



Künstliche Intelligenz

Gerhard Lakemeyer

Zum Mitnehmen

- Die KI-Forschung erzielt seit Ende der 1990er Jahre enorme Fortschritte. Erfolge sind vor allem im maschinellen Lernen und im Bereich der Mustererkennung zu verzeichnen. KI-Systeme sind in der Lage, sehr große Datenmengen zu verwerten.
- Für die nächsten Jahre sind weitere Fortschritte in Grundlagenforschung und Anwendung zu erwarten. KI wird in vielen Lebensbereichen zur Selbstverständlichkeit werden. Eine „Superintelligenz“, die die Menschheit gefährden könnte, ist in absehbarer Zeit nicht zu befürchten.
- Deutschland gehört im Hinblick auf KI zur Spitzengruppe weltweit. Sowohl Forschung als auch Anwendung sind leistungs- und wettbewerbsfähig. Die Förderung von KI sollte sich auf neue Themenfelder konzentrieren, die noch nicht alleine von der Wirtschaft getragen werden können.
- Zu den vorrangigen politischen Handlungsfeldern gehören: Forschungsförderung in neuartigen Themenfeldern, Datenschutz, ethische und gesellschaftliche Fragen sowie neue Konzepte für die künftige Arbeitswelt.

INHALT

2 | Was ist Künstliche Intelligenz?**2 | Stand der Forschung und der Anwendung****4 | Der KI-Standort Deutschland im Vergleich mit anderen Ländern****4 | Chancen und Risiken****5 | Politischer Handlungsbedarf**

Was ist Künstliche Intelligenz?

Der Begriff Künstliche Intelligenz (KI) geht zurück auf das Jahr 1956 und die berühmte Dartmouth-Konferenz im US-Bundesstaat New Hampshire – ein Treffen von zehn Wissenschaftlern, die der KI nicht nur ihren Namen gaben, sondern sie auch als wissenschaftliche Disziplin begründeten. Zu ihnen gehörten u. a. John McCarthy, Marvin Minsky, Herb Simon und Allen Newell, die heute weithin als Väter der KI gelten und das Forschungsgebiet über viele Jahrzehnte prägten. Aber was ist KI eigentlich? Eine präzise Antwort ist nicht einfach, da man sich um Analogien zur menschlichen Intelligenz bemühen muss, für die es ebenfalls keine klare, eindeutige Definition gibt. Leichter wird es, wenn man sich die Ziele der KI-Forschung anschaut. Zumeist geht es darum, Systeme zu entwickeln, deren Verhalten wir als intelligent bezeichnen würden. Am deutlichsten wird das an Spielen wie Schach und Go: Die heutigen Programme sind menschlichen Spielern weit überlegen. Auch in der Robotik ist man bemüht, den Maschinen zielgerichtetes, rationales Handeln beizubringen. Neben allgemeinem intelligentem Verhalten finden KI-Methoden auch in sehr speziellen Kontexten Anwendung, etwa in der Übersetzung natürlicher Sprache oder der Objekterkennung auf Bildern, eine Fähigkeit, die wir Menschen mühelos beherrschen. Wichtig ist, dass es der KI-Forschung in der Regel nicht darum geht, die Verarbeitungsweise des menschlichen Gehirns nachzuahmen. Der Fokus liegt darauf, Systeme zu bauen, die sich, von außen betrachtet, so verhalten, dass sie menschlichen Fähigkeiten ähneln oder ihnen sogar überlegen sind. Schließlich sollte darauf hingewiesen werden, dass KI nicht gleichzusetzen ist mit Autonomie. Kurz gesagt: Es ist möglich, Maschinen zu bauen, die autonom agieren, sich aber nicht unbedingt intelligent verhalten.

Stand der Forschung und der Anwendung

Bis zur Jahrtausendwende war die KI im Wesentlichen eine akademische Disziplin mit mäßigen, oft belächelten Erfolgen. Ein erster medienwirksamer Durchbruch gelang 1997, als das von IBM entwickelte Schachprogramm Deep Blue den damaligen Schachweltmeister Kasparov besiegte. Mittlerweile sind Menschen gegen Schachprogramme, die auf herkömmlichen PCs laufen, chancenlos. Überraschend war auch der Erfolg des von Google DeepMind entwickelten Programms AlphaGo, das 2016 Lee Sedol, einen der weltbesten Go-Spieler, 4:1 besiegte. Die meisten KI-Experten gingen zuvor davon aus, dass ein solcher Durchbruch erst etwa zehn Jahre später zu erwarten sei. Selbst beim Pokerspielen sind Maschinen den Menschen inzwischen überlegen.

Auch wenn Erfolge der KI im Schach oder Go Laien und Fachleute faszinieren, liegen ihre gesellschaftlich und wirtschaftlich relevanten Fortschritte auf anderen Gebieten. Dazu zählt nicht zuletzt der Bereich der Mustererkennung. Insbesondere die Objekterkennung auf Bildern und Videos wurde in den letzten Jahren durch Deep Learning, eine Methode des maschinellen Lernens basierend auf künstlichen neuronalen Netzen, geradezu revolutioniert. Entscheidend dafür war vor allem die Verfügbarkeit riesiger Datenmengen und leistungsfähiger Computer, die es erlaubt, diese neuronalen Netze mit Millionen von Daten zu trainieren. Dieselben Verfahren werden mittlerweile ähnlich erfolgreich bei der maschinellen Sprachübersetzung eingesetzt. Es steht zu erwarten, dass man sich in wenigen Jahren der Qualität menschlicher Übersetzungen angenähert hat.

Nach dem Erfolg mit Deep Blue gelang IBM 2011 ein weiterer Coup: In der Quiz-Show Jeopardy! trat der Computer Watson gegen Menschen an, die zu den besten Spielern dieser Quiz-Show gehörten, und gewann. Interessant dabei ist die Vorge-

Fortschritte in der Mustererkennung

Maschinelles Lernen

hensweise Watsons, sich bei der Beantwortung von Fragen auf Informationen zu stützen, die das Internet auf unzähligen Webseiten zur Verfügung stellt. Dabei kommt eine Vielzahl von Methoden zum Einsatz, von der Verarbeitung natürlicher Sprache über maschinelles Lernen bis hin zu Methoden der Wissensrepräsentation und logischer Inferenz. Auch wenn es sich bei Watson zunächst wiederum „nur“ um ein Spiel handelte, liegen die potentiellen kommerziellen Einsatzmöglichkeiten auf der Hand, da die Technologie selbstverständlichen Zugriff auf Expertenwissen erlaubt: etwa bei der Beantwortung medizinischer Fragen oder den Recherchen von Rechtsanwaltsgehilfen. Ähnlich wie Watson verfahren auch sprachgesteuerte persönliche Assistenten wie Apples Siri oder Amazons Alexa.

Seit das Fahrzeug Stanley von der Universität Stanford im Jahr 2005 die DARPA Grand Challenge gewann und ohne menschliche Hilfe 200 Kilometer durch die Mojave-Wüste Kaliforniens fuhr, ist autonomes Fahren in aller Munde. Mittlerweile arbeiten alle großen Autohersteller an dieser Technologie, und es ist ein regelrechter Wettlauf entstanden, als erster ein marktreifes System vorzustellen. Auch hier spielen KI-Methoden eine wichtige Rolle, insbesondere maschinelles Lernen, aber auch statistische Verfahren zur Umgebungserkennung und Navigation.

Robotik und KI

Was die Entwicklung von Robotern anbelangt, sind die Fortschritte noch durchwachsen. Unbestritten haben Industrieroboter seit langem Einzug in Fabriken gehalten und tragen entscheidend zur Automatisierung und Produktivitätssteigerung bei. Aber hier handelt es sich in der Regel nicht um KI-Systeme, da Industrieroboter, wie sie etwa bei der Autoherstellung eingesetzt werden, mit starren Verhaltensmustern fest programmierten Arbeitsabläufen folgen. Roboter, die in menschlichen Umgebungen operieren, sind noch wenig ausgereift. Ein Problem besteht darin, dass Orte, an denen sich Menschen aufhalten, aber auch die Natur, so vielfältig und ungeordnet sind, dass sich Roboter nur schwer zurechtfinden, geschweige denn sinnvoll agieren können. Das heißt nicht, dass es hier keine Fortschritte gibt, im Gegenteil, aber sie sind eher inkrementell und weitgehend auf Laborumgebungen beschränkt.

Superintelligenz in weiter Ferne

Betrachtet man den derzeitigen Stand der KI-Forschung, ist das Bild gemischt. Auf der einen Seite gibt es eindrucksvolle Fortschritte bei der Mustererkennung, die vor allem auf Durchbrüchen im Bereich des maschinellen Lernens (Stichwort: Deep Learning) beruhen. Beeindruckend sind auch die Leistungen von Frage-Antwort-Systemen wie Watson und autonomen Fahrzeugen, die auf einer Kombination zahlreicher KI-Techniken und einer gehörigen Portion Ingenieurskunst basieren. Weit weniger verstanden sind Probleme von Maschinen, die über einen längeren Zeitraum rationale Entscheidungen treffen müssen – vor allem in unvorhersehbaren Situationen. Wir lösen Probleme oft mit dem gesunden Menschenverstand. Bislang ist es jedoch nicht gelungen, einer Maschine Vergleichbares mitzugeben. Entwicklungen, Maschinen ethisches Handeln beizubringen, stecken noch in den Kinderschuhen, und es steht in den Sternen, wann es Maschinen mit echten Emotionen oder gar Bewusstsein geben wird. Mit anderen Worten: Wir sind noch weit davon entfernt, Maschinen mit dem Menschen vergleichbarer oder gar überlegener Intelligenz auszustatten. Auch wenn Persönlichkeiten wie Steven Hawking, Elon Musk oder Bill Gates dies in den Medien zum Teil anders darstellen und bereits vom drohenden Untergang der Menschheit durch die KI sprechen.

Der KI-Standort Deutschland im Vergleich mit anderen Ländern

Deutschland in der
Spitzengruppe

Die USA sind unbestritten die Nummer Eins in der KI, sowohl in der Forschung als auch in der industriellen Anwendung. Deutschland gehört mit etwas Abstand auf die USA zu den maßgeblichen KI-Nationen, vergleichbar etwa mit Großbritannien, Frankreich, Italien und Kanada. Japan ist zwar führend im Bereich Robotik, interessanterweise spielt KI bislang eine eher untergeordnete Rolle. China hat dagegen in den letzten zehn Jahren dramatisch aufgeholt und ist auf internationalen Konferenzen, insbesondere im Bereich des maschinellen Lernens, stark vertreten. Während Deutschland insgesamt an die Forschungsstärke der USA in der KI nicht heranreicht, so zählt es doch in Teilen zur Weltspitze, etwa in der symbolischen Wissensverarbeitung, wie dem semantischen Web oder automatischem Planen, aber auch in der Sprachverarbeitung, dem maschinellen Lernen und der Robotik.

Leistungsfähig in
Grundlagenforschung
und Anwendung

Neben der Grundlagenforschung an deutschen Universitäten hat sich auch die angewandte Forschung in der KI einen exzellenten Ruf erworben, nicht zuletzt durch das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) und Fraunhofer Institute FIT (Fraunhofer Institut für Angewandte Informations-Technologie) und IAIS (Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme). Fand die KI in der Wirtschaft bis vor etwa zehn Jahren kaum Beachtung, wenden heute fast alle großen Unternehmen, einschließlich der Banken und Versicherungen, KI-Methoden an oder sind an ihnen sehr interessiert. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren noch verstärken. Mittelständische Unternehmen haben noch Nachholbedarf, aber das liegt auch daran, dass die Zahl der KI-Experten begrenzt ist.

Chancen und Risiken

Diagnosesysteme

Den bisherigen Erfolgen der KI werden mit Gewissheit weitere folgen. Wir stehen erst am Anfang einer Entwicklung, deren Auswirkungen wir nur in Ansätzen abschätzen können. Insbesondere die Verfügbarkeit sehr großer Datenmengen wird es ermöglichen, lernende Systeme zu erstellen, die in der Lage sind, in vielen Bereichen Entscheidungen zu treffen, die qualitativ den Entscheidungen von Menschen in nichts nachstehen oder sie sogar übertreffen. Dies kann sehr segensreich sein, etwa in der Medizin. So wird es voraussichtlich bald eine von Google entwickelte Smartphone-App geben, mit deren Hilfe sich jede Veränderung auf der Haut zuverlässig auf ein mögliches Krebsrisiko beurteilen lässt. Viele Menschen auf der Welt, die medizinisch schlecht versorgt sind, werden davon profitieren. So ist es heute schon möglich, eine in Indien weit verbreitete Augenkrankheit sicher zu diagnostizieren. Es braucht nur ein hochauflösendes Bild der Retina, den Rest erledigt eine App.

Assistenzsysteme

Wir alle werden von der Weiterentwicklung der sprachgesteuerten Assistenten zu Hause, bei der Arbeit und unterwegs profitieren. Sie werden unsere Termine organisieren und Entscheidungshilfen in vielen Lebensbereichen anbieten. KI-Methoden werden auch den Wirtschaftsstandort Deutschland wesentlich beeinflussen. Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung, Stichwort Industrie 4.0, wird es etwa möglich sein, die Optimierung von Produktionsprozessen, die bisher auf menschliche Expertise angewiesen ist, mit Hilfe von Lernverfahren weitgehend zu automatisieren und damit maßgeblich zur Produktivitätssteigerung beizutragen.

Aber natürlich verbergen sich hinter den vielen Chancen, die die KI bietet, auch Risiken. Gemeint sind allerdings nicht die Gefahren einer Superintelligenz, die die Menschheit bedroht. Nach dem heutigen Forschungsstand ist nicht absehbar, wann oder ob eine solche Entwicklung überhaupt möglich ist. Es gibt ein ganz anderes,

subtileres Risiko: die Verdummung der Menschen durch KI. Wenn intelligente Systeme uns immer mehr Entscheidungen abnehmen und Probleme für uns lösen, dann liegt es in der Natur des Menschen, sich darauf zu verlassen. Wir laufen Gefahr, dass wir unsere Problemlösungskompetenzen verlieren. Fast jeder von uns nutzt Navigationssysteme, was sehr bequem ist, aber uns davon abhält, den eigenen Orientierungssinn zu trainieren. Wenn in naher Zukunft die Spracherkennung und maschinelles Übersetzen von einer Sprache in die andere an menschliche Fähigkeiten heranreichen, warum sollten wir dann noch Sprachen lernen?

Drohender Verlust von Arbeitsplätzen?

Ein viel konkreteres Risiko ist der drohende Verlust von Arbeitsplätzen. Seit Anfang der 1980er Jahre hat die fortschreitende Automatisierung sehr viele Arbeitsplätze in der Produktion vernichtet. Der Einsatz von KI wird diesen Prozess beschleunigen und dramatisch verschärfen. Während bislang Verluste durch Schaffung neuer Arbeitsplätze in anderen Bereichen, wie dem dienstleistenden Gewerbe, kompensiert werden konnten, sind künftig gerade dienstleistende Berufe durch den Einsatz von KI stark gefährdet. Ob sich die Prognose der Oxfordstudie „The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation“¹, die in den nächsten Jahrzehnten einen Verlust von 47 Prozent aller Arbeitsplätze in den USA erwartet, so bewahrheitet, sei dahingestellt. Vieles spricht jedoch dafür, dass die Autoren zumindest im Trend richtig liegen. Sollte autonomes Fahren Wirklichkeit werden, dann sind davon allein in den USA 10 Prozent aller Arbeitsplätze betroffen: Taxifahrer, Kuriere etc. Der Einsatz von KI gefährdet aber auch qualifizierte Arbeitsplatzinhaber, wie Rechtsanwaltsgehilfen oder Versicherungsmakler.

Gefahr durch autonome Waffensysteme

Eine weitere, reale Gefahr liegt in der Entwicklung autonomer Waffensysteme. Aus militärischer Sicht mag es sinnvoll sein, menschliche Soldaten durch Roboter zu ersetzen. Autonome Waffensysteme kann man bereits heute schon bauen. Aber wie bereits gesagt, Autonomie ist nicht gleichzusetzen mit Intelligenz. Nach dem heutigen Stand der KI, und auch in absehbarer Zukunft, sind wir nicht in der Lage, Maschinen zu bauen, die nach ethischen Prinzipien handeln – eine Grundvoraussetzung für einen verantwortungsvollen Umgang mit Waffen. Alarmierend ist, dass autonome Waffensysteme wie Drohnen, die mit wenig Intelligenz ausgestattet und im Bau unaufwändig sind, bereits militärisch eingesetzt werden. Es ist begrüßenswert, dass 2015 ein Aufruf der KI-Forschergemeinde, autonome Waffensysteme zu bannen, sehr große Unterstützung erfahren hat.²

Politischer Handlungsbedarf

Was die Förderung der Grundlagenforschung anbelangt, ist Deutschland mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) sehr gut aufgestellt. Die KI-Forscher haben im Wettbewerb mit allen anderen Disziplinen die Möglichkeit, Mittel zur Verwirklichung ihrer Ideen einzuwerben, und die Politik tut gut daran, sich in diesen Wettbewerb nicht einzumischen. Gleichwohl sollten die Bundesregierung und die Länder mit Forschungsgeldern der Ministerien gezielt Bereiche der KI fördern, die gesellschaftlich relevant sind und den Industriestandort Deutschland stärken. Derzeit viel diskutierte Themen wie Deep Learning oder autonomes Fahren bedürfen dieser Förderung nicht. Sie sind bereits von der Industrie als wichtig erkannt worden und haben ihren Weg in die Produktentwicklung gefunden.

KI-Systeme, die ihre Entscheidungen begründen können

Ein Problem ist bisher noch wenig erforscht und verstanden, hat aber hohe gesellschaftliche Relevanz: Wie kann man Entscheidungen von KI-Systemen den Menschen erklären? Ingenieure möchten nachvollziehen, warum bestimmte Parameter in einem Produktionsprozess von einer Maschine gewählt wurden. Wir haben Anspruch dar-

auf, erklärt zu bekommen, warum uns ein Kredit nicht gewährt wurde. Doch gerade die heute favorisierten Lernverfahren, die auf künstlichen neuronalen Netzen beruhen, können keine für den Menschen verständlichen Erklärungen liefern oder gar Rechenschaft darüber ablegen, warum eine Entscheidung gefällt wurde. Hier ist es dringend erforderlich, gezielt zu forschen, um die Akzeptanz von KI-Systemen zu erhöhen, aber auch vor dem Hintergrund einer EU-Richtlinie zum Datenschutz,³ die die Erklärbarkeit schon ab 2018 garantieren soll. In den USA ist man mit einem speziellen Programm für die Erklärbarkeit der KI bereits einen Schritt weiter.⁴

Ethische Fragen der KI

Die Erforschung von KI-Techniken und ihrer Anwendungen ist in Deutschland gut etabliert und wächst stetig. Querschnittsthemen, die sich mit den Auswirkungen der KI auf den Einzelnen und die Gesellschaft befassen, sind jedoch noch unterrepräsentiert. Zum Beispiel sind die juristischen und ethischen Fragen des autonomen Fahrens noch weitgehend ungeklärt. Deutschland könnte hier eine Vorreiterrolle spielen und KI-Forscher, Sozialwissenschaftler, Psychologen und Juristen an einen Tisch bringen.

Datenschutz

Die Politik ist gefordert, gegebenenfalls die Folgen der KI zu regulieren. Deshalb ist die Umsetzung der oben genannten EU-Richtlinie zum Datenschutz dringend geboten, auch wenn ein Inkrafttreten ab 2018, zumindest was die Erklärbarkeit von Entscheidungen durch KI-Systeme betrifft, sehr ambitioniert ist.

Da heute fast jeder Tag für Tag unzählige Datenspuren hinterlässt, die leistungsfähige KI-Systeme zu Wissen über jeden Einzelnen von uns verarbeiten können, muss der Datenschutz mit höchster Priorität sichergestellt sein. Andernfalls sind Missbrauchsszenarien denkbar, die weit über die Visionen von George Orwells „1984“ hinausgehen. Was ein Verbot autonomer Waffensysteme betrifft, sollte die Bundesregierung mit Nachdruck die Bemühungen der UNO unterstützen.⁵

Braindrain

Nicht zuletzt sei auf das Problem des sogenannten Braindrain hingewiesen. Der Vorsprung der USA im Bereich der KI beruht zu großen Teilen auf der Anziehungskraft, die das Land auf die besten Wissenschaftler und Ingenieure weltweit hat. Es ist gerade in der KI und in der Robotik nicht ungewöhnlich, dass Doktorandinnen und Doktoranden deutscher Universitäten bereits vor der Promotion lukrative Angebote von Firmen wie Google oder Facebook erhalten und sie auch annehmen. Diese Karriereentscheidungen sind individuell durchaus nachvollziehbar, Deutschland entsteht jedoch ein beträchtlicher volkswirtschaftlicher Schaden, der weit größer ist als die Ausbildungsfinanzierung durch den Steuerzahler. Es ist wenig realistisch, in Deutschland eine Umgebung zu schaffen, die dem Silicon Valley ebenbürtig ist. Aber Politik und Unternehmen sollten verstärkt Anreize schaffen, die junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler motivieren, in Deutschland zu bleiben oder wieder zurückzukommen.

Lösungsvorschläge für die Arbeitswelt von morgen

Auf lange Sicht gesehen wird die größte Herausforderung für die Politik der mögliche Wegfall etablierter Arbeitsplätze durch den Einsatz von KI sein. Arbeitsplätze, die besonders hohe Qualifikationen oder Kreativität benötigen, wird es noch lange geben. Das gilt auch für Tätigkeiten, die besondere Fingerfertigkeit verlangen, da die Robotik hier dem Menschen voraussichtlich noch lange unterlegen sein wird. Aber viele andere Tätigkeiten sind vielleicht schon bald durch Maschinen ersetzbar. Die daraus resultierenden gesellschaftlichen Veränderungen dürften alle Technologiefolgen der letzten siebenzig Jahre übertreffen. Es ist an der Zeit, Lösungsvorschläge dafür zu erarbeiten.

- 1| Carl B. Frey und Michael A. Osborne, *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation*, University of Oxford, 2013.
- 2| Siehe <https://futureoflife.org/open-letter-autonomous-weapons/> (zuletzt aufgerufen am 10.5.2017).
- 3| Gemeint ist die Neufassung der „General Data Protection Regulation“ von 2016.
- 4| Siehe DARPA Programm „explainableAI“, <http://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence> (zuletzt aufgerufen am 10.5.2017).
- 5| Siehe <https://www.un.org/disarmament/geneva/ccw/background-on-lethal-autonomous-weapons-systems/> (zuletzt aufgerufen am 10.5.2017).

Der Autor

*Prof. Gerhard Lakemeyer, Ph.D.
Lehr und Forschungsgebiet Informatik 5, RWTH Aachen.*

Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.

*Lektorat:
Jenny Kahlert
Team Bildungs- und Wissenschaftspolitik
Hauptabteilung Politik und Beratung*

*Ansprechpartner:
Dr. Norbert Arnold
Leiter Team Bildungs- und Wissenschaftspolitik
Hauptabteilung Politik und Beratung
Telefon: +49(0)30/26996-3504
E-Mail: norbert.arnold@kas.de*

Postanschrift: Konrad-Adenauer-Stiftung, 10907 Berlin

ISBN 978-3-95721-329-7



Der Text dieses Werkes ist lizenziert unter den Bedingungen von „Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland“, CC BY-SA 3.0 DE (abrufbar unter: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>)

Bildvermerk Titelseite
© liuzishan, fotolia.com

www.kas.de