfe seiner Karten und Sensoren einen Weg durch die Stadt sucht? Auf diese Fragen gibt es keine eindeutige Antwort. Vielmehr zeigt sich immer wieder ein paradoxes Phänomen: Wenn ein künstliches System eine Leistung erbringt, für die ein Mensch als intelligent gelten würde, wird dies gern als durch einen «bloßen Mechanismus» bewirkt abgetan. Bisweilen sind Menschen enttäuscht, wenn sie erfahren, wie ein Algorithmus, etwa ein Entscheidungsbaum (siehe S. 31), funktioniert. Was nachvollziehbar ist, erscheint nicht mehr intelligent. Dies könnte freilich bedeuten, dass wir es aus rein begrifflichen Gründen nie zu künstlicher Intelligenz bringen werden.

Alan Turing hielt sich mit der Frage, wann eine Maschine denn nun als intelligent gelten sollte, nicht lange auf – und so