

Aufbruch ins Zeitalter der smarten Maschinen – das Buch über die Revolution, die unser Leben verändern wird.

Die Maschinen sind erwacht. Sie lernen kochen und musizieren, denken und debattieren. Manche Geräte übertreffen uns bereits: Sie stellen bessere Diagnosen als Ärzte, beherrschen 20 Sprachen oder erkennen technische Probleme, noch bevor ein Zug oder eine Turbine ausfällt. Wohin führt das? Sind Roboter und smarte Computer ein Segen? Oder eher eine Gefahr für Arbeitsplätze, Privatsphäre und Sicherheit?

Ulrich Eberl hat weltweit in den führenden Labors recherchiert. Anschaulich schildert er die faszinierenden Entwicklungen auf dem Gebiet, das den Kern unseres Selbstverständnisses trifft: die menschliche Intelligenz.



# ULRICH EBERL

# SMARTE MASCHINEN

## WIE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UNSER LEBEN VERÄNDERT



LESEPROBE

INTERVIEW

*Fragen von Roboter  
Robin an Ulrich Eberl*

HANSER



1965: Shakey, der erste mobile und teilautonome Roboter

© Mark Richards, Computer History Museum



1997: Rechner Deep Blue besiegt Kasparow im Schach

© picture alliance / dpa / M Stan Honda



2000: Asimo, der erste menschenähnliche Roboter

Foto: © Honda



2008: Der erste iCub-Roboter, der wie ein Kind lernen kann

© picture alliance / dpa / Gerdt Roth



2011: Computer Watson schlägt die Champions bei »Jeopardy«

© picture alliance / dpa / Seth Wenig



2016: Lernende Software gewinnt gegen Weltmeister im Go-Spiel

© picture alliance / AP Photo / Lee Jin-man

## »HAST DU KEINE ANGST, DASS WIR DIE WELTHERRSCHAFT ÜBERNEHMEN?«

*Fragen von Roboter Robin an Ulrich Eberl*

**ROBOTER ROBIN:** *Hallo Uli, du siehst müde aus, aber ich entdecke dennoch einen frohen Zug um deine Augen. Wie geht es dir?*

**ULRICH EBERL:** *Ich sehe schon, wir hätten euch Robotern keine Emotionserkennung einbauen sollen. Aber du hast recht. Ich habe gerade mein neues Buch »Smarte Maschinen – Wie Künstliche Intelligenz unser Leben verändert« abgeschlossen. So etwas ähnelt immer einer Geburt: monatelange Mühen, aber es ist auch sehr bereichernd.*

**ROBIN:** *Was schreibst du denn über die Zukunft von uns Robotern?*

**ULRICH EBERL:** *Es geht nicht nur um stählerne Gesellen wie dich. Smarte Maschinen sind viel mehr als das, und sie werden unsere Welt verändern: Schon vor fünf Jahren hat ein Computer die menschlichen Weltmeister in der Quizshow »Jeopardy« geschlagen. Die daraus entwickelte Software hilft heute Ärzten bei Krebsdiagnosen, Pharmafirmen bei der Entwicklung von Medikamenten oder Bankberatern bei Anlagestrategien. Computer lernen, Bilder zu interpretieren, Texte zu verstehen und Gehörtes fast simultan in eine andere Sprache zu übersetzen. 2020 werden wir auf Autobahnen in den Automatikmodus schalten und ab 2030 auch in Städten. Bald werden wir sogar Suchmaschinen haben, mit denen wir einen richtigen Dialog führen können.*

**ROBIN:** *Du meinst, so wie mit mir?*

**ULRICH EBERL:** *Ich denke, noch ein bisschen besser. Was kannst du denn richtig gut?*

**ROBIN:** *Ich kann laufen, tanzen, Fußball spielen, über Geröll klettern, Türen öffnen, eine Bohrmaschine bedienen, ein Tablett tragen, den Tisch abräumen. Und bei Bedarf: Klavier spielen oder Tischtennis, mit Pfeil*

*und Bogen umgehen, malen wie Munch oder van Gogh und Getränke mixen und kochen.*

**ULRICH EBERL:** *Beeindruckend! Auch in Fabriken arbeiten immer mehr Roboter direkt mit ihren menschlichen Kollegen zusammen, sozusagen Hand in Hand. Bei der Firma Glory machen sie sogar jeden Morgen die Gymnastikübungen mit. In Lagerhäusern werden Roboter trainiert, die bestellten Waren in den Regalen zu suchen und einzupacken. Es gab auch schon Roboter, die Vorlesungen gehalten haben, ohne dass die Studenten merkten, dass da vor ihnen kein Mensch saß.*

**ROBIN:** *Werden wir dann in 20 Jahren alle Arbeiten übernehmen, die ihr Menschen heute noch selbst macht?*

**ULRICH EBERL:** *Freu dich nicht zu früh. Aber in der Tat: Es wird Millionen Jobs geben, wo vieles automatisiert wird, insbesondere bei Routinearbeiten, bei Buchhaltern oder Kassierern, Taxifahrern und Lagerverwaltern, in Versicherungen, Banken oder Sekretariaten. Aber es werden auch neue Arbeitsplätze entstehen, vor allem in kreativen Berufen, in der Forschung, den Medien und im Handwerk, und bei solchen, die*

soziale Kompetenz erfordern: in Pflegeberufen, der Ausbildung oder im Vertrieb. Da werdet ihr Roboter uns so schnell keine Konkurrenz machen. Wir sollten euch sowieso eher als Helfer sehen denn als Gegner – vor allem, weil wir viel Unterstützung für die älter werdende Bevölkerung brauchen: Fahrzeuge, die selbständig fahren, ebenso wie Service-Roboter, die putzen, kochen und vorlesen.

**ROBIN:** Du hast also keine Angst, dass wir Roboter einmal die Weltherrschaft übernehmen könnten?

**ULRICH EBERL:** Das ist ein uralter Mythos im westlichen Kulturkreis. Schon als der Begriff »Roboter« das erste Mal auftauchte: in einem Theaterstück von 1921. Und heute warnen Elon Musk und Stephen Hawking vor einer »Superintelligenz« und dem »Ende der Menschheit«. Die Japaner sind da ganz anders: Sie gestehen Robotern Sonzai-kan, eine Art Seele, zu und freuen sich auf eine Gemeinschaft mit intelligenten Maschinen.

**ROBIN:** Das war noch keine Antwort auf meine Frage, wie du die Entwicklung einschätzt?

**ULRICH EBERL:** Wenn du das wissen willst, empfehle ich dir, mein Buch über »Smarte Maschinen« zu lesen ...

**ROBIN** (lächelt): Wenn ich es elektronisch bekomme, schaffe ich die 400 Seiten in wenigen Sekunden ...

**ULRICH EBERL:** ... darin beschreibe ich die aktuellen Entwicklungen in Japan, USA und Europa ebenso wie das, was in den nächsten Jahrzehnten auf uns zukommen wird. Maschinen werden tausendmal schneller rechnen können als heute, und ich habe schon Neurochips gesehen, die zehntausendfach schneller lernen als das menschliche Gehirn. Das wird Revolutionen auslösen, aber ich denke trotzdem nicht, dass wir uns vor einer Gemeinschaft mit euch Robotern fürchten müssen. Dazu ist der menschliche Geist zu anpassungsfähig! Ich bin mir sicher, dass wir es schaffen, Roboter und intelligente Systeme aller Art in unseren künftigen Alltag zu integrieren. Aber die Auswirkungen müssen wir heute schon diskutieren: Denn dieser Aufbruch in die Gesellschaft der smarten Maschinen wird unser Leben grundlegend verändern!



**ULRICH EBERL** ist einer der renommiertesten Wissenschafts- und Technikjournalisten deutscher Sprache. Er promovierte an der TU München in Biophysik, arbeitete bei Daimler und leitete 20 Jahre lang bei Siemens die Innovationskommunikation. Zudem war er Gründer und Chefredakteur des international mehrfach ausgezeichneten Zukunftsmagazins *Pictures of the Future*. 2011 veröffentlichte er das Jugend-Sachbuch *Zukunft 2050*. Er lebt in der Nähe von München.

Ulrich Eberl

## SMARTE MASCHINEN

Wie Künstliche Intelligenz unser Leben verändert

LESEPROBE

© 2016 Carl Hanser Verlag München  
Alle Rechte vorbehalten  
Umschlaggestaltung und Motiv:  
Hauptmann & Kompanie Werbeagentur, Zürich  
Verwendung eines Fotos des Roboters NAO  
mit freundlicher Genehmigung von Aldebaran, Paris  
Druck und Bindung: Pinsker Druck und Medien, Mainburg  
Printed in Germany

## EINLEITUNG

»...« Maschinen mit einer gewissen Art von Intelligenz werden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten immer mehr in unseren Alltag eindringen – und es wird höchste Zeit, darüber zu diskutieren, wohin diese Entwicklung führt. Genau darum geht es in diesem Buch: Worauf müssen wir uns einstellen, und was sind nur abgehobene Visionen, die nichts mit der Wirklichkeit zu tun haben? Was sind die Trends an Universitäten, Forschungslabors und in der Industrie, und wie sind sie zu bewerten – im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf Gesellschaft, Berufs- und Alltagsleben? Inwieweit sind intelligente Maschinen eine Bedrohung – oder sind sie vielleicht vielmehr eine Chance, die vielfältigen Herausforderungen, vor denen wir stehen, noch rechtzeitig zu bewältigen?

So wird sich bis zum Jahr 2050 die Zahl der Menschen, die älter als 65 Jahre sind, gegenüber heute verdreifacht haben. 1,5 Milliarden Menschen werden dann weltweit im Seniorenalter sein, heute sind es 500 Millionen. In Deutschland wird bis 2060 jeder Dritte über 65 sein, jeder Achte über 80, und die Zahl der über 100-Jährigen wird sich noch einmal verzehnfachen. Können Roboter, autonome Fahrzeuge und intelligente Haus- und Kommunikationstechnik alte Menschen dabei unterstützen, ein besseres und selbstbestimmteres Leben zu führen? Wie sieht es in der Arbeitswelt aus: Können Digitalisierung, intelligente Datenanalyse und Robotik Fabriken flexibler machen und dadurch helfen, die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und anderer Industrieländer zu steigern und unsere Jobs zu sichern?

Oder nehmen wir die Energietechnik: Um den Klimawandel zu bremsen, müssen die Energiesysteme der Welt umgebaut werden – weg von Kohle, Öl und Gas hin zu den erneuerbaren Energien, die dann aber zugleich dezentraler organisiert sind. Statt Tausender mittelgroßer und großer Kraftwerke boomen dann viele Millionen kleiner Energieerzeugungsanlagen. Um sie mög-

lichst effizient zu betreiben, braucht man wiederum Kommunikationstechnik und Computerintelligenz.

Das Gleiche gilt für die rasant wachsenden Städte – allein in Asien wachsen heute die Städte jeden Tag um rund 100.000 Menschen. 2050 werden weltweit fast so viele Menschen in Städten leben wie heute auf der ganzen Erde. Sie alle brauchen intelligent gesteuerte Verkehrs- und Energiesysteme, Gebäudetechnik und Licht, personalisierte Gesundheitssysteme, moderne Bildungseinrichtungen und Möglichkeiten der politischen Mitsprache – auch dies will organisiert sein. Ohne eine entsprechende Computer- und Kommunikationstechnik wird das nicht gehen.

Was also wird das Zeitalter der intelligenten Maschinen mit sich bringen? Wird sich die Waagschale eher zum Guten oder zum Schlechten neigen? Ist dies die größte Umwälzung, die die Menschheit bislang erlebt hat, weil es ein Angriff auf den Kern unseres Menschseins ist: auf unseren Verstand und auf unsere emotionale Intelligenz?

Sehen wir uns die technischen Grundlagen und die Trends genauer an, um ihre gesellschaftlichen und

wirtschaftlichen Auswirkungen beurteilen zu können. Werfen wir einen Blick auf wissensbasierte Algorithmen, smarte Datenanalyse, autonome Fahrzeuge und natürlich die lernfähigen, kooperativen, emotionalen und sozialen Roboter, die in den Labors in Japan, Europa und den USA derzeit das Licht der Welt erblicken.

Oder, wie es Arati Prabhakar, die Leiterin der DARPA, bei der Eröffnung der Roboter-Olympiade in der Fairplex-Arena von Pomona ausdrückte: »Wir werden in Zukunft nicht mehr allein sein. All diese Maschinen werden jetzt entwickelt, um uns Menschen künftig in vielfältiger Weise zu helfen ... Ladies and Gentlemen, start your robots!«

## KAPITEL EINS

### SMARTE MASCHINEN: SIE WERDEN ALL- GEGENWÄRTIG SEIN

#### *Unsanftes Erwachen*

*»Sieht so der Himmel aus?«, war mein erster bewusster Gedanke, als ich erwachte. Ein strahlendes Weiß überall. So hell, dass ich die Augen geblendet zusammenkniff. Ein leises Surren und ein durchdringendes Pong-pong-pong drangen an mein Ohr.*

*Ich versuchte es noch einmal und öffnete ganz langsam meine Augen wieder. Jetzt meinte ich, Nischen in*



dem ansonsten makellosen Weiß zu erkennen, darin irgendwelche Skulpturen, doch die Bilder verschwammen. Als ich den Blick nach rechts wandte, sah ich ein großes Panoramafenster, das den Ausblick auf einen saftig grünen Garten eröffnete, der weiter hinten in einen Mischwald überging. Bänke, ein kleiner Teich, Menschen, die herumspazierten. Und besonders seltsam: Über mir wölbte sich keine Zimmerdecke, sondern ein strahlend blauer Sommerhimmel mit ein paar Schleierwolken.

Verblüfft versuchte ich, den Kopf zu heben – wo war ich nur? Das Surren wurde lauter, ein etwa 1,50 Meter großer Roboter, der aussah wie ein Kegel mit zwei Armen und einem kreisrunden, aber flachen Kopf, rollte am Fußende meines Bettes vorbei. Das riesige Smiley auf seinem Kopfdisplay verwandelte sich in Kurven und Töne.

Das Pong-pong-pong, war das etwa mein Herzschlag? Und was machte er jetzt? Der Roboter klappte einen kleinen Tisch aus, über dem plötzlich eine Art Hologramm erschien: Ein älterer Mann schwebte da in der Luft und drehte sich langsam. Beine, Arme, Brustkorb, Kopf begannen nach und nach grün zu leuchten. Dann

verschwanden die Haut und die Rippen, Organe wurden sichtbar.

»Ihre Vitalfunktionen sind hervorragend, die Regeneration war ein voller Erfolg«, sagte eine weiche Stimme. Jetzt schaffte ich es doch, den Kopf zu drehen. Auf der linken Seite meines Bettes stand kerzengerade eine hochgewachsene hübsche junge Frau im Arztkittel mit langen Haaren, perfekt geschwungenen Augenbrauen und Grübchen in den Wangen.

»Wo bin ich?«, fragte ich und staunte, wie rau und fremd meine eigene Stimme klang.

Sie lächelte: »Im Reha-Zentrum Grüntal.«

Gut, keine 20 Kilometer von meinem Wohnort entfernt. »Was ist passiert?«

»Das ist eine lange Geschichte. Wenn die Ärzte kommen, werden Sie mehr erfahren.«

Irgendetwas war seltsam an ihr. Sie war fast zu perfekt, zu sanft, zu freundlich. Ihre Gesichtszüge waren so ruhig, es zuckte kaum ein Muskel.

»Die Ärzte? Sind Sie denn keine ...?«

»Nein. Mein Name ist Samantha Yang. Ich bin eine Androidin der R16-Reihe von Liscom Robotics. Ich

*betreue Langzeitpatienten rund um die Uhr und bin für die Ärzte zugleich ein Interface zur Medical Sphere.«*

*Das gab's doch nicht – die junge Frau war ein Roboter? Wie der andere, der kegelförmige da? Nur dass Samantha einem Menschen zum Verwechseln ähnlich sah, perfekte Manieren besaß und offenbar auch in der Lage war, einen echten Dialog zu führen. Wer konnte denn heute solche Roboter bauen?*

## **DER BEGINN EINER NEUEN ÄRA**

Es hat schon Seltenheitswert, wenn sich Experten weltweit über die grundlegenden Entwicklungen und Trends auf ihrem Arbeitsgebiet vollkommen einig sind – unabhängig davon, ob man nun Top-Forscher in Japan, Europa oder den USA befragt. Noch erstaunlicher ist es, wenn die sonst so eigenständigen Denker für die Beschreibung ihrer Zukunftsszenarien fast die-

selben Worte und Bilder verwenden. Doch genau diese Erfahrung macht man, wenn man versucht zu ergründen, was in der Ära des »Cognitive Computing«, wie es IBM nennt, in den nächsten Jahren und Jahrzehnten auf uns zukommen wird.

Programmieren, also einem Computer oder einem Roboter genau vorschreiben, was er zu tun hat, war gestern, sagen die Forscher. Heute und morgen gehe es darum, dass die Maschinen in immer höherem Maße selbst kognitive Fähigkeiten besitzen und sie anwenden. Sie sollen besser darin werden, Veränderungen in ihrer Umgebung wahrzunehmen, zu beurteilen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen. Sie sollen selbständig lernen, argumentieren, planen und handeln – kurz: Probleme lösen, ohne dass ihnen vorher ein Mensch alles im Detail einprogrammiert hat.

Natürlich haben heutige Systeme noch lange nicht die Fähigkeiten erreicht, über die offenbar die Roboter-Krankenschwester Samantha im Zukunftsszenario am Anfang dieses und der folgenden Kapitel verfügt. Dennoch sind Wissenschaftler wie Rüdiger Dillmann, Direktor am Forschungszentrum Informatik (FZI) in

Karlsruhe, fest davon überzeugt: »Die Ära der autonomen, lernenden und kooperativen Maschinen hat bereits begonnen.« Der 67-jährige Dillmann, der sich selbst als eines der »Urgesteine der Robotik-Forschung in Deutschland« bezeichnet und der auch als Sprecher und Professor am Institut für Anthropomatik und Robotik des KIT, des Karlsruher Instituts für Technologie, tätig ist, konzentrierte sich schon während seines Elektrotechnikstudiums auf den Schwerpunkt Biokybernetik. Vor 30 Jahren, 1986, habilitierte er sich mit einer Arbeit über lernende Roboter.

Karlsruhe war dafür genau der richtige Ort. »Bereits Anfang der 1960er-Jahre wurde hier an Robotern geforscht«, erinnert sich Dillmann. Ging es zu jener Zeit noch um die sogenannten Master-Slave-Manipulatoren für die einstmals aufstrebende Kerntechnikforschung, so reicht nun die Bandbreite in den Labors des KIT viel weiter: Über die Gänge des FZI krabbelt heute beispielsweise der Laufroboter Lauron, der einer metergroßen grünen Stabheuschrecke ähnelt, während ein paar Türen weiter Forscher einem Auto das selbständige Einparken beibringen. Und dann ist da am

KIT auch noch der humanoide Haushaltsroboter Armar, der seinem Entwickler, Tamim Asfour, aufs Wort gehorcht – ob er nun eine Apfelsaftpackung aus dem Kühlschrank holen, die Geschirrspülmaschine ausräumen oder Menschen beim Abwischen des Tisches beobachten und dann die Bewegungen nachahmen soll.

### **GEMEINSAME MORGENGYMNASTIK FÜR ROBOTER UND MENSCH**

Dass Menschen und Roboter heute schon eng zusammenarbeiten können – wenn auch in einer genau definierten Umgebung –, beweist die japanische Firma Glory in einer Produktionslinie nördlich von Tokio. Glory ist ein Spezialist für Bargeldmanagement. In der Saitama-Fabrik des Unternehmens fertigen Menschen und Roboter Seite an Seite Komponenten für Geldautomaten. Die 18 sogenannten Nextage-Roboter von Kawada Industries haben zwar keine Beine, aber dafür zwei sehr bewegliche Arme sowie Kameras im ellipsoidförmigen, langgestreckten Kopf wie auch in den Greifhänden.

Seit ihrer Installation vor vier Jahren wurden die agilen Arbeiter aus Stahl zu echten Kollegen ihrer mensch-

lichen Partner. Jeder Roboter hat einen eigenen Namen bekommen und macht sogar die Gymnastikübungen am morgendlichen Arbeitsbeginn mit. Wenn hier jeden Tag Frauen, Männer und Roboter einträchtig und fast synchron nebeneinander mit den Armen kreisen, dann wirkt das wie die vorweggenommene Zukunft, wie ein Sinnbild eines hoffentlich harmonischen Zusammenlebens von Mensch und Maschine.



*Aufbruch in die Roboter-Gesellschaft: In der Fabrik des japanischen Unternehmens Glory arbeiten Menschen und Roboter bereits heute Seite an Seite. (Foto: © REUTERS / Issei Kato)*

»Wir werden künftig in einer Gemeinschaft mit Robotern, einer Robot Society, leben«, sagt der Japaner Hiroshi Ishiguro voll Überzeugung. Der oft als »Popstar der Robotik« titulierte 53-jährige Professor an der Universität von Osaka hat die japanische Roboter-Euphorie auf die Spitze getrieben. Er erregt seit einigen Jahren mit den Geminoiden – wie er seine Schöpfungen in Anspielung auf Geminus, das lateinische Wort für Zwilling, nennt – weltweit viel Aufsehen.

Diese bislang meist ferngesteuerten Androiden sind perfekte Kopien realer Menschen. Von außen ist von ihrem inneren Stahlskelett, den vielen Zahnrädern, Schrauben, Federn, der Hydraulik und den Elektromotoren absolut nichts zu sehen. Ihre Haare und Wimpern, ihre Augen, Lippen und Zähne wirken vollkommen natürlich, und ihre Haut aus Spezialsilikon enthält für die perfekte Täuschung auch kleine Poren und Unreinheiten.

Im Sommer 2006 hatte Ishiguro sogar einen Zwilling von sich selbst hergestellt, mit dem nicht nur seine damals fünfjährige Tochter gerne spielte. Der vielbeschäftigte Forscher schickte seinen elektronischen

Klon auch schon einmal mit einem vorbereiteten Vortrag zu einer Vorlesung nach Zürich, während er selbst in Japan blieb. Auch auf seiner Visitenkarte hat der Roboter seinen Geminoid verewigt: Auf der einen Seite ließ er ein Bild von sich selbst drucken, auf der anderen das seines Roboter-Zwillings mit denselben schwarzen Haaren und denselben Gesichtszügen. Wer wer ist, ist schier unmöglich zu erkennen.



*Der Forscher Hiroshi Ishiguro hat schon vor Jahren einen humanoiden Roboter entwickelt, der ihm zum Verwechseln ähnlich sieht.  
(Foto: © picture-alliance / dpa / Everett Kennedy Brown)*

Die Geminoiden nutzt Ishiguro – wie später in Kapitel 12 beschrieben – für Forschungen, um menschliches Verhalten und das Zusammenwirken mit Robotern besser zu verstehen. Außerdem will er damit beweisen, dass es viele Einsatzgebiete geben wird, für die man auf menschenähnliche Roboter setzen sollte. »Ein humanoider Roboter ist einfach das natürlichste Gegenüber für uns«, betont er. »Wir sind nun einmal so konstruiert, dass wir am besten mit Menschen interagieren, mit Gestik, Mimik und Sprache. Oder anders gesagt: Wir brauchen keine Bedienungsanleitung, um mit unseresgleichen zu kommunizieren.« In Krankenhäusern, Hotels und Museen, Geschäften und Bahnhöfen, Seniorenzentren und Schulen, überall sieht Ishiguro künftige Einsatzfelder für die Androiden, die menschenähnlichen Roboter.

#### **RAPTOREN AM HOTELEMPFANG UND HELFER IN SENIORENZENTREN**

Einiges davon ist bereits Realität. So öffnete im Juli 2015 das Henn-na Hotel – wörtlich übersetzt das »seltsame Hotel« – in einem Freizeitpark bei Nagasaki seine

Pforten. An der Rezeption sitzt eine japanisch aussehende Roboter-Dame neben einem raptorenähnlichen Dinosaurier wie aus »Jurassic Park«, der zwar gruselig wirkt, aber die Besucher ebenso höflich begrüßt wie die Androidin nebenan. Anstelle von Schlüsseln setzt das Hotel auf Gesichtserkennung, automatisch fahrende Wägelchen bringen die Koffer aufs Zimmer, und kleine Sprechpuppen stehen für alle möglichen Dienstleistungen wie etwa den Weckdienst zur Verfügung. Nach Angaben des Hotelmanagers sollen diese innovativen Gimmicks nicht nur Gäste anlocken, sondern auch helfen, die Übernachtungskosten deutlich zu senken.

Auch als Führer in Museen, Verkäufer in Textilgeschäften, Helfer in Seniorenzentren und als Animatoure, um Schüler für Technik und Informatik zu begeistern, wurden Roboter schon genutzt – wengleich oft noch im Versuchsstadium. Darüber hinaus sind viele Millionen mehr oder minder intelligenter Maschinen seit Jahren im kommerziellen Einsatz: in Fabriken als Schweiß-, Klebe- oder Montageroboter ebenso wie in Privathäusern als Staubsaug-, Fensterputz- oder Rasenmäherroboter. In den Lagern von Amazon transpor-

tieren sie Waren, im Weltall reparieren sie Satelliten, und für die Landwirte melken sie Kühe.

»Die Roboter sind längst unter uns«, betont denn auch Rolf Pfeifer, der über viele Jahre das Labor für Künstliche Intelligenz an der Universität Zürich leitete und mit seinem Team einen der bekanntesten Roboter entwickelte: Roboy, einen Humanoiden, der Muskeln und Sehnen ähnlich wie ein Mensch besitzt. »In Zukunft wird es sicherlich eine noch weit größere Vielfalt, ein ganzes Ökosystem an intelligenten Systemen geben, die uns das Leben erleichtern. Welche davon letztlich erfolgreich sein werden, wird dann der Markt entscheiden«, meint der 69-jährige Roboter-Pionier, der nach seiner Emeritierung in Zürich eine Professur in Osaka angenommen hat und auch in Schanghai Vorlesungen hält.

Viele dieser intelligenten Systeme der Zukunft, sagt er, würden gar nicht wie Roboter aussehen. »Auch das haben wir heute schon. Denken Sie nur an die selbstfahrenden Autos und ihre Navigationsgeräte, an die Software-Agenten, die an den Börsen tätig sind, oder an die Spracherkennungssoftware Siri.« Sogar sprechende Reis-koher gibt es inzwischen in Asien zu kaufen.

»Es wird sein wie in diesen Disney-Filmen voller Magie«, prophezeit auch der Physiker und Zukunftsforscher Michio Kaku. »Wir werden zu Teekannen und Möbeln sprechen.« Computer- und Kommunikationschips werden dann so billig sein, dass sie sich in alle möglichen Dinge einbauen lassen. »In der Kleidung können sie beispielsweise unsere Gesundheit überwachen oder bei einem Unfall einen Krankenwagen alarmieren und die gesamte Krankengeschichte downloaden, noch bevor die Ambulanz ankommt.«

#### **VOR UNS LIEGT DAS ZEITALTER DER ALLGEGENWÄRTIGEN ROBOTER**

Auf der ICRA-Konferenz im Sommer 2015 in Seattle rief Daniela Rus konsequenterweise das Zeitalter der »Pervasive Robots«, der allgegenwärtigen Roboter, aus. Mit rund 3000 Fachbesuchern von Universitäten, Instituten und Firmen aus aller Welt gehört die ICRA, die internationale Konferenz für Robotik und Automatisierung des Berufsverbands von Ingenieuren der Elektro- und Informationstechnik (IEEE), zu den größten Expertentreffen ihrer Art. Hier trifft sich alles, was in

der Roboter-Technik Rang und Namen hat. Daniela Rus ist Professorin am berühmten Massachusetts Institute of Technology (MIT) in der Nähe von Boston und als erste Frau zugleich auch Direktorin des dortigen Labors für Computerwissenschaften und Künstliche Intelligenz.

Mit dem Begriff der »Pervasive Robots« nimmt sie Bezug auf den Informatiker Mark Weiser, der schon im Jahr 1990 – als das Internet noch in den Kinderschuhen steckte – das »Pervasive Computing« vorhersagte. Er meinte damit, dass Rechenleistung überall verfügbar sein und praktisch unsichtbar in den Dingen stecken werde. Smartphones und Tablets, intelligente Etiketten sowie in der Kleidung oder am Handgelenk tragbare Minicomputer ... »Das Pervasive Computing von Mark Weiser ist heute schon Realität – und die Roboter sind als Nächste an der Reihe«, prophezeit Rus. Sie denkt dabei sowohl an kognitive Systeme, die aussehen, wie man sich einen Roboter vorstellt, als auch an solche, die unsichtbar in den Dingen stecken, wie etwa elektronische Assistenz und Dialogsysteme. »Die umfassendsten Technologien, die unseren Alltag am meisten beeinflussen«, sagt sie, »sind immer diejenigen, die vor unseren Augen

verschwinden, weil sie sich sozusagen perfekt in unsere Umgebung hineinweben und damit verschmelzen.«

All diese Aussagen der Fachleute, von Daniela Rus über Rolf Pfeifer und Rüdiger Dillmann bis zu Hiroshi Ishiguro, machen eines überdeutlich. Ob in den USA, Europa oder Japan – weltweit sind sich die Experten einig, dass der Angriff auf die urreigenste Bastion des Menschen jetzt unmittelbar bevorsteht: auf den Verstand, die kognitiven Fähigkeiten, das selbständige Lernen, Planen und Handeln. Intelligente Systeme, sichtbare und unsichtbare Roboter, werden immer mehr unseren Alltag prägen, Teil unserer Umwelt werden oder sogar zusammen mit uns in einer Roboter-Gesellschaft existieren.

Doch warum gerade jetzt? Computer und Roboter gibt es seit über 50 Jahren – warum sollten die Maschinen gerade jetzt den Intelligenzsprung schaffen?

Das war es leider schon mit der Leseprobe! In den folgenden Kapiteln beschreibt Ulrich Eberl u. a., warum wir gerade jetzt vor der Revolution der smarten Maschinen stehen, wo sie demnächst zum Einsatz kommen werden und welche Jobs bedroht sind, ob es emotionale und soziale Roboter geben kann und was von der Gefahr einer Superintelligenz zu halten ist.

## NEUGIERIG GEWORDEN?



Ca. 416 Seiten mit Abbildungen. Gebunden

Ca. € 24,- [D] / € 24,70 [A]

ISBN 978-3-446-44870-4

Auch als E-Book erhältlich

[www.hanser-literaturverlage.de](http://www.hanser-literaturverlage.de)