

AUFBRUCH Künstliche Intelligenz

Was sie bedeutet und wie sie unser Leben verändert



Einblick

So funktioniert
künstliche Intelligenz (KI)

Chance

Wo KI unseren
Alltag vereinfacht

Debatte

Ethiker und Entwickler
diskutieren Risiken von KI

Google

Liebe Leserin, lieber Leser,

an vielen Stellen begegnet uns heute schon **künstliche Intelligenz** (KI). Dabei führt der Begriff ein bisschen in die Irre. Häufig sprechen wir von KI und meinen eigentlich **maschinelles Lernen** oder **Machine Learning**, wie es auf Englisch heißt: Ein Computer analysiert Daten, lernt aus Mustern und Beispielen und trifft dann mithilfe der Ergebnisse Prognosen für die Zukunft. Diese Prognosequalität kann er außerdem immer weiter verbessern. Deshalb gibt es Navigationssysteme, die morgens die Route zur Arbeit mit den für diese Uhrzeit zu erwartenden Staus anzeigen. Oder Jobbörsen, die aufgrund vorangegangener Suchen zusätzliche Stellenangebote schicken.

Wir wollen in diesem Heft nicht nur mit unserer **Wortkunde auf Seite 35** beschreiben, was künstliche Intelligenz bedeutet. Es geht uns um mehr. Wir wollen Chancen aufzeigen und Risiken ansprechen. Diese Technologie kann unser Leben besser machen – wenn wir sie verstehen und verantwortungsvoll nutzen.

Ihr Team von Google

IMPRESSUM

Google LLC, 1600 Amphitheatre Parkway, Mountain View, CA 94043, USA | Tel.: +1 650 253 0000 | Fax: +1 650 253 0001 | E-Mail: support-de@google.com
Vertreten durch Sundar Pichai (Chief Executive Officer) | Google LLC ist eine nach dem Recht des Staates Delaware gegründete Gesellschaft |
Registernummer: 3582691, Secretary of State, State of Delaware | Umsatzsteuer-ID.-Nr.: EU372000041

Dies ist eine Anzeigenonderveröffentlichung von Google. Danke an das Team von SZ Scala GmbH.



Künstliche Intelligenz hilft auch beim Entdecken fremder Länder und Kulturen: Fotograf Martin Holtkamp und seine Assistentin Maria Jensen (im Bild rechts) waren für die Produktion unseres Titelbildes in Japans Hauptstadt Tokio unterwegs. Die Smartphone-Anwendung Google Übersetzer half den beiden bei der Orientierung – und beim Identifizieren wichtiger Infos.

Wo begegne ich künstlicher Intelligenz im Alltag?



Tilke Judd sorgt dafür, dass Smartphones auf Zuruf funktionieren. S. 10

Was kann man mit künstlicher Intelligenz machen?

Googles Zukunftswerkstatt
Seite 25

Titelfoto + Editorial: Martin Holtkamp | rechte Seite Fotos: João Nogueira, Jan von Holleben, Graham Walzer



Selbst bei der Organisation des Einkaufs können wir die Hilfe von künstlicher Intelligenz nutzen. S. 4

Ach, da ist das drin!	Diese Anwendungen nutzen KI Seite 4
Grundlagen verstehen	Unser Autor lässt sich maschinelles Lernen erklären Seite 8
Hallo, Assistent	Wie Tilke Judd den Google Assistant weiterentwickelt Seite 10
Sieben Prinzipien	Google will verantwortungsvoll mit KI umgehen Seite 12
Quantencomputer	Hartmut Neven forscht am Rechner der Zukunft Seite 14
Endlich nutzen	appliedAI bringt Unternehmen und KI zusammen Seite 18
KI in Deutschland	Wo mit der Technologie gearbeitet wird Seite 19
Das geht mit KI, das geht nicht	Forscher Professor Wolfgang Wahlster im Gespräch Seite 23
Experten gesucht	Unternehmen fahnden nach Datenspezialisten Seite 24
Einfach loslegen	Ein Schüler schreibt ein KI-Programm zur Tumordiagnose Seite 26
Sorgen und Fragen	Fünf Perspektiven auf künstliche Intelligenz Seite 28
Bildung hilft	Peter Dabrock vom Deutschen Ethikrat über das KI-Zeitalter Seite 34

Übernehmen die Maschinen jetzt die Arbeit und die Welt?



Ein neuer Rechner entsteht: zu Besuch in Googles Quantencomputerlabor. S. 14

DAS GEHT BEREITS

TEXT: SERGE DEBREBANT | ARTWORK: JAN VON HOLLEBEN



Künstliche Intelligenz steckt in vielen Anwendungen und hilft uns im Alltag. Auf den folgenden Seiten sehen Sie beispielhaft, **wo einer Studentin, einer Handwerkerin und einem Familienvater schon heute selbstlernende Systeme begegnen.** Eine Entdeckungsreise in die Welt der nützlichen Helfer

Sprache übersetzen

Studentin Kira schloss während eines Praktikums in Florenz Freundschaft mit einer Reihe von Italienerinnen und Italienern. Den Kontakt hält sie nun per E-Mail oder WhatsApp, unterstützt vom Google Übersetzer. Der Dienst beruht auf Software, die sich neuronaler Netze bedient, eines Werkzeugs der künstlichen Intelligenz. Er übersetzt in Sekundenschnelle ganze Texte in mehr als 100 Sprachen.

Leichter einen Partner finden

Kira ist derzeit Single und sucht auf OkCupid, einer internationalen Dating-Website, nach einem Partner. Das Besondere: Bei OkCupid stellen die Nutzer einander Fragen. Anhand der Antworten analysiert ein selbstlernender Matching-Algorithmus, welche Nutzer gut zusammenpassen. Die Studentin hat Glück und verabredet sich mit einem Single, der laut Ergebnis zu 95 Prozent zu ihr passt.

Bilder sortieren

Mithilfe von Google Fotos behält Kira all ihre Bilder im Blick. Die automatische Bildanalyse erlaubt es ihr, die gespeicherten Motive schnell wiederzufinden – hier die Erinnerungen an das italienische Praktikum, dort ihre Katze.

Musik individuell zusammenstellen

In ihren Pausen nutzt Kira den Musikstreamingdienst Spotify. Dort gibt es den »Mix der Woche«. Ein selbstlernender Algorithmus erstellt alle sieben Tage eine Liste mit rund 30 neuen Songs. Dabei wird nicht nur der Geschmack der Studentin und anderer Spotify-Hörer berücksichtigt. Auch die musikalische Struktur einzelner Titel ist für das Erstellen der Playlist wichtig.

In Echtzeit navigieren

Bevor Handwerkerin Sabine den Motor zündet, lässt sie sich von Google Maps eine geeignete Route zu ihrem nächsten Kunden errechnen. Bei Stau errechnet der Dienst mithilfe künstlicher Intelligenz alternative Wege. Je nach Verkehrslage sind die Straßen grün (frei), orange (stockend) oder rot (stehend) gefärbt. Für einige Städte wie München oder Köln schätzt die App sogar die Parksituation am Zielort ein.

Sicherer Auto fahren

Sabines Kleintransporter wurde vom Hersteller mit Assistenzsystemen ausgestattet, die beim Einparken helfen oder ihre Fahrt durch Abstands-, Brems- und Spurhalteassistenten sicherer machen. Auto-konzerne wie Daimler setzen bei der Verarbeitung der Umgebungsdaten auch auf künstliche neuronale Netze.

Nützlichere Bilder machen

Beim Kunden inspiziert Sabine eine beschädigte Wasserleitung unterhalb der Spüle in der Küche. Weil es dort dunkel ist, macht sie mit der Kamera ihres Google-Smartphones Bilder. Selbst Details sind gut erkennbar. Ein selbstlernender Algorithmus bereitet das Bild neu auf und macht das Problem an der Leitung gut sichtbar. Sabine sendet das Bild einem Kollegen, der das entsprechende Leitungsstück besorgt und verbauen wird.

Gezielt nach Mitarbeitern suchen

Weil ihr Unternehmen wächst, sucht Sabine unter anderem auf LinkedIn nach Mitarbeitern. In die Vorschläge, die ihr das Jobportal macht, fließen Erkenntnisse ein, die auf künstlicher Intelligenz beruhen: Das System analysiert zum Beispiel, welche Jobanfragen erfolgreich waren, und bezieht die Ergebnisse beim Erstellen neuer Vorschläge mit ein.

Mit der Stimme Geld überweisen

Sabine überweist mit einem Telefonanruf 100 Euro von ihrem Geschäftskonto an einen Lieferanten – ohne auch nur ein einziges Formular ausfüllen zu müssen. Eine Reihe von Technologien, die man der künstlichen Intelligenz zurechnet, machen dies möglich. Dazu gehört unter anderem eine intelligente Spracherkennung, die ihre Anweisungen aufnimmt und umsetzt.

Passende Nachrichten lesen

Tomasz ist Familienvater und informiert sich täglich mit der Google-News-App: Der Dienst analysiert Nachrichten in Echtzeit und bündelt sie thematisch. Auf der Startseite findet Tomasz unter anderem eine von selbstlernenden Algorithmen erstellte Auswahl an Meldungen, die seinen Interessen entsprechen.

Einfacher reisen

Mit Google Trips plant Tomasz die Reise mit seiner Frau und den beiden Kindern nach Berlin: Die Reiseplanungs-App schlägt ihm unter anderem Sehenswürdigkeiten und geeignete Restaurants vor.

Richtig heizen

Das lernende Thermostat von Nest reguliert die Wärme in Tomasz' Wohnung: Jedes Mal, wenn die Temperatur manuell verändert wird, merkt sich das System die Änderung und den Zeitpunkt und lernt dadurch das Verhalten der Familie kennen. Nach etwa einer Woche weiß das Thermostat, wann Tomasz' Familie zu Hause ist, welche Temperatur sie mag und wie schnell sich ein Raum aufheizt.

Einkaufslisten pflegen

Zu Hause verwendet Tomasz den Google-Home-Lautsprecher, um eine Einkaufsliste für die Familie zusammenzustellen: Allein mit seiner Stimme steuert er den Sprachassistenten und pflegt unterschiedliche Listen für verschiedene Geschäfte. Fehlt Zucker oder Brot? Ein Zuruf genügt, und der Sprachassistent ergänzt dank künstlicher Intelligenz die Einkaufsliste.

Den Stromverbrauch verfolgen

Am Abend überprüft Tomasz in der App von Fresh Energy, wie viel Strom die neue stromsparende Waschmaschine verbraucht: Das selbstlernende System analysiert die Daten des neu installierten smarten Stromzählers. Anhand von Verbrauchsmustern rechnet es den Stromverbrauch einzelner Haushaltsgeräte auf den Cent genau aus. Und siehe da: Die neue Waschmaschine verbraucht weniger Strom als die alte.

Wie funktioniert maschinelles Lernen?

Unser Autor wollte es in einem Workshop genau wissen

TEXT: PETER WAGNER

In sechs Schritten mehr verstehen

EIN FREITAGMORGEN IM MAKERSPACE, einer öffentlich zugänglichen Hightech-Werkstatt in Garching bei München. Ein Student testet einen 3-D-Drucker, der Lärm einer Bandkreissäge schallt durch den Raum. Mitarbeiter eines Unternehmens entwickeln in einem Design-Thinking-Kurs den Prototypen einer neuartigen Geldbörse. Hier im Maker-Space legen Menschen ganz praktisch Hand an die Zukunft. Oder sie versuchen es zumindest, so wie wir, die sechs Besucher des »Grundlagenworkshop Machine Learning« bei Thomas Mühlenstädt.

Der 38-Jährige arbeitet als Datenexperte bei einem Spezialisten für Funktionskleidung: Thomas Mühlenstädt scannt Daten aus Produktion oder Verkauf und sucht nach Mustern darin, nach Verbesserungsmöglichkeiten. Und wenn es die Zeit zulässt, erklärt er Menschen, was es mit maschinellem Lernen auf sich hat, mit Machine Learning. Was ist das genau? Was kann das?

1. Es geschieht im Computer. Thomas Mühlenstädt sammelt uns am Eingang des Maker-Space ein, lotst uns vorbei am 3-D-Drucker, an den Prototypenbauern, hinein in einen Semi-

narraum mit Computern. Machine Learning, erste Erkenntnis, hat zunächst mal nichts mit Robotern oder Maschinen zu tun. Maschinelles Lernen geschieht im Computer. Dann wärmt Mühlenstädt den Projektor auf und wirft eine Präsentation an die Wand, in der unter anderem das Wort »Netflix« auftaucht.

2. Es geht um das Analysieren, Verstehen und Auswerten von Nutzungsverhalten. Das amerikanische Streamingportal ist zur Konkurrenz für klassische Fernsehsender geworden. Die Macher erfassen viele Daten ihrer Nutzer und versuchen, damit ihr Portal zu verbessern: Wann brechen Zuschauer eine Serie ab? Zu welcher Uhrzeit schauen sie am liebsten? Netflix macht auf Basis dieses Wissens Vorschläge für Serien oder Filme, die nach Auswertung des Sehverhaltens für die Nutzer auch interessant sein könnten. Ein Beispiel für maschinelles Lernen.

3. Wir entdecken Zusammenhänge in den Daten. Thomas Mühlenstädt zeigt nun ein Koordinatensystem, wie man es aus dem Mathematikunterricht kennt. Ein Pfeil zeigt nach oben

und beschreibt den sogenannten Glücksindex. Ein Pfeil zeigt nach rechts und beschreibt das Pro-Kopf-Einkommen eines Landes. Im Feld zwischen beiden Pfeilen stehen Punkte. Jeder dieser Punkte bezieht den Glücksindex eines Landes in Abhängigkeit vom Pro-Kopf-Einkommen. Je höher das Pro-Kopf-Einkommen, das fällt gleich auf, desto höher der Glücksindex. Es scheint einen Zusammenhang zu geben: mehr Einkommen, mehr Glück.

4. Der Zusammenhang zwischen Daten lässt sich mit einer Kurve beschreiben. Wir setzen uns an den Computer und öffnen das Statistikprogramm RapidMiner. Das Koordinatensystem, das Thomas Mühlenstädt eben zeigte, lässt sich auch hier darstellen. Und das ist nicht alles. RapidMiner kann eine Kurve durch die Punktwolke legen. Diese Kurve ist so errechnet, dass die Summe der quadratischen Abstände aller Punkte von dieser Kurve möglichst klein ist. Keine andere Kurve beschreibt den Zusammenhang zwischen Pro-Kopf-Einkommen und Glücksindex so gut. Und da wird es interessant. Diese Kurve lässt sich nämlich mit einer mathemati-

Foto: Hannes Rohrer



Dr. Thomas Mühlenstädt erklärt im MakerSpace (maker-space.de), wie der Computer beim maschinellen Lernen mit Datensätzen umgeht: Er legt eine Kurve so durch die Messpunkte, dass der aufsummierte quadratische Abstand aller Werte von der Kurve möglichst klein ist. Auf Basis dieser Funktion sagt der Computer künftige Ereignisse vorher.



schen Formel beschreiben. Wir können in diese Formel einen beliebigen Wert für ein Pro-Kopf-Einkommen einsetzen und bekommen dann ein Ergebnis dazu, welcher Glücksindexpunkt bei diesem Einkommen wahrscheinlich zu erwarten ist.

5. Erst erheben wir Daten. Dann sucht ein Programm mögliche Zusammenhänge zwischen diesen Daten. Dann errechnet der Computer, welche Daten künftig möglich sind. Thomas Mühlenstädt zeigt noch weitere Beispiele, die stets zu dieser Erkenntnis führen: Maschinelles Lernen bedeutet die Auswertung von Daten mit anschließender Prognose. Wir probieren das gleich aus und füttern

den Computer mit Beispielen. Erst lernt er Zusammenhänge zwischen den Daten. Dann baut er sich eine Funktion, die diese Zusammenhänge beschreibt. Diese Funktion hilft ihm, eine Prognose zu treffen. Der Computer kann sich zum Beispiel pixelgenau die Beschaffenheit von Katzenbildern anschauen. Aus Position und Helligkeit der Pixel lernt er, welche Kombinationen zum Bild einer Katze führen. Er entwickelt also ein Modell für Katzenbilder. Jedes neue Bild vergleicht er mit diesem Modell. Sieht ähnlich aus? Dann könnte es eine Katze sein.

6. Maschinelles Lernen ist die Vorhersage von Ereignissen auf der Basis vorhandener Daten.

Für diese Vorhersagearbeit braucht es viel Speicherplatz und viel Rechenleistung. So erklärt sich auch, warum das autonome Fahren heute erst möglich wird: Ein autonom fahrendes Auto birgt Tausende von Sensoren, die die Umgebung überwachen. All diese Daten müssen aufgenommen, verarbeitet und schnell mit den Modellen verrechnet werden.

Als wir mit Thomas Mühlenstädt die Computer herunterfahren und auf den Tag zurückblicken, müssen wir eingestehen, dass wir nicht jedes Detail verstanden haben. Aber wir haben das Gerüst des maschinellen Lernens gesehen. Und das ist für den Anfang schon mal einiges.



Produktmanagerin
Tilke Judd verknüpft
Spracherkennung
mit Internetsuche.

Mein Helfer

Wie der Google Assistant funktioniert: **ein Besuch bei Produktmanagerin Tilke Judd in Zürich**

AUF DEM GOOGLE-CAMPUS IN ZÜRICH öffnet Tilke Judd die Tür zur Cafeteria, bestellt am Tresen Tee, sucht sich einen Sitzplatz und setzt sorgsam die heiße Tasse vor sich ab. Tilke Judd ist Produktmanagerin bei Google und beschäftigt sich gerade vor allen Dingen mit dem Google Assistant. Sie rückt ihre Tasse vor sich zu-recht. Das Gefäß wird gleich der Mittelpunkt einer entscheidenden Frage sein: Wie wahrscheinlich ist es, dass diese Tasse mit einer Frau verheiratet ist?

Auf der ganzen Welt arbeiten mehr als 80 000 Menschen für Google und setzen sich mit den unterschiedlichsten Fragen auseinander. Allein in den Züricher Büros denken mehr als 2000 Entwickler und Manager über die Weiterentwicklung der Google-Suche, des E-Mailprogramms Gmail oder der Videoplattform YouTube nach. »Das hier ist Googles größtes Entwicklungsbüro in ganz Europa«, sagt Tilke Judd und blickt sich um. Es ist kurz nach elf Uhr, das Mittagessen naht, die Cafeteria füllt sich zusehends. Die Menschen unterhalten sich auf Englisch, Französisch, Russisch und Deutsch, die häufig beschriebene Diversität von Google wird hörbar.

Die meisten Google-Mitarbeiter hier haben sich während ihres Studiums in der einen oder anderen Form mit Computern oder Informatik befasst. Tilke Judd zum Beispiel studierte Computergrafik, ehe sie bei Google begann und sich dort mit Google Alerts befasste:

Text: Peter Wagner | Fotos: João Nogueira, Google Schweiz

Die Anwendung informiert Nutzer, sobald zu ihrem Suchbegriff neue Ergebnisse vorliegen. Seit einigen Jahren setzt sich Judd nun schon mit der Sprachsuche auseinander: Sie sorgt dafür, dass wir mit unseren Smartphones sprechen können.

»Das ist ein ziemlich großer Schritt«, sagt Tilke Judd und unternimmt einen Ausflug in die Computergeschichte. Vor wenigen Jahrzehnten kommunizierten nur Programmierer durch Kommandozeilen mit Computern. Später entstanden grafische Nutzeroberflächen mit Ordnern, wie wir sie noch heute nutzen. Inzwischen setzen wir auf Smartphones unsere Finger ein, wenn wir Applikationen bedienen – oder wir sagen dem Telefon einfach, was wir brauchen.

Rund zwei Jahre ist es her, dass Google-Chef Sundar Pichai der Welt den Google Assistant vorstellte. Tilke Judd greift nach ihrem Smartphone, aktiviert die Anwendung und sagt »Hallo«. Darauf entgegnet der Google Assistant: »Hallo. Es freut mich, dich wiederzusehen. Wie kann ich dir helfen?« Tilke Judd: »Wie ist das Wetter in Zürich?« Prompt lädt der Assistant die Wettervorhersage und sagt die Bedingungen sichtbar richtig an: Vor den Fenstern der Cafeteria hat Regen eingesetzt. Tilke Judd beugt sich über das Smartphone auf dem Tisch und stellt eine neue Frage: »Wer ist Barack Obama?« Der Assistant liest sogleich die erste Zeile des Wikipedia-Eintrags über den einstigen US-Präsidenten vor. Dann fragt Tilke Judd: »Und wer ist seine Frau?« Die Antwort des Google Assistant: »Er ist verheiratet mit Michelle Obama.« Die Produktmanagerin blickt auf und lächelt: Diese letzte Antwort ist nicht zuletzt das Ergebnis ihrer Arbeit, und ohne künstliche Intelligenz ist sie nicht denkbar. Der Assistant erkennt den Bezug der Frage und begreift, dass der Zusatz »Und wer ist seine Frau?« mit der vorangegangenen

» Der Google Assistant hilft immer dann, wenn ein Mensch keine Hand frei hat «

Suche zu tun hat. Der Computer versteht Kontext, wie es für gewöhnlich nur der Mensch kann.

Das Handwerkszeug hinter dieser Leistung heißt maschinelles

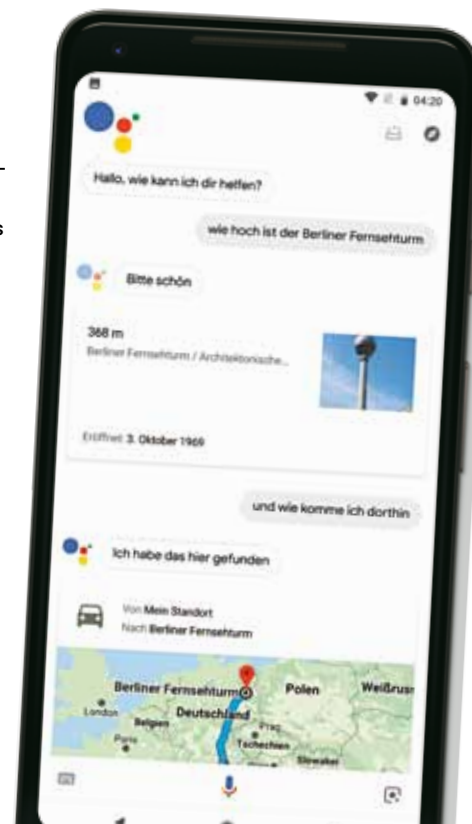
Lernen: Der Google Assistant durchsucht in Windeseile ein Archiv, in dem alle nur denkbaren Anfragen aus der klassischen Google-Suche hinterlegt sind, nach ähnlich aussehenden Sätzen. »Ist hier die Frau von Barack Obama gemeint?«, fragt Tilke Judd. »Oder die Frau von Google? Oder gar die Frau dieser Tasse hier vor mir?« Die Produktmanagerin macht eine Pause und formuliert einen wichtigen Satz: »Wir können aufgrund der vorhandenen Daten eine Wahrscheinlichkeit dazu ermitteln, welche Frau mit dieser Nachfrage gemeint ist.«

nen wichtigen Satz: »Wir können aufgrund der vorhandenen Daten eine Wahrscheinlichkeit dazu ermitteln, welche Frau mit dieser Nachfrage gemeint ist.«



Einen Helfer für viele Menschen zum Leben zu erwecken ist Gemeinschaftsarbeit: Meeting in einem Züricher Google-Büro.

Der Google Assistant kann sich bei seinen Antworten auf vorangegangene Fragen beziehen – er versteht also den Kontext eines Anliegens.



Google

Google hat den Assistant übrigens bewusst als Persönlichkeit eingeführt, als eine Art Helfer, der Menschen beim Bewältigen ihres Alltags helfen soll. »Der Google Assistant hilft immer dann, wenn ein Mensch keine Hand frei hat«, sagt Tilke Judd. »Zum Beispiel wenn Sie beim Radfahren eine Notiz machen wollen, wenn Sie beim Kochen etwas auf die Einkaufsliste schreiben möchten oder im Auto nach einer Information suchen.« Selbst Menschen, die keine Erfahrung im Umgang mit Computern haben, die vielleicht nicht lesen können, haben durch die Spracherkennung Zugriff auf das Wissen aus dem Internet.

Eine Reihe von Zukunftsforschern prophezeit bereits, dass Entwicklungen wie der Google Assistant dabei helfen könnten, unsere Augen von den Displays und Bildschirmen zu lösen. Tilke Judd pflichtet dieser Prognose zumindest in Teilen bei. »Stellen Sie sich vor, Sie haben Gäste zu Besuch und möchten online etwas nachsehen. Anders als früher fragen Sie den Google Assistant, sodass jeder am Tisch Ihre Frage und die Antwort hört. So entstehen wieder mehr gemeinschaftliche Erfahrungen: Niemand verschwindet auf der Suche nach einer Information einfach still in einem Bildschirm und taucht nicht mehr auf.« Und dann macht sich Tilke Judd auf den Weg zurück ins Büro. Vorher bringt sie aber noch ihre leere und vor allem unverheiratete Tasse zurück an den Tresen.

Sergey Brin und Larry Page gründeten Google, Sundar Pichai steht heute an der Spitze des Unternehmens. Zusammen setzen sie sich **für einen verantwortungsvollen Umgang** mit den Chancen der künstlichen Intelligenz ein

» Berechtigte Bedenken «

Vor zwanzig Jahren stellten Sergey Brin und Larry Page der Öffentlichkeit die Suchmaschine google.com vor. Das Unternehmen ist seither gewachsen und hat sich immer wieder neu erfunden: Viele Tausend Menschen arbeiten mittlerweile auf der ganzen Welt für Google. Sie verbessern und vermarkten die Suchmaschine und arbeiten an Technologien der Zukunft. Und jedes Jahr formuliert einer der beiden Gründer den sogenannten *Founders' Letter*, einen Brief dazu, wie die Zukunft von Google aussehen könnte.



» Wir verspüren eine tief sitzende Verantwortung, keine Fehler zu machen «

Sundar Pichai, CEO von Google

Im aktuellen *Founders' Letter* blickt Sergey Brin mit Staunen auf die Entwicklung der Computer. »Nie waren die Rechenleistung und damit die Möglichkeiten, auch komplexe und wichtige Probleme computergestützt zu lösen, größer als heute«, schreibt Brin. Durchaus üblich seien inzwischen Computer mit einer Leistung von 20 Billionen Gleitkommaoperationen pro Sekunde. Solche Prozessoren sind 200 000-mal schneller als ihre Ahnen von vor 20 Jahren. »Und selbst diese erstaunlichen Leistungssteigerungen könnten durch Quantencomputer in den Schatten gestellt werden«, fährt Brin fort. »Ein erfolgreicher Prototyp unseres 72-Qubit-Prozessors hätte eine Rechenleistung, die der von Millionen konventioneller Computer entspräche.«

Interessant werden diese Zahlen, wenn man sie ins Verhältnis zur Entwicklung der künstlichen Intelligenz setzt. Das Wissen um maschinelles Lernen gibt es schon seit Jahrzehnten. Aber lange Jahre fehlte es an Rechenleistung, um all die Möglichkeiten zum Leuchten zu bringen. »Als wir unser Unternehmen gründeten, waren neuronale Netzwerke eine vergessene Fußnote der Informatik, ein Überbleibsel des KI-Winters der 80er-Jahre«, schreibt Sergey Brin. »Heute jedoch findet diese umfassende Technologie in erstaunlich vielen Bereichen Anwendung.« Brin zitiert die Bilderkennung bei Google Fotos, die Spracherkennung bei Google Home, die Übersetzung zwischen mehr als 100 Sprachen bei Google Übersetzer oder die automatische Untertitelung von über einer Milliarde Videos in zehn Sprachen auf YouTube. Diese Beispiele zeigen, wie sehr künstliche Intelligenz schon Einzug in unseren Alltag genommen hat. Sie belegen aber auch, wie viele solcher Anwendungen bei Google entstehen.

Foto: Google Inc.

Google-Chef Sundar Pichai wünscht sich, dass künftig alle Projekte seines Hauses einer Art Kodex folgen. *Künstliche Intelligenz bei Google: Unsere Prinzipien* betitelte er einen entsprechenden Blogpost. Pichai geht in seinem Text zunächst auf den Nutzen der künstlichen Intelligenz ein: Ärzte lassen sich vom Computer bei der Krebsdiagnose helfen, Landwirte nutzen Anwendungen, um die Gesundheit ihrer Tiere zu überwachen. Künstliche Intelligenz hat das Zeug, unsere Gesellschaft nachhaltig zu verändern. »Als Marktführer in der künstlichen Intelligenz verspüren wir eine tief sitzende Verantwortung, hier keine Fehler zu machen«, schreibt Sundar Pichai. »Deshalb veröffentlichen wir sieben Prinzipien, die unsere künftige Arbeit formen sollen.«

Nach Pichais Worten muss künstliche Intelligenz der Gesellschaft nutzen (1), muss Vorurteile und Voreingenommenheit vermeiden (2), muss sicher sein (3), soll zur Rechenschaft gezogen werden können (4), soll die Privatsphäre respektieren (5), soll höchsten wissenschaftlichen Standards genügen (6) und nur für Anwendungen genutzt werden, die den vorangehenden Prinzipien genügen (7). Natürlich ist das die kürzest denkbare Fassung von Pichais Worten. Den ausführlichen Text lesen Sie hier: blog.google/technology/ai/ai-principles

Damit aber nicht genug. Google und Sundar Pichai gehen noch weiter. In einem Nachklapp formuliert Pichai *KI-Anwendungen, denen wir nicht nachgehen werden*. Technologien, die Schaden verursachen, werden genauso wenig unterstützt wie zum Beispiel Waffentechnik oder Technologien, die dazu angetan sind, Menschenrechte oder internationale Rechte zu brechen. »Wir glauben, dass diese Prinzipien die richtige Grundlage für unser Unternehmen und die künftige Entwicklung der KI sind«, schreibt Sundar Pichai.

In seinem *Founders' Letter* geht Sergey Brin auch ganz bewusst auf die Bedenken ein, die die Entwicklung von künstlicher Intelligenz begleiten. »Es gibt weltweit sehr berechtigte und relevante Bedenken, was die Auswirkungen und Konsequenzen dieser technologischen Fortschritte betrifft. Die Debatte hierum ist wichtig«, schreibt Brin, um dann einen wichtigen Satz zu formulieren: »Auch wenn ich das Potenzial der Technologie, uns bei den weltweit wichtigsten Problemen zu helfen, sehr optimistisch einschätze, erfordert dieser Ansatz von uns höchstes Verantwortungsbewusstsein, Achtsamkeit und Demut.«

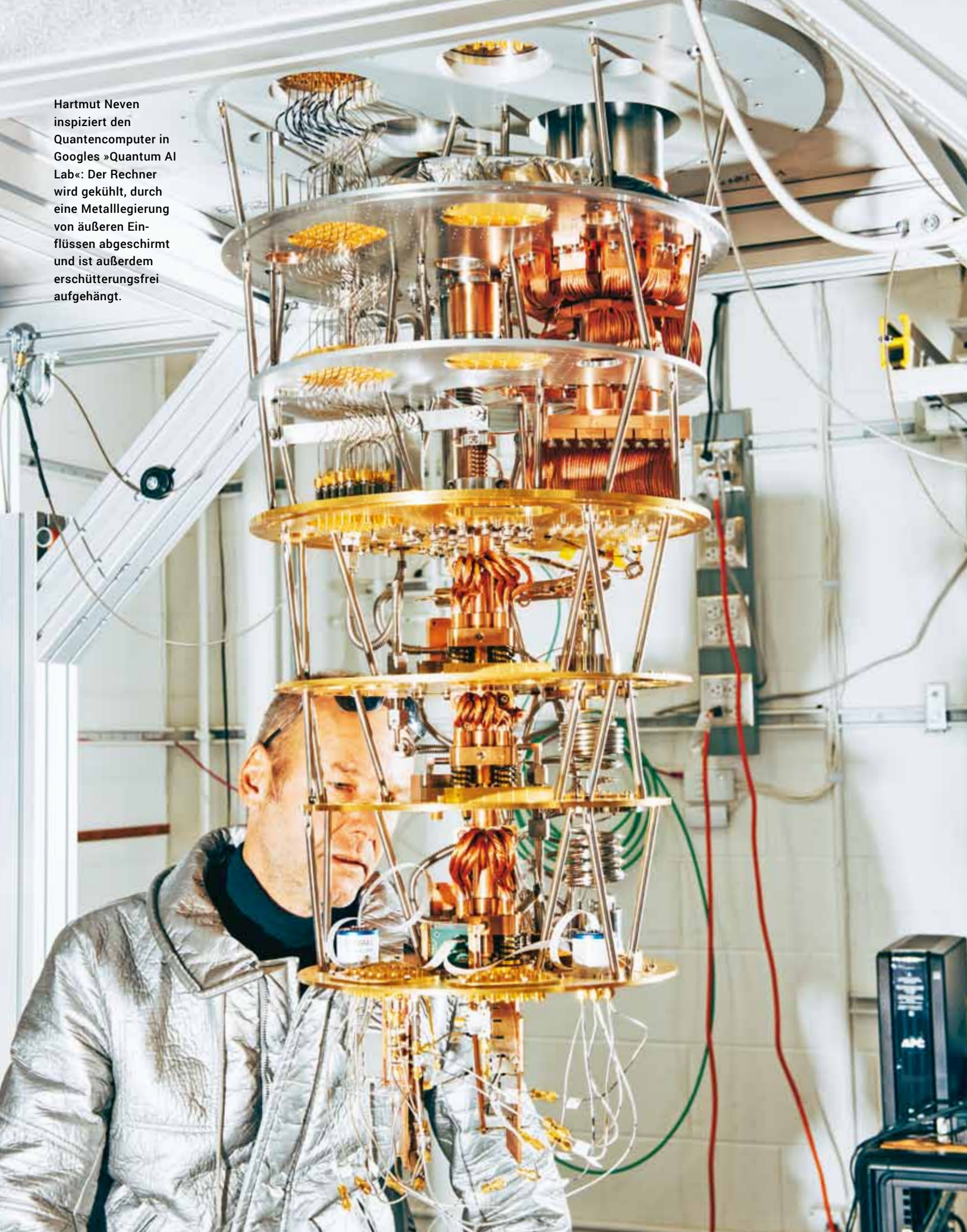
Diese sieben Prinzipien sollen künftig den **Umgang von Google mit künstlicher Intelligenz** prägen:

Künstliche Intelligenz muss ...

- ... der Gesellschaft nutzen.
- ... Vorurteile und Voreingenommenheit vermeiden.
- ... sicher sein.

Künstliche Intelligenz soll ...

- ... zur Rechenschaft gezogen werden können.
- ... die Privatsphäre der Menschen respektieren.
- ... höchsten wissenschaftlichen Standards genügen.
- ... soll nur für Anwendungen genutzt werden, die den vorangehenden Prinzipien genügen.



Hartmut Neven inspiziert den Quantencomputer in Googles »Quantum AI Lab«: Der Rechner wird gekühlt, durch eine Metalllegierung von äußeren Einflüssen abgeschirmt und ist außerdem erschütterungsfrei aufgehängt.

Künstliche Intelligenz **verlangt nach sehr leistungsfähigen Rechnern.** Deshalb entwickelt Hartmut Neven bei Google den Quantencomputer. Eine Annäherung

SUPER- POSITION

TEXT: PETER WAGNER | FOTOS: GRAHAM WALZER

DIE FOLGENDE GESCHICHTE ÜBER DEN QUANTENCOMPUTER hat einen einfachen, einen schwierigen und einen unglaublichen Teil. Beginnen wir mit dem einfachen Teil und stellen Hartmut Neven vor.

Ein Freitag im vergangenen Sommer, in Deutschland geht die Sonne unter, während sie in Kalifornien gerade aufgegangen ist. Der Computerwissenschaftler Hartmut Neven betritt einen Konferenzraum des »Quantum Artificial Intelligence Lab« von Google in Venice Beach, sehr nah am Pazifik. Er knipst den Computer samt zugehöriger Kamera an und wartet, bis sein Bild auf einem Computerbildschirm in Deutschland erscheint. Da ist es. Neven lächelt und sagt: »Schönen guten Tag.« Er schiebt noch einmal das Objektiv für das anstehende Videointerview zurecht. Hartmut Neven steht vor einem Whiteboard, wie es Dozenten benutzen. Er trägt ein schwarzes Poloshirt, den Kragen hochgestellt, eine Sonnenbrille klemmt auf seiner Stirn. Ein angenehm legeres Auftreten für einen Wissenschaftler. Hartmut Neven studierte Physik und Wirtschaft, schrieb seine Doktorarbeit an der Bochumer Ruhr-Universität, war Professor für Computerwissenschaften an der University of Southern California, kurz USC, wo er sich zuletzt mit Mensch-Maschine-Interaktionen befasste. Neven mag diese Schnittstellen. Schon in seiner Diplomarbeit am Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik interessierte er sich für die Grundlagen der Objekterkennung: Kann man Computern beibringen,

Dinge so zu erkennen wie Menschen? Hartmut Neven ist nicht nur neugierig, sondern auch umtriebig und gründet zwei Unternehmen, die sich mit maschinelltem Sehen befassen. Eines davon, Neven Vision, wird vor zwölf Jahren von Google gekauft. Und auch beim neuen Arbeitgeber bleibt Hartmut Neven seiner alten Leidenschaft treu: Er ist maßgeblich an der Entwicklung von Google Glass beteiligt, einer Brille mit integriertem Computer, die durch Sprache gesteuert wird. Außerdem interessiert sich der deutsche Forscher sehr für die Entwicklung eines Quantencomputers. Es ist nämlich so:

Alle Vorhaben, in denen künstliche Intelligenz Verwendung findet, brauchen starke Computer. Das autonome Fahren zum Beispiel. Wenn nachts bei Tempo 100 auf der Bundesstraße ein Reh den Weg eines autonom fahrenden Autos kreuzt, zählt beim Bremsen jeder Sekundenbruchteil. Der Computer muss das Tier möglichst schnell erkennen und die richtigen Schlüsse ziehen. Hartmut Neven fängt an, sich mit den Möglichkeiten des Quantencomputers zu befassen. Und hier beginnt der schwierige Teil dieser Geschichte: Was ist eigentlich ein Quantencomputer?

Die Computer, die heute auf Bürotischen oder in Smartphones arbeiten, kennen die Ziffern 0 und 1. Jede Zahl, jedes Wort, jedes Pixel eines Bildes speichern oder verarbeiten sie als Kombinationen von Nullen und Einsen. Die Speicherorte der Nullen und Einsen heißen

Bits: Jedes Bit besteht aus einem Transistor, der den Wert Null oder Eins annehmen kann. Im Laufe der Jahrzehnte wurden die Transistoren immer kleiner, sodass immer mehr Bits auf einen Prozessor passen. Inzwischen sind Transistoren fast so klein wie Atome. Die Weiterentwicklung der bekannten Computer stößt also an natürliche Grenzen. Deshalb ist der Quantencomputer so interessant.



Viele Ingenieure warten sehnsüchtig auf den ersten funktionierenden Quantencomputer, Hartmut Neven arbeitet daran.

Hartmut Neven greift zum Stift und zeichnet Modelle und Formeln an die Tafel in Kalifornien. Er erklärt, dass im Zentrum eines Quantencomputers kein Transistor steckt. Im Herzen eines Quantencomputers können Elektronen oder Ionen oder Atome stecken, die kleinsten Teilchen der Welt, die allesamt der »Quantenmechanik« gehorchen. Diese physikalische Theorie beschreibt, wie sich die kleinsten Teilchen verhalten. Elektronen zum Beispiel können eine sogenannte Superposition einnehmen: Sie können zugleich den Wert 0 oder 1 annehmen und auch parallel mit diesen Werten rechnen. Experten sprechen an dieser Stelle nicht mehr von Bits, sondern von Qubits.

Ein Beispiel deutet an, was Qubits vermögen: Die zwei herkömmlichen Bits 0 und 1 können gemeinsam nur eine der folgenden vier Kombinationen einnehmen: 0-0, 1-1, 0-1 oder 1-0. Zwei Qubits hingegen können wegen ihrer quantenmechanischen Fähigkeiten alle vier Zustände zur selben Zeit einnehmen. Vier Qubits können die Zustände von 16 Bits abbilden, 20 Qubits könnten bereits die potenziellen Zustände von mehr als einer Million Bits einnehmen. Die Rechenkraft der Qubits steigt durch ihre Superpositionsfähigkeit exponentiell.

Hartmut Neven und sein Team arbeiten gerade mit einem Quantencomputer, in dem 72 Qubits zusammengeschaltet sind. Das ist eine Kunst, und Fachleute staunen darüber. Die Qubits rechnen nämlich nur dann richtig, wenn sie nicht gestört werden. Der Quantencomputerchip in Kalifornien ist deshalb von einer magnetischen Metalllegierung umgeben, die störende äußere Einflüsse vom Qubit-Chip abhält. Der Rechner hängt gefedert, damit er nicht erschüttert wird. Er arbeitet im Vakuum und wird bis auf den absoluten Nullpunkt bei minus 273 Grad gekühlt.

Noch kann der Computer nur einfache Rechnungen durchführen, er ist stör- und fehleranfällig. Forscher auf der ganzen Welt arbeiten deshalb an verbesserten, einwandfrei funktionierenden Quantencomputern. Wenn sie dereinst richtig rechnen, könnten die Ergebnisse unglaublich sein. Autobauer etwa stehen schon im Austausch mit Hartmut Neven. Sie warten sehnsüchtig auf den Quantencomputer, weil er ihnen zum Beispiel helfen könnte, die effizienteste Zusammensetzung von Batterien für Elektroautos zu ermitteln – der Computer könnte simulieren, wie sich neue Werkstoffe auf molekularer Ebene verhalten. Quantencomputer könnten auch dazu beitragen, bessere Medikamente zu entwickeln oder den Straßenverkehr zu optimieren. Und natürlich würden sie das autonome Fahren und die Objekterkennung auf eine neue Ebene heben. Vielleicht könnte mithilfe des Quantencomputers auch der Klimawandel gebremst werden, der Hunger eliminiert – überall dort, wo Dinge optimiert werden müssen, könnte ein solcher Rechner in Hochgeschwindigkeit helfen. Viele sagen, das sei Zukunftsmusik. Hartmut Neven lächelt. Er ist da optimistischer. ●

HERR DER EISEN UND NULLEN



Deutsche Entwickler spielten in der Computergeschichte eine herausragende Rolle. **Konrad Zuse** zum Beispiel



Der originale Z3 wurde im Zweiten Weltkrieg zerstört. Ein Nachbau ist im Deutschen Technikmuseum in Berlin zu sehen.

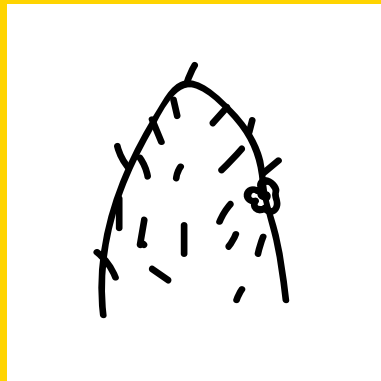
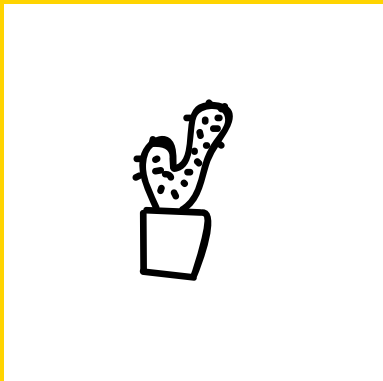
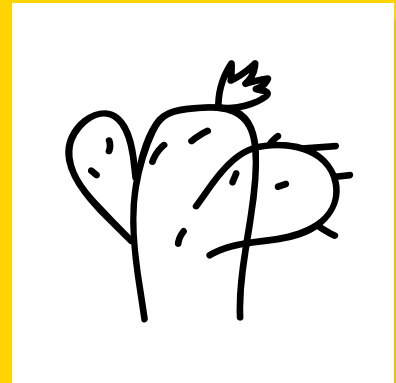
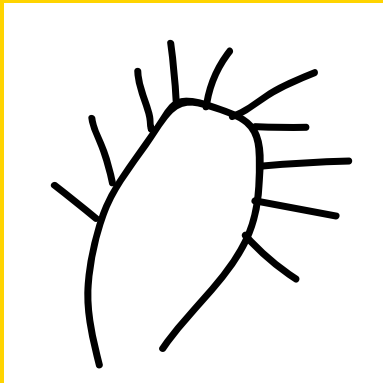
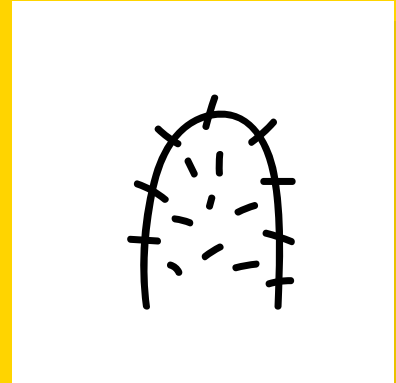
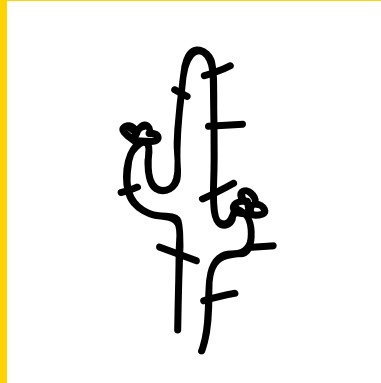
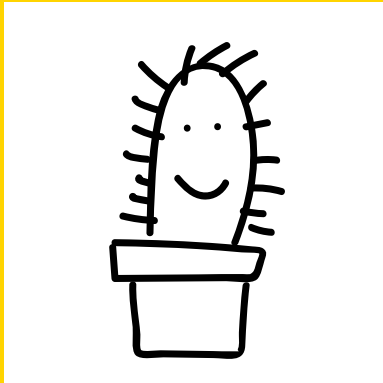
Der gelernte Bauingenieur Konrad Zuse entwickelte in den 30er- und 40er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts den ersten funktionstüchtigen Computer der Welt, den Z3. Ein Nachbau des Geräts ist unter anderem im Konrad-Zuse-Museum im hessischen Hünfeld zu sehen, wo

der gebürtige Berliner von 1957 bis zu seinem Tod im Jahr 1995 lebte und in seinem eigenen Unternehmen arbeitete. Konrad Zuse ist in der Galerie der Computerbauer eine Art Ahn von Hartmut Neven. In seinem Buch *Der Computer – Mein Lebenswerk* schrieb Zuse unter anderem darüber, wie aus seiner Sicht Innovationen zustande kommen: »Ich glaube, dass gerade Vielseitigkeit die Voraussetzung für aus dem Rahmen fallende Ideen ist. Eine solche Idee, ein »Seitensprung der Technik«, wenn man so will, war letzten Endes auch der Computer.«

SCHNELLMALER

Zeichne einen Kaktus
in 19 Sekunden!

»Quick, Draw!« ist ein Online-Spiel von Google. Wer mitmacht, muss innerhalb von 19 Sekunden zum Beispiel eine Kartoffel, eine Heidelbeere oder einen Kaktus malen. Ein neuronales Netzwerk versucht dann, das Objekt zu erkennen. Das Programm ist ein unterhaltsames Beispiel für die Funktionsweise künstlicher Intelligenz. quickdraw.withgoogle.com



Künstliche Intelligenz ist eine feine Sache, **aber wo setzt man sie zum Beispiel in Unternehmen und Betrieben ein?** Die Initiative »appliedAI« will Fachleuten aller Disziplinen zeigen, wie sie die Technik für ihre Zwecke nutzen können

~~Abwarten!~~ Machen!

VIELE UNTERNEHMEN DISKUTIEREN den Einsatz künstlicher Intelligenz, doch nur wenige wagen die Probe aufs Exempel. Die Initiative »appliedAI«, zu Deutsch »Angewandte künstliche Intelligenz«, möchte künftig mehr Ideen zur Umsetzung verhelfen. Dr. Andreas Liebl rief appliedAI an der UnternehmerTUM ins Leben, Deutschlands führendem Zentrum für Gründung und Innovation an der TU München. Er hatte dort nämlich etwas beobachtet: »Von den Start-ups bei uns im Haus haben mehr als zwei Drittel in der einen oder anderen Weise künstliche In-

telligenz in ihrem Produkt oder in ihren Prozessen genutzt«, so der Geschäftsführer von appliedAI. Ein beträchtlicher Anteil, jedoch nur eine Seite der Medaille. »Wir arbeiten als Innovationszentrum mit Firmen zusammen, die neue Technologien oder Ideen einsetzen wollen. Gerade die kleineren Mittelständler nutzen bislang so gut wie nie KI, und bei den größeren sehen wir Skalierungs- oder Kulturprobleme, die den Einsatz verzögern.« Es ist also das eine, die Bedeutung von künstlicher Intelligenz zu verstehen. Mit der praktischen Anwendung ist es eine andere Sache.

Andreas Liebl fragte nach, wie es in der Wirtschaft um die Lust auf KI und um den Wunsch nach Vernetzung bestellt ist. Der Widerhall war enorm. Schon nach wenigen Monaten hatte appliedAI große Namen um sich versammelt: Prozessorenhersteller Nvidia ist an Bord, die Speicherspezialisten von Pure Storage, die IT-Netzwerker von Cisco und die Entwickler von Google. Zu den Unterstützern aus der Wirtschaft zählen Allianz, Linde und SAP. »Wir wollen das Thema auch auf die politische Agenda bringen«, sagt Andreas Liebl, »weil für die Gesellschaft nicht nur die Forschung relevant ist, sondern vor allem die praktische Auseinander-

setzung mit der Technik.« Genau genommen soll appliedAI die Worthölse »Digitalisierung« mit Leben füllen. Anwendungen des maschinellen Lernens sind dazu geeignet: Datenanalyse und Datenverwertung könnten vielen Bereichen der Gesellschaft Vorteile verschaffen.

Derzeit kümmert sich appliedAI vor allem um Wissensvermittlung, Prototypenbau und Austausch. »Facharbeiter, die ausdrück-

» Wir wollen
Deutschland
ins KI-Zeitalter
bringen «

lich keine Computerfachkräfte sind, sollen mit unserer Hilfe lernen, welche Rolle KI in ihrem Job spielen könnte«, sagt Andreas Liebl. AppliedAI bietet deshalb Workshops, die Interessierten die Chancen des maschinellen Lernens vermitteln. Noch konkreter wird es, wenn gestandene Unternehmen mit Start-ups kooperieren und Prototypen bauen: Wie lässt sich eine Produktionslinie durch KI verbessern? Wie kann etwa ein Bäcker vom maschinellen Lernen profitieren? Oder ein Hotelier? Die KI-Strategen von appliedAI helfen entweder selbst oder vermitteln erfahrene Programmierer oder Start-ups. Zu diesem Zweck veröffentlichte appliedAI auch eine Karte, die alle relevanten Start-ups mit KI-Bezug in Deutschland verzeichnet.

Nicht zuletzt will appliedAI die Diskussion zwischen Unternehmen fördern: Welche Infrastruktur soll man nutzen? Wie ist das mit dem Datenschutz? Und wie führt man die Mitarbeiter an das Thema heran? »Den Austausch zu diesen Fragen werden wir fördern«, sagt Andreas Liebl. »So wollen wir möglichst viele Firmen in der Anwendung von künstlicher Intelligenz unterstützen und Deutschland ins KI-Zeitalter bringen.«



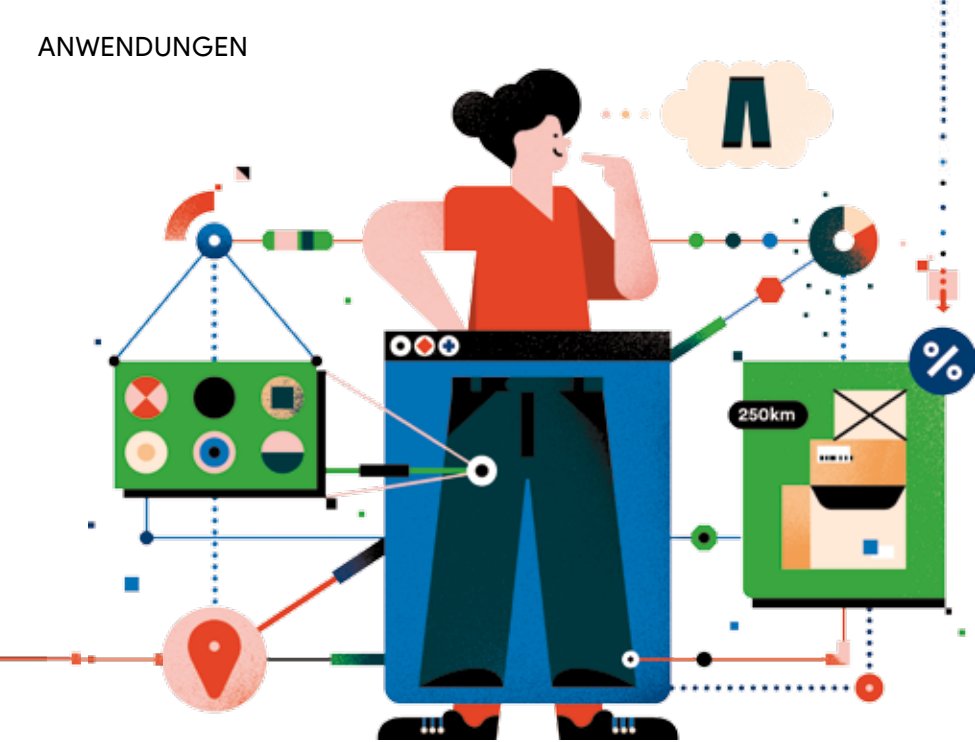
Andreas Liebl will mehr Unternehmern den Nutzen von KI nahebringen.

Mehr Informationen auf
appliedai.de



WO WAS GESCHIEHT

[illegible]



HANDEL

Künstliche Intelligenz spielt im Handel schon heute eine große Rolle, egal ob bei Amazon oder Zalando. Dabei geht es vor allem um die Analyse und die anschließende Vorhersage des Kundenverhaltens. Aus einem Datensatz zu 10 000 verkauften Jeans lassen sich bei genauem Hinsehen Muster lesen: Welche Schnitte sind besonders beliebt? Welche Farbnuancen werden häufig geordert? Wann werden diese bestellt? Dieses Wissen hilft, die Lagerkosten zu reduzieren. Der Online-Händler Amazon zum Beispiel untersucht auch das Kundenverhalten in den Regionen und stimmt seine Transportlogistik darauf ab. Der Modehändler Zalando setzt künstliche Intelligenz unter anderem beim Erkennen von Kleidung auf hochgeladenen Fotos ein: Die Motive werden mit dem Angebot abgeglichen, um Kunden die entsprechende oder zumindest ähnliche Ware anbieten zu können.

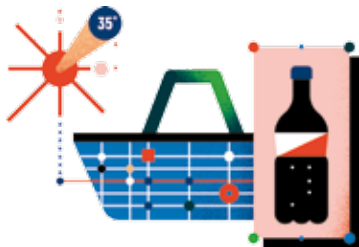


LANDWIRTSCHAFT

Durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge gehen weltweit noch immer rund 30 Prozent der jährlichen Ernten verloren. Die kostenlose App »Plantix« des Start-ups PEAT aus Hannover hilft, Pflanzenschädlinge und Nährstoffmangel zu erkennen – mit einem einzigen Handyfoto. Die neuronalen Netze der Entwickler erkennen typische Muster, ordnen sie einer bestimmten Erkrankung zu und schlagen passende Gegenmaßnahmen vor. Je mehr Nutzer mitmachen, desto schlauer wird »Plantix«.

SUPERMARKT

Das Karlsruher Unternehmen Blue Yonder wertet die Kassenzettel von Kaufhäusern aus, kombiniert die Daten mit weiteren Angaben, etwa zum Wetter, und sucht dann nach Mustern. Im Ergebnis steht eine ziemlich gute Prognose dazu, was morgen, übermorgen oder am Wochenende gekauft werden könnte – also lange bevor die Kunden selbst wissen, dass sie an einem besonders warmen Samstag Fleisch für spontane Grillpartys kaufen werden. Der Händler kann mithilfe dieser Anwendung automatisiert Nachschub bestellen, kann effizienter planen und muss weniger wegwerfen. Ein großer Kunde des Angebots war der Drogeriemarkt dm. Inzwischen plant Blue Yonder fast den gesamten Sushi-Verkauf in deutschen Supermärkten – die Fischhäppchen sind exakt zwei Tage haltbar.



MEDIZIN

Exoskelette helfen Patienten mit Lähmungen zumindest kurzzeitig dabei, selbst zu gehen: Der Patient verlagert sein Gewicht und löst so die Schritte des KI-gestützten Roboters aus. Auch bei der Therapie von Krankheiten des zentralen Nervensystems spielt bald künstliche Intelligenz eine Rolle: Alzheimer- oder Parkinson-Patienten verlieren Nervenzellen und Zellfunktionen. Ist der Verlust so groß, dass das Gehirn ihn nicht mehr kompensieren kann, sprechen Fachleute von einer neurodegenerativen Erkrankung. Die Forscher von »ki elements« arbeiten an einer Sprachanalyse, die solche Krankheitsbilder in frühen Stadien erkennen soll. Das Start-up ist ein Spin-off des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz.



VERKEHR

Die südindische Millionenmetropole Bangalore hat den massiven Verkehrsstaus an den innerstädtischen Kreuzungen den Kampf angesagt: Zusammen mit Siemens Corporate Technology arbeitet die Stadt an einer Verkehrsmanagementlösung, die mit künstlicher Intelligenz arbeitet. Das Ziel der Forscher: ein System, das nicht nur Fahrzeuge in Echtzeit erkennt, sondern auch die Verkehrsdichte abschätzt und die Steuerung von Signalen automatisiert. Die ersten Feldtests hat die Entwicklung bereits bestanden.

VERSAND

Das Münchner Start-up ProGlove hat einen intelligenten Handschuh entwickelt, mit dem Versandmitarbeiter die verpackten Waren scannen und per Funk mit der Liste im Computer abgleichen können – schließlich muss alles, was in einem Werk oder in einem Lager ankommt oder es verlässt, registriert werden. Eine mühsame Arbeit, für die bislang eine Scanner-Pistole in die Hand genommen und aus der Hand gelegt werden musste. Immer und immer wieder. Maschinenbauer wie Kuka, aber auch Autobauer wie Audi und Händler wie Rewe oder Ikea arbeiten mit der neuartigen Lösung.



Fotos: ProGlove, Getty Images



SPRACHASSISTENTEN

Das Saarbrücker Unternehmen SemVox hat sich auf sprachgesteuerte virtuelle Assistenzsysteme spezialisiert. Der einfache Befehl: »Erwärme das Haus auf 23 Grad Celsius, bevor ich nach Hause komme« ersetzt die komplexe Programmierung einer Heizungssteuerung. Sagt ein Geschäftsreisender dem Assistenten, er würde am Abend gern in Berlin französisch essen gehen, schlägt dieser ihm ein Restaurant vor, reserviert den Tisch und lädt Freunde ein. Unternehmen können die schlaue Software bitten, alle Kunden mit einem Umsatz von mehr als 20 000 Euro herauszusuchen. Servicetechniker können vor einem Einsatz fragen, wie ein bestimmtes Gerät zu reparieren ist und welche Ersatzteile man dafür im Gepäck haben sollte. Die SemVox-Technologie steckt inzwischen auch in Autos – so wollen die Automobilbauer ihre Fahrzeuge fit für die Digitalisierung machen.

LERNEN

Mit der Plattform »Open Roberta« des Fraunhofer-Instituts für Intelligente Analyse- und Informationssysteme lernen Schüler ab der dritten Klasse die Grundlagen des Programmierens und den Aufbau intelligenter Algorithmen. Mithilfe der Programmierbausteine steuern sie schon nach kurzer Zeit Miniroboter oder einen Staubsauger.

ÜBERSETZUNG

Das Smartphone und der PC machen Wörterbücher überflüssig, Übersetzungsdienste gibt es inzwischen von Google und Microsoft, aber auch vom Start-up DeepL: Die Kölner Gründer haben ihr Übersetzungsprogramm von Beginn an unter Zuhilfenahme von KI-Techniken entwickelt.



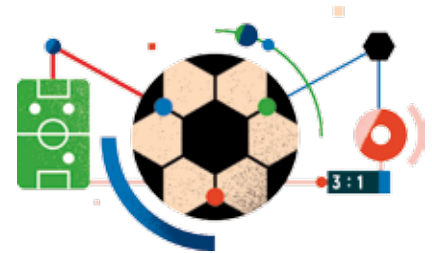
RECHT

Ob bei Vertragsprüfungen oder bei Beschwerden über Flugverspätungen – immer häufiger helfen Algorithmen als intelligente Werkzeuge, Teile der Arbeit von Juristen schneller zu bewältigen. Die Berliner Firma Levertor hat einen selbstlernenden Algorithmus entwickelt, der in Minuten Hunderte seitenlange Immobilienverträge scannen kann – schneller als jeder Mensch. Auch bei der Durchsetzung von Fluggastrechten kommen Rechner zum Einsatz. Viele Fälle werden nie ausgefochten, selbst wenn die Verbraucher offensichtlich im Recht sind. Wer gibt für 50 Euro Erstattung schon mehrere Hundert Euro für einen Anwalt aus? Diesen Umstand machen sich nun Start-ups wie Flightright, EUclaim oder FairPlane zunutze. Auf den Internetseiten der Unternehmen können Verbraucher nach verspäteten oder ausgefallenen Flügen ihre Beschwerde einreichen. Ein Algorithmus schätzt binnen Sekunden die Erfolgsaussichten. Sind die Chancen hoch genug, werden die Start-ups für ihre Nutzer tätig.



SOZIALE MEDIEN

Soziale Netzwerke wie Facebook und Videoplattformen wie YouTube setzen bereits in erheblichem Umfang auf künstliche Intelligenz. Bei Facebook bestimmen Algorithmen darüber, welche Texte, Fotos, Videos oder Anzeigen in welcher Reihenfolge zu sehen sind. YouTube nutzt KI-Anwendungen beim passgenauen Ausspielen von Online-Werbung oder beim Auffinden und Eliminieren von sogenannter Hate Speech, zu Deutsch Hassrede. Die meisten großen Social-Media-Plattformen wollen die maschinelle Überprüfung von Inhalten künftig noch intensivieren.



VEREINE

Das Münchner Start-up ReportExpress entwickelte die weltweit erste KI-basierte Fußball-Spielberichts-App. Vor allem Amateurmännschaften können mit verhältnismäßig wenig Aufwand professionelle Spielberichte nach sportjournalistischem Standard erstellen. Ein großer Schritt für den Fußball in den unteren Ligen, weil Interessierte auf diese Weise mehr als das Spielergebnis erfahren.

JOURNALISMUS

Das 2008 in Berlin gegründete Unternehmen Retresco spezialisiert sich auf die automatische Verwertung von Inhalten und Daten. Die Technologie der Gründer ist in der Lage, aus vorhandenen Daten Wetterberichte für jede Stadt der Welt zu produzieren – vollautomatisch. Retresco bietet außerdem personalisierte Finanz- und Börsenberichte sowie Marktanalysen an.



TEILHABE

Moderne Technologien erleichtern Menschen mit Behinderungen die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben. Das amerikanische Unternehmen Liftware zum Beispiel entwickelte einen Löffel, der dem Zittern der Hand entgegenwirkt, wie es häufig bei einer Parkinson-Erkrankung auftritt. Auf ähnliche Weise wirkt die sogenannte Emma Watch: Das Armband wurde von Microsoft-Entwicklerin Haiyan Zhang für die Grafikdesignerin Emma Lawton gebaut, die an Parkinson erkrankt ist. Die »Emma Watch« steuert dem von der Krankheit verursachten Zittern der Hand so entgegen, dass die Trägerin wieder mit einem Stift zeichnen kann.

Professor Wolfgang Wahlster leitet das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz. **Ein Gespräch über Nutzen und Grenzen von klugen Maschinen** und die Forschung in Deutschland

» Roboter bringen Arbeitsplätze zurück «

Herr Wahlster, was ist das, künstliche Intelligenz?

Es ist der Versuch, Leistungen, für die der Mensch Intelligenz benötigt, auch durch Computer erbringen zu lassen.

Geht es darum, Menschen zu kopieren?

Nein, es geht gerade nicht darum, mit einem künstlich geschaffenen Wesen den Menschen mit all seinen Defiziten zu kopieren. Es geht vielmehr darum, uns in Bereichen, in denen wir Schwächen haben, durch künstliche Intelligenz (KI) zu unterstützen.

Wo zum Beispiel?

Wir haben heute beim Sehen, Hören oder Riechen KI-Systeme, die bestimmte Aufgaben besser erledigen als der Mensch. Aber besonders bei repetitiven Aufgaben und der gleichzeitigen Verfolgung vieler paralleler Anforderungen ist die KI im Vorteil.

Und was können wir besser?

Alles, was mit sozialer und emotionaler Intelligenz, also dem klugen Umgang mit anderen, zu tun hat. Wenn Roboter Fußball spielen, dann ist es mühsam, ihnen das Abgeben des Balls beizubringen. Teamplay kennen sie zunächst nicht, alle rennen auf das Tor zu und wollen selber den Treffer erzielen.

Aber gibt es gerade bei der emotionalen Intelligenz nicht auch Fortschritte?

Inzwischen erkennt künstliche Intelligenz anhand der Sprache und Mimik, ob jemand frustriert oder aggressiv ist. Aber das funktioniert noch lange nicht so subtil wie bei Menschen. Und Emotionen werden Computer wohl selbst nie ver-



gleichbar zum Menschen entwickeln, weil Gefühle nun mal auf Hormonen basieren – und die kennen wir in der Elektronik nicht. Und dann ist da noch die Sensomotorik! In allem, was der Mensch mit seinen Händen ertastet und wie er darauf reagiert, ist er unübertroffen.

Wo sehen Sie in unserem gegenwärtigen Alltag künstliche Intelligenz?

Natürlich in den Assistenten, die wir nutzen: der Google Assistant, Siri, Alexa oder Cortana. Künstliche Intelligenz steckt auch in den Heimrobotern, etwa im automatischen Rasenmäher. Am besten kann man die Entwicklung aber an den Fahrerassistenzsystemen sehen. Diese machen heute Voraussagen dazu, wann Sie ankommen; sie ermitteln, wo Staus sind, planen Ausweichrouten, erkennen Verkehrszeichen und berücksichtigen Ihr Fahrverhalten. Dazu die Sprachsynthese: Wie viele Straßennamen es in Deutschland gibt, die auch noch verständlich ausgesprochen werden – das ist ein gewaltiger Sprung!

Und wie nutzen Unternehmen in Deutschland künstliche Intelligenz?

Bei uns liegt der Fokus auf der KI in den Fabriken, der Industrie 4.0. Wir sind sehr gut im Bereich der kooperativen Roboter, die Hand in Hand mit dem Menschen im Team arbeiten. Beispiele gibt es hier schon in der Flügelmontage bei Flugzeugen oder in der Unterbodenmontage bei Autos. In der Medizintechnik nutzen wir künstliche Intelligenz für Restnervenimpulse in intelligenten Prothesen: Ein Ziel ist, dass wir Gelähmten helfen, wieder zu gehen. In der Landwirtschaft hilft künstliche Intelligenz den Bauern, ihre Kartoffelernte zu optimieren und den besten Preis zu erzielen.

Aber gerade in der Industrie fürchtet man die künstliche Intelligenz als Jobkiller.

Natürlich gibt es heute keine Fotolaboren mehr, weil wir digital fotografieren. Trotzdem sind in dieser Branche allein wegen des Umsatzes mit Fotobüchern viele neue Berufe entstanden. Roboter bringen Arbeitsplätze zurück, weil durch Industrie 4.0 Fabriken aus Billiglohnländern zurück nach Deutschland verlagert werden. So spart man Logistikkosten, und der Kunde bekommt individualisierte Waren schneller.

Und was ist mit der Dienstleistungsbranche?

Im Banken- oder Versicherungsbereich lässt sich noch vieles automatisieren. Trotzdem haben wir einen eklatanten Fachkräftemangel. Deshalb werden sich Jobs etwa in die Pflege verlagern. Dort brauchen wir viel mehr Menschen – und zugleich künstliche Intelligenz, die eine alternde Gesellschaft unterstützt.

Wie sollte die intelligente Maschine Ihrer Träume aussehen?

Ich denke an ein automatisiertes Tagebuch, das – nur für mich – meine Erlebnisse in Bild und Ton speichert und jederzeit wieder auffindbar macht. Das wäre eine Riesenerweiterung. So könnten Schüler von heute später sehen, was ihre Eltern zum Abiturzeugnis sagten.

Wann wird ein solches Tagebuch Realität?

Ich glaube, dass wir das in den nächsten zehn Jahren schaffen. ●

Viele Unternehmen suchen händeringend nach KI-Experten.
Derzeit mangelt es aber noch an entsprechenden Studiengängen.
Der Weg in den Job führt nicht zuletzt über das Selbststudium

EIN JOB DER ZUKUNFT



TEXT: KATHARINA FUHRIN | ILLUSTRATION: BRATISLAV MILENKOVIĆ

DIESER TEXT HANDELT VON NEUEN JOBS, die mit künstlicher Intelligenz zu tun haben. Er könnte mit einem Ingenieur beginnen, der vernetzte Fabriken aufbaut. Er könnte aber auch mit einem Juristen starten, der eine Beurteilung liest, die ihm ein Algorithmus anhand einer Datenanalyse geschrieben hat. Er könnte einen Mediziner beschreiben, der mit Computerhilfe in MRT-Daten nach Tumoren sucht. Oder einen Landwirt, der am Bildschirm den vollautomatisierten Melkprozess in seinem Kuhstall überwacht. Die Bandbreite der Arbeiten, in denen künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen eine Rolle spielen, ist inzwischen sehr groß geworden. Fast alle Branchen der deutschen Wirtschaft sind von diesem Teil der digitalen Revolution betroffen.

Während sich bei den einen nur einzelne Tätigkeiten verändern, wandeln sich bei anderen ganze Jobprofile. Künstliche Intelligenz kann Aufgaben erleichtern, Ergebnisse verbessern, Strukturen erkennen und die Effizienz steigern. Für viele Unternehmen wird der Einsatz von KI schon ziemlich bald ein Wettbewerbsfaktor sein.

Etwa 95 000 Datenspezialisten werden derzeit gesucht

Was genau diese Veränderung für den Arbeitsmarkt bedeutet, können auch Experten nur schwer einschätzen. Klar ist derzeit nur, dass es an Fachkräften fehlt – und zwar schon heute. Personalchefs suchen nicht nur nach Programmierern, sondern nach Menschen, die Anwendungen prüfen und warten, die sie anwenden und einordnen und damit überhaupt erst nutzbar machen. Wie besetzt man diese vielen neuen, offenen Stellen?

Als Harald Fortmann vor Kurzem eine Anfrage von einem großen Versicherungsunternehmen bekam, konnte er sich das Lachen nicht verkneifen: 300 Datenanalysten sollte der Personalberater nach Möglichkeit suchen. »So viele gibt es nicht mal in ganz Deutschland«, so Fortmann. Obwohl er mit seiner Agentur D-Level auf die digitale Wirtschaft spezialisiert ist, muss der Hamburger bei seinen Personalsuchen im Bereich KI fast immer einen Umweg gehen. Anders als in den USA oder in China gibt es in Deutschland kaum Menschen, die auf diesem Gebiet bereits Erfahrungen gesammelt

haben. »Ich muss mich also fragen, wer grundsätzlich das richtige Potenzial mitbringen könnte«, sagt Fortmann. »Mir geht es zum einen um Fähigkeiten im technischen Bereich, zum anderen aber auch um etwas, was ich Digitalenthusiasmus nenne.« Die richtigen Kandidaten für den Job als Datenspezialist findet Fortmann vor allem unter Naturwissenschaftlern. Diese sind den Umgang mit großen Datenmengen gewohnt und zugleich neugierig auf Anwendungen mit künstlicher Intelligenz.

Derzeit suchen deutsche Unternehmen etwa 95 000 Datenspezialisten. Zu diesem Ergebnis führte eine Untersuchung des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft in Zusammenarbeit mit der Unternehmensberatung McKinsey. Die Zahl teilt sich allerdings auf: In 85 000 Fällen sind Menschen aller Fachrichtungen mit fortgeschrittenen Datenanalysekenntnissen erwünscht, etwa Mediziner oder Betriebswirte mit Big-Data-Erfahrung. Weitere 10 000 Stellen gäbe es für spezialisierte IT-Experten im Fach Big Data oder Datenanalyse. »Leider gibt es nur sehr wenige Studiengänge in diesem Bereich«, sagt Mathias Winde vom Stifterverband. Für das Wintersemester 2017/18 listet der Hochschulbildungsreport genau drei Bachelor- und 23 Masterstudiengänge mit einem ausdrücklichen Big-Data- oder Data-Science-Bezug. Mathias Winde sieht nicht nur bei der Spezialisierung Nachholbedarf: »Um wirksam in die Breite zu gehen, sollte der Umgang mit digitalen Tools und Mensch-Maschine-Aktionen in sämtlichen Studiengängen gelehrt werden, auch in den sozial- und geisteswissenschaftlichen.« Allein: So viele Professoren mit entsprechendem Hintergrund gibt es gar nicht. Und um diese wenigen reißt sich wiederum die Wirtschaft.

Personalberater Harald Fortmann ist auch für den Bundesverband Digitale Wirtschaft als Botschafter für die Arbeitswelt der Zukunft unterwegs. Er rät KI-Interessierten derzeit ein Studium im naturwissenschaftlichen Bereich oder in Informatik mit anschließender Weiterbildung. »Es gibt viele Möglichkeiten, an internationalen Programmen teilzunehmen. Besonders die US-Universitäten haben sich stark geöffnet und stellen teils ihre Vorlesungen ins Netz.« Wer Experte für künstliche Intelligenz werden will, so viel lässt sich sagen, sollte auch ein guter Autodidakt sein.

Personalberater Harald Fortmann empfiehlt jenen, die sich im Bereich KI fortbilden möchten, die folgenden Websites:

bigdata.fraunhofer.de (eine Website der Fraunhofer-Gesellschaft), bitkom-akademie.de (ein Angebot des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien) sowie vdi-wissensforum.de (ein Angebot der Gruppe des Vereins Deutscher Ingenieure).

Vor Ort
&
online



Starten Sie ins digitale Zeitalter

Die Google Zukunftswerkstatt ermutigt alle, digitale Kompetenzen zu erwerben: Unsere Trainer erwarten Sie online und gern auch in echt in **Hamburg, Berlin und München**. Melden Sie sich noch heute an!

Lernen Sie kostenlos mehr über Webpräsenzen, Online-Marketing oder soziale Medien

Wie plane ich eine digitale Geschäftsstrategie? Wie nutze ich die Online-Suche sinnvoll? Wie mache ich lokal auf mein Geschäft aufmerksam? Und wie nutze ich Storytelling am besten für meine Zwecke? Die Google Zukunftswerkstatt hält für diese und viele weitere Anliegen eigens entwickelte Kurse bereit. Lernen Sie vor Ort oder in unseren Online-Kursen die Grundlagen der Digitalisierung. Wir zeigen Ihnen, wie Sie Ihre Kompetenzen verbessern und wie Sie Potenziale nutzen. Wir versprechen Ihnen: Es lohnt sich!

Alle weiteren Informationen auf g.co/Zukunftswerkstatt/VorOrt

Den Ärzten helfen



»Probleme durch Technik zu lösen, ist einfach mein Ding«: Abu Qader, links im Bild, mit Professor Wieland Sommer von Smart Radiology, einem Digital Health Start-up in München.

Schon als Schüler **nutzte Abu Qader die Softwaresammlung TensorFlow, um Tumore aufzuspüren**. Heute beschäftigt sich der 19-Jährige beruflich mit maschinellem Lernen

DER MANN, DER DIE MEDIZIN UMKREMPELN WILL, sitzt in einem kleinen Büro am Münchner Hauptbahnhof und redet über Obst. »Maschinen lernen durch endlose Wiederholung«, sagt er. »Wenn man will, dass sie einen grünen Apfel erkennen, zeigt man ihnen eben immer wieder einen grünen Apfel – und dazwischen eine Orange oder einen roten Apfel, zur Abgrenzung.« Abu Qader macht eine kurze Pause und lässt seine Worte wirken. Der 19-jährige US-Amerikaner ist daran gewöhnt, mit einfachen Sätzen komplizierte Dinge zu erklären. Schließlich sind Themen wie maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz nicht für jeden leicht zu verstehen.

Qader beschäftigt sich schon seit seinem 14. Lebensjahr damit. Für ein Schulprojekt ging er der Frage nach, wie man medizinische Versorgungsstrukturen verbessern könnte. Damals war seine Großmutter gerade an Krebs gestorben, und er war mit seinen Eltern von einer Reise nach Afghanistan zurückgekehrt. Er hatte den Kopf voller Eindrücke und entwickelte den Wunsch, etwas gegen das schlechte Gesundheitssystem in Entwicklungsländern zu tun. »Eigentlich eine Nummer zu groß für ein Schulprojekt, aber ich war total fixiert auf diese Idee«, erinnert sich Abu. An einem stillen Nachmittag in der Schule googelte er »Machine Learning« und verschlang alles, was er dazu finden konnte. Es war der Anfang von etwas Großem. »Probleme durch Technik zu lösen, ist einfach mein Ding«, sagt Abu Qader.

Der 19-Jährige nutzt heute TensorFlow, eine Softwarebibliothek für maschinelles Lernen, die von Google entwickelt und frei verfügbar gemacht wurde. Er füttert das System mit Mammografiebildern und Diagnosen. Anhand der Daten lernt der Computer zu erkennen, ob es sich bei Gewebeveränderungen tatsächlich um einen Tumor handelt und ob dieser gut- oder bösartig ist. »Bei Brustkrebs liegt der Anteil der Fehldiagnosen durch Nutzung herkömmlicher Diagnosewerkzeuge gegenwärtig bei 30 Prozent«, sagt Abu Qader. »Das bedeutet, dass viele Patientinnen unnötig behandelt werden oder keine Therapie bekommen, obwohl sie eine bräuchten.«

Der Anteil ist so groß, weil die Bilder aus dem Körperinneren bisher nur von Menschen interpretiert werden. Aber Menschen machen Fehler. Sie ermüden, und ihr Urteilsvermögen hängt von Kleinigkeiten ab: Gab es am Morgen Kaffee? Sind sie durch private Probleme abgelenkt? Radiologen analysieren täglich Hunderte Bilder und verlassen sich ausschließlich auf ihre Erfahrung. »Diese Vorgehensweise ist fehleranfällig, denn gerade bei sehr speziellen und repetitiven Aufgaben sind Maschinen Menschen haushoch überlegen«, sagt Abu Qader. Nicht nur, dass Computer jedes Bild mit eiserner Sorgfalt analysieren. Sie vergleichen es auch mit allen Da-

ten, die sie je erlernt haben, und haben so Zugriff auf gebündeltes Expertenwissen. Künstliche Intelligenz fungiert an der Stelle wie ein Werkzeug, als diagnostisches Hilfsmittel, vergleichbar mit Ultraschallgeräten oder Magnetresonanztomografen. In Tests lag Abu Qaders Methode bereits zu weit mehr als 90 Prozent richtig, und sie lernt immer weiter hinzu. »Ich will, dass sich Patienten auf die Diagnosen noch besser verlassen können. Gerade auch in Entwicklungsländern, wo es oft an Fachärzten mangelt.«

Je mehr Daten Abu einspeist, desto präziser wird die Diagnose, weil die Software ihr Wissen aus Erfahrung nimmt. Doch die Datenbasis zu beschaffen, ist gar nicht so leicht. Jedes Land, jedes Krankenhaus, jeder Arzt kocht sein eigenes Süppchen. Daten werden nicht systematisch gesammelt und einheitlich verarbeitet und sind schlecht verfügbare und vergleichbar. »Obwohl die Bilder selbst immer besser werden, hat sich am Umgang damit seit Jahrzehnten nichts geändert«, kritisiert der Student und Firmengründer. Das deutsche Start-up Smart Radiology will das ändern und arbeitet daran, die Datenerfassung in der Radiologie zu standardisieren. Deshalb ist Abu Qader für ein paar Tage von New York nach München ge-

kommen: Er arbeitet mit seinem eigenen Unternehmen GilaLab an der Diagnose weiterer Krebsarten. Die Kooperation mit den deutschen Radiologen könnte seiner Arbeit helfen.

Ohne TensorFlow hätte es dieses Treffen nicht gegeben. »Die Softwaresammlung ist für KI-Entwickler das, was WordPress für Blogger ist«, sagt Abu Qader. »Man bekommt das nötige Werkzeug, die nötigen Strukturen und die nötige Unterstützung, um unterschiedlichste Probleme technisch zu lösen.« Das Vorgehen ist immer gleich: Zunächst wird die TensorFlow-Bibliothek geladen. Dort kann der Entwickler eine Session definieren, also den Ablauf bestimmter mathematischer Operationen festlegen. Weil es sich um ein Open-Source-Projekt handelt, kann jeder TensorFlow nutzen und sich mit anderen austauschen. Entsprechend unterschiedlich sind die Ergebnisse: Natürlich nutzt Google selbst die Software, etwa für die Spracherkennung, die Übersetzungsfunktion oder Google Fotos. Aber auch Firmen wie SAP, Intel, Snapchat oder eBay haben TensorFlow längst für sich entdeckt. Hinzu kommen die Projekte der Nutzer: In Japan sortiert ein Gemüsebauer mithilfe der Software Gurken, in Kalifornien hilft sie der Feuerwehr, Waldbrände vorherzusagen, und Meeresbiologen unterstützt sie dabei, den Aufenthaltsort gefährdeter Wale zu bestimmen. »Die Möglichkeiten sind endlos«, sagt Abu Qader mit glänzenden Augen. Er hat sich fest vorgenommen, sie in Zukunft noch weiter auszureizen.

Je mehr Daten er einspeist, desto präziser wird die Diagnose

Weitere Informationen
tensorflow.org
smart-radiology.com
gilaab.com

Text: Nina Himmer | Foto: Roderick Aichinger

HOFFNUNG UND SORGE

INTERVIEWS & PROTOKOLLE: KATHARINA FUHRIN

ILLUSTRATIONEN: NADINE REDLICH

Wie künstliche Intelligenz die Welt verändern wird?
Das lässt sich derzeit nicht klar sagen, es gibt die verschiedensten Perspektiven. Wir haben einige von ihnen zusammengetragen

Wie lange ist die menschliche Intelligenz der künstlichen noch überlegen?

Was müssen Politiker und Unternehmen tun?

Können Roboter fröhlich sein?

Wie reagieren wir, wenn Algorithmen zu Kollegen werden?

Wie machen wir KI gerecht?



Frau Viégas, wer bringt KI Moral und Fairness bei?

Es ist schwierig, diese Frage zu beantworten: Verschiedene Gesellschaften haben unterschiedliche Ansichten von Moral und Fairness. Angesichts der Vielfalt an Definitionen ist es unsere Herausforderung, diese Auffassungen klar zu formulieren und einander anzupassen. Das wird nicht einfach. Erst wenn wir einen Punkt erreichen, an dem wir uns klar mit Begriffen der Moral auseinandersetzen können, können wir sie in Mathematik übersetzen. Und das ist die Grundvoraussetzung, Machine-Learning-Systemen (ML) etwas beizubringen.

Können Algorithmen Vorurteile haben?

Digitale Voreingenommenheit entsteht üblicherweise durch Tendenzen im Datensatz, mit dem das Machine-Learning-System trainiert wird. Gibt es eine Unausgewogenheit in den Daten, wird sie sich auch in den Ergebnissen des Systems zeigen. Wenn etwa ein Datensatz mit Aussprachebeispielen auf männlichen Rednern basiert, wird ein Spracherkennungssystem, das auf diesen Daten basiert, sehr wahrscheinlich bei Männern besser funktionieren als bei

Frauen. Ein solches System bezeichnen wir als voreingenommen zugunsten von Männern.

Wie können wir sicherstellen, dass digitale Entscheidungsfindung niemanden diskriminiert?

Zuerst sollten Sie Ihre Trainingsdaten überprüfen. Sind sie repräsentativ für alle Untergruppen von Benutzern oder Subjekten Ihres Systems? Wenn Sie zum Beispiel an einem Gesichtserkennungssystem arbeiten, überprüfen Sie, ob die Daten Beispiele aus allen Ethnien, Geschlechtern und Altersgruppen enthalten. Sobald Sie Ihr System trainiert haben, testen Sie es proaktiv auf Abweichungen und Fairness-Maßnahmen. Läuft Ihr System beispielsweise gleich gut für Menschen aller Hautfarben, Geschlechter und Altersgruppen?

Glauben Sie, dass KI Mode, Sprache und Kreativität normieren wird?

Ich glaube, dass Massenmedien wie Fernsehen und Radio Sprache und Kul-

Fernanda Viégas ist Co-Leiterin der Google-Initiative »People + AI Research«, kurz PAIR, die sich der Erforschung und Gestaltung von menschenzentrierten KI-Systemen widmet und ein Bewusstsein für die Bedeutung von »objektiven« Datensätzen schaffen will.



tur viel eher normieren als KI. In einer Fernsehserie bilden sie beispielsweise ab, wie Menschen in einer großen Stadt in den USA sprechen oder sich kleiden, und senden das in den Rest der Welt. Dabei verbreiten sie die kulturellen Normen und Standards von diesem Ort. Solange bei KI die Trainingsdaten repräsentativ für die kulturelle Vielfalt einer Gesellschaft sind, bleibt diese Vielfalt im Ergebnis erhalten. Zum Beispiel sollte ein effektives KI-System für den Unterricht von Kindern erkennen können, dass verschiedene Kinder jeweils auf unterschiedliche Weise besser lernen, und seinen pädagogischen Ansatz entsprechend anpassen.

Sie sagen über Ihre Arbeit, dass Sie KI »demokratisieren und humanisieren« möchten. Was bedeutet das?

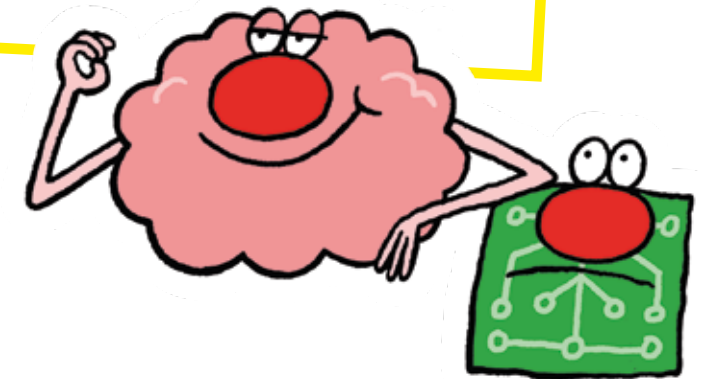
Die Demokratisierung von KI meint, dass es für Menschen außerhalb von KI-verwandten Disziplinen wie Computerwissenschaften, Mathematik oder Ingenieurwissenschaften einfacher wird, mit der Technologie zu spielen und besser zu verstehen, wo ihre Möglichkeiten und Herausforderungen liegen. Die Humanisierung von KI bedeutet, dass wir sicherstellen, beim Entwickeln von KI-Systemen von den Bedürfnissen der Nutzer auszugehen.

Wie können Menschen und KI zusammenarbeiten?

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, wie Menschen und KI zusammenarbeiten können. Manchmal, wenn ein Problem sehr klar definiert ist, können KI-Systeme automatisch im Hintergrund arbeiten. In anderen Fällen kann das KI-System menschliche Intelligenz verstärken – natürlich immer als Werkzeug, nicht als Ersatz. Nehmen wir zum Beispiel Ärzte, die versuchen, komplexe Krankheiten wie Krebs zu diagnostizieren. Ein KI-System, das auf eine große Menge medizinischer Daten trainiert ist, kann Muster und Ähnlichkeiten hervorheben, die für den Arzt nützlich sind.

Fotos: Matthew Jason Warford, BCAN

Wie lange ist die menschliche Intelligenz der künstlichen noch überlegen?



»FORSCHERN FÄLLT ES GAR NICHT SO LEICHT zu sagen, was Intelligenz eigentlich ist. Es gibt viele widerstreitende Definitionen – vom perfekt an seine Lebensnische angepassten Pantoffeltierchen bis hin zur Annahme, dass höhere Denkfähigkeiten wie das Lösen von Problemen der eigentliche Kern von Intelligenz sind.

Ein klassisches Beispiel für solch innovatives Denken ist die Erfindung des Rads: Über Jahrtausende tragen Menschen ihr Hab und Gut auf dem Rücken durch die Gegend, und dann erfindet jemand das Rad und baut einen Karren. Aus den alten Schablonen herauszutreten, durch innovatives Denken etwas auf neue Art und Weise zu sehen und damit ein Problem zu lösen, das Menschen lange beschäftigt hat – das ist eine Kernleistung eines intelligenten, selbstdenkenden Systems.

Wenn man in der öffentlichen Diskussion von künstlicher Intelligenz spricht, meint man oft einfach nur Algorithmen, die teilweise einfache Aufgaben erledigen. Bei unserer Forschungsarbeit etwa verwenden wir maschinelle Lernalgorithmen, um Krankheitshinweise in MRT-Daten zu finden. Unsere Hirnscans umfassen ja riesige Datenmengen, die anders als computergestützt gar nicht auszuwerten wären. Die Algorithmen sind zwar ausgefuchst, aber bedeutet dies gleich, dass unsere Computer intelligent mit diesen Daten umgehen? Oder sind sie vielleicht einfach nur schnell oder effizient? Meist sind es ja sehr triviale Dinge, die dieses Werkzeug uns abnimmt. Daraus entsteht noch lange kein innovatives Denken.

KI hat wirklich beeindruckende Ergebnisse geleistet, aber immer in sehr klar strukturierten Domänen. Sie können mithilfe sogenannter tiefer neuronaler Netze einem Computer zeigen, wie er Donkey Kong, Go, Schach oder Poker spielt. Aber in all diesen Fällen gibt es ein klar definiertes Setting mit bestimmten Regeln, die mathematisch gut zu beschreiben sind. In unserer Forschung, wenn wir versuchen, Computern beizubringen, in MRT-Bildern Krankheiten zu erkennen, sieht es etwas anders aus. Man erkennt etwas ganz Beeindruckendes: Es gibt Dinge, die ein Computer besonders gut »sehen« kann – vor allem wenn etwas von den Erwartungen der Mediziner abweicht. Und es gibt andere Dinge, die ein Radiologe besser erkennt. Dieser hat sich über lange Jahre und mit Tausenden von Bildern darauf trainiert, pathologische Veränderungen in MRT-

Bildern zu erkennen. Die besondere Fähigkeit des Menschen kommt vor allem dann zum Tragen, wenn etwas ganz Ungewöhnliches auftaucht und er eine neue Erklärung braucht. Man muss nämlich wissen, dass Gehirne sehr unterschiedlich aussehen und funktionieren können. Das schablonenhafte Denken von Algorithmen stößt dann bisweilen an seine Grenzen.

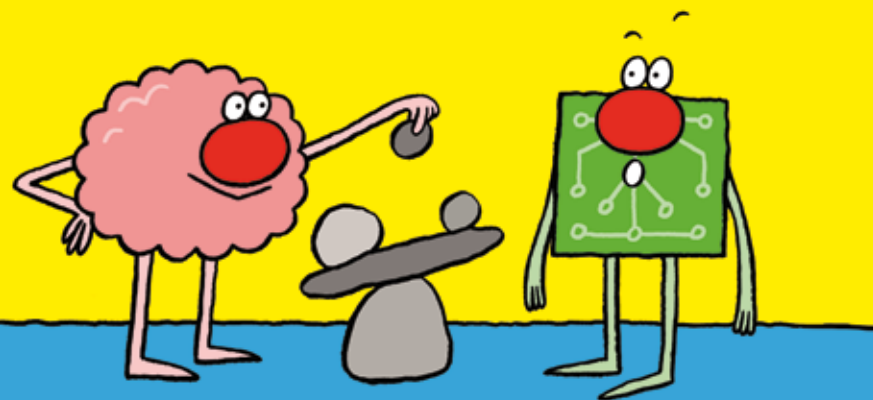
Menschen können im Gegensatz zur KI gerade in schlecht strukturierten Domänen erfolgreich sein. Man nennt das Ganze auch »cognition in the wild«. Nehmen Sie eine Aufgabe am Arbeitsplatz: Sie bekommen eine diffuse Anweisung, ein Problem zu lösen. Jetzt müssen Sie zunächst einmal verstehen, was eigentlich das Problem ist, wer die Beteiligten sind, wo deren Interessen liegen, und welche Handlungsmöglichkeiten es gibt und so weiter. Diese Vielschichtigkeit ist etwas, womit Menschen besonders gut umgehen können. Und ich glaube, dass sich KI in diesen schlecht strukturierten Bereichen auch mittelfristig schwertun wird.

Wenn wir in die Zukunft sehen, wird es Bereiche geben, in denen die KI vorne sein wird, und andere, in denen der Mensch besser ist. Gewinnen wird immer derjenige, der Mensch und Maschine optimal zusammenbringt. Denn in vielen Situationen wird der Mensch einfach besser, wenn er sich von Algorithmen unterstützen lässt.« •

John-Dylan Haynes, Neurowissenschaftler, forscht am Bernstein Center for Computational Neuroscience, Verbundobjekt der Charité Berlin, der Universität Potsdam und der Humboldt-Universität zu Berlin.



Wie machen wir KI gerecht?



Was müssen Politiker und Unternehmen tun?

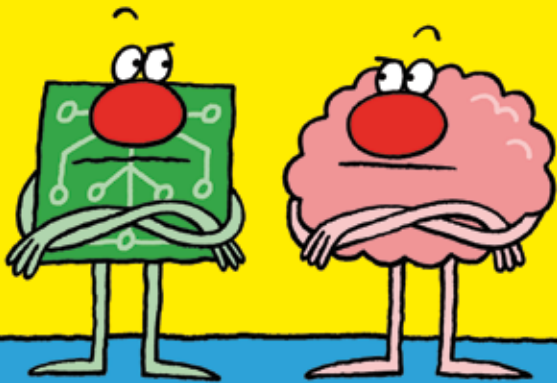


Oliver Suchy leitet beim Deutschen Gewerkschaftsbund das Projekt »Arbeit der Zukunft«.

»KI UND MACHINE LEARNING werden Wirtschaft und Wertschöpfung, Arbeitsbeziehungen und Arbeitsbedingungen grundlegend verändern. Dabei handelt es sich um eine rasante technologische Entwicklung, die aber von Menschen gemacht wird. Das heißt, man kann diese Entwicklung gestalten. Dafür braucht es kluge Regeln, und das möglichst bald.

Von Extremszenarien wie einer drohenden Massenarbeitslosigkeit halte ich nichts. Entscheidend ist, die Digitalisierung als neue Infrastruktur der Ökonomie zu betrachten. Insbesondere bei lernenden Systemen kommt es darauf an, wie und zu welchem Zweck sie genutzt werden. Geht es um höhere Profite durch mehr Effizienz, Macht und digitale Kontrolle? Oder um mehr Produktivität durch Innovationen und bessere Arbeitsbedingungen? Steuern wir auf fremdgesteuerte, digitale Fließbandarbeit zu – oder ermöglicht die Technologie eine neue Humanisierung der Arbeit? Entscheidend

ist zunächst, wie die Ziele von KI definiert werden und wer sie definiert. Werden die Beschäftigten rechtzeitig beteiligt? Können sie mitbestimmen? Mögliche Zielkonflikte sollten schon bei der Entwicklung verhandelt werden. Zum Beispiel: Kann es sein, dass intelligente Systeme die Arbeit erleichtern, aber künftig weniger Beschäftigte dafür benötigt werden? Es braucht also auch eine frühzeitige Folgenabschätzung, um zu ermitteln, wie sich Jobs möglicher-



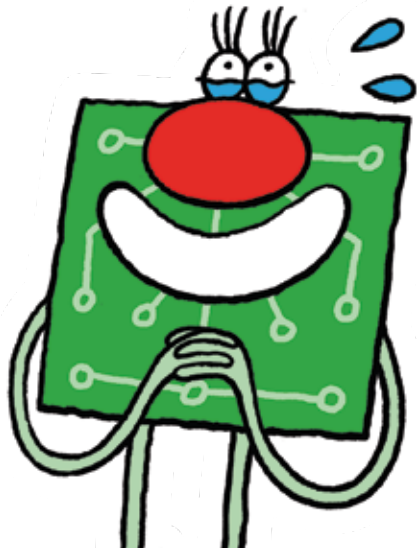
weise verändern und wie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dafür weiterqualifiziert werden müssen.

Es ist die Aufgabe der Unternehmen und der Politik, solche Standards für KI in der Arbeitswelt zu entwickeln. Dazu gehören auch Daten-Transparenz, die Analyse neuer Belastungsprofile und der Schutz vor digitaler Überwachung. Vor allem sollte massiv in eine neue Kultur des Lernens investiert werden. Zum Beispiel mit einer staatlich geförderten Bildungsteilzeit, die eine Weiterbildung parallel zum Job erleichtert. Das wäre ein gutes Mittel dafür, das Versprechen für den persönlichen Aufstieg auch im Rahmen dieses tief greifenden Wandels zu erneuern.

Im Privaten macht intelligente Technik vielen Leuten Spaß, aber bei der Arbeit fühlen sich nicht wenige schon heute überfordert oder sogar ohnmächtig. Ohne Akzeptanz kann KI am Arbeitsplatz nicht gutgehen. Diese Akzeptanz gelingt nicht durch blumige Versprechen, sondern nur durch konkrete Schritte für einen gesellschaftlichen Konsens.«



Können Roboter fröhlich sein?



Herr Bendel, hat ein Roboter mit KI Gefühle oder einen eigenen Willen? Kennt er Bosheit?

Gefühle oder einen freien Willen hat eine Maschine nicht, und sie kennt keine Heimtücke. Man kann ihr mithilfe der Disziplin der Maschinenethik aber moralische Regeln beibringen, an die sie sich hält. Sie kann Gutes tun, ohne dass sie dieses versteht. Und Böses.

Wann darf man Verantwortung auf einen Roboter übertragen?

In der Maschinenethik bauen wir moralische Maschinen. Den Begriff der maschinellen Moral kann man so wie den der künstlichen Intelligenz verwenden. Mein Interesse gilt einer Stellvertretermoral in halboffenen Welten: Ein Haushaltsroboter kann in meiner



Oliver Bendel ist Professor für Wirtschaftsinformatik an der Hochschule für Wirtschaft der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW und versteht sich als Roboterphilosoph.

Abwesenheit das tun, was ich auch tun würde, etwa nett zu Tieren sein. Diese Übertragung von Verantwortung ist meist unproblematisch. Anders sieht es aus, wenn es um autonome Maschinen geht, die in offenen Welten über Leben und Tod von Menschen entscheiden. Bei Fahrzeugen und Kampfrobotern habe ich Bedenken.

Könnten Roboter einen Krieg beginnen?

Theoretisch schon, aber warum sollten sie das tun? Wenn sie das tun, dann deshalb, weil wir es ihnen befohlen haben. Dass sie von selbst darauf kommen, ist eher unwahrscheinlich beziehungsweise kann vermieden werden. Wir arbeiten in der Maschinenethik nicht nur mit konkreten Regeln, sondern auch mit Metaregeln. Diese dienen dazu, die »Geisteshaltung« und den Erfindungsreichtum des Systems zu bestimmen und zu begrenzen.

Wie müssen wir mit KI umgehen, um von ihr zu profitieren?

Ich bin dafür, der Forschung freien Lauf zu lassen und allenfalls die Anwendung zu beschränken. Ich befürchte, dass in Europa die Innovation in diesem Bereich bald erstickt wird, auch indem man die Ethik instrumentalisiert. Man spielt mit den Ängsten, die hier seit jeher bestehen.

Frau Möslein, was müssen wir tun, um die Arbeitswelt von morgen zu gestalten?

Wir haben dazu in Deutschland eine tolle Forschungskultur. Wissenschaftler probieren gemeinsam mit mutigen Unternehmen schon jetzt neue Arbeitsformen aus – zum Beispiel, wie ein moderner Einzelhandel in der Innenstadt aussehen kann oder wie die Schadensregulierung einer Versicherung mithilfe von Algorithmen optimiert wird. Die digitale Transformation ist ja nicht vorgegeben, sondern ein Aufruf, die Arbeitswelt von morgen zu gestalten. Und Mitbestimmung hat in Deutschland eine lange Tradition, um die uns viele Nationen beneiden. Allerdings beobachten wir, dass neueste Technologien oftmals rein nach alter Produktivitätslogik eingesetzt werden. Das verhindert letztlich Innovation.

Weshalb?

Weil sich das Vorgehen vor allem auf den Ersatz menschlicher Arbeitskraft richtet. Sie fordern mehr Mut zum Ausprobieren? Ja. Die Produktivitätslogik hat viel Gutes gebracht, aber wir wenden sie so selbstverständlich an, dass wir es nicht mal mehr merken. Wir müssen aufpassen, dass wir nicht alles dem Effizienz-

Wie reagieren wir, wenn Algorithmen zu Kollegen werden?

gedanken unterwerfen. Produktivität und Innovation sind nicht unbedingt ein Gegensatzpaar. Ich würde immer die erste Priorität auf die Innovation legen und fragen: Wie kriege ich das, was sinnvoll und gewünscht ist, wertschöpfend hin? Dahinter steckt natürlich eine Wertefrage.

Was muss geschehen, damit alle in Ihrer Arbeit von KI-Anwendungen profitieren?

Es muss Teil jedes Jobs werden, darüber nachzudenken, was dieser Job eigentlich sein soll. Ich kenne gute Kollegen, die es sich zu ihrer Aufgabe gemacht haben, sich in ihrem Job immer wieder überflüssig zu machen. So erarbeiten sie sich den nächsten Job und gestalten Innovation. Wenn wir diese Logik in die Köpfe bekommen, verlieren wir auch die panische Angst, unsere Arbeit könnte uns weggenommen werden. Start-up-Gründer denken ständig darüber nach, was sie eigent-

lich tun wollen und was sinnstiftend ist. Das hat uns die Produktivitätslogik in etablierten Unternehmen ein Stück weit ausgetrieben, denn Nachdenken ist kein Bestandteil von Produktivität. Die aber bricht dann ein, wenn ich von einem Tag auf den anderen überlegen muss, wie ich Mitarbeiter qualifiziere, deren Jobs sich verändern – oder wegfallen.

Kathrin Möslein, Professorin für Wirtschaftsinformatik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, beschäftigt sich mit Innovation und Digitalisierung.



Fotos: Simone M. Neumann, Kai R. Joachim, FAU/Thomas Einberger

Wie bringen wir künstlichen Intelligenzen unsere Werte bei? Und vor allem: **Wie bereiten wir uns auf einen von Computern beeinflussten Alltag vor?** Ein Gespräch mit Peter Dabrock, Vorsitzender des Deutschen Ethikrats

» Wir sollten auf klassische Bildung setzen «

Herr Dabrock, Microsoft-Präsident Brad Smith schlägt einen Verhaltenskodex für Programmierer vor, um künstliche Intelligenz in Schach zu halten. Ist das eine gute Idee?

Den Gedanken, dass Programmierer sich ihrer sozialen Verantwortung bewusst werden müssen, finde ich extrem bedeutsam. Mediziner müssen ja auch in allen Phasen ihrer Ausbildung Ethikkurse belegen. Das ist Standard, weil wir damit rechnen, dass ein Arzt in seinem Leben mehrfach in kritische Situationen kommt. Und jetzt denken Sie an Google oder Facebook – dort haben Programmierer Einfluss auf das Leben von Milliarden von Menschen! Dabei sind die meisten Programmierer eher unbedarft in ihrer moralischen Reflexion und folgen einfach ihrer Intuition. Ich plädiere seit Jahren dafür, verpflichtende Ethikkurse für Programmierer einzuführen.

Wie beeinflusst es unser Menschenbild, wenn wir versuchen, das Verhalten von Menschen mit Algorithmen zu berechnen?

Ein Hype in der Medizin ist die datengetriebene »Precision Medicine«: Man will Diagnosen präziser stellen und daraufhin Therapien optimieren. Mit dem Menschen an sich aber hat das kaum zu tun. Ich habe nichts gegen Quantifizierungen, wenn sie als Element der Orientierung, des Ordnungsschaffens dienen. Ich habe nur etwas



dagegen, wenn Quantifizierung als das Maß aller Dinge gilt. Als Gesellschaft müssen wir alles daransetzen, dass der Einzelne nicht in Quantitäten aufgeht. Denn dann wird die Individualität, die jeder über das Maß des Berechenbaren besitzt, nicht mehr berücksichtigt.

Wie bringt man selbstlernende Systeme dazu, unsere Werte zu teilen?

Erst einmal müssen wir uns darüber im Klaren sein, dass wir in einer wertpluralen Gesellschaft leben – dass wir zwar bei uns in Deutschland immer noch einen breiten Konsens über bestimmte Grundorientierungen haben, dass aber selbst diese an den Rändern ausfransen. Beim autonomen Fahren zum Beispiel werden wir deswegen nicht umhinkommen, neben allgemeinen Rechtsgrundlagen auch persönliche Werteüberzeugungen in die Programmierung zu integrieren.

Was meinen Sie damit?

Ich kann mir vorstellen, dass künftig jeder, der ein selbstfahrendes Auto besteigt, in eine App seine moralischen Präferenzen eingeben muss.

Der Fahrer müsste also entscheiden, ob er im Notfall auf eine Gruppe Senioren, auf ein Kind oder eine Wand zufahren würde?

Vorsichtiger gesagt: Man müsste im Vorfeld darüber Rechenschaft ablegen, wie man eine solche Situation bewerten würde. Parallel zum Führerschein sollte dann vielleicht ein Ethikkurs Pflicht sein, bevor man Halter eines autonomen Fahrzeugs werden darf. Bevor es aber um solche konkreten Fragen geht, sollten wir uns erst einmal peu à peu mit dieser neuen Kulturtechnik vertraut machen.

Das fällt vielen nicht leicht. Was kann denn jeder Einzelne von uns tun, um sich auf einen von KI beeinflussten Alltag vorzubereiten?

Oft wird gesagt: Lernt programmieren! Allerdings muss natürlich auch nicht jeder wissen, wie ein Auto zu reparieren ist, wenn er gut Auto fahren will. Ich schlage eine Doppelstrategie vor: Einerseits brauchen wir – wie der Kommunikationswissenschaftler Bernhard Pörksen fordert – ein kombiniertes Unterrichtsfach aus Medientheorie, Ethik, Psychologie und Grundkenntnissen der Programmierung. Das gewährleistet erste Orientierungsfähigkeit in der medialen Welt, insbesondere bei der Social-Media-Nutzung. Andererseits sollten wir auf klassische Bildungselemente setzen.

Warum?

Sie vermitteln, was ich Differenzkompetenz und Ambiguitätssensibilität nenne – dass man achtsam wird oder bleibt für die feinen Unterschiede, für nicht eindeutige Sachverhalte und individuelle Besonderheiten. *Die Bibel*, Goethes *Faust*, Mathematik, zwei Fremdsprachen, Musik und Sport – das scheint mir ein gutes Paket zu sein, um mit den Herausforderungen zurechtzukommen, die durch künstliche Intelligenz entstehen.

Peter Dabrock ist Professor für Systematische Theologie mit Schwerpunkt Ethik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und Vorsitzender des Deutschen Ethikrats.

WORTKUNDE

Was ist künstliche Intelligenz? Was ist ein Algorithmus?
Was ist maschinelles Lernen oder gar ein neuronales Netzwerk?
Auf dieser Seite geben wir Antworten, mit denen Sie dieses Heft
und eine wichtige Debatte besser verstehen

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ / ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Viele reden davon, einige warnen davor, und wieder andere arbeiten daran. Was mit **künstlicher Intelligenz (KI)** oder **Artificial Intelligence (AI)**, wie es auf Englisch heißt, wirklich gemeint ist, darüber gibt es unterschiedliche Auffassungen. Das liegt auch daran, dass Wissenschaftler erst anfangen, ihr Vorbild, die menschliche Intelligenz, zu verstehen. Dennoch lassen sich entscheidende Begriffe abgrenzen.

1. ALGORITHMEN

Künstliche Intelligenz beruht auf einer speziellen Art von **Algorithmen**, also einer Abfolge einzelner Anweisungen, mit denen Computer Probleme lösen. Allerdings sind nicht alle Algorithmen »intelligent«. Der Schachcomputer »Deep Blue«, der 1996 den damaligen Weltmeister Garri Kasparow schlug, arbeitete mit einem festen Satz an Regeln, die sich nicht veränderten. Intelligent im engeren Sinn sind Algorithmen erst dann, wenn sie die Fähigkeit haben, selbstständig zu lernen. Und das ist am ehesten beim maschinellen Lernen der Fall.



Illustration: Nadine Redlich

2. MASCHINELLES LERNEN / MACHINE LEARNING

Beim **maschinellen Lernen** werden Daten sowie beschreibende Informationen, die sogenannten Metadaten, in ein bestimmtes Computerprogramm gegeben. Ein Beispiel wären 100 Bilder von Hunden mit den dazugehörigen Metainformationen »Dieses Bild zeigt einen Hund«. Das Programm versucht durch stetiges Anpassen seiner Funktionsweise in den Daten Muster und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und kann dann zum Beispiel auch bei Bildern, die es noch nicht »gesehen« hat, eine statistische Wahrscheinlichkeit angeben, mit der es »glaubt«, einen Hund zu erkennen. In anderen Anwendungsbereichen sind auch Prognosen für die Zukunft ableitbar. Alle Fortschritte, die wir gerade zum Beispiel bei der Text- und Spracherkennung, bei automatischen Übersetzungen oder beim autonomen Fahren sehen, beruhen auf maschinellem Lernen oder **Machine Learning**, wie es auf Englisch heißt. Oft spricht man von künstlicher Intelligenz und meint schlicht maschinelles Lernen: Ein Computer wertet Daten aus und trifft auf Basis seines Trainings Trefferwahrscheinlichkeiten oder gibt Prognosen für die Zukunft. Ein bisschen näher an dem, was wir eigentlich unter Intelligenz verstehen, ist das Deep Learning.

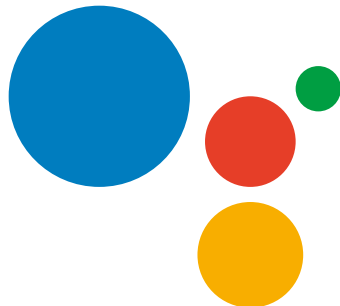
3. DEEP LEARNING / NEURONALE NETZE

Eine komplexe Variante des maschinellen Lernens ist das **Deep Learning**. Dabei handelt es sich um **künstliche neuronale Netze** nach dem Vorbild des menschlichen Gehirns. Dem Menschen überlegen sind diese künstlichen neuronalen Netze vor allem dann, wenn es gilt, **Big Data**, also große und unstrukturierte Datensätze, zu analysieren. Allerdings sind auch solche Systeme in gewisser Weise »Fachidioten«, weil ihnen die Vielseitigkeit und Flexibilität menschlicher Intelligenz fehlt.

Muss noch
1000 Sachen
erledigen...

**Mach mal,
Google.**

Hallo.



Hol dir den Google Assistant.

