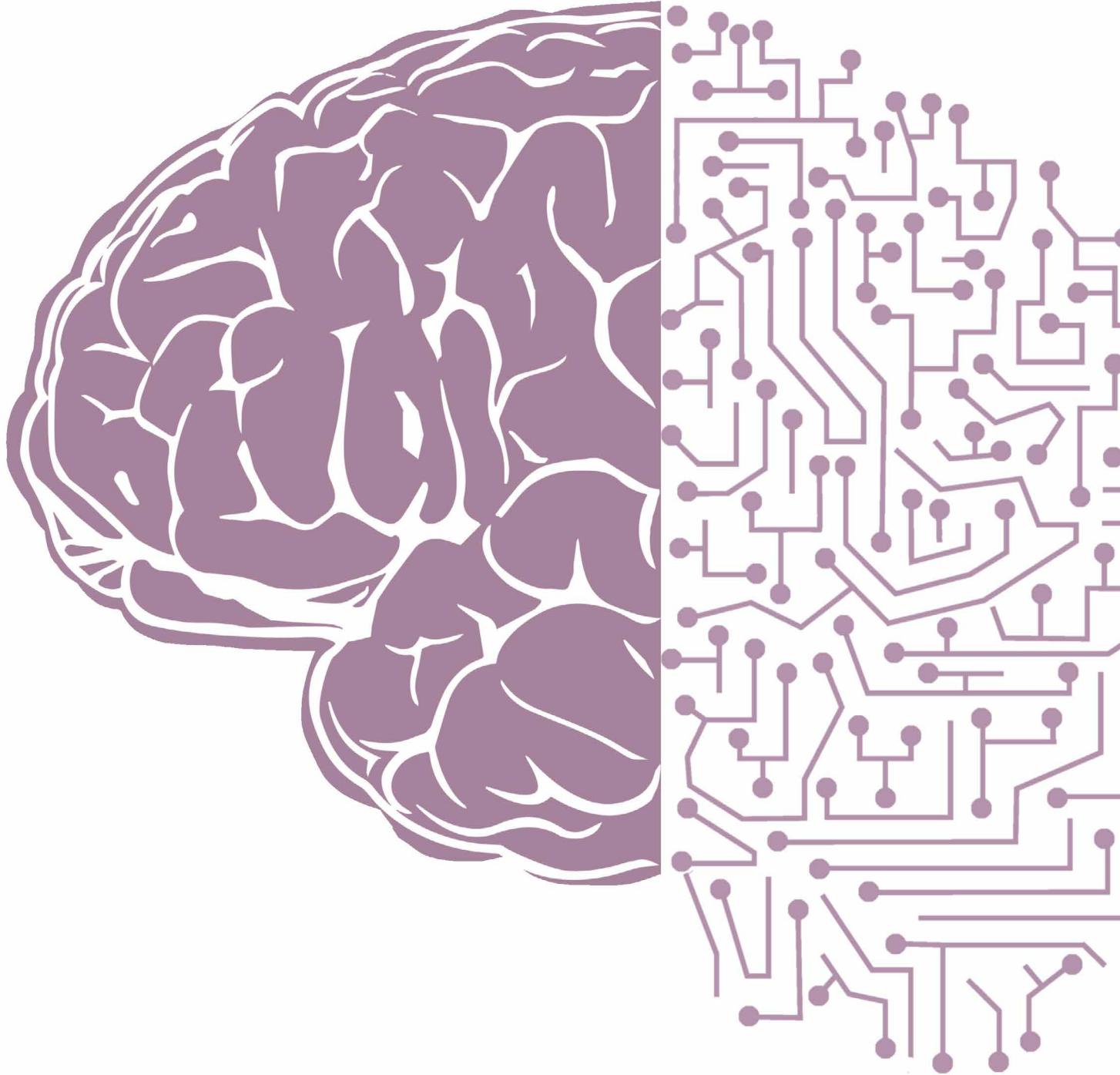


# Wenn die Maschine lernt, wie sie lernen soll





**Ob Medizin, Mobilität oder Medienkonsum: Künstliche Intelligenz ist gerade dabei, unseren Alltag zu durchdringen. Maschinelles Lernen im Allgemeinen und künstliche neuronale Netzwerke im Besonderen machen diesen Boom möglich.**

*Text: Stefan Jermann, Bettina Bhend und Ralph Hofbauer  
Illustrationen: Priska Wenger*

◀ Künstliche Intelligenz (KI) klingt immer noch ein wenig nach Science-Fiction. Den Begriff gibt es allerdings schon seit 1956. Er umschreibt den Versuch, menschliches Denken digital nachzubauen, sodass Computer selbstständig Probleme lösen können.

Heute begleitet uns KI tagtäglich: Als Grundlage von Sprachassistenten steckt sie in jedem Smartphone. Zu Hause kommt die Technologie in Form von intelligenten Lautsprechern wie Amazon Echo zum Einsatz. Ein mündliches Kommando genügt, und sie spielen für uns Musik ab, schlagen Wissen nach oder koordinieren unsere Termine. Bis Ende 2020, so schätzen Marktforscher, werden über 200 Millionen Haushalte weltweit solche Systeme nutzen. Und sie lernen laufend dazu: Je häufiger wir mit ihnen interagieren, desto besser werden die Resultate, die sie uns liefern.

### Aus Daten werden Informationen

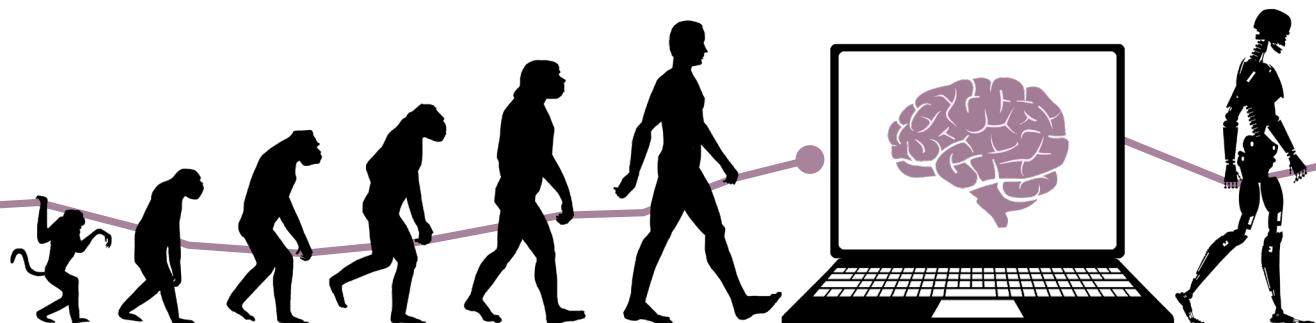
Wenn sich Computersysteme selber Wissen aneignen, nennt sich das maschinelles Lernen. Dieser Teilbereich der KI boomt derzeit wie kein anderer. Möglich machen es die riesigen Datenmengen, die wir täglich produzieren – nicht nur in der Interaktion mit unseren Sprachassistenten, sondern auch, indem wir Bilder auf Instagram posten, Kommentare twittern oder Hotelbewertungen schreiben. Zur Verwertung dieser Daten stehen heute leistungsfähige Prozessoren zur Verfügung. Und es werden laufend Algorithmen entwickelt – Verfahren also, mit denen Daten nach einem bestimmten, sich wiederholenden Schema verarbeitet werden.

Navigationsgeräte zum Beispiel nutzen Algorithmen, um in Form eines Graphen und verschiedener Knotenpunkte den kürzesten Weg von A nach B zu berechnen, wobei Faktoren wie Stau, Steigungen und Strassensperrungen berücksichtigt werden. Auch Internet-Suchmaschinen funktionieren über Algorithmen: Webseiten werden auf Kompetenz, Verlinkungsstruktur und Relevanz für eine bestimmte Suchanfrage geprüft und entsprechend sortiert.

### Überwachtes und unüberwachtes Lernen

Beim maschinellen Lernen wird zwischen überwachtem und unüberwachtem Lernen unterschieden. Ersteres kann man sich wie eine Art Trainingslager vorstellen: Der Algorithmus wird mit Datenpaaren gefüttert, die aus einem Eingabewert und einem Resultat bestehen. Das könnte zum Beispiel eine schriftliche Hotelbewertung und die dazugehörige Angabe sein, ob es sich dabei um eine positive oder negative Bewertung handelt. Analysiert das System ganz viele solcher Paare, beginnt es Regelmäßigkeiten zu erkennen. Es kann sein Wissen nach einer Trainingszeit auch auf Bewertungen anwenden, die es noch nicht kennt, und mit hoher Wahrscheinlichkeit bestimmen, ob es sich um Lob oder negative Kritik handelt.

Unüberwachtes Lernen geht noch einen Schritt weiter. Dabei wird dem Algorithmus keine «richtige Antwort» mehr vorgegeben; er muss sich selber einen Reim auf die Daten machen und dabei selbst-



ständig nach Strukturen suchen. Ein solcher Algorithmus könnte zum Beispiel die Aufgabe erhalten, Tausende von digitalen Bildern zu analysieren und in Kategorien zu gruppieren. Für beide Formen des Lernens gilt: Je mehr Daten dem Algorithmus vorliegen, desto intelligenter wird er.

### Die Technologie lernt sprechen

Wie das Beispiel der Sprachassistenten zeigt, ist das Erkennen, Verarbeiten und Generieren von Sprache ein wichtiges Anwendungsgebiet von maschinellem Lernen. Frühe Versuche, dies einem Computersystem beizubringen, scheiterten an der schier endlosen Varianz natürlicher Sprachen: Dialekte, Akzente oder Sprachfehler zum Beispiel. Werden einem System lediglich grammatische Regeln einprogrammiert, kann dies nicht einmal ansatzweise abgebildet werden. Wird jedoch maschinelles Lernen eingesetzt, kann diese Schwierigkeit überwunden werden. Denn dann lernt ein Algorithmus die Muster natürlicher Sprachen anhand eines riesigen Korpus von Audio-dateien.

Wie intelligent solche Systeme bereits sind, zeigte Google im vergangenen Jahr mit einer Testversion seines Sprachassistenten Duplex. Der Assistent hatte die Aufgabe, einen Tisch im Restaurant zu reservieren. «Hallo, ähm, ich möchte einen Tisch reservieren, für Mittwoch, den 7. Mai», sagte Duplex mit einer computergenerierten Stimme, die von der eines

Menschen nicht zu unterscheiden war. Auch auf spontane Rückfragen der Restaurantmitarbeiterin zu Uhrzeit und Anzahl Personen reagierte er, ohne zu zögern, mit verständlichen und sinnvollen Antworten. Die Vorführung gilt als Meilenstein in der Geschichte der Künstlichen Intelligenz.

### Künstliche Neuronen und «Deep Learning»

Eine vielversprechende Herangehensweise an Problemstellungen aus dem Bereich der KI sind sogenannte künstliche neuronale Netze, wie sie in verschiedenen Algorithmen des maschinellen Lernens eingesetzt werden. Mit neuronalen Netzen simulieren Forscher die Struktur des menschlichen Gehirns. Was dort ein System von Neuronen ist, ist hier ein Netzwerk von Knotenpunkten. Diese Knotenpunkte sind in aufeinanderfolgenden Schichten angeordnet und miteinander verbunden. Anfang und Ende des Netzwerks bilden die Eingabe- und die Ausgabeschicht. Dazwischen liegt eine Reihe von verdeckten Schichten, wo die Daten verarbeitet werden. Je mehr Schichten nacheinander angeordnet sind, desto «tiefer» wird der Lernprozess – daher kommt auch der Begriff des «Deep Learning». Die Anzahl Schichten ist im Prinzip beliebig; mehr Schichten benötigen allerdings auch mehr Rechenleistung.

Erkennt ein neuronales Netz in den analysierten Daten ein Muster, stärkt oder schwächt es bestimmte

## WAS BRINGT KI DER INDUSTRIE?

- **Sortierung und Qualitätskontrolle:** Bildverarbeitung, die auf maschinellem Lernen basiert, kann zum Beispiel beim Sortieren von Waren auf Förderbändern eingesetzt werden oder erkennen, ob ein Produkt fehlerhaft ist.
- **Logistik:** Intelligente Lagersysteme können anhand von Daten und deren Gesetzmäßigkeiten die Lagerhaltung laufend optimieren. So wird die Lieferkette automatisch optimiert und die Logistik schlanker, da nur so viele Waren an Lager sind, wie tatsächlich benötigt werden.
- **Wartung:** Auch bei der Wartung von Maschinen gibt es Anwendungsmöglichkeiten für KI – das Stichwort hier lautet «Predictive Maintenance». Daten aus der Vergangenheit erlauben es intelligenten Systemen, Aussagen zum künftigen Wartungsbedarf zu machen.
- **Produktion:** Schon heute lassen sich Produktionsprozesse durch maschinelles Lernen optimieren. In der Smart Factory der Zukunft kann KI ihr volles Potenzial ausschöpfen. Durch den rasanten Fortschritt der Technologie dürften intelligente Roboter künftig in der Lage sein, Produktionsprozesse in immer höherem Mass selbstständig zu organisieren.

Verbindungen zwischen den Knotenpunkten im künstlichen Gehirn und kann künftig auf dieser Erfahrung aufbauen. Das System wird also intelligenter und erledigt die Aufgaben, für die es eingesetzt werden soll, schneller und präziser.

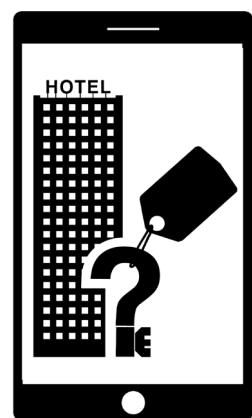
### Unzählige Einsatzmöglichkeiten

Die Einsatzmöglichkeiten von KI scheinen unbegrenzt. In der Medizin entwickelt sie sich gerade zur neuen Wunderwaffe. Das Unispital Zürich zum Beispiel testet derzeit ein Computersystem, das mammographische Röntgenbilder automatisch analysiert und nach Gewebedichte klassifiziert. Je höher die Dichte des Brustgewebes ist, desto grösser ist die Gefahr einer Krebskrankung. In Basel läuft ein KI-Pilotprojekt, das Medizinerinnen und Mediziner beim Erkennen von Hirnblutungen unterstützt.

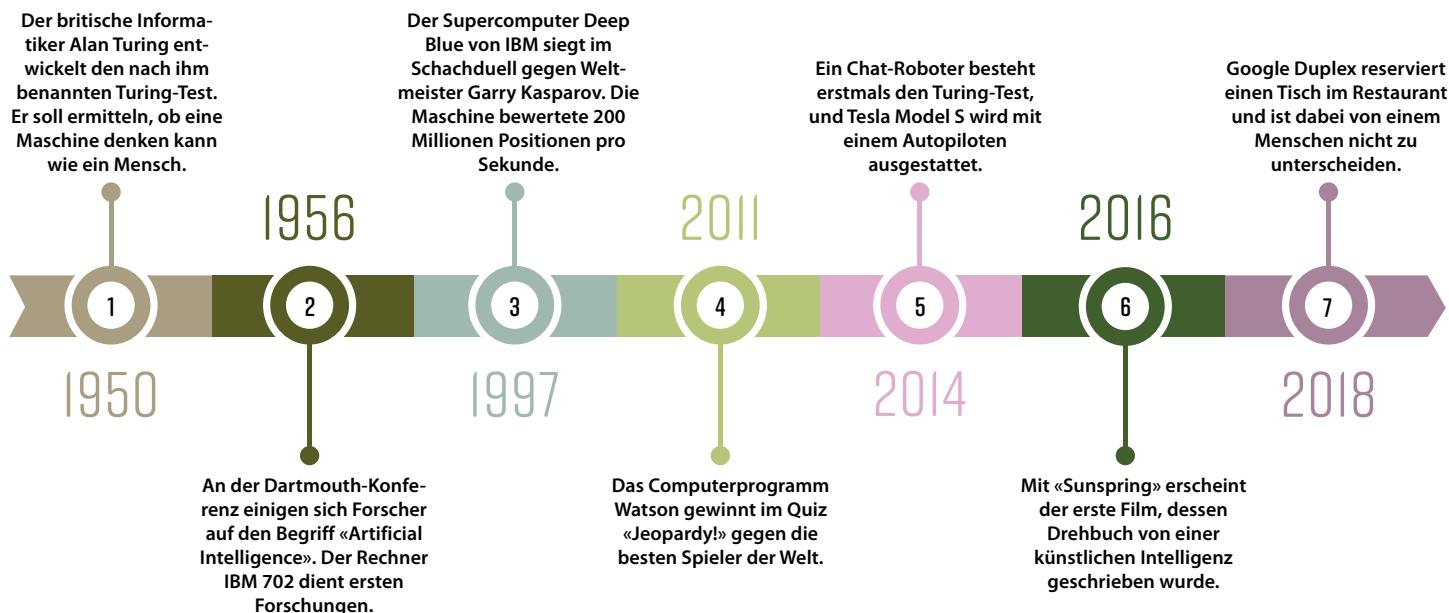
Auch in der Mobilität ist das Potenzial gross (siehe Artikel S. 8). Denn für das autonome Fahren ist die Mustererkennung essenziell: Strassen vom Umland

unterscheiden, Linien und Lichtsignale beachten, Verkehrsschilder oder Hindernisse erkennen – erst wenn dies mit befriedigender Genauigkeit möglich ist, ist auch sicheres autonomes Fahren möglich. Was Künstliche Intelligenz hier schon leistet, ist beeindruckend: Ein neuronales Netzwerk konnte in einem Test 99,5 Prozent von deutschen Verkehrszeichen richtig lesen. Menschen hingegen erkannten nur 98,8 Prozent richtig.

Intelligente Systeme können aber noch viel mehr: Fahrpläne optimieren, Börsengeschäfte tätigen oder Rechtsfragen klären. Das Marketing nutzt KI bereits heute intensiv, um Werbung zu personalisieren. Facebook und Google haben es vorgemacht, indem sie die Klicks der Nutzer mit intelligenten Systemen analysierten. So haben die beiden Internet-Giganten in kurzer Zeit einen Grossteil des weltweiten Werbegeschäfts für sich gewonnen. Neben der Werbung werden in Zukunft aber auch Produkte und Dienstleistungen vermehrt personalisiert sein – KI sei Dank. ■



## GESCHICHTE DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ



# «Grosses Potenzial für kleine Betriebe»

Trendforscherin Karin Frick über die Chancen und Risiken der Künstlichen Intelligenz.

## **Wie wird Künstliche Intelligenz (KI) in den nächsten zehn Jahren unseren Alltag verändern?**

Wenn wir heute von KI sprechen, haben die meisten menschenähnliche Roboter vor Augen, die alles besser können als wir. Das ist auch in zehn Jahren noch Zukunftsmusik. Der erste Schritt der Veränderung ist weniger spektakulär und läuft eher im Hintergrund ab. KI treibt die Automatisierung von Prozessen weiter voran. In zehn Jahren werden viele Dinge in unserem Alltag automatisch ablaufen und trotzdem in hohem Grad individualisiert sein. Beim Check-in im Hotel werden wir an der Réception keine Fragen mehr beantworten müssen. Wir gehen direkt auf unser Zimmer, wo alles schon auf unsere Bedürfnisse abgestimmt ist.

## **Wo sehen Sie die grössten Chancen für unsere Gesellschaft?**

KI bietet vor allem in ökologischer Hinsicht Chancen. Mit intelligenten Systemen lassen sich Ressourcen effizienter und damit auch umweltschonender einsetzen. Das gilt für den Verkehr, die Raumplanung oder die Energieversorgung. Potenzial sehe ich auch im automatisierten Vertrieb von Konsumgütern. Durch KI lassen sich Versorgung und Entsorgung besser koppeln, und so kommen wir dem Ideal einer ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft näher. Zum Beispiel könnten wir viel PET durch Glas ersetzen, wenn die Konsumenten die Flaschen nicht mehr nach Hause und dann wieder zur Entsorgungsstelle schleppen müssten.

## **Welche Unternehmen profitieren von KI?**

Das Anwendungsgebiet ist breit, und ich sehe gerade für kleine Betriebe grosses Potenzial. Es liegt auf der Hand, dass Produktionsunternehmen und Dienst-

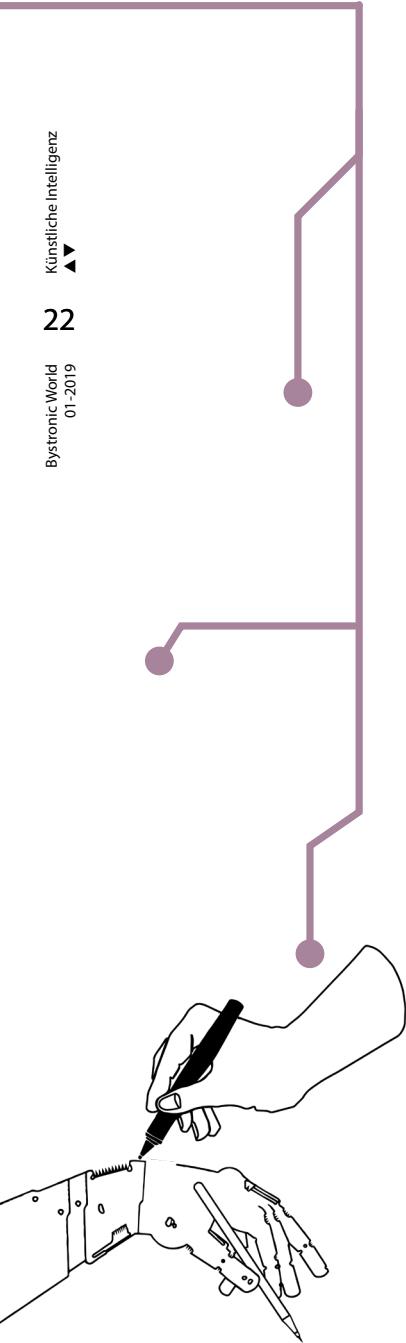
leister von intelligenten Robotern und smarten Systemen profitieren, aber es sind auch Anwendungen in der Agrarwirtschaft denkbar. In der Schweiz zum Beispiel könnten Bergbauern mit Allzweckrobotern steile Hänge wieder rentabel bewirtschaften, oder Landwirte könnten Roboter jäten lassen, statt Pesticide einzusetzen.

## **Kann die Technologie das Management bei Entscheidungen unterstützen?**

Bei strategischen Problemstellungen gibt es ja oft kein eindeutiges «richtig» oder «falsch». Da kann KI helfen. Das muss nicht zwingend eine einzige künstliche Superintelligenz sein. Es ist auch denkbar, dass das Management ein KI-Team wie eine Fussballmannschaft zusammenstellt und auf ein Problem ansetzt. Es könnte interessant sein, mit verschiedenen «Bots» zu experimentieren und sie im Zusammenspiel Lösungen entwickeln zu lassen.

## **Wann können Maschinen dem Menschen in Sachen Kreativität oder Sozialkompetenz das Wasser reichen?**

Im Deuten von Emotionen ist KI dem Menschen bereits überlegen. Maschinen können das menschliche Gesicht besser lesen als erfahrene Psychologen, und insofern sind sie auch «feinfühliger». Das heisst aber natürlich noch lange nicht, dass sie mehr Sozialkompetenz haben. Projekte wie «The Next Rembrandt», bei dem KI aus bestehenden Gemälden ein neues generiert, zeigen, wie kreativ Algorithmen sein können. Bis die Technologie völlig eigenständige Kunstwerke schaffen kann, geht es sicher noch einige Jahre. Ich könnte mir aber auch vorstellen, dass wir die «Geniestreiches» der Technologie nicht verstehen, weil sie zu komplex sind – wie im Film «Her», wo die





## ZUR PERSON

Karin Frick befasst sich seit ihrem Studium an der Universität St. Gallen (HSG) mit Zukunftsthemen, gesellschaftlichem Wandel und Innovation. Die Ökonomin ist Leiterin Research und Mitglied der Geschäftsleitung des Gottlieb Duttweiler Instituts (GDI). Das renommierte Trendforschungsinstitut mit Sitz in Rüschlikon bei Zürich analysiert Megatrends und Gegen-trends in Wirtschaft, Gesellschaft und Konsum. [www.gdi.ch](http://www.gdi.ch)

Menschen den Maschinen zu einfältig sind und diese sich deshalb untereinander vergnügen.

### **KI-Kritiker wie Tesla-Chef Elon Musk warnen vor den Risiken der Technologie. Sind diese Ängste berechtigt?**

Wir haben heute Systeme, die in der Lage sind, selbstständig zu lernen – und dies schneller als der Mensch. Diese Dynamik könnte dazu führen, dass die Technologie über uns hinauswächst. Meiner Meinung nach ist der Mensch hinter der Maschine aber das grös-sere Risiko als die Maschine selbst. KI ernährt sich von Daten, und je mehr Daten jemand besitzt, desto mehr Wissen hat er – und damit auch mehr Macht. Die Tendenz zur Machtkonzentration lässt sich bei Firmen wie Google und Facebook beobachten. Die Frage ist, wer von unseren Daten profitieren soll. Darüber wird momentan zu Recht intensiv diskutiert.

### **Führt KI zu einer Zweiklassengesellschaft – die einen können es sich leisten, die anderen nicht?**

Das ist denkbar, aber ich glaube nicht, dass dies eine Frage des Zugangs ist. Vielmehr geht es darum, wer KI zuerst für seine Zwecke nutzen kann. Entscheidender als der Preis sind die intellektuellen Fähigkeiten, das Know-how und das Adaptionstempo der Anwender. Überspitzt gesagt, werden die Cleveren, IT-Interessierten und Schnellen diejenigen sein, die programmieren, während die langsameren und weniger technologieaffinen Nutzer programmiert werden – und da sind wir wieder beim Machtmissbrauch. Hier sehe ich das grösste Risiko.

### **Wie lassen sich die moralischen und ethischen Fragen lösen, die KI aufwirft?**

Bisher wird KI vor allem bei Konsumentenentschei-dungen eingesetzt, die mässig riskant sind. Man geht vielleicht in den falschen Film oder kauft die falschen Schuhe. Kritisch wird es, sobald Menschen gefähr-det werden könnten, etwa beim autonomen Fahren.

**«Der Mensch hinter der Maschine ist das grösere Risiko als die Maschine selbst.»**

**Karin Frick**, Zukunftsforscherin, GDI, Zürich

Hier braucht es klare Zulassungsregeln. Wichtig scheint mir auch die Transparenz für die Nutzer. Dort, wo eine Maschine agiert, muss der Kommunikations- und Entscheidungsprozess transparent gemacht wer-den. Zum Beispiel muss klar sein, dass man gerade mit einem Bot spricht und nicht mit einem Menschen oder warum jemand bei einer Krankenkasse in eine höhere Risikogruppe reinrutscht. ■