

Mensch gegen Maschine

Arbeit Der Angriff der Roboter gefährdet die Existenz der Mittelschicht: Bedroht sind nicht mehr nur Tätigkeiten in der Werkhalle, jetzt trifft die Digitalisierung auch qualifizierte Kräfte in Büros, Kanzleien und Praxen. Welche Jobs werden überleben?

So weit ist es also schon gekommen, jetzt arbeiten Roboter als Anwälte, Fachgebiet: Insolvenzrecht.

Ross heißt die intelligente Maschine, Juristen sprechen mit ihr wie mit einem erfahrenen Kollegen. Frage: „Kann eine Firma, die zahlungsunfähig ist, noch wirtschaftlich tätig sein?“ Ross durchsucht mal eben eine Milliarde Dokumente, liest Gesetzestexte, wälzt Kommentare und formuliert in der nächsten Sekunde die Antwort, auf Wunsch in 20 Sprachen, natürlich inklusive Quellenangaben. Danke, Ross!

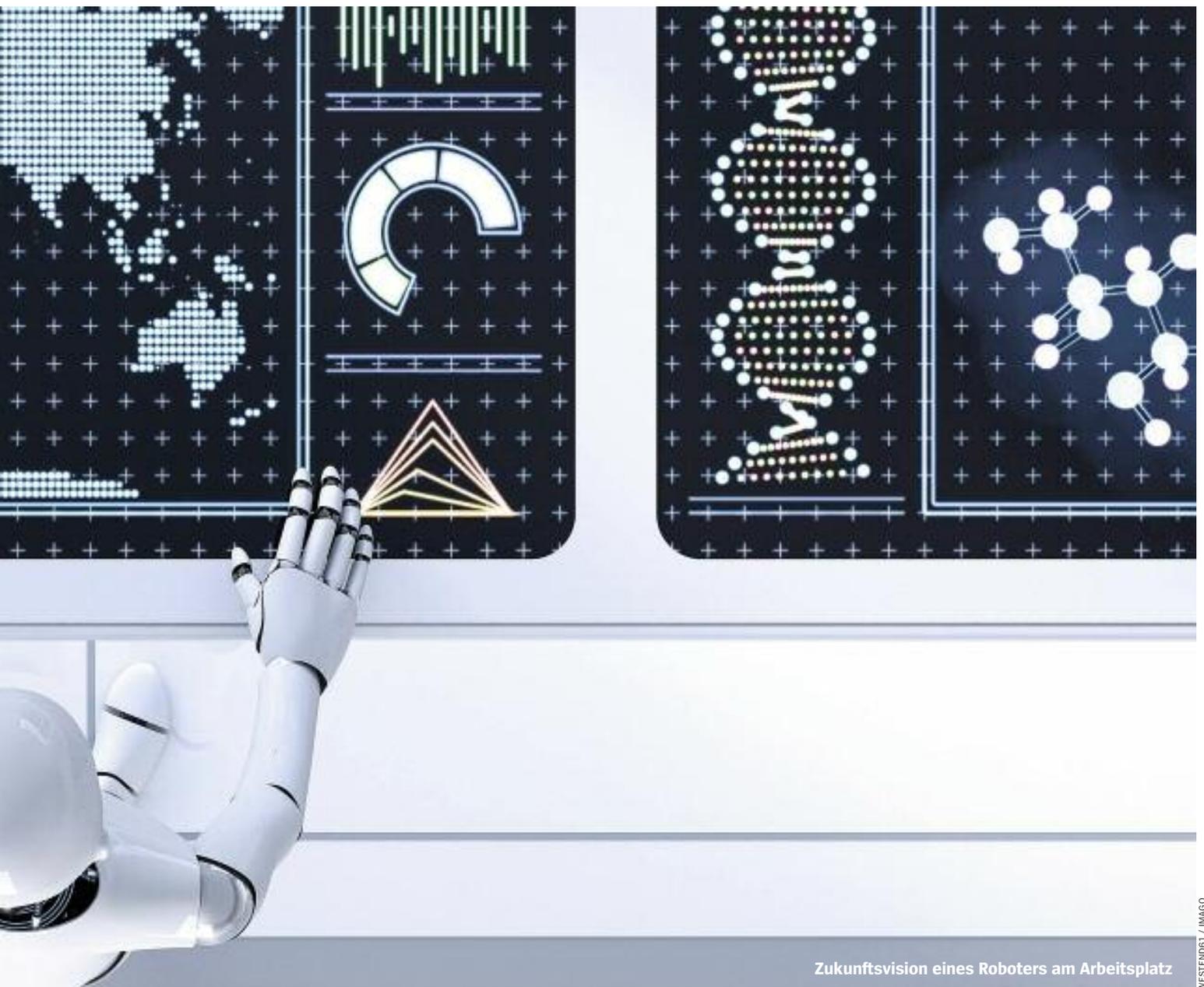
In einigen wenigen US-Kanzleien ist der Rechtsroboter bereits im Einsatz, er ist eine der Anwendungen, die der Technologiekonzern IBM aus Watson entwickelt hat, einem Rechnerverbund, der nach Thomas Watson benannt wurde, dem legendären früheren IBM-Chef. Watson ist ein System, das gigantische Datenbanken durchforstet, das stets dazulernt und nie etwas vergisst. Anders als der Mensch.

Watson hilft Onkologen, Tumoren zu erkennen, und schlägt Behandlungsoptionen vor. Er zeigt Anlageberatern, welches

Portfolio perfekt zu einem Kunden passt. Er durchforstet Wetterdaten nach Mustern, um Prognosen zu präzisieren. Er beantwortet Kundenanfragen, indem er den Inhalt von E-Mails auswertet.

Watson ist der perfekte Assistent für Mediziner, Banker, Meteorologen oder Callcenter-Agenten. Und er könnte bald ihr ärgster Konkurrent sein.

Vieles von dem, wozu diese Fachkräfte fähig sind, kann er allemal. Und noch manches mehr, besser und billiger. Er wird nie müde, er braucht keinen Urlaub, er streikt



Zukunftsvision eines Roboters am Arbeitsplatz

WESTEND61 / MAGO

nicht, er ist berechenbar und fast grenzenlos komplexitätsfähig. Watson ist in der Lage, Spezialisten brotlos zu machen.

Solche Sorgen versuchte sein Urvater noch zu zerstreuen. „Unsere Maschinen befreien den menschlichen Geist, indem sie ihm langweilige Routinearbeiten abnehmen“, beschwichtigte IBM-Chef Watson Mitte der Fünfzigerjahre. Inzwischen aber stehen die Hollerith-Maschinen und Lochkarten jener Tage im Museum. Das Zeitalter der Datenökonomie ist angebrochen, die Digitalisierung durchdringt alle Lebensbereiche, und sie hat das Potenzial, den Bedarf an menschlicher Arbeit auf breiter Front zu dezimieren.

Bedroht sind nicht mehr nur Stellen in der Produktion, wo schon seit Jahrzehnten in den Werkhallen Armeen von Industrierobotern schrauben, schweißen und lackieren. Nun sind die Maschinen fähig, auch Tätigkeiten in Büros und Betrieben zu übernehmen, zumindest einen gewissen Teil. Es sind qualifizierte, gut bezahlte Jobs in Dienstleistung oder Handwerk, die bis-

lang dem Menschen vorbehalten schienen. Jetzt kann es fast jeden treffen.

Den Lagerarbeiter, seit fahrerlose Transportsysteme selbstständig Waren bewegen. Den Zahntechniker, weil nun der 3-D-Drucker passgenau die Füllung modellieren kann. Den Briefträger, wenn Drohnen Sendungen zustellen. Den Klinikapotheker, weil Maschinen die Medikamente verteilen. Die medizinisch-technische Assistentin, wenn Blutproben in der Laborstraße analysiert werden. Solche Berufe sind so zukunftssicher wie vor vielleicht 20 Jahren der des Fotolaboranten.

Dieser Wandel findet nicht irgendwann in der Zukunft statt, er passiert schon heute vielerorts. Mittlerweile erledigen die Rechner sogar Tätigkeiten, die eine gewisse Intelligenz erfordern, ein Mindestmaß an Sprachvermögen zum Beispiel.

Heute beantworten Roboter einfache telefonische Kundenanfragen, sie fertigen in Echtzeit Übersetzungen an, und sie werden über kurz oder lang den Konferenzdolmetscher entbehrlich machen. Die Ma-

schinen entwickeln sogar so etwas wie Kreativität: Sie imitieren Maltechniken bekannter Meister, sie komponieren Musik, sie designen Kleider und Kostüme.

„Es gibt kaum ein Berufsfeld, das durch die fortschreitende Digitalisierung nicht infrage gestellt wird“, sagt Sabina Jeschke, 48, Professorin für Maschinenbau in Aachen. Die Expertin für künstliche Intelligenz (KI) ist eine auffallende Erscheinung, blonde Mähne, schwarzer Minirock, die Perlenkette reicht ihr bis zur Hüfte. An diesem Nachmittag spricht sie im Industriemuseum Oberhausen über die Zukunft der Arbeit. Mannshohe Zahnräder und tonnenschwere Dampfhammer erinnern an die industrielle Revolution, die Zeit, als Maschinen noch dumm waren.

Die Wissenschaftlerin zeigt einen Film, ein Experiment in ihrem Aachener Institut. Zwei Roboter stapeln Legosteine aufeinander. Der eine erkennt, was der andere tut, und richtet sein Handeln danach aus. Er wartet, wenn der andere in seinem Radius agiert, er sucht sich die Bausteine, die

näher bei ihm liegen. „Cobots“ werden solche kollaborativ arbeitenden Roboter genannt, gemeinsam errichten sie die Pyramide, effizient und autonom. „Wir stehen vor einer neuen Ära“, sagt Jeschke.

Die Cobots weisen, wohin der Weg führt. Bald sagt nicht mehr nur der Mensch den Maschinen, was sie tun sollen, die Maschinen machen das bisweilen unter sich aus. Sie beobachten, was in ihrer Umgebung geschieht, und ziehen ihre Schlüsse daraus. Bis irgendwann einmal sie es sind, die Menschen Instruktionen geben: Dann wird aus dem Kollegen Roboter ein Vorgesetzter.

Die Professorin ist in Schweden aufgewachsen, ihr Vater war dort als Ingenieur in Atomkraftwerken tätig, später studierte sie Physik und Mathematik. Technischer Fortschritt begeistert sie, aber sie weiß, dass er nicht automatisch allen zugutekommt, dass es viele Bürger geben wird, für deren Arbeitskraft kein Bedarf mehr besteht: „Wir müssen uns fragen, ob Menschen nur dann vernünftig existieren können, wenn sie von Erwerbsarbeit leben“, sagt Jeschke. Es ist die soziale Schlüsselfrage für die digitale Zukunft.

Wenn viele Menschen keine Beschäftigung mehr finden, weil die Roboter sie arbeitslos machen, dann verlieren sie ihre wichtigste Einkommensquelle. Wie aber sollen sie dann die Produkte und Dienstleistungen konsumieren, die die digitale Wirtschaft hervorbringt? Von welchem Geld können sie diese Produkte bezahlen?

Als Roboter in die Montagehallen von Ford einzogen, trietzte ein Manager den Gewerkschaftsboss Walter Reuther mit der Frage: „Walter, von wem wollen Sie in Zukunft Ihre Beiträge kassieren?“ Reuther konterte: „Und an wen wollen Sie in Zukunft Ihre Autos verkaufen?“

Das Ende der Arbeit, es wurde schon oft vorausgesagt. Im frühen 19. Jahrhundert fürchteten englische Textilarbeiter die Schnelligkeit des mechanischen Webstuhls, damals wurde erstmals „die Maschinenfrage“ gestellt. Ein Jahrhundert später entfaltete die Fließbandproduktion ihre produktivitätssteigernde Wirkung, mit dem Einzug der Industrieroboter in den Fünfzigerjahren folgte ein weiterer Automatisierungsschub. Bislang allerdings war die Beschäftigungsbilanz positiv.

Der Strukturwandel hat zwar viel Altes vernichtet, aber immer wieder Neues erschaffen, es sind sogar mehr Jobs entstanden als verloren gingen. Jetzt könnte es erstmals anders sein.

Der US-Publizist Martin Ford („Aufstieg der Roboter“) beobachtet einen fundamentalen Wandel im Verhältnis zwischen Mensch und Maschine. Roboter seien nicht mehr nur Werkzeuge, mit deren Hilfe Arbeiter ihre Produktivität steigerten, sondern sie verwandelten sich selbst in Arbeiter, und zwar in ausgesprochen pfiffige.



Forscherin Jeschke*

„Wir stehen vor einer neuen Ära“

Wenn Computer bereits Musik komponieren, könnten sie bald auch Geschäftsstrategien entwickeln oder Managementprobleme lösen, glaubt Martin Ford. Daraus folgt für ihn: „Fast jeder Job, bei dem jemand vor einem Bildschirm sitzt und Informationen verarbeitet, ist bedroht.“

Vom Beginn eines zweiten Maschinenzeitalters ist nun die Rede, von einer neuen Ära, in der Computer anspruchsvolle Aufgaben von Wissensarbeitern übernehmen und gut bezahlte Arbeitsplätze wegfallen. Die Mittelschicht droht zu schrumpfen und zu verarmen, die digitale Revolution entlässt ihre Kinder. Diese Sorge beschäftigt die Menschheit schon länger.

In seinem ersten Roman „Player Piano“ beschrieb der amerikanische Schriftsteller Kurt Vonnegut 1952 eine solche Gesellschaft, in der die Masse der Menschen ein ödes, sinnloses Leben führen, weil Roboter ihre Arbeit erledigen. Es ist eine Dystopie, ein Szenario, das anders als die Utopie ein schlechtes Ende nimmt. Diese schwarze Vision werde mit jedem Tag ein Stück realistischer, stellte Vonnegut später fest.

Knapp eine Generation zuvor hatte der Ökonom John Maynard Keynes 1930 das Gegenszenario entworfen. In hundert Jahren, prophezeite der Brite, müssten seine Enkelkinder pro Woche nur noch 15 Stunden arbeiten. Möglich mache dies der „umwälzende technische Wandel“, er befähige die Menschheit, ihr wirtschaftliches Problem zu lösen, ein für alle Mal. Nur eine Sache werde sie beschäftigen, eine neue Krankheit, von der die Leser „in den nächsten Jahren noch viel hören werden, nämlich technologische Arbeitslosigkeit“. Aber keine Sorge, beruhigte Keynes, „dies ist nur eine vorübergehende Phase“. Dachte er.

86 Jahre sind vergangen, Keynes' Enkel sind noch immer nicht befreit von materiellen Nöten, und die Krankheit, die ihr geistiger Großvater diagnostizierte, ist kei-

* Mit einem Industrie- und einem humanoiden Roboter.

nesfalls überwunden, im Gegenteil: Sie könnte jetzt erst richtig ausbrechen. Wohin also bewegt sich die Arbeitswelt? Eher in Richtung Keynes oder Vonnegut?

Eine Antwort darauf findet sich im badischen Graben-Neudorf, dort hat der Maschinenbauer SEW Eurodrive seine Fabrik der Zukunft errichtet. In der Werkhalle montieren Arbeiter täglich rund 2500 Getriebemotoren, für Aufzüge, Förderbänder oder Schaufelräder. Einer Armada intelligenter Maschinen assistiert ihnen.

Mobile Kleintransporter flitzen umher, knapp einen Meter im Durchmesser, und befördern Komponenten immer dann zu den Montageinseln, wenn sie gebraucht werden. An der Werkbank steht ein Arbeiter, er hat das Getriebegehäuse, das Kernstück jedes Antriebs, vor sich liegen. Das Gehäuse trägt das Wissen in sich, was aus ihm werden soll, ein Funkchip sendet die Informationen in die Halle: Rund 30 000 verschiedene Bauteile lassen zahllose Varianten zu.

Der Arbeiter nimmt das Werkstück und montiert es ans Gehäuse, ein grünes Licht bestätigt ihm, dass er die richtige Komponente ausgewählt hat.

Ist der Antrieb fertig, befördert ein weiterer Kleintransporter ihn zur nächsten Ölfüllstation, die gerade frei ist. Dort wird das Getriebe mit dem Schmiermittel versorgt, genau der Sorte und der Menge, die für dieses Exemplar nötig sind. „Jeder Kundenauftrag bei uns ist anders“, sagt Andreas Kohl, Logistik-Werkleiter bei SEW Eurodrive.

Das Unternehmen wurde 1931 als Süddeutsche Elektromotorenwerke gegründet, Kohl ist seit Anfang der Achtzigerjahre dabei. Damals schon regten die Potenziale der Automatisierung die Fantasien an. Ein Manager habe seinerzeit die Vision verbreitet, bald blieben nur noch der Pförtner und er selbst übrig, erinnert sich Werkleiter Kohl amüsiert.

Es kam anders: Die Zahl der Arbeitsplätze im Werk ist trotz des Einzugs smarter Maschinen stabil geblieben. „Wir glauben nicht an die menschenleere Fabrik, wir wollen sie auch nicht“, sagt Kohl.

Zwar konnten die Abläufe deutlich beschleunigt werden, die Produktivität ist um 20 bis 30 Prozent gestiegen. Das lief aber ohne personelle Einschnitte ab, weil SEW mehr Antriebe verkaufen konnte. Solange das Geschäft zulegt, schafft es das Unternehmen, die rationalisierenden Effekte aufzufangen.

Nun will das Unternehmen auf dem Weg zur voll vernetzten Fabrik auch die Geschäftspartner einbinden, vom Lieferanten bis zum Kunden. Dann könnten die intelligenten Assistenten rechtzeitig melden, dass der Vorrat an Bauteilen zur Neige geht, und Nachschub ordern, ohne dass ein Mitarbeiter ein Bestellformular ausfüll-

len muss. Am Ende plant und organisiert das System nahezu alle Prozesse selbstständig.

Dieses Prinzip, „Industrie 4.0“ genannt, elektrisiert die Fantasien der Manager. Es verheißt enorme Sparpotenziale entlang der Kette, die ein Produkt von der Entwicklung über Fertigung, den Vertrieb und Verkauf bis zum Service durchläuft. Die Digitalisierung kann den gewohnten Prozess verschlanken. Oder ihn zertrümmern.

Früher musste der US-Konzern General Electric die 20 Teile, aus denen Einspritzdüsen von Flugzeugturbinen bestehen, einzeln fertigen, transportieren und montieren. Heute stellen die Amerikaner diese Düsen per 3-D-Drucker her. Das geht

schneller, die Teile sind zudem leichter, robuster und sogar billiger.

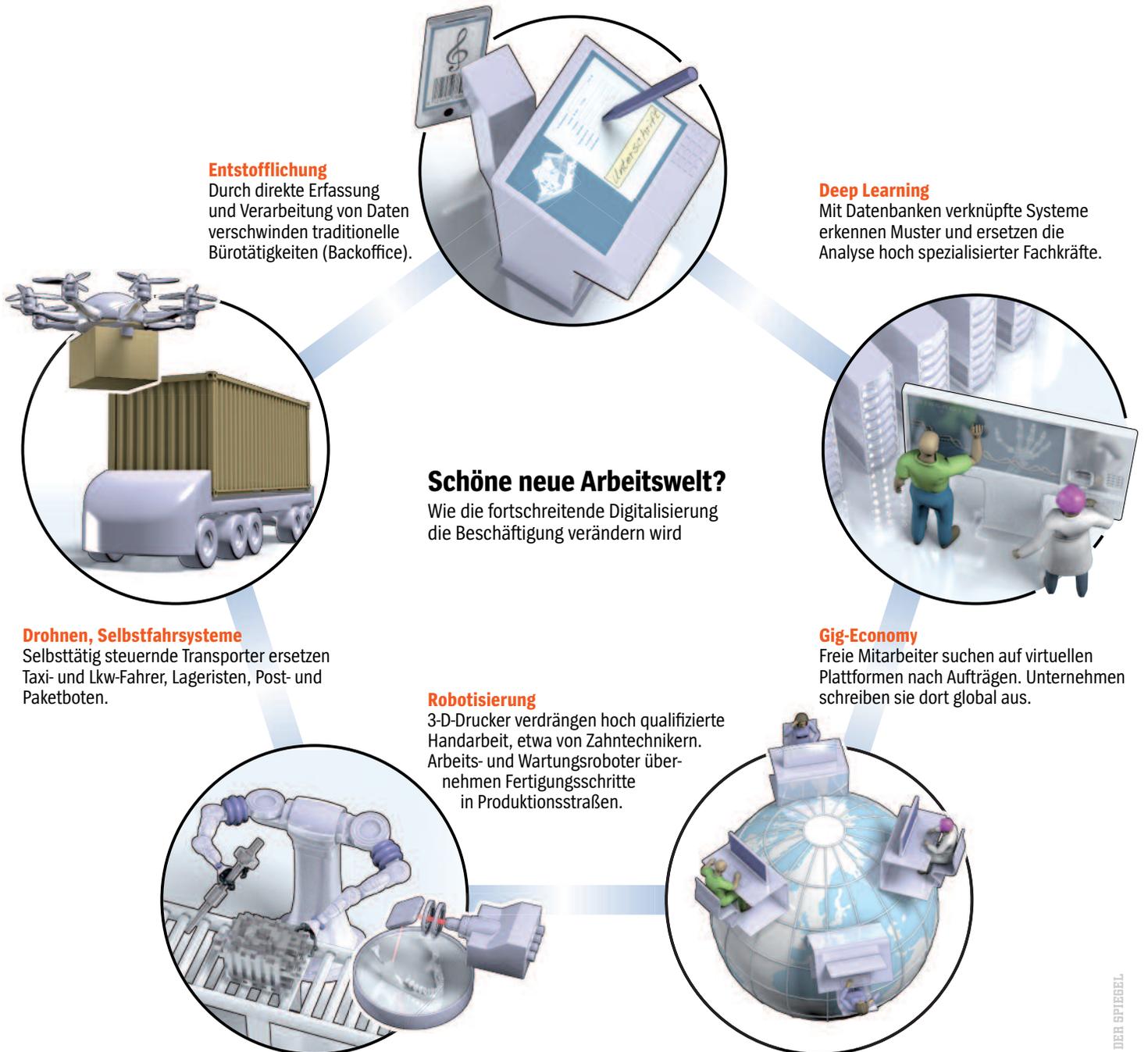
Selbst in Billiglohnländern, wo die Lohnkosten keine so große Rolle spielen, drückt der Einsatz von Hochtechnologie mittlerweile den Bedarf an Arbeitskräften. Der indische IT-Dienstleister Infosys nutzt neuerdings eine Software namens Mana, zu Deutsch: Geist; sie nimmt den Teams, wenn sie beim Kunden eine Software installieren, simple, aber zeitraubende Arbeiten ab. Sie testet Zeile für Zeile, ob bei Änderungen des Codes unerwartete Nebenwirkungen auftreten.

Die Faustformel lautet: Das Unternehmen setzt nicht mehr 100 Mitarbeiter auf ein Projekt an, sondern 50. Mana ersetzt

den Rest. Die Plattform werde das Arbeiten grundlegend verändern, sagt Infosys-Chef Vishal Sikka: „Das Ziel ist, die Mitarbeiter von Routinearbeiten zu befreien, damit sie sich auf kreativere und produktivere Aufgaben konzentrieren können.“

Nach und nach verwandeln sich physische Produkte in nicht fassbare Software. So ist es bereits bei Musik, Fotos und Filmen geschehen, als Nächstes werden Eintrittskarten oder auch Geldscheine überflüssig – und damit alle Arbeitskräfte entbehrlich, die an ihrer Herstellung und Verbreitung beteiligt sind.

Die Folgen reichen weit: Wenn ein Ticket nicht mehr gedruckt wird, sondern nur noch als Code auf dem Smartphone



Entstofflichung
Durch direkte Erfassung und Verarbeitung von Daten verschwinden traditionelle Bürotätigkeiten (Backoffice).

Deep Learning
Mit Datenbanken verknüpfte Systeme erkennen Muster und ersetzen die Analyse hoch spezialisierter Fachkräfte.

Schöne neue Arbeitswelt?
Wie die fortschreitende Digitalisierung die Beschäftigung verändern wird

Drohnen, Selbstfahrssysteme
Selbsttätig steuernde Transporter ersetzen Taxi- und Lkw-Fahrer, Lageristen, Post- und Paketboten.

Gig-Economy
Freie Mitarbeiter suchen auf virtuellen Plattformen nach Aufträgen. Unternehmen schreiben sie dort global aus.

Roboterisierung
3-D-Drucker verdrängen hoch qualifizierte Handarbeit, etwa von Zahntechnikern. Arbeits- und Wartungsroboter übernehmen Fertigungsschritte in Produktionsstraßen.

existiert, wird nicht nur der Händler obsolet, der die Eintrittskarte verkauft hat. Es braucht auch niemanden mehr, der das Papier herstellt oder das Gerät, das das Ticket ausdruckt. Ebenso wird der Techniker überflüssig, der den Drucker wartet, oder der Lkw-Fahrer, der das Papier transportiert. Auch der angemessene Ticketpreis wird nicht mehr vom Menschen kalkuliert, der Computer verfügt da über verlässlichere Erfahrungswerte. Allmählich geht alles in Software auf.

Derselbe Prozess der Entstofflichung lässt sich beim Bezahlen beobachten. Früher besorgten sich die Bürger das Geld am Bankschalter. Dann zogen sie sich die Scheine am Automaten. Jetzt bezahlen sie an den Kassen bargeldlos – und als Nächstes kontaktlos per Funkchip. Mit jedem Schritt entfallen Tätigkeiten und Arbeitsplätze: für Bankangestellte, Automatenmonteure, Supermarktkassierer.

In der Industrie ist diese Entwicklung in vollem Gange, vielen Dienstleistern steht sie noch bevor. Das Finanzgewerbe baut nicht nur in den Filialen in großem Stil Stellen ab, sondern startet gerade den Großangriff auf das sogenannte Backoffice, die Räume hinter der Schalterhalle also, wo Sachbearbeiter zum großen Teil händisch Vorgänge erledigen.

Noch heute funktioniert es vielfach so: Der Kunde steht am Schalter, sein Kundenbetreuer füllt am Computer einen Kreditantrag aus. Das Formular wird ausgedruckt, vom Kunden unterschrieben und per Hauspost ins Backoffice geschickt. Dort werden die Angaben aus dem Vordruck erneut im Computer erfasst oder eingescannt und noch einmal kontrolliert. Erst dann kann der Sachbearbeiter sich um das Anliegen des Kunden kümmern.

In wenigen Jahren wird der Kundenbetreuer die Daten aufnehmen, er dreht den Bildschirm um, der Kunde kontrolliert, unterschreibt wie beim Paketempfang auf einem Kleinrechner, dann geht der Antrag direkt zum Sachbearbeiter. So entfallen der manuelle Transport von Papieren zum Backoffice, die erneute Erfassung und das Einscannen, Banker sprechen von „Dunkelverarbeitung“. „Die komplette Beleglogistik wird in spätestens drei Jahren überflüssig sein“, sagt Stephan Szukalski, der Vorsitzende des Deutschen Bankangestellten-Verbands.

Gewerkschafter Szukalski vertritt rund 21 000 Mitglieder, es sind zum großen Teil genau die Mitarbeiter, die in den Hinterzimmern ihren Dienst tun. In der Vergangenheit hätten die Banken solche Abteilungen eher ausgelagert als abgebaut, sagt Szukalski, das werde sich nun ändern. Seine Prognose: In zehn Jahren wird im Geschäft mit Privatkunden ein Drittel weniger Personal benötigt, dann werden die meisten Prozesse im Backoffice stark au-

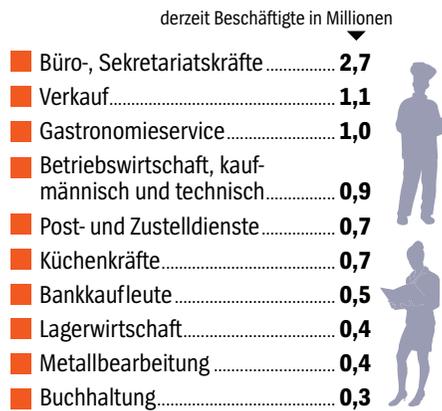
tomatisiert sein. Die Eröffnung eines Kontos wird für den Kunden routinemäßig zu einer Sache von Minuten, heute dauert dies oft noch Tage.

„Betroffen sind nicht nur geringer oder normal qualifizierte Kollegen, zunehmend werden auch hoch qualifizierte Sachbearbeiter von der Maschine ersetzt“, ist Szukalski überzeugt. Junge Technologiefirmen im Finanzsektor, Fintechs genannt, treiben die etablierten Unternehmen vor sich her. Sie haben kein Filialnetz, keine Geldautomaten – aber sie gewinnen immer mehr Kunden.

Rund 200 000 sollen es schon sein, die sich die mobilen Dienste von Number26 zunutze machen, einem Start-up aus Berlin, vor dreieinhalb Jahren gegründet. Das Ziel sei es, zum „Amazon der Finanzwelt“ zu werden, sagt Valentin Stalf, Mitgründer und Geschäftsführer von Number26. Vor einigen Monaten allerdings zeigte der Newcomer, wie weit er davon noch entfernt ist, als er zahlreichen Kunden kündigte, weil sie sich für Number26 nicht rechneten.

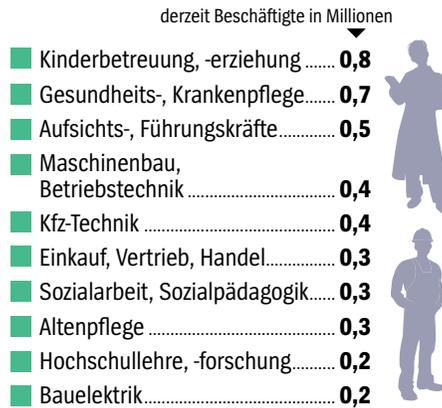
Hoch gefährdete Berufe

Wahrscheinlichkeit der Automatisierung von Berufen in den nächsten 20 Jahren von mindestens 70 %



Wenig gefährdete Berufe

Wahrscheinlichkeit der Automatisierung von Berufen in den nächsten 20 Jahren von unter 30 %



Quelle: A.T. Kearney

Bislang bietet das Unternehmen ein mobiles Girokonto sowie einen Dispokredit, mittlerweile hat Number26 eine Banklizenz erworben und will nach und nach andere Dienstleistungen anbieten. „Die Arbeitsplätze werden sich in die Fintech-Welt verlagern“, sagt Stalf, „die Leute können hier mehr mitgestalten, unternehmerischer arbeiten.“ Allerdings benötigen solche Firmen eher App-Designer, Datenanalysten oder Entwickler – und weniger Kreditsachbearbeiter.

Bei den Fintechs entscheiden Maschinen über die Vergabe von Baukrediten oder die Bonität von Kunden, und sie beraten auch bei der Geldanlage. Robo-Advisor legen Kundengelder nach vorgegebenen Kriterien an. Algorithmen können die Bedürfnisse besser und vor allem billiger befriedigen als Berater aus Fleisch und Blut, glauben viele Fintech-Manager.

Die Mitarbeiter werden allerdings nicht zwangsläufig überflüssig, sie könnten in eine neue Rolle schlüpfen und Kunden helfen, die digitalen Angebote zu nutzen oder zu interpretieren, gleichsam als Maschinencoach. Die Frage ist nur, wie viele davon nötig sind – und welche Zahl die Technologie entbehrlich macht.

Die Wissenschaftler Carl Frey und Michael Osborne von der Universität Oxford haben untersucht, wie groß die Bedrohung für 903 verschiedene Berufe ist, die Studie hat einiges Aufsehen erregt. Demnach arbeiten 47 Prozent der Beschäftigten in den USA in Berufen, die in den nächsten 10 bis 20 Jahren mit einiger Wahrscheinlichkeit automatisiert werden können. Höchst gefährdet sind Sekretärinnen, Verkäufer, Postboten oder Lagerarbeiter, also insbesondere Routinejobs. Auf der sicheren Seite sehen sie Altenpfleger, Erzieher, aber auch Manager: Berufe, die soziale Kompetenz verlangen.

Würde man die Methodik auf Deutschland übertragen, ließen sich hierzulande die Berufe von 42 Prozent der Erwerbstätigen automatisieren, das entspricht 18 Millionen Menschen. „Das ist die Revolution“, sagt der Mannheimer Arbeitsmarktpolperte Holger Bonin und ergänzt: „Wenn es wirklich so wäre.“ Bonin rät zur Vorsicht.

Die Studie der Oxforde Kollegen basiert auf Einschätzungen von Robotikfachleuten, die naturgemäß den technischen Potenzialen gegenüber besonders aufgeschlossen seien. Außerdem hätten sie unterschätzt, dass neue Technologien zwar Tätigkeiten stark verändern könnten, aber dadurch würden nicht zwangsläufig ganze Berufe obsolet. Bonins Beispiel: Der Kellner werde keinesfalls überflüssig, nur weil er heute seine Bestellungen per Kleincomputer in die Küche funke.

Der Mannheimer Forscher hat den Ansatz der Briten verfeinert und statt Berufen Tätigkeiten untersucht. Nach Bonins Be-



Serviceroboter Pepper in belgischer Klinik: Muss der Mediziner der Zukunft noch Arzt sein?

rechnungen liegt der Anteil der Arbeitsplätze, die so betrachtet der Automatisierung zum Opfer fallen könnten, in Deutschland nur noch bei zwölf Prozent, das wären fünf Millionen Menschen. „Das ist immer noch viel“, sagt er, „aber es ist eher eine Evolution.“

Die Betroffenheit fällt indes je nach Bildungsstand recht unterschiedlich aus: Bürger mit Hochschulabschluss stehen nur zu 25 Prozent in der Gefahr, wegrationalisiert zu werden, Geringqualifizierte dagegen zu 80 Prozent. Ein ähnlicher Zusammenhang besteht beim Einkommen: Das bestverdienende Zehntel der Bevölkerung ist nur zu 20 Prozent gefährdet, das Zehntel am unteren Verdienstrand jedoch zu 60 Prozent.

Noch konkreter wird hier ein Bericht des US-Präsidenten vom Februar an den Kongress. Darin wird vorausgesagt, dass Jobs in den USA, die heute weniger als 20 Dollar pro Stunde einbringen, nach 2040 mit einer 83-prozentigen Wahrscheinlichkeit von Computern oder Robotern ersetzt werden. Bei Tätigkeiten mit einem Stundenlohn von 20 bis 40 Dollar liegt sie bei 31 Prozent. Wer mehr verdient, ist nur zu 4 Prozent bedroht.

Langzeitprognosen mit solch präzisen Ergebnissen wirken verwegen, in der Grundrichtung aber stimmen die Studien überein: Die Digitalisierung verändert die Arbeitswelt grundlegend, viele gewohnte, bislang ordentlich bezahlte Tätigkeiten

werden entbehrlich. Aber, und das ist die andere Seite, es werden sich auch neue Aufgaben ergeben, sie haben freilich mit den alten zuweilen kaum etwas gemein.

„Muss der Mediziner der Zukunft überhaupt noch Arzt sein?“, lautete eine Frage, die Markus Müschenich, selbst Mediziner und Gründer des Flying Health Incubator, kürzlich bei einem Symposium nahe der Berliner Charité stellte. Er wollte die Ärzteschaft aus der Reserve locken.

„Stellen Sie sich vor“, begann Müschenich, „Sie kommen in die Notaufnahme mit einer völlig unklaren Krankheit, und Ihnen geht es schlecht. Der Chefarzt kommt herein und sagt, er habe 30 Jahre Erfahrung, er werde schon herausfinden, was mit Ihnen nicht stimmt. Und dann sitzt da noch der junge Assistenzarzt, erstes Ausbildungsjahr, der sagt, er habe hier einen Computer mit dem Wissen von 600 Chefarztjahren. Wem würden Sie sich anvertrauen?“ Stille im Saal, einige nickten. Die Provokation hatte funktioniert.

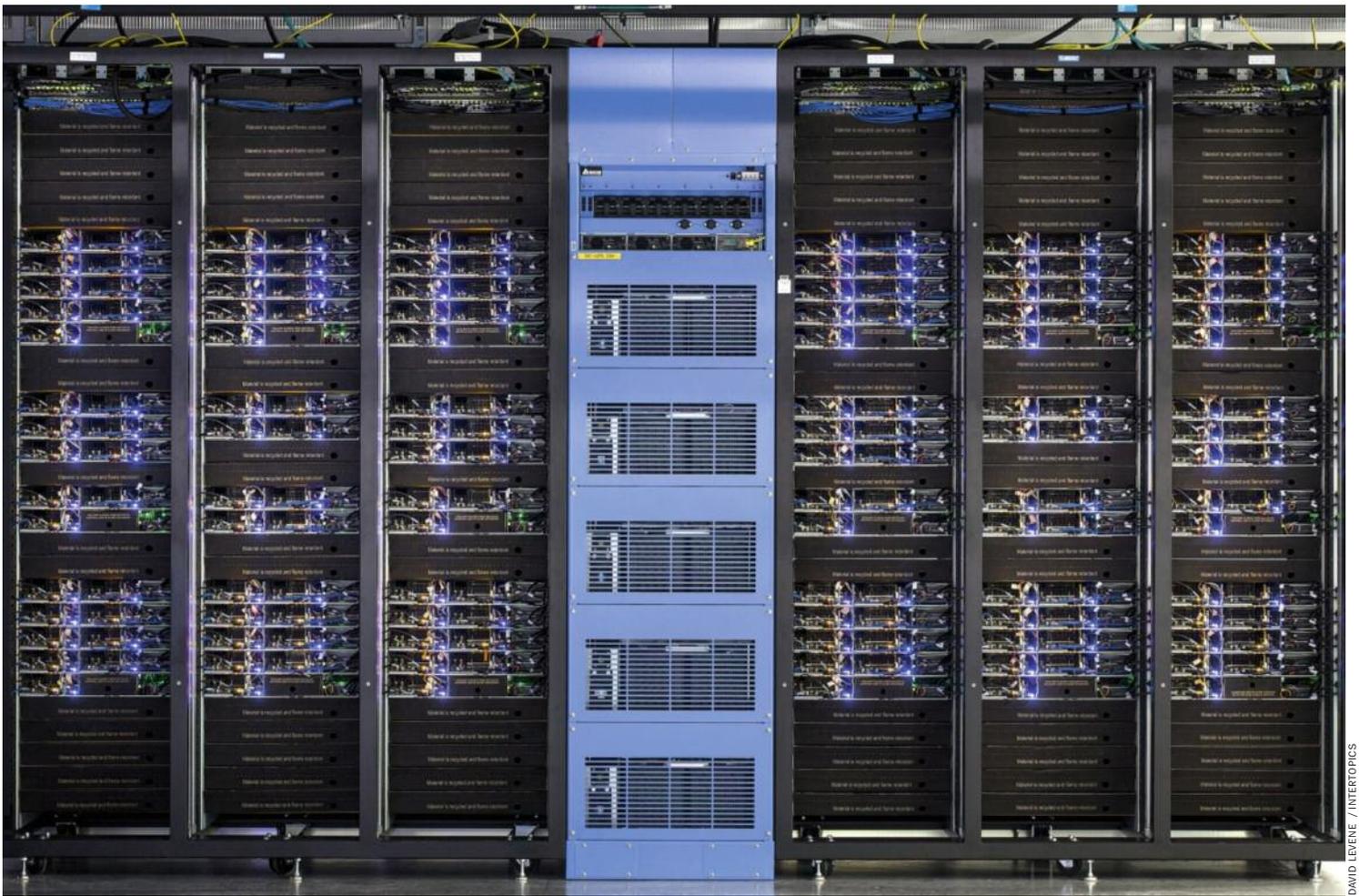
Müschenich sieht den Arzt der Zukunft in eine neue Rolle wachsen. Software werde große Teile der Arbeit übernehmen, ist er überzeugt, „und das wird die Medizin besser machen“. Maschinen, ausgestattet mit künstlicher Intelligenz, können eine nahezu unbegrenzte Zahl an Patientenfällen im „Gedächtnis“ abrufen, diese Technik, „Deep Learning“ genannt, macht sie jedem Experten überlegen.

Die digitale Diagnostik wird zuerst jene Disziplinen erobern, in denen es auf das Erkennen von Bildern und ihre Interpretation ankommt. Dann ist kein Facharzt mehr nötig, um eine Aortaerweiterung, einen Kleinhirntumor oder auch nur ein Ekzem zweifelsfrei zu identifizieren.

In München arbeitet ein Zweierteam, ein Dermatologe und ein Physiker, an einer Software, die Hautkrankheiten erkennt. Die Idee: Ein Patient lädt sich ihre App auf das Smartphone, fotografiert die fragliche Stelle und sendet das Bild ins System. Dort wird es mit vorhandenen Mustern aus der Datenbank abgeglichen, der Computer rechnet aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Krankheit vorliegt. Im kommenden Jahr soll „Lifespot Skin“ auf den Markt kommen.

Das Beispiel zeigt, wie die Digitalisierung die überlieferten Berufsbilder verändert. Muss der Bediener des Rechners zwangsläufig ein Mediziner sein? Wie viel bleibt dann aber für die Fachärzte zu tun, die Radiologen, Histologen oder Dermatologen? Wenn sogar solch hoch qualifizierte und gut bezahlte Jobs nicht mehr sicher sind, was lassen die Roboter und Rechner noch übrig?

Die Vorstellung klingt bedrohlich. Seltsam ist nur: In der Statistik lassen sich bislang keine klaren Hinweise dafür finden, dass die neuen Jobkiller tatsächlich existieren. Zumindest in Deutschland



DAVID LEVINE / INTERTOPICS

Facebook-Datenzentrum in Nordschweden: „Deep Learning“ macht die Maschinen jedem Experten überlegen

scheint es genügend Arbeit zu geben, mit mehr als 43 Millionen Menschen sind gegenwärtig so viele Bürger erwerbstätig wie nie zuvor in der Geschichte der Bundesrepublik. Ausgerechnet in der Volkswirtschaft mit der nach Südkorea und Japan weltgrößten Dichte an Industrierobotern herrscht annähernd Vollbeschäftigung.

Dennoch bleibt da ein mulmiges Gefühl, die Ahnung, dass dieser Zustand nicht von Dauer sein wird. Oft brauchen neue Technologien eine gewisse Zeit, bis sie ihre ganze Wirkung entfalten. Erst wenn dieser Punkt erreicht ist, kommen die Effizienzeffekte voll zur Geltung.

Es ist schon mehr als zwei Jahrzehnte her, dass der Onlinehandel gestartet ist, es begann mit Büchern. Aber erst jetzt ist die Rechenkraft so enorm und das Angebot so professionell, dass die Verbraucher wie selbstverständlich ihren Warenkorb im Netz füllen und Mode, Möbel, Schuhe oder Lebensmittel dort einkaufen – zulasten des stationären Fachhandels und seiner Mitarbeiter.

Erst jetzt ist die Zeit reif, dass mit den globalen IT-Giganten wie Facebook oder Google eine neue Klasse von Unternehmen die Führung in der Businesswelt übernommen hat, die sich in besonderer Weise die rationalisierende Kraft der Digitalisierung zunutze machen kann. Die Technik befähigt sie dazu, ihre Dienstleistungen

nach Belieben zu vervielfältigen und an jeden Ort der Erde zu transferieren, ohne dass die Kosten spürbar stiegen oder sehr viel mehr Mitarbeiter nötig wären. Nur der Profit geht nach oben.

Facebook beschäftigt weltweit 13 000 Mitarbeiter, jeder von ihnen erwirtschaftet einen Gewinn von im Schnitt mehr als einer viertel Million Dollar. Zum Vergleich: Bei Daimler arbeiten 284 000 Menschen, auch in einem überdurchschnittlich guten Jahr wie 2015 kommt Daimler nur auf rund 30 000 Dollar pro Kopf.

Unternehmen der Old Economy fällt es am schwersten, die neuen technologischen Möglichkeiten auszuschöpfen. Dazu müssen sie vieles infrage stellen, was für sie Gewissheit war: zum Beispiel das Konzept, wie Autos hergestellt werden. Seit Henry Fords Zeiten geschieht dies in Massenfertigung mit Tausenden Fabrikarbeitern. „Es wird Zeit, dies zu ändern“, sagt der amerikanische Firmengründer Jay Rogers.

Local Motors heißt sein Unternehmen, es ist der Gegenentwurf zu einem Konzern wie Daimler. Die Fahrzeuge werden nicht zentral in großen Werken produziert, sondern nahe beim Kunden, in sogenannten Microfactories, jede 4600 Quadratmeter

groß. Dort stellen 3-D-Drucker Komponenten her, darunter das Kohlefaser-Chassis. Aus nur 49 Teilen besteht das Modell Strati, Motor, Kabel oder Batterie werden zugekauft.

Bislang gibt es drei solcher Werkstätten in den USA, demnächst will Rogers auch in Deutschland einen Standort eröffnen, möglicherweise in Brandenburg: „Wir wollen Microfactories in allen Ländern der Erde aufbauen“, sagt er. Rogers besitzt einen Abschluss der Princeton-Universität und einen Harvard-MBA, er war McKinsey-Berater und Kompanieführer bei den Marines. Mit einem solchen Lebenslauf ist es nur folgerichtig, dass Rogers die Autoproduktion neu erfinden will.

Nur 116 Mitarbeiter beschäftigt das Unternehmen mit Sitz in Phoenix, Arizona, dieser Zirkel aber bedient sich eines Netzwerks von weltweit rund 52 000 Designern, Entwicklern oder Ingenieuren. Wenn eine Aufgabe zu lösen ist, befragen sie den intelligenten Schwarm. Dann beginnt ein Wettstreit um das beste Lösungskonzept.

Co-Creation nennt Rogers das Prinzip, das an die Gemeinschaftsarbeit erinnert, mit der die Enzyklopädie Wikipedia entsteht. Es spare im Vergleich zum herkömmlichen Ablauf erheblich Zeit und Geld, sagt er: „Wir sind fünfmal schneller und brauchen hundertmal weniger Kapital.“

In der vernetzten Welt lassen sich kreative Potenziale leichter bündeln. Die Auf-



Video: Was Maschinen nie lernen werden

spiegel.de/sp362016arbeit
oder in der App DER SPIEGEL



Autonom fahrendes Forschungsfahrzeug: Oft brauchen neue Technologien etwas Zeit bis zur Entfaltung ihrer Wirkung

tragegeber können auch anspruchsvolle Aufgaben in beliebig kleine Teile zerlegen und über den Globus verteilen. Die Grenzen verschwimmen, zwischen Ländern und Unternehmen, zwischen Selbstständigkeit und Anstellung, zwischen Arbeit und Freizeit. Der Crowdworker ist der Arbeitertypus der Industrie 4.0 – so wie im 19. Jahrhundert die industrielle Revolution den Fabrikarbeiter hervorbrachte.

In den USA spricht man von einer „Gig Economy“, einem ökonomischen System, das nicht auf Arbeitern und Angestellten basiert, die lebenslang abhängig beschäftigt sind. Stattdessen funktioniert es mit einer Vielzahl freier Mitarbeiter, die auf virtuellen Plattformen nach Gelegenheiten für einen Auftritt („Gig“) suchen.

Sie recherchieren Telefonnummern oder Preise von Internethändlern, sie schauen sich Videos an, während eine Kamera ihre Augenbewegung verfolgt. Sie testen Software auf Fehler, schreiben Computerprogramme oder übernehmen Beratungsprojekte. Die Gig Economy ist eine Welt, in der jeder viele Jobs erledigt, zuweilen auch parallel, und in der am meisten verdient, wer sich am besten durchsetzt.

Crowdworking ist noch kein Massenphänomen, schon gar nicht in Deutschland, den meisten Akteuren verhilft es nur zu einem Nebenverdienst. Die Nachfrage für Arbeit auf Abruf wächst jedoch, je gängi-

ger es wird, Dienstleistungen auf digitalen Plattformen zu vermitteln. Für manchen mag dies eine willkommene Chance bieten, schnell und unkompliziert Geld zu verdienen und sich zu profilieren; die Tätigkeiten können durchaus vielseitig und selbstbestimmt sein. Andererseits bedeutet diese Arbeitsform einen Rückfall ins 19. Jahrhundert.

Crowdworker sind Unternehmer in eigener Sache, rechtelose Billigarbeiter, die alle Risiken individuell tragen müssen. Es herrscht ein Machtgefälle gegenüber ihren Auftraggebern, weil es bisher noch fast keine Regeln für die neue Arbeitswelt gibt: für den Verdienst, den Kündigungsschutz, den Urlaubsanspruch, die Arbeitszeit. Deshalb untergräbt Crowdworking das System der sozialen Sicherung, wie es seit mehr als hundert Jahren in Deutschland existiert.

Es fußt auf der Idee, dass der Arbeitgeber sich um kollektive Sicherheit kümmert: dauerhafte Beschäftigung sichert, seinen Teil zur Sozialversicherung zahlt und nebenbei noch für Wohltaten wie Betriebs-sport oder Kantine sorgt. Dieses geordnete Arbeitsverhältnis wird nun ergänzt durch neue Formen der Beschäftigung.

Bundesarbeitsministerin Andrea Nahles (SPD) will bis Ende des Jahres in einem sogenannten Weißbuch ausloten, wie der Staat darauf reagieren soll. Denkbar wäre, die neuen Selbstständigen in die gesetz-

liche Rentenversicherung zu integrieren oder für sie eine eigenständige Versorgung aufzubauen. Ohne solche Absicherungen jedenfalls, das ist die Sorge, drifft die Gesellschaft auseinander.

Sie teilt sich in eine kleine Elite von Innovatoren, die den Gewinn abschöpft, und eine große Masse von Verlierern, rechtelosen Billigarbeitern, denen die neuen Technologien die Arbeit abnehmen oder zumindest die Löhne drücken. Sie bleiben auf der Strecke, sie sind ausgeschlossen vom neuen Wohlstand, die Ungleichheit nimmt zu. Die Politik sucht nach Wegen, die digitale Dividende umzuverteilen, sie so vielen wie möglich zugutekommen zu lassen.

In letzter Zeit beflügelt vor allem die Idee vom Grundeinkommen die Debatte: Der Staat finanziert den Bürgern den Lebensunterhalt und befreit sie von der Erwerbsarbeit. Das Grundeinkommen ist ein überaus teures Experiment, für das eine Gesellschaft auch reif sein muss. Schließlich hat jeder Anspruch auf das Geld, ob bedürftig oder nicht.

Andere fordern die Einführung einer Maschinensteuer, um den Faktor „Arbeit“ zu entlasten. Die Frage ist nur, wonach sie sich bemessen soll: an der Zahl der Roboter, die ein Unternehmen einsetzt? Am Datenvolumen, das es bewegt? Eine solche Steuer würde wahrscheinlich den Fortschritt bremsen. Da wirkt die Lösung ele-

ganter, die der US-Arbeitswissenschaftler Richard Freeman im Sinn hat.

Freeman, 73, ein Ökonom an der Universität Harvard, ist bekannt für seinen Boga-Filzhut und seine unkonventionellen Analysen. Er schlägt vor, dass Arbeiter sich kurzerhand beteiligten sollten an den Maschinen, die ihre Jobs bedrohen. Wer also heute in den USA Taxi, Bus oder Laster fährt, immerhin mehr als vier Millionen Bürger, müsste sich schleunigst Aktien von Uber oder Google kaufen, bevor ihm autonom navigierende Fahrzeuge den Job wegnehmen. „Wem die Roboter gehören, der regiert die Welt“, sagt der Wissenschaftler.

Freemans Idee, Arbeitskräfte in Eigentümer zu verwandeln, wird zwar den Konflikt zwischen Arbeit und Kapital kaum entschärfen, aber sie stellt noch immer eine interessante Alternative dar. Werde kein sozialer Ausgleich gefunden, könnte eine neue Form des Feudalismus entstehen, warnt der Professor. Die Arbeiter würden gleichsam zu Leibeigenen einer kleinen Gruppe, die die Technologie beherrscht.

Wie sich Gesellschaft und Arbeitsmarkt in Deutschland bis 2030 verändern könnten, dazu haben Forscher der Bertelsmann-Stiftung und der Stiftung Neue Verantwortung sechs Szenarien entwickelt. Die Spanne reicht von der optimistischen Variante, überschrieben „Ingenieursnation mit Herzchen“, in der die Bundesrepublik mit Glasfasern vernetzt ist und die digitale Transformation offensiv gestaltet wird, bis zum düsteren Szenario „Digitales Scheitern“: Die Massen werden arbeitslos, die Steuereinnahmen brechen ein, eine neue Partei zieht in den Bundestag ein, sie nennt sich „Die Analogen“.

In vier von sechs der Szenarien erwarten die Forscher, dass sich der Arbeitsmarkt weiter flexibilisiert, dass Unternehmen Personal nur für die Dauer von Projekten engagieren. Und in fünf von sechs Szenarien rechnen sie mit einer sinkenden Nachfrage nach Arbeitskräften, zumindest für einen Teil der Beschäftigten. Vieles deutet also darauf hin, dass der Kampf um Jobs härter wird und die Gefahr größer, abgehängt zu werden. Dieses Los ist aber nicht unausweichlich.

Die Menschen haben es in der Hand, sich dagegen zu stemmen. Den wirksamsten Schutz vor dem Absturz in die Armutsfalle bietet die kontinuierliche Versorgung mit frischem Wissen. „In einer Welt, die sich so schnell dreht, hat es keinen Sinn mehr, fünf Jahre lang zu studieren und dann lebenslang bei der gleichen Firma zu arbeiten“, sagt Sebastian Thrun, einer der Vordenker im Silicon Valley.

Thrun, ein hagerer Mann von der Statur eines Marathonläufers, gebürtig aus Solingen, rollt auf einem Hoverboard durch die Schreibtischreihen. Rund 200 Mitarbeiter beschäftigt er bei Udacity, einer Onlineakademie, bei der Arbeitnehmer ihr Wissen und ihre Fähigkeiten aktualisieren können. Vor vier Jahren hat Thrun Udacity mitgegründet, ganz in der Nähe der Zentrale von Google in Mountain View, dort leitete er zuvor das Geheimlabor Google X.

Die Kurse bei Udacity ähneln eher einer komprimierten Facharbeiterausbildung als einem Studium. Die Teilnehmer arbeiten mit Praktikern an konkreten Projekten und Produkten. 200 Dollar pro Monat kostet das Programm, es dauert meist

vorstellbares möglich, allerdings stößt sie zuweilen auch an Grenzen. Es gilt das alte Gesetz der Robotik: Was Maschinen mühselos erledigen, bereitet Menschen Probleme. Was aber Menschen leichtfällt, stellt wiederum Maschinen vor Schwierigkeiten. Bis selbst der intelligenteste Roboter ein Handtuch gefaltet hat, vergeht eine kleine Ewigkeit.

Keine Maschine ist heute schon so feinfühlig, dass sie schadloos einen Motor ans Getriebe anflanschen könnte. Kein Watson-Superhirn vermag in einem Gerichtssaal ein überzeugendes Plädoyer zu halten. Und kein Algorithmus verfügt über eine solche soziale Kompetenz, dass er bei der Schichtplanung berücksichtigt, welche Mitarbeiter gut miteinander können.

Dafür werden weiterhin Menschen gebraucht, allerdings verändern sich ihre Aufgaben. Bei SEW Eurodrive in Graben-Neudorf steuern und überwachen sie jetzt die Prozesse, statt wie früher stupide Handgriffe auszuführen oder kiloschwere Lasten zu heben. Sie sind zu „Dirigenten der Wertschöpfung“ herangewachsen, wie Werkleiter Kohl fast poetisch sagt.

Ihr Arbeitsplatz ist vorerst gesichert, weil sie sich auf das Neue einlassen und ihre Fähigkeiten erweitert haben. Je spezialisierter, je näher am Menschen, je weniger wiederholbar Aufgaben sind, desto sicherer sind die Jobs der Zukunft.

Nicht alles, was automatisierbar ist, wird also automatisiert. Vokabeln kann ein Roboter ohne Mühe abfragen – doch er wird niemals die Autorität eines respektierten Lehrers ausstrahlen. Und in einen fahrerlosen Zug mögen sich die Fahrgäste vielleicht noch trauen –

aber wer würde in ein Flugzeug ohne Piloten einsteigen?

„Es gibt viele Situationen, in denen Menschen bevorzugen, es mit Menschen zu tun zu haben“, sagt sogar die KI-Wissenschaftlerin Jeschke. Das gilt vor allem für die ultimative Grenzerfahrung, die letzten Stunden des Lebens.

Ein Roboter könnte Sterbenden zwar ohne Mühe Tag und Nacht Zuspruch geben. Und dennoch würde jeder, der noch einen Funken Leben in sich spürt, die Berührung einer Hand bevorzugen. Dann spielt technische Leistung keine Rolle mehr, es zählt nur die Menschlichkeit.

Markus Dettmer, Martin Hesse,

Alexander Jung, Martin U. Müller, Thomas Schulz

Mail: alexander.jung@spiegel.de



Udacity-Gründer Thrun

„Werden wir nicht schneller, gewinnen die Maschinen“

sechs Monate, am Ende bekommt man einen sogenannten Nanodegree.

Als Thrun noch bei Google arbeitete, war er wesentlich an der Entwicklung selbstfahrender Autos beteiligt. Er hat eine Vorstellung davon, welche Potenziale in künstlicher Intelligenz stecken. Wenn ein Autofahrer einen Fehler mache, lerne nur er daraus, wenn dagegen Roboter einen Fehler machten, teilten sie die Erfahrung und wiederholten diesen Fehler nie wieder.

„Künstliche Intelligenz lernt also viel schneller als der Mensch“, folgert der Unternehmer, „wir sollten dringend etwas tun, um mitzuhalten.“ Für Thrun ist der Prozess ein Wettrennen zwischen Mensch und Maschine: „Wenn wir als Menschen nicht schneller werden, gewinnen die Maschinen.“

Es steht viel auf dem Spiel. Kollege Roboter ist zum ernsthaften Konkurrenten avanciert. Die Technik macht bislang Un-

Lesen Sie auch ab Seite 76

Multimedia: digitale Kunstwelten, plaudernde Programme und Angriff bei Billig-Smartphones