



Medizinroboter im OP

# Die Menschmaschinen

**Automatisierung** Sie saugen den Fußboden, mähen den Rasen, melken Kühe, assistieren im OP: Serviceroboter dringen in das tägliche Leben vor, die intelligenten Helfer erreichen Marktreife. Etablierte Industrien konkurrieren mit IT-Anbietern.

Im Souterrain ihres Bielefelder Werks haben die Ingenieure des Hausgeräteherstellers Miele ein Wohnzimmer eingerichtet, das so behaglich wirkt wie eine mexikanische Gefängniszelle.

Auf 20 Quadratmetern verteilen sich ein Sofagestell ohne Polster, ein Lampenfuß ohne Leuchte, ein Kabel ohne Elektrogerät und ein paar leere Tische. Der Raum ist das Versuchslabor für den neuen Miele-Saugroboter, die Gegenstände haben nur einen Zweck, sagt Martin Kornberger: „Wir wollen ihm das Leben schwer machen.“

Kornberger ist der Entwicklungschef hier, ein bedächtiger Mann, der Gästen nicht gleich auf die Nase bindet, dass er bei etwa zwei Dutzend Patenten als Erfinder genannt wird. Der Ingenieur verfolgt, wie das Gerät, rund und flach wie eine Keksdose, auf dem Holzboden seine Bahnen zieht – bis es sich einem Tischbein nähert. Es bremst ab, wartet kurz, scheint nachzudenken, dann wendet es sich zur Seite, fährt vor und zurück und umkreist

das Möbelstück, bis die Bürsten jeden Winkel erreicht haben.

Es ist der erste Saugroboter im Sortiment von Miele, Westeuropas größtem Hersteller von Bodenstaubsaugern. Lange hat das Unternehmen mit dem Einstieg gezögert, weil die Saugkraft solcher Geräte eher mäßig ist. Doch die Verbraucher scheint dies nicht weiter zu stö-

ren, Saugroboter sind die Renner unter den Haushaltsgeräten. Viele schätzen den Komfortgewinn offenbar mehr als die perfekte Saugleistung. „Das hat uns überrascht“, räumt Kornberger ein. Deshalb ist Miele verspätet eingestiegen in ein Geschäft, dem das zentrale Kompendium des Gewerbes, „World Robotics“,



**Drohnen** wie dieser Hexacopter sind in der Luft im Einsatz und inspizieren Windkraftanlagen und Brücken oder vermessen die Umgebung.

## Serviceroboter

# 24,7 Mrd. Dollar

wird die Branche laut „World Robotics“-Schätzung zwischen 2013 und 2016 an Umsatz erzielen, 7,6 Milliarden im häuslichen Umfeld, 17,1 Milliarden Dollar in professioneller Umgebung.

„eine große ökonomische Zukunft“ bescheinigt.

Fast 1,9 Millionen Saugroboter wurden 2012 weltweit verkauft, zwischen 2013 und 2016 sollen laut den Schätzungen gut 13 Millionen dazukommen. Die intelligenten Haushaltshelfer dringen inzwischen an vielen Stellen in den Alltag der Bürger vor und stehen ihnen hilfreich zur Seite.

Sie saugen den Boden, mähen den Rasen, putzen die Fenster, reinigen die Regenrinne oder säubern das Schwimmbad. Manche Anwendung mag noch nicht ganz ausgereift sein, ein rundum sauberes Fenster bleibt wohl bis auf Weiteres das Ergebnis von Handarbeit. Doch vielfach haben die Geräte Marktreife erreicht, oder sie ist nicht mehr fern.

Noch weiter ist die Entwicklung von Servicerobotern, die in professioneller Umgebung im Einsatz sind. Im Krankenhaus assistieren sie am OP-Tisch und stechen zitterfrei und zielgenau Biopsienadeln ins Gewebe. Im Warenlager bewegen sie Güter auf dem schnellsten Weg zur Packstation. Im Stall melken sie Kühe, auf dem Feld ernten sie Erdbeeren; ob die Früchte reif sind, erkennen Sensoren an der Farbe. Auch Wartungsaufgaben erledigen heute Roboter, oft aus der Luft: Drohnen inspizieren Stromleitungen oder Stauwauern. Und sie dienen militärischen Zwecken, als Minenräumer oder Luftaufklärer.

„Roboter sind auf dem Vormarsch, in der verarbeitenden Industrie, aber zunehmend auch im täglichen Leben“, sagt Martin Hägele vom Stuttgarter Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung und Autor von „World Robotics“. Die neuesten Entwicklungen sind von Dienstag dieser Woche an auf der Automatica zu sehen, der weltgrößten Robotermesse in München; in diesem Jahr liegt der Schwerpunkt auf Servicerobotik.

Es ist ein uralter Traum, der jetzt in Erfüllung zu gehen scheint: Roboter erledigen Tätigkeiten, mit denen bislang Menschen beschäftigt sind. Die Idee des Homunkulus, des künstlichen Menschen, fasziniert Schriftsteller seit Jahrhunderten und Filmemacher seit Generationen. Die Androiden heißen Maria („Metropolis“), C-3PO („Star Wars“) oder Sony („I, Robot“). Sie konnten laufen, tragen, sehen, hören – und manchmal sogar fühlen.

Die Filmemacher haben vorweggenommen, was die Ingenieurskunst heute entwickeln will. Die Fiktion nimmt Gestalt an, auch wenn sie nicht eben wie ein Mensch aussieht. Sondern höchstens wie eine mächtige Armprothese, so jedenfalls wirkt der LBR Iiwa, ein neues Leichtbaumodell des Roboterherstellers Kuka.

Gut 22 Kilo ist er schwer, gefertigt aus Aluminiumguss, zahllose Sensoren machen ihn so feinfühlig wie einen Masseur. Bei der Montage eines Displays ruckelt der Iiwa das Fenster passgenau in den Rahmen. Beim Knochenfräsen im Operationsaal begrenzt er den Arbeitsbereich des Chirurgen und verhindert so das Abrutschen. Und in der Autofertigung rüttelt der Iiwa Kupplung und Getriebe gefühlvoll zusammen, er verleiht dem Arbeiter quasi eine dritte Hand. Kommt man ihr zu nahe, werden die Gelenke weich und federn zurück.

„Soft Robotics“ ist eine neue Erfahrung für das Augsburger Unternehmen, das neben Fanuc, Yaskawa und ABB weltweit an der Spitze der Roboterhersteller steht. Bislang war Kuka vor allem bekannt für klassische Industrieroboter, stählerne Ungetüme, die blitzschnell und mit brutaler Präzision Werkteile zusammensetzen, ihre Arbeit aber aus Sicherheitsgründen hinter Barrieren verrichten. Mit dem Iiwa will

das Unternehmen nun den Markt für Serviceroboter aufrollen. „Schutzgitter sind dort unnötig“, sagt Kuka-Vorstandschef Till Reuter: „Wir lassen den Roboter aus dem Käfig.“

Reuter sitzt am Tisch des Besprechungszimmers in der Augsburger Zentrale und schwärmt davon, wie Roboter in Beruf und Alltag zum Assistenten des Menschen werden. Er deutet auf die Gläser, Tassen und Teller vor sich,

das Aufräumen könnte ein Roboter übernehmen, meint der Manager: „Der Iiwa kriegt das hin.“ Noch rechne sich ein solcher Einsatz nicht, das werde sich aber ändern, ist Reuter überzeugt: „Der technologische Fortschritt wächst exponentiell.“

Immer billiger und besser werden die Roboter, die Taktgeber der Entwicklung sitzen neuerdings in Amerika. Dort machen IT-Giganten wie Amazon, Apple und Google enorme Summen locker, um auf diesem Feld schnell Kompetenz zu erwerben.

Amazon hat für 775 Millionen Dollar Kiva Systems übernommen, einen Spezialisten für Logistikroboter. Die Idee: In den Verteillagern des Onlinehändlers sollen anstelle von Mitarbeitern autonome Schlepper die Ware einsammeln und zur Packstation befördern. Apple will mehr als zehn Milliarden Dollar in neue Technologien stecken, vor allem in Roboter. Und Google hat sich innerhalb weniger Monate gleich acht Robotikunternehmen einverleibt.

„Roboter werden in einem guten Sinne omnipräsent in unserem Leben“, prognostizierte Google-Verwaltungsratschef Eric Schmidt auf einer Konferenz im März. Kurz zuvor hatte das Unternehmen Boston Dynamics gekauft, bekannt für Laufroboter

FOTOS: JAVIER LARREA / AGEFOTOSTOCK (L.O.); KIVA SYSTEMS (R.U.)



**Pflegeroboter**  
wie dieser Prototyp bringen Getränke und spielen Musik.



**Mähroboter**  
schneiden den Rasen und kehren von allein zur Ladestation zurück.



**Logistikroboter**  
finden selbstständig Waren im Lager und bringen sie zur Packstation.

wie Cheetah, der schneller rennen kann als der Sprintstar Usain Bolt.

Bislang lebte Boston Dynamics großenteils von Aufträgen des US-Verteidigungsministeriums, wie manch andere amerikanische Roboterfirma auch. Der Weltmarktführer bei Saugrobotern, iRobot, hatte sich bereits einen Namen bei der Minensuche gemacht, bevor das Unternehmen seine Navigationskenntnisse in der zivilen Welt zum Einsatz brachte.

Dass nun die Internetkonzerne – und nicht mehr das Pentagon – die Impulse setzen, verleiht der gesamten Roboterbranche Rückenwind. Das Volumen an Wagniskapital für junge Gründerfirmen hat sprunghaft zugenommen, nicht nur im Silicon Valley. In Frankreich hat ein Fondsnamens Robolution 80 Millionen Euro eingesammelt, um das Geld ausschließlich in Unternehmen zu investieren, die sich mit Servicerobotern beschäftigen.

Auch die EU ist groß eingestiegen. Sie hat eine Initiative gestartet, um „den industriellen Vorsprung in der Servicerobotik in der Europäischen Union“ auszubauen, so die Brüsseler Digitalkommissarin Neelie Kroes. Mit mehr als 700 Millionen Euro fördert die EU-Kommission den Robotiksektor. Der Ingenieur Andreas Drost staunt über so viel Dynamik: „Es ist unglaublich, was da heute an Forschungsgeld hineingesteckt wird.“

Drost, 34, ist Geschäftsführer von MT Robot, einem 2008 gegründeten Unternehmen mit Sitz in Zwingen nahe Basel, das fahrerlose Transportsysteme (FTS) herstellt. Der gebürtige Lörracher kann sich noch gut daran erinnern, wie schwer es war, Geldgeber in Deutschland zu finden. Bei rund dreißig Adressen sei er abgeblitzt, bevor ein Privatmann in der Schweiz, ein sogenannter Business Angel, in sein Projekt investierte, erzählt Drost. Damals hätten Wagniskapitalgeber alles finanziert, was nach grüner Technologie aussah – für Roboter habe sich niemand interessiert.

Jetzt beschäftigt der Unternehmer gut ein Dutzend Mitarbeiter, zu seinen Kunden gehört eine kleine Basler Klinik, in der seine FTS im Einsatz sind. Sie ähneln Palettentransportern, rollen selbstständig durch die Gänge des Hospitals und stoppen automatisch, wenn ein Hindernis auftaucht; nach einer Lernfahrt haben sie sich die Umgebung eingeprägt. Sie erledigen Botengänge, sie holen Getränkeboxen und Medikamente und bringen sie auf die Station. Demnächst sollen sie auch die Böden wischen und sogar Speisen austeilern.

Solche Roboter, die Transportaufgaben erledigen, sind heute bereits in vielen Unternehmen anzutreffen. In den Katakomben der Universitätsklinik Köln befördern sie etwa die Schmutzwäsche. In der Phaeton-Produktion von VW in Dresden versorgen sie die Monteure mit Kabelsträngen oder Schalttafeln. Und in der niederländischen Molkerei Campina bringen sie die gestapelten Käselaibe gemäß ihrem Reifegrad vom Lager zur weiteren Bearbeitung.

Die autonomen Fahrzeuge werden oft von Unternehmen mit IT-Hintergrund entwickelt, die sich auf Sensorik und die Verarbeitung von Navigationsdaten verstehen. Mit dieser Kompetenz attackieren sie etablierte Industriebetriebe, zum Beispiel einen Gabelstaplerhersteller wie Jungheinrich.

Das Hamburger Unternehmen hat einige fahrerlose Stapler im Programm, auf deren Dach sich permanent ein Gerät dreht, das wie ein Espressokocher aussieht. Per Lasernavigation sucht es die Umgebung nach Reflektoren ab, die in der Werk-

winnt, wer viel in die Forschung investiert – oder einen guten Draht zu wissenschaftlichen Instituten hat.

Kuka hätte wohl kaum einen Leichtbauroboter wie den Iiwa so schnell auf den Markt gebracht, wenn nicht Wissenschaftler vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt im 50 Kilometer entfernten Oberpfaffenhofen Vorarbeit geleistet hätten. Und als vor zwei Wochen auf einer Logistikfachmesse das Dortmunder Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik das vielleicht ausgeklügeltste Konzept für ein modernes Warenlager präsentierte, pilgerten scharenweise Logistikunternehmer an den Stand. Sie ließen sich den sogenannten Rackracer erklären, einen Kletterroboter, der teilweise im 3-D-Drucker gefertigt wird.

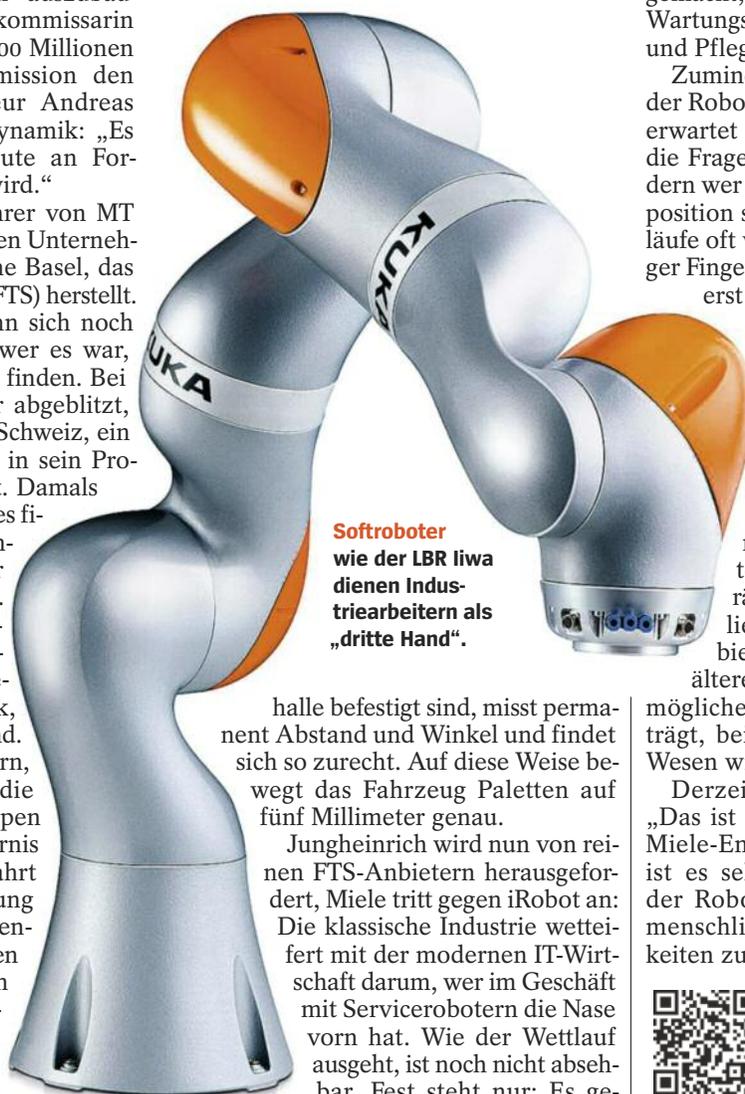
Der Rackracer, der fahrerlose Stapler oder der Leichtbauroboter verfolgen letztlich denselben Zweck: Sie automatisieren Prozesse. Wegezeiten werden verkürzt, Mitarbeiter gespart. Erst haben Roboter die Produktionshallen fast menschenleer gemacht, folgen nun also Warenlager und Wartungsdienste oder gar Krankenhäuser und Pflegeheime?

Zumindest einfache Tätigkeiten werde der Roboter immer häufiger übernehmen, erwartet Kuka-Chef Reuter: „Es ist nicht die Frage, ob man es machen sollte, sondern wer der Erste ist, der es tut.“ Zur Disposition stehen Tätigkeiten, in denen Abläufe oft wiederholt werden und die weniger Fingerfertigkeit bedürfen. Doch das ist erst der Anfang: Die Roboter wachsen mit ihren Aufgaben.

Am Ende steht der digitale Alleskönner, die Vision eines Roboters, der im professionellen Umfeld nicht mehr nur assistiert, sondern selbst agiert. Und der zu Hause die Aufgaben eines persönlichen Butlers übernimmt: der Kaffee kocht, die Betten macht, die Spülmaschine ausräumt oder den Blutdruck kontrolliert – der einen Rundumservice bietet, wie ihn insbesondere eine ältere Generation benötigt. Und der möglicherweise auch menschliche Züge trägt, beinahe schon zu einem sozialen Wesen wird.

Derzeit aber ist das Zukunftsmusik. „Das ist noch ein langer Weg“, sagt der Miele-Entwickler Kronberger. Bislang ist es selbst den geschicktesten Köpfen der Roboterszene nicht gelungen, eine menschliche Hand mit all ihren Fähigkeiten zu kopieren.

Alexander Jung



**Softroboter wie der LBR iiwa dienen Industriearbeitern als „dritte Hand“.**

halle befestigt sind, misst permanent Abstand und Winkel und findet sich so zurecht. Auf diese Weise bewegt das Fahrzeug Paletten auf fünf Millimeter genau.

Jungheinrich wird nun von reinen FTS-Anbietern herausgefordert, Miele tritt gegen iRobot an: Die klassische Industrie wetteifert mit der modernen IT-Wirtschaft darum, wer im Geschäft mit Servicerobotern die Nase vorn hat. Wie der Wettlauf ausgeht, ist noch nicht absehbar. Fest steht nur: Es ge-



**Video: Das können Serviceroboter**

spiegel.de/app232014roboter  
oder in der App DER SPIEGEL