Wie Maschinen zu Partnern werden

Menschenskinder!

Bald schon Realität: Technik, die fehlerhafte Produkte aufspürt, Dokumente auswertet oder Arbeitsabläufe erklärt und verbessert

von Ulrich Eberl

Es ist 8:30 Uhr am Morgen in der Saitama-Fabrik im Norden von Tokio. Die Frauen und Männer des Unternehmens Glory machen sich bereit für ihren täglichen Frühsport. Sie springen auf der Stelle, kreisen mit den Armen, Handflächen nach innen, nach außen, schwingen die Arme auf und ab … Doch zwischen all den Menschen beteiligen sich auch noch andere Wesen an diesen morgendlichen Lockerungsübungen: 18 Nextage-Roboter von Kawada Industries.

Diese humanoiden Roboter haben zwar keine Beine, aber einen langgestreckten schmalen Kopf mit Kameraaugen und zwei sehr bewegliche Arme, mit denen sie nun dieselben Bewegungen vollführen wie die Menschen um sie herum – nahezu perfekt synchron.

Minuten später herrscht die gleiche Harmonie an den Werkplätzen. Menschen und Maschinen montieren Bauteile für Geldsortiermaschinen, schrauben, reichen sich Werkstücke, arbeiten Hand in Hand. Jeder Nextage-Roboter hat hier einen eigenen Namen, und fragt man die Glory-Manager, warum die Maschinen sogar beim Frühsport mitmachen, dann antworten sie: „Es macht sie sympathischer – sie werden dann eher als Kollegen wahrgenommen."

Kompakt

- Dank sensibler Sensoren können Roboter direkt mit Menschen zusammenarbeiten – ohne Schutzzäune.
- Mithilfe Künstlicher Intelligenz lernen Maschinen, Fehler zu finden, Textinhalte zu verstehen und Produktionsprozesse zu optimieren.
- Simulationsumgebungen helfen, Roboter auf die reale Welt vorzubereiten. Und Dialog-Software erleichtert den intuitiven Umgang mit der Maschine.

Flinke Montage von Sprungfedern

Bereits seit fünf Jahren werkeln die agilen Gesellen aus Metall bei Glory. Doch wer denkt, so etwas wäre nur im roboterverrückten Japan möglich, irrt. Kollaborative Roboter, die sogenannten Cobots, die ohne Schutzzäune direkt mit Menschen zusammenarbeiten, sind auch auf den Industriemessen in Europa eines der ganz heißen Themen.

Neben japanischen Unternehmen bieten Firmen wie Kuka, ABB und Bosch oder das dänische Unternehmen Universal Robots solche Cobots an. In einer ABB-Fabrik im tschechischen Jablonec montiert beispielsweise der Montageroboter YuMi in Sekundenschnelle kleine Sprungfedern in Steckdosen – der Mensch ihm gegenüber wirft noch einen prüfenden Blick darauf, und schon ist wieder eine Steckdose mit integrierter Kindersicherung fertig.

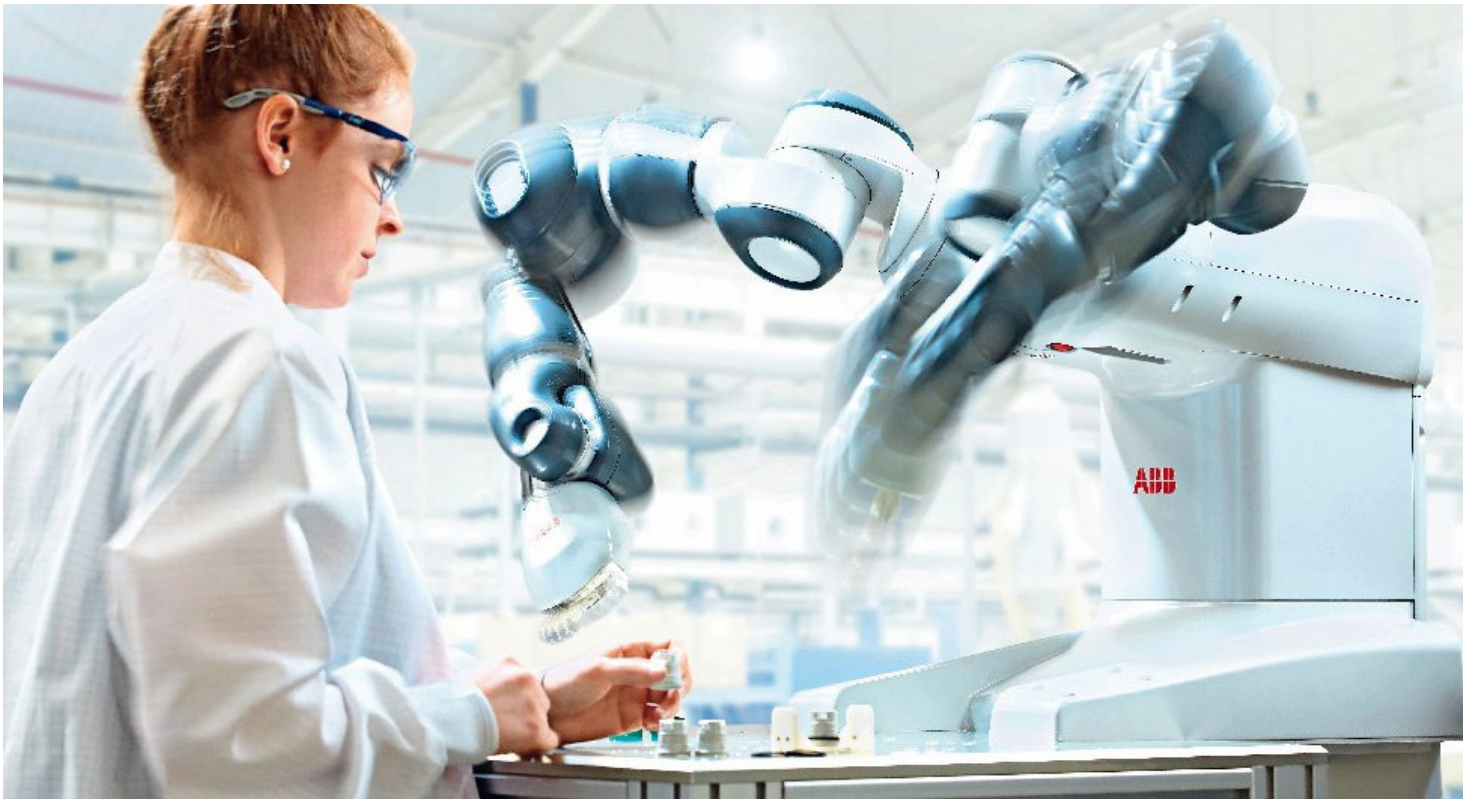
Keine Angst vor dem Roboterarm!

Trotz der schnellen Bewegungen braucht hier niemand Angst zu haben, von den Roboterarmen verletzt zu werden. Registriert der YuMi-Roboter über die Messung seiner Motorströme einen unerwarteten Kontakt, kann er innerhalb von Tausendstelsekunden seine Aktivität stoppen. Aus gutem Grund steht das Kunstwort YuMi für „you" und „me": Es soll die gemeinsame Zukunft von Mensch und Maschine symbolisieren.

Voll integriert: Bei Glory Ltd., einem japanischen Hersteller von Bankautomaten, arbeiten Roboter mit der menschlichen Belegschaft Hand in Hand.

Reuters/Issei Kato

NEXTAGE
KAWADA
09



ABB

Geschickter Kollege: Der Roboter YuMi von ABB verfügt über flexible Greifhände, ein spezielles Teile-Zuführungssystem und künstliche Augen, mit denen er Bauteile erkennen und unterscheiden kann. Das macht ihn zu einem hilfreichen Partner für menschliche Arbeiter in der Montage.

Für die Entwicklung eines besonders benutzerfreundlichen und kostengünstigen Leichtbau-Roboterarms wurden die Gründer der Franka Emika GmbH – eines jungen Unternehmens, das aus dem Institut für Robotik und Mechatronik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt hervorging – im November 2017 sogar mit dem Deutschen Zukunftspreis ausgezeichnet.

„Unser Roboterarm ist nachgiebig und feinfühlig, fast wie ein Mensch, und vor allem braucht man zu seiner Bedienung keinerlei Programmierkenntnisse“, sagt Simon Haddadin, der Geschäftsführer von Franka Emika. Die Bewegungsabläufe lassen sich über kleine Roboter-Apps steuern oder einfach dadurch, dass man den Roboterarm führt und ihm zeigt, was er tun soll.

Kaskade von Revolutionen

Überall in der Industrie sind solche elektronischen Helfer auf dem Vormarsch. Smarte Maschinen revolutionieren derzeit eine Branche nach der anderen, nicht nur die Smart Factory, die hochautomatisierte, vernetzte und flexible Fabrik. Autofirmen entwickeln Smart Cars, Fahrzeuge, die mehr oder weniger autonom fahren können. In Operationssälen arbeiten immer mehr Roboter – und Ärzte, Juristen und Finanzfachleute lassen sich durch digitale Assistenten unterstützen, die in Sekundenschnelle Tausende von Dokumenten durchforsten, Wichtiges herausfiltern und Empfehlungen abgeben.

Energieunternehmen setzen auf Smart Grids, intelligente Netze, die Stromflüsse steuern und Angebot und Nachfrage besser in Einklang bringen. Mit Smart Buildings wollen Gebäudemanager den Energieverbrauch senken und die Raumplanung verbessern, und in Smart Cities sollen eine Vielzahl von Sensoren Verkehrsströme, Energie- und Schadstoffwerte messen, woraus sich wiederum Prognosen und Optimierungsvorschläge ableiten lassen.

Inzwischen kommunizieren weltweit mehr Maschinen miteinander als Menschen. Das Internet der Dinge mit umfassender digitaler Vernetzung ist in vollem Gange. Auf den Gebieten der Robotik und der Künstlichen Intelligenz gab es in den vergangenen fünf Jahren mehr Fortschritte als in den gesamten 50 Jahren vorher – smarte Maschinen können heute Texte lesen und schreiben, Bilder interpretieren, gesprochene Sätze verstehen und sogar von einer Sprache in eine andere übersetzen – in einer Qualität, wie man sie noch vor Kurzem kaum für möglich hielt.

Vor allem drei sich gegenseitig verstärkende Trends treiben diese Entwicklung an: Die Leistungsfähigkeit der Hardware ist rasant gestiegen – was vor 20 Jahren nur Supercomputer konnten, schafft heute jedes Smartphone, und Fachleute rechnen mit einer weiteren Vertausendfachung von Rechenleistung, Speicherkapazität und Datenkommunikationsrate der Mikrochips bis etwa 2040.

Lernen wie das Menschenhirn

Auf der Software-Seite haben zugleich Methoden des maschinellen Lernens, die sich an der Funktionsweise des menschlichen Gehirns orientieren, den Durchbruch gebracht: So sind die sogenannten Deep-Learning-Verfahren, die Muster in Bildern, Audio- oder Textdateien aufspüren, heute millionenfach leistungsfähiger als ihre Vorgänger Anfang der 1990er-Jahre (*bild der wissenschaft* 7/2016, „Computer lernen denken“).

Und als Drittes ist durch das Internet die Zahl der Lernbeispiele, die diese Systeme für ein effektives Arbeiten brauchen, explodiert: So gibt es im Netz nicht nur Milliarden Bilder von Tieren und Gesichtern, mit denen Deep-Learning-

Algorithmen lernen, Tiere und Menschen zu erkennen, sondern auch unzählige Ton- und Text-Dokumente zum Verbessern des Sprach- und Leseverständnisses. Und mit jedem Suchbefehl über Google oder jeder Anfrage über Alexa, Siri & Co. werden die Systeme besser.

Googles neue Vision

Für Google sind diese Verfahren der Künstlichen Intelligenz inzwischen so wichtig, dass der Google-Chef Sundar Pichai im Jahr 2017 die Vision des Unternehmens geändert hat: von „Mobile first“ zu „AI first“. Das bedeutet: „Alles, was Google tut, wird in Zukunft zunächst darauf hin überprüft, ob es sich durch Artificial Intelligence, also durch Künstliche Intelligenz, nicht noch verbessern lässt“, sagt Wieland Holfelder, Leiter des Google-Entwicklungszentrums in München. Beispielsweise versuchen die Suchalgorithmen heute, den Kontext von Fragen zu verstehen. „Welche Farbe hat ein Schimmel?“ liefert daher andere Ergebnisse als „Wie entfernt man Schimmel?“.

Bei Bildern geht es oft darum, Anomalien zu erkennen – also Fehler in Produkten oder Fertigungsprozessen. „Wenn eine Firma etwa Teetassen herstellt, reicht es natürlich nicht, wenn die Bildverarbeitung erklärt, dass sie auf dem Kamerabild eine Tasse erkannt hat“, erklärt Holfelder. „Dann muss der Algorithmus gezielt diejenigen Tassen markieren, die Kratzer oder Sprünge aufweisen.“

Das gelingt zum Beispiel mit der Software AutoML Vision, die Google Ende 2017 als Teil der Google Cloud Platform auf den Markt gebracht hat. Ein Anwender kann hier einfach Tausende von Tassenbildern in zwei Ordner schieben: Der eine enthält fehlerfreie Teetassen, der andere diejenigen, die alle möglichen Defekte aufweisen. Mit diesen virtuellen Aufklebern wird dann im Hintergrund AutoML trainiert, die Software für automatisches maschinelles Lernen – und schon kann das Programm Anomalien bei Teetassen aufspüren.

Ein anderes Lernverfahren ist unter den Begriffen Reinforcement Learning oder Belohnungslernen bekannt. Dabei wird den Maschinen ein Ziel vorgegeben und sie lernen selbstständig durch Versuch und Irrtum. Die Forscher von Deep-

Selbst Ke Jie, der beste Go-Spieler der Welt (oben, links im Bild), kommt nicht gegen die Software AlphaGo an. Entwickelt wurde sie bei der Google-Tochter DeepMind. Links: Google-Chef Sundar Pichai.

Ratespiel auf Chinesisch: Auf einem Messestand der Internet-Suchmaschine Sogou treten Besucher im Quiz gegen einen gewitzten Roboter an.

Fotos von oben nach unten: Imaginechina/dpa; imago/Hindustan Times; Ge Jinfly/Imaginechina/dpa

Mind, einem britischen Start-up, das 2014 von Google übernommen wurde, haben auf diese Weise unter anderem AlphaGo Zero entwickelt – ein Programm, das nur die Regeln des Brettspiels Go kannte und so lange – millionenfach – gegen sich selbst spielte, bis es besser war als je ein Mensch zuvor. Das Ziel und die Belohnung waren simpel: Es ging einfach darum, die jeweilige Partie zu gewinnen. Gedauert hat das Training nur drei Tage.

Dieses Prinzip kann man auch auf andere Felder anwenden, etwa auf die Energieeffizienz von Gebäuden. So ließ DeepMind seine Algorithmen die weltweiten Rechenzentren von Google unter die Lupe nehmen und 120 Parameter analysieren und variieren: Wann wird wie viel gekühlt, was bringt das Einschalten von Lüftern oder Wasserpumpen, auf wie viele Geräte wird die Rechenlast verteilt und vieles mehr – immer im Hinblick darauf, möglichst wenig Gesamtenergie zu verbrauchen.

40 Prozent weniger Kühlenergie

„Der Erfolg dieser maschinellen Lernverfahren war beachtlich“, berichtet Holfelder. „Selbst bei schon sehr energieeffizienten Rechenzentren konnte die Kühlenergie in Spitzenzeiten nochmals um 40 Prozent gesenkt werden.“

Auch bei der Roboteraufgabe „Griff in die Kiste“ funktioniert dieses Lernprinzip. Denn was für Menschen einfach ist – etwa „hol die rote Zange aus der Schublade und bring sie mir“ –, ist für Roboter eine schwierige Aufgabe. So schwierig, dass Amazon seit 2015 einen jährlichen Wettbewerb dazu ausschreibt: die Amazon Picking Challenge. „Für einen solchen Griff in die Kiste hat mein Team 14 Roboter zwei Monate lang trainieren lassen“, sagt Torsten Kröger, der bei Google im Silicon Valley den Bereich Roboter-Software leitete, bevor er 2017 als Professor ans Karlsruher Institut für Technologie wechselte.

Krögers Roboter probierten nicht nur immer wieder neue Greifstrategien aus, sondern reichten ihre Ergebnisse auch an Deep-Learning-Netzwerke in der Cloud weiter. Auf diese Weise profitierte jeder Roboter von den Versuchen aller anderen. Ein großer Vorteil, denn bei Menschen muss jeder selbst lernen – Roboter können dagegen Wissen und Fähigkeiten untereinander tauschen. „Nach 800 000 Versuchen hatten wir die Roboter so weit, dass sie eine Vielzahl von Objekten sicher greifen konnten“, berichtet Kröger.

Oft fehlen die nötigen Daten

So spannend und erfolgreich diese Forschungsprojekte auch sind, „für eine normale Fabrikumgebung ist das nicht umsetzbar“, urteilt Thomas Bauernhansl, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart. „Man kann natürlich nicht 800 000 Dinge produzieren, bevor man endlich das erste gute Teil aus einer Maschine bekommt.“

Hinzu kommt, sagt Bauernhansl, dass viele Unternehmen zwar immer mehr die Konzepte von Industrie 4.0 – also einer durchgängig digitalen, hochautomatisierten und flexiblen Fertigung – anwenden, aber viele notwendige Daten gar nicht schnell genug und in ausreichender Qualität verfügbar sind. Dieses Problem sieht auch Kröger: „Das Internet ist voll von Texten, Sprache, Bildern und Videos. Aber woher sollen wir für lernende Roboter die Lerndaten über Motorströme, Drehmomente oder Kontaktkräfte bekommen?“

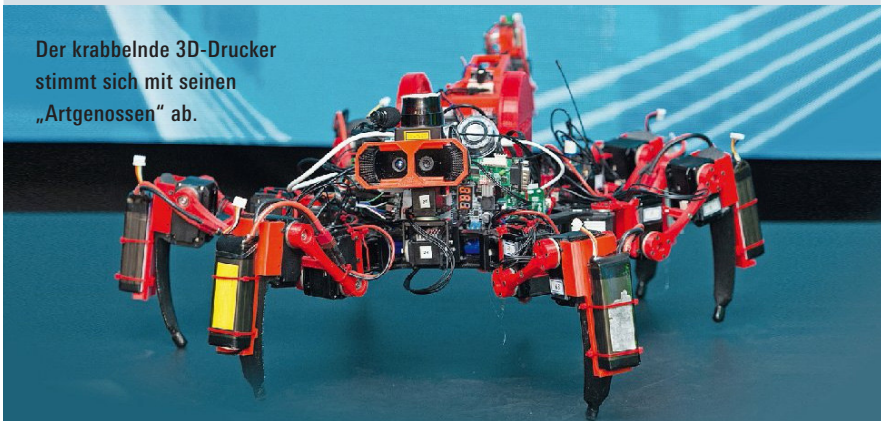
Was also tun? Fachleute wie Kröger setzen auf die virtuelle Welt. Sie wollen

Spinnenroboter mit Schwarmintelligenz

Mit ihren spitzen Beinen und den großen Augen sehen sie aus wie Spinnen – zumal sie auch noch über eine Düse verfügen, aus der sie eine zähe, klebrige Flüssigkeit absondern: die Siemens Spiders, kurz SiSpis. In Wirklichkeit sind die spinnenähnlichen Wesen, die im Siemens-Forschungslabor in Princeton, USA, entwickelt wurden, Roboter einer neuen Generation. Anders als die feststehenden großen Maschinen, in denen Bauteile Schicht für Schicht aus Kunststoff oder Metall aufgebaut werden – die sogenannten 3D-Drucker –, sind die Spinnenroboter im Kern mobile 3D-Drucker.

Sie kommunizieren miteinander und verabreden, wer welchen Teil eines Werkstücks bearbeiten soll und wer mit dem Drucken weitermacht, wenn ein Roboter pausiert, um seine Batterie aufzuladen. Mit dieser Art von Schwarmintelligenz könnten die SiSpis zum Vorreiter autonomer, mobiler Fertigungsroboter werden.

Auch der 3D-Druck geht derzeit in eine neue Phase: Forscher sprechen bereits vom 4D-Druck. Gemeint sind Materialien, die über 3D-Druck zusammengefügt werden und sich danach, sozusagen in der vierten Dimension der Zeit, in eine neue Form bringen. Diese Umwandlung kann durch Wärme geschehen, durch Feuchtigkeit oder mithilfe von elektrischem Strom. Besonders gut eignen sich dafür sogenannte Memory-Metalle wie Nickel-Titan, die nach Erwärmung eine bestimmte Gestalt annehmen und bei Abkühlung wieder in ihre ursprüngliche Form zurückkehren. Anwendungen könnten etwa Hörgeräte sein, die erst im Innenohr ihre perfekte Passform annehmen, oder Autoteile, die ihre Gestalt je nach Wunsch verändern.



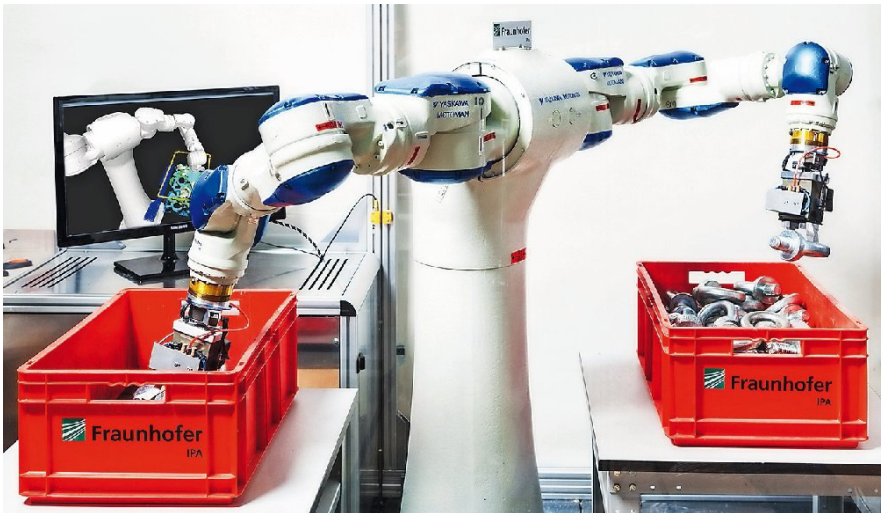
Der krabbelnde 3D-Drucker stimmt sich mit seinen „Artgenossen“ ab.

Pictures of the Future, Siemens

Siemens

Verbindung zum Cyberspace: Produktionsanlagen von morgen werden nicht einfach Waren herstellen. Maschinen und Fertigungsteile sind über Datennetze miteinander verbunden und optimieren die Fabrikabläufe. Per Datenbrille kann der Mensch in die Cyberwelt eintauchen.

Maschinen in Zukunft auch in Simulatoren lernen lassen – „da können sie problemlos millionenfach üben" – und die Ergebnisse via „Transfer Learning" in die reale Welt übertragen. Unterschiedliche Drehmomente, Werkstückmaße oder Reibungskräfte sollen dann über eine Art mathematisches Rauschen in die Lernverfahren integriert werden. Manches werde man zwar nachjustieren müssen, sagt Kröger, aber der Programmieraufwand für Roboter sollte sich so drastisch reduzieren lassen: „Wir brauchen dann nicht mehr Hunderttausende von realen Versuchen, bis die Roboter alle Objekte mit dem richtigen Kraftaufwand greifen."



Fraunhofer IPA/Rainer Bez

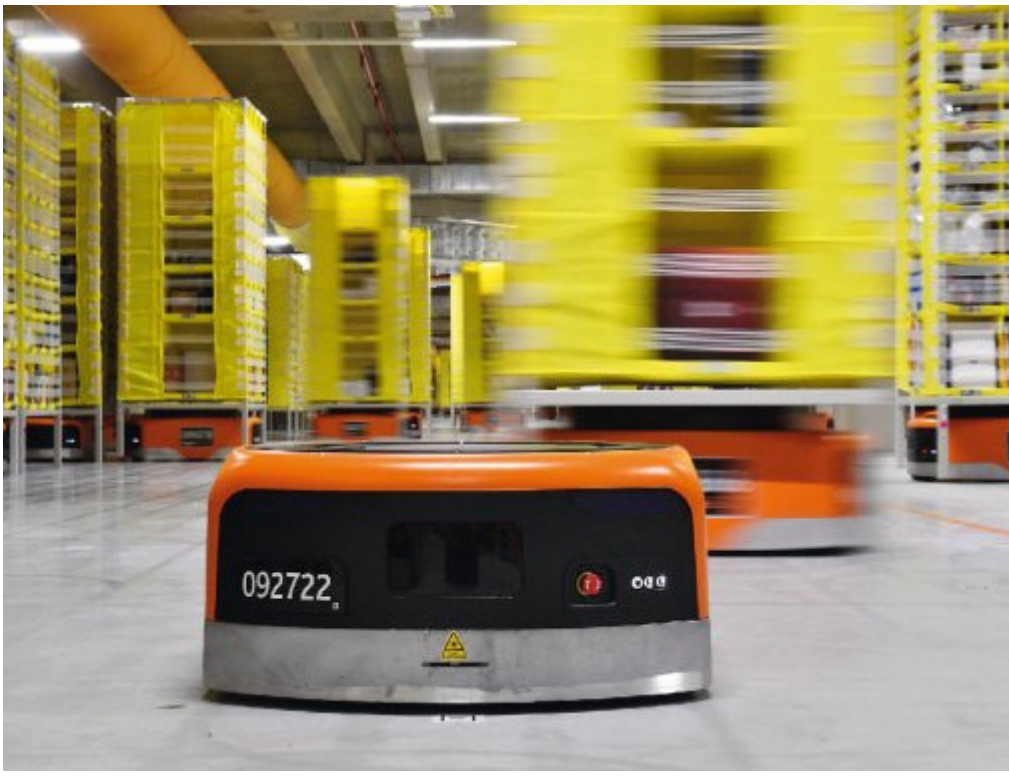
Die neuen Maschinen lernen schnell: Roboter mit Künstlicher Intelligenz merken selbst, wie sie ihre Arbeit verbessern können. Sie verfeinern etwa den Griff in die Kiste immer weiter.

Wenn die Maschine einkaufen geht

Der Trend zum digitalen Zwilling ist hierbei eine große Hilfe. In Unternehmen werden immer mehr Produkte und auch ganze Fertigungsprozesse zuerst in der virtuellen Welt simuliert und optimiert, bevor sie real umgesetzt werden. „In Zukunft könnten dann Maschinen womöglich Simulationsergebnisse aller Art kaufen, mit elektronischem Geld bezahlen und sich damit neue Fähigkeiten beibringen, die sie nutzen, optimieren oder wieder weiterverkaufen", formuliert Bauernhansl eine Vision. „Dann hätten wir sich selbst organisierende Systeme, die sich ständig weiterentwickeln, sich vielleicht sogar eigenständig umbauen, optimieren und replizieren – je nachdem, was wir ihnen als Ziele vorgeben."

Immerhin: Digitale Assistenten sind bereits im Entstehen, sozusagen als „Intelligenzverstärker für uns Menschen", wie es Michael May ausdrückt. Der Leiter der Forschungsabteilung für Datenanalytik und Künstliche Intelligenz bei Siemens arbeitet mit seinem weltweiten Team an Systemen, die Deep-Learning-Verfahren für die Bildwahrnehmung nutzen, dies aber mit Anwendungswissen aus dem digitalen Zwilling, aus Konstruktionszeichnungen und Textbeschreibungen kombinieren.

„So ein System findet beispielsweise Kratzer in einem Bauteil, das wie ein Blumentopf aussieht, aber es weiß natürlich, dass dieses Teil im industriellen Umfeld kein Blumentopf sein kann", erklärt May. „Es schaut im Teileverzeichnis nach, weiß



Die Anwendungen intelligenter Maschinen sind vielfältig: Sie lassen sich zum Beispiel nutzen, um Kunden beim Einkauf im Elektromarkt zu beraten (links oben), die Bedienung des Autos zu erleichtern (darunter) oder ein Warenlager zu managen (rechts: Amazon-Logistikzentrum in Polen).

Fraunhofer IPA/Deniz Saylan; Amazon; Daimler

aus Berichten, wie so ein Kratzer entstanden sein kann und welche Folgen er haben könnte. Dann macht es Vorschläge, wie man weiter vorgehen sollte."

Solche smarten Assistenzsysteme sind sehr hilfreich, um Produktionsprozesse zu optimieren oder um bei Ausschreibungen zu prüfen, ob alle Anforderungen erfüllt sind – und natürlich bei Diagnose- und Wartungsarbeiten. So hat Siemens Tausende von Gas- und Windturbinen unter ständiger Beobachtung. Wenn die Systeme Anomalien in den Sensordaten entdecken, werden Wartungsexperten alarmiert – oft schon Tage oder Wochen, bevor tatsächlich eine Maschine ausfällt.

Watson werkelt für die Industrie

Ähnliche Aufgaben erfüllt Watson, das Computersystem zur Wissensverarbeitung bei IBM: „Ob es darum geht, den digitalen Zwilling auf Stimmigkeit zu überprüfen, Fehler in der Endmontage von Autos zu finden oder eine interaktive Betriebsanleitung mit Augmented Reality zu entwickeln – all das sind reale Industrieprojekte mit Watson", berichtet Wolfgang Hildesheim, Leiter der IBM Watson Group in den deutschsprachigen Ländern. Für Mercedes hat IBM beispielsweise ein System umgesetzt, bei dem man nur das Smartphone auf einen Bereich des Autos halten muss. Was auf dem Bild zu sehen ist, erkennt Watson dann automatisch und liefert die entsprechenden Funktionsbeschreibungen oder Hinweise zur Bedienung.

Den Dialog mit der Maschine immer flüssiger und hilfreicher zu machen, ist Ziel der SemVox GmbH, einer Ausgründung des Deutschen Forschungszentrums für Künstliche Intelligenz in Saarbrücken. „Unser digitaler Assistent fragt nach, wenn er etwas nicht verstanden hat, und er lernt dazu – er weiß beispielsweise, was ein Werker schon kann, was man ihm also nicht mehr erklären muss und in welchem Kontext die Anfrage stattfindet", erklärt Geschäftsführer Norbert Pfleger.

Für interaktive Handbücher ist so etwas ebenso sinnvoll wie für Situationen, in denen man die Hände frei haben muss: etwa beim Bedienen von Navigationssystemen oder von Endoskop-Kameras im Operationssaal oder in großen Reifenlagern, wo man nicht mit schmutzigen Händen auf Tasten oder Bildschirmen herumdrücken will.

Wenn der Roboter Witze reißt

Auch Care-O-bot 4, der am Fraunhofer IPA entwickelte Service-Roboter, nutzt die Technik von SemVox, wenn er etwa als Einkaufsassistent in Elektromärkten die Kunden zu den Regalen führt und ihnen dabei schelmisch Witze erzählt.

Und in einem Projekt mit der Universität von Calgary haben SemVox-Forscher einen Roboter sogar zum Meister gemacht: Die Maschine führt einen menschlichen Lehrling geduldig durch einen Montageprozess, zeigt ihm die einzelnen Schritte, beobachtet, ob er alles richtig macht und korrigiert ihn gegebenenfalls. Hier bildet nicht der Mensch den Roboter aus, sondern die smarte Maschine zeigt dem Menschen, wie's geht. ●

ULRICH EBERL bringt seinem puppengroßen Roboter „Nao Bluestar" immer wieder neue Tricks und Fähigkeiten bei.

„Schülern empfehle ich: Lernt, wie man lernt!“

Smarte Technik wird Berufsbilder und Anforderungen in der Arbeitswelt kräftig durcheinanderwirbeln. Die Psychologin Constanze Holzwarth erklärt, was das für den Einzelnen heißt

Das Gespräch führte Ulrich Eberl

Constanze Holzwarth

ist promovierte Psychologin und seit 20 Jahren Management-Beraterin zu Themen wie Führung und Zusammenarbeit oder Transformations- und Innovationsprozesse. Sie arbeitete zehn Jahre bei Siemens und ist seit 2008 selbstständige Unternehmerin.

Digitalisierung, Industrie 4.0, Künstliche Intelligenz und Robotik: Was bedeuten diese Entwicklungen für Geschäftsmodelle von Firmen?
Jede dieser Techniken hat das Potenzial, ganze Branchen zu verändern, und das geschieht auch bereits. Digitale Warenhäuser, Streaming-Dienste, Übersetzungsprogramme, smarte Lautsprecher oder automatisiertes Fahren – alle Unternehmen müssen sich fragen, ob das ihre Geschäftsmodelle zerstören könnte. Dabei kommen die Bedrohungen oft gar nicht aus der eigenen Branche.

Wie können die Unternehmen gegensteuern?
Entscheidend ist, selbst innovativ zu sein – was nicht einfach ist, weil der Wandel so rasend schnell abläuft und es nicht mehr reicht, die bisherigen Wettbewerber zu kennen. Unternehmen sollten heute möglichst agil und netzwerkartig aufgestellt sein. Kleine Teams, kurze Wege, direkte Verantwortung, horizontaler Erfahrungsaustausch ohne Silodenken: So kann man schnell und dezentral entscheiden.

Wie verändert das die Arbeitsprozesse?
Die Menschen müssen zunehmend unternehmens- und branchenübergreifend zusammenarbeiten – in internationalen Teams, virtuell über Chats oder Online-Workshops, bisweilen sogar mit Avataren. Bei der Montage oder Wartung von Maschinen kommen auch Augmented-Reality-Brillen zum Einsatz, in die Daten eingeblendet werden. Zudem werden menschliche Arbeiter Maschinen als Kollegen haben, und sie müssen lernen, mit ihnen zu kommunizieren und zu kooperieren. Ständige Weiterbildung wird wichtiger. Vom Einzelnen wird mehr Eigenständigkeit, Flexibilität und Kreativität verlangt.

Müssen nicht viele Menschen Angst haben, von Maschinen verdrängt zu werden?
Automatisierung führt nicht notwendig zu größerer Arbeitslosigkeit. Im Gegenteil: Die Länder mit dem höchsten Automatisierungsgrad in der Industrie – Südkorea, Japan und Deutschland – haben auch die geringste Arbeitslosenquote. Das liegt daran, dass ihre Produkte am Weltmarkt sehr konkurrenzfähig sind.

Aber natürlich stimmt es, dass sich die Rolle des Menschen in den Firmen verändern wird. Routinearbeiten aller Art, auch in den Büros, sowie körperlich belastende Tätigkeiten werden Maschinen ausführen. Die Menschen lenken und kontrollieren, planen und organisieren, übernehmen kreative, soziale und komplexe Arbeiten.

Was kann jeder selbst für einen sicheren Arbeitsplatz tun?
Grundsätzlich kann niemand davon ausgehen, lebenslang in dem Job zu arbeiten, den er oder sie einmal erlernt hat. Deshalb muss das Ziel sein, durch Weiterbildung und Qualifikation weiter auf dem Arbeitsmarkt gefragt zu sein. Natürlich wirken Veränderungen erst einmal bedrohlich und lösen Abwehrreaktionen aus. Führungskräfte müssen hier inspirieren, motivieren und Verlustängste in Vertrauen verwandeln – eine enorm schwierige Aufgabe.

Was würden Sie Schülern und Lehrern raten?
Laut einer Studie der Duke University werden fast zwei Drittel der heutigen Kinder einmal in Jobs arbeiten, die es noch gar nicht gibt – vielleicht als Coach für smarte Maschinen oder als Bioelektroniker oder Neurochip-Designer. Viele werden wohl auch Clickworker sein – selbstständige Spezialisten, die über Online-Plattformen vermittelt werden und Projekte übernehmen, ohne irgendwo fest angestellt zu sein. Für Lehrer heißt das: Sie müssen weniger Wissen über Fakten vermitteln, sondern vor allem Kompetenz. Es geht um Fähigkeiten, die Maschinen nicht haben: Kreativität, Sozialkompetenz, Teamgeist, ganzheitliches Denken und gesunden Menschenverstand. Den Schülern empfehle ich: Entscheidet nach euren Stärken und Neigungen. Tut das, was euch Freude macht. Lernt, wie man lernt. Und seht die Maschinen als Assistenten, nicht als Gegner.

www.constanzeholzwarth.com