

# the o.i.

## Robotik und ich

Intelligent, intuitiv, innovativ: Wie neue Technologien Einzug in unseren Alltag halten.



### Momentaufnahme 4.0

Eine Bestandsaufnahme des »Vaters von Industrie 4.0«

### Künstliche Intelligenz

Die neue Harmonie zwischen Mensch und Maschine? Ein Streitgespräch.

### Junge Wilde ...

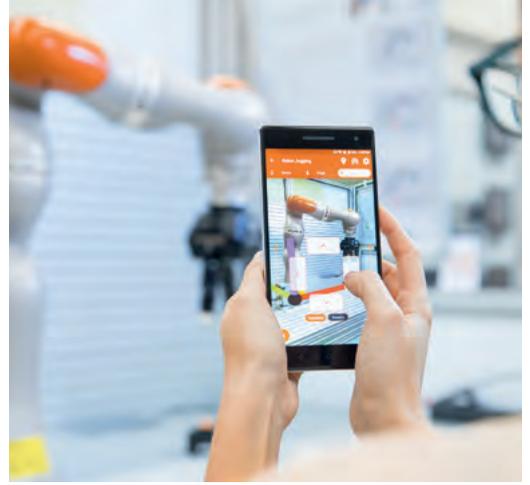
... gestalten die Zukunft. Frische Ideen für die Welt von morgen.

# INHALT

## Hier wird's mobil | 4

Mobilität verändert die Produktionshallen.

28



## Junge Wilde gestalten die Zukunft | 8

Frische Ideen für die Welt von morgen

## Innovationen kann man nicht kaufen | 12

Alle sprechen vom Start-up-Mekka Silicon Valley. Kann Deutschland nicht mithalten?

## Elektromobilität in der Pole-Position | 15

Warum der Antrieb der Zukunft eine Herausforderung für Zulieferer ist

## Miteinander im Ecosystem | 16

Welche Möglichkeiten sich hinter dem sperrigen Begriff verbergen



12

## Momentaufnahme 4.0 | 18

Eine Bestandsaufnahme von einem der »Väter von Industrie 4.0«

## Mehr als Industrie und Produktion | 20

Faszinierende Technologien auch außerhalb der Fabrikhallen

## Ein Cobot für mich | 22

Roboterassistenten halten Einzug in unseren Alltag.

## Vom Lehrling zum Gesellen | 28

Was Roboter vom Smartphone lernen können.

## Künstliche Intelligenz | 30

Die neue Harmonie zwischen Mensch und Maschine? Ein Streitgespräch.

## Das Klingeln nach dem Klick | 34

Ohne Automatisierung ist Online-Shopping bald am Limit.

## Realität Plus | 36

Warum Virtual Reality mehr ist als ein Trend für Technikfreunde

22



30



36



# EDITORIAL



## Liebe Leserinnen und Leser,

KUKA hat sich entwickelt, gewandelt, neu definiert. Vom einstigen Roboter- und Anlagenbauer hin zum Automatisierungsspezialisten. Vom Prozessexperten zum Treiber von Industrie 4.0. Vom global agierenden zum globalen Unternehmen. Von einst 7.000 Mitarbeitern zu heute 14.000 KUKAnern weltweit.

KUKA ist ein Unternehmen, das aus seiner 120 Jahre alten Geschichte, aus der Tradition und den Erfahrungen schöpft und dabei visionär nach vorne sieht. Ein Unternehmen, das nie müde ist, den Wandel der Zeit zu adaptieren, ja zu prägen.

Das Tempo des Wandels war unterschiedlich schnell, aber nie so rasant wie jetzt. Die IT-Anbindung katapultiert unser Unternehmen in einen reißenden Innovations-Strom, der auch andere mitnimmt. Künstliche Intelligenz erweitert dabei die Möglichkeiten. Die Auswirkungen dieser Entwicklungen sind vielschichtig, werden vielfach interpretiert und kontrovers diskutiert.

Wir tragen häufig bei zu dieser Diskussion, übernehmen die Rolle des Erklärenden. Unser Ziel? Vorurteile und Berührungsängste abbauen, um der Innovation Vorschub zu leisten – profitieren wird der Mensch. Davon sind wir überzeugt.

Mit „the o.i.“ haben wir nun ein Magazin, das nicht nur unser Denken und unsere Haltung zum Ausdruck bringt, sondern den Leser über den Unternehmenshorizont hinaustragen soll. Viel zu wichtig sind diese Entwicklungen, als dass wir sie alleine deuten können.

Wir wollen in diesem neuen Journal ein sich wandelndes Umfeld zeigen, in dem wir uns bewegen und dabei auch andere Meinungen zu Wort kommen und Diskussionen zulassen. Wir geben vor allem aber Einblicke in eine Welt, die, ist man einmal eingetaucht, so faszinierend ist, wie die Technologien, mit denen wir uns beschäftigen.

Wir nehmen unsere Leser mit in die Welt der Automation und Digitalisierung, mit dem Roboter als einem der faszinierendsten Elemente. Er wandert zunehmend vom industriellen Umfeld in unseren Alltag und wird immer mehr zu unserem Assistenten. Mit diesem Heft wollen wir mit Ihnen unsere digitale Zukunft betrachten.

Viel Spaß beim Lesen,

Ihr



Ein Raum, unendlich viele  
Möglichkeiten für Mensch und  
Maschine – dank mobiler Robotik

# HIER WIRD'S MOBIL

Vordefinierte Wege und starre Prozesse: Das wird es in einer Fabrik der Zukunft nicht mehr geben. Mobile Einheiten ziehen in die Produktionshallen ein. Denn nur wenn eine Produktion flexibel ist, kann sie schnell reagieren. Und genau darauf wird es ankommen. Immer mit dem Ziel vor Augen, mithilfe von Mobilität eine extrem wandlungsfähige Fertigung im industriellen Maßstab zu ermöglichen. Denn Kunden verlangen Individualität.



Das Lieblingsmüsli ohne Rosinen zusammenstellen? Geht schon lange. Auf Schuhe warten, die vor unseren Augen nach unseren Wünschen gefertigt werden? Auch das wird möglich. Und ein grünes Auto mit Sportsitzen, roten Nähten, gemusterten Innenverkleidungen und Elektromotor? Die Nachfrage nach individuellen Produkten beeinflusst selbst die großen Fertigungslinien im Automobilbau. »Wenn ich heute eine Automobilproduktion auf ein neues Modell umstellen will, dauert das aktuell Wochen. Mit Mobilität und modularer Fertigung kann ich innerhalb von Minuten Dinge umkonfigurieren«, sagt der deutsche Wissenschaftler der Informatik und Robotik Prof. Dr. Wolfram Burgard.

Das KUKA Konzept zum sogenannten Matrix-Rohbau ist ein Beispiel dafür. In der Matrix-Produktion prägen einzelne Roboterzellen das Bild in der Halle. Über eine frei programmierbare Logistik der Bauteile sind sie miteinander verkettet. Jede Zelle ist flexibel

konfigurierbar. Zwischen den Zellen fahren Autobauteile auf fahrerlosen Transportfahrzeugen, sogenannten Automated Guided Vehicles (AGVs), hin und her, um bearbeitet zu werden. Etwas zu transportieren und etwas zu produzieren wird bewusst voneinander getrennt. Das ermöglicht kürzere Produktzyklen und ein vielfältiges Produktportfolio. »Lasse ich Mobilität in meine Werkshalle einziehen, brauche ich in einer Produktion von morgen viel weniger Platz, ich spare Kosten und bin vor allem viel flexibler«, fasst Burgard, der an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg die Arbeitsgruppe für Autonome Intelligente Systeme leitet, die Vorzüge zusammen.

Diese Entwicklungen führen zu einem radikalen Umdenken. Suchmaschinen ergänzen die Suche nach »schnell und flexibel« automatisch um ein »Hauptsache«. Hauptsache schnell und flexibel. Was die Gesellschaft seit Jahren beschäftigt, schlägt sich jetzt auch in >



# Fest am Hallenboden verschraubte Geräte werden zunehmend aus der Produktion verschwinden.

den Werkshallen nieder. Die Bundesregierung sieht in einem Artikel über die intelligente Fabrik den entscheidenden Erfolgsfaktor darin, dass die Fertigung eines individuellen Produkts – beispielsweise ein rotes Etui für den Kunden mit eingelegtem USB-Stick – nicht aufwendiger sei als das immer gleiche Teil aus der Serienproduktion. »Alles muss möglichst wenig Kosten verursachen. Es ist ein enormer Konkurrenzdruck, der da stattfindet. Um mithalten zu können, braucht es effektive Lösungen. Sie wollen am Ende die Flexibilität von einer manuellen Produktion und die Effektivität von einer roboterbasierten Produktion haben. Stellen sie sich vor, dass zwei Bauteile bereits während des Transports von einer Arbeitsstation zur nächsten zusammengeschraubt werden. Das spart enorm viel Zeit. Und dafür braucht es Mobilität«, erklärt Burgard die Zusammenhänge.

Ein Bestandteil der wandlungsfähigen, flexiblen Fabrik der Zukunft werden also mobile Robotersysteme sein, die Werkstücke nicht nur transportieren, sondern auch bearbeiten und dabei mit dem Menschen direkt zusammenarbeiten können. Mobile Einheiten werden Roboter im Vorbeifahren mit anderen Werkzeugen ausstatten und es den Robotern ermöglichen, kurzfristig neue Tätigkeiten auszuführen oder andere Werkstücke zu bearbeiten.

Eine Branche, die mit am meisten von Mobilität profitieren wird, ist die Logistikbranche. »Mobilität ist da einer der entscheidenden Faktoren. Ganz einfach, weil in diesen großen Hallen ständig Produkte von irgendwelchen Regalen zu Packstationen gebracht werden müssen. Der Mobility-Experte Dominik Jäkle vom Schweizer Automatisierungsunternehmen Swisslog sagt: »Mit mobilen Lösungen in der Logistik können wir ganz viel erreichen. Fest am Hallenboden verschraubte Geräte werden zunehmend aus der Produktion verschwinden. Vielmehr braucht es einzelne

Elemente, die schnell und einfach aufgebaut werden können – und die die Produktion morgen an einer anderen Stelle unterstützen als heute. Dazu kommt noch, dass Fertigungsabläufe auf diese Weise ohne Aufwand erweitert werden oder ganze Anlagen viel besser umziehen können.«

Fest steht: Ein am Boden verschraubtes Förderband funktioniert äußerst zuverlässig und ist sehr effektiv. Es ist aber auch äußerst unflexibel. Ganz verschwinden wird es aus den Industriehallen wohl nicht. Aber mobile Plattformen werden Einzug halten, um schnell und flexibel jeden Kunden individuell bedienen zu können. <



Mobile, autonome Einheiten werden in mehr und mehr Produktionshallen zu finden sein.





## 3 FRAGEN AN

### Christoph Bick

Head of R & D Mobile Robotics Operations bei KUKA

- > In erster Linie bedeutet Mobilität für mich Flexibilität. Fließbandfertigung ist heutzutage noch in vielen Produktionshallen anzutreffen. Ein Fließband bedeutet jedoch immer, dass die Produktion an eine starre Linie gebunden ist. In diesem Ablauf flexibel etwas zu ändern, ist nicht möglich. Aus diesem Grund werden Förderbänder immer häufiger durch mobile Plattformen ersetzt.
- > Mobilität sehe ich vielmehr als i-Tüpfelchen. Industrie 4.0 in einem mobilen Umfeld umzusetzen, ist eine große Herausforderung, weil die Planung – vor allem in puncto Infrastruktur – im Vorfeld sehr genau durchdacht sein muss, da die vorgegebene Linie und im Vergleich einfache Installation des Fließbands wegfällt. Auf der anderen Seite bringt Industrie 4.0 der Mobilität mit Tracking-Möglichkeiten, Datenauswertung und Echtzeit-Analysen einen Mehrwert im Sinne von Predictive Maintenance und Optimierung von Prozessabläufen. Mobilität ermöglicht es, Stückkosten zu senken. Eine modular aufgebaute Produktion erlaubt es, Bearbeitungsschritte auszulassen oder hinzuzufügen – je nach aktuellen Bedürfnissen. Kostenintensive Rüstzeiten entfallen, und Abläufe können zeitlich optimiert werden. Mobilität braucht es aber auch ganz einfach dann, wenn das Bauteil, das bearbeitet werden soll, extrem groß ist, wie zum Beispiel der Rumpf eines Flugzeugs. Da dieser nicht ohne weiteres von A nach B bewegt werden kann, kommt der Roboter zum Rumpf. Mobile Plattformen sind dafür das A und O. Ein Förderband oder eine Linearachse sind hier zu unflexibel, stellen Hindernisse im Produktionsablauf dar und sind daher schlichtweg nicht geeignet.
- > Ja, für mich hängt das unbedingt zusammen. Die Variantenvielfalt, die wir durch Individualisierung erhalten, führt zu einer komplexen Produktionsumgebung. Um in solch einem Umfeld effizient produzieren zu können, bieten sich zwei Möglichkeiten an: Das Produkt befindet sich auf einer mobilen Plattform und wird zu den Stationen gefahren, bei denen Arbeitsschritte durchgeführt werden müssen oder ein Roboter ist auf einer mobilen Plattform installiert und fährt darauf zum Produkt oder Bauteil.

**Was bedeutet für Sie Mobilität?**

**Braucht man Mobilität, um Industrie 4.0 umzusetzen? Welche Rolle spielt Mobilität in der Produktion von Morgen?**

**Mobilität und neue Geschäftsmodelle: Hängt das für Sie zusammen?**

# JUNGE WILDE GESTALTEN DIE ZUKUNFT

## Roboter für Menschen

Die Zukunft beginnt für Dr. Martin Riedel mit einem Stift und einem Bogen Papier. Wenn der Erfinder aus der KUKA Konzernforschung einem Alltagsproblem begegnet, dann schießen ihm kreative Ideen durch den Kopf – und wollen sofort niedergeschrieben werden. Über 50 Erfindungen hat Riedel so schon für KUKA in den letzten fünf Jahren zum Patent angemeldet, mit dem Midea Technology Star Award hat er gerade die sechste wissenschaftliche Auszeichnung für seine Arbeit erhalten. »So lange ich denken kann, fasziniert mich die Bewegungstechnik«, verrät der Kinematiker, der davon überzeugt ist, dass Mensch und Roboter zusammengehören. »Das Spannende ist, dass wir oftmals vor ganz neuen Herausforderungen stehen, bei denen wir nicht einfach vorhandene Lösungen verbessern können, sondern völlig neue Ansätze entwickeln müssen«, sagt Riedel. Von der ersten Skizze bis zum funktionsfähigen Modell verwirklichen Riedel und sein Team ihre Projekte »mit den eigenen Händen«, wie der Teamleiter sagt. Roboter sollen keine Arbeitsplätze ersetzen, ganz im Gegenteil, sie sollen dem Menschen dort zur Seite stehen und unterstützen wo belastende, eintönige oder gefährliche Aufgaben zu erledigen sind. »Wir verbessern beispielsweise die Ergonomie und Effizienz bei Logistik-Prozessen im Supermarkt, indem Roboter die Mitarbeiter unterstützen, Waren schnell und gelenkschonend in die Regale zu räumen«, berichtet er. Aber auch im medizinischen Umfeld kann der Roboter dem Menschen

weiterhelfen, wie bei robotischen Assistenzplattformen, die ältere Personen bei der Fortbewegung unterstützen und ihnen so zu mehr Eigenständigkeit im Alter verhelfen. Auch Fragestellungen, wie ein Robotersystem zu gestalten ist, das Strahlentherapien zur Tumorbehandlung wirkungsvoller durchführen lässt und dabei die Belastungen für den Patienten reduziert, beschäftigen Riedel und sein Team. Wenn Menschen mit Robotern interagieren sollen, die vorher noch nie etwas mit Robotern zu tun hatten, erfordert das ein völlig neues und intelligentes Interaktionskonzept bei dem »Roboter nicht mehr bedient, sondern einfach benutzt werden sollen«, so der Erfinder – damit Roboter bald ganz selbstverständlich zum Alltag der Menschen gehören.



Dr. Martin Riedel, Teamleiter aus der KUKA Konzernforschung





Sie sind jung, innovativ und voller Ideen für die Welt von morgen. Wie werden wir wohnen, arbeiten und uns fortbewegen? Wie werden unsere Städte aussehen, und wie können wir gesund bleiben? Kluge Köpfe aus ganz Deutschland zeigen hier, wie unsere Gesellschaft in Zukunft aussehen könnte.



Dr. Insa Thiele-Eich, Klimaforscherin

## Klimaforscherin greift nach den Sternen



Bis zu den Sternen und wieder zurück will Dr. Insa Thiele-Eich – und das als erste Frau. 2020 könnte es losgehen, dann könnte die Gewinnerin des Wettbewerbs »Die Astronautin« als erste Frau Deutschlands zur internationalen Raumstation ISS aufbrechen. Als Klimaforscherin ist sie besonders auf die Aussicht auf unseren zerbrechlichen Heimatplaneten aus dem All gespannt. »Ich denke, der Blick aus der Raumstation auf unseren Planeten und besonders auf die vergleichsweise sehr dünne Atmosphäre ist

etwas Besonderes, dass man gar nicht anders kann als den Planeten schützen zu wollen.« Die Lust auf die Raumfahrt wurde Thiele-Eich quasi in die Wiege gelegt – schon Vater Gerhard Thiele war Astronaut. Im russischen Militärflughafen Star City hat Thiele-Eich bereits ihren ersten Parabelflug absolviert und erhält gerade eine maßgeschneiderte Ausbildung mit technischen und wissenschaftlichen Übungen. Auf der Mission sollen unter anderem Daten über das Verhalten des weiblichen Körpers in der Schwerelosigkeit und über psychische und soziale Belastbarkeit gesammelt werden. Eines ist ihr wichtig: »Es ist mir ein großes Anliegen aufzuzeigen, dass sich einiges ändern muss, damit Mädchen und junge Frauen gar nicht erst extra für technische Berufe inspiriert werden müssen. Idealerweise würden wir in unserer Gesellschaft einfach die Vorlieben und Fähigkeiten jedes Kindes sehen und fördern.« >



Sina Trinkwalder, Gründerin von Manomama



## Textiles Social Business

Sina Trinkwalder verkörpert einen neuen Typ Unternehmer: Im ersten textilen Social Business Deutschlands beschäftigt sie Menschen, die auf dem Arbeitsmarkt kaum Chancen haben – und arbeitet trotzdem profitabel. Dafür hat sie unter anderem das Bundesverdienstkreuz erhalten. 140 Näherinnen und Näher arbeiten für Manomama in Augsburg und produzieren topaktuelle Mode, ihr Unternehmen Bridgebag stellt Rucksäcke für Obdachlose her, die so schick sind, dass sie auch bei normalen Kunden guten Absatz finden. »Soziales Engagement und profitables Wirtschaften schließen sich überhaupt nicht aus«, ist sie überzeugt. »Die Wirtschaft ist

ein Teil der Gesellschaft und das müssen wir wieder anerkennen. Und der menschliche Gewinn ist unbezahlbar.« Im Vertrieb setzt Trinkwalder auf ein Ineinandergreifen von E-Commerce, klassischem Direktvertrieb aber auch auf den stationären Handel. »Dass der stationäre Handel durch E-Commerce und das Internet tot gemacht wird, ist ein Märchen«, ist sie überzeugt. Es brauche neue Konzepte, es brauche Mut und den Willen, diese beiden Bereiche synergetisch zu vernetzen. »Die Zukunft gehört Unternehmern, die Bauchgefühl und Mut entwickeln«, ist das Credo der Augsburgerin.

## Technische Medizin-Assistenten

Dass ein multifunktionaler Roboter selbstständig Patienten aus dem Zimmer holt, in den OP bringt und dort assistiert, ist noch Zukunftsmusik – doch Dr. Anja Werling und ihre Kollegen der Abteilung R&D Medical Robotics bei KUKA tüfteln intensiv am intelligenten Helfer für Ärzte, Pflegepersonal, Patienten und Senioren. Seit ihrem Studium ist die Informatikerin fasziniert von den Möglichkeiten der digitalen Welt, und wie sie in unseren Alltag Einzug gehalten hat. »Besonders in der Medizin kann IT dazu beitragen, den Menschen zu helfen – und vielleicht sogar die Welt ein wenig besser machen.« Zum Beispiel durch Robotik-Unterstützung wie durch den Leichtbauroboter KUKA LBR Med: »Unser LBR Med wird immer intelligenter und unterstützt schon heute Chirurgen bei der Arbeit.« Momentan lernt der LBR, geführt von einem Chirurgen, saubere Schnitte in Knochen zu fräsen, um beispielsweise künstliche Knie noch passgenauer mit dem Patienten verbinden zu können. »Ein Roboter wird nicht müde, seine Hände zittern niemals und er arbeitet exakter, als das ein Mensch könnte – der perfekte Assistent für den operierenden Arzt also«, sagt Werling, die am Karlsruher Institute of Technology promoviert hat und als Gastwissenschaftlerin die renommierte Harvard Medical School besuchte. Auch Neurochirurgen können



Dr. Anja Werling, Abteilung Forschung und Entwicklung Medizinrobotik bei KUKA

künftig auf den LBR zählen wenn es darum geht, mit feinsten Nadeln bestimmte Areale am Patienten zu punktieren. Das ist noch längst nicht alles. Schon jetzt helfen KUKA Roboter bei der Strahlentherapie, Patienten exakt zu positionieren oder die Strahlenquelle in idealer Ausrichtung um den Menschen herumzuführen – wenn sich der Mensch bewegt, erfasst der Helfer die Veränderung millimetergenau und passt seine Lage daran an. »Die Zukunft geht sicherlich zum intelligenten und vielseitig einsetzbaren Roboter, der eines Tages ganz selbstverständlich den Alltag in Medizin und Pflege erleichtern wird«, sagt Werling.



## Verkehr der Zukunft



»Die Zukunft kommt viel schneller, als wir uns das heute noch vorstellen können«, sagt Diplom-Ingenieur Steffen Braun, Forscher am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart. Er ist überzeugt: Seine Kinder werden keinen Führerschein mehr machen, sondern mit autonomen Fahrzeugen durch die Städte



fahren. Schon in zehn Jahren könnten in den Städten Robocabs, also autonome Taxis verkehren, die auf Zuruf kommen und die Menschen von Ort zu Ort bringen. Braun ist Mitinitiator der Morgenstadt-Initiative, einem Forschungsverbund, der sich mit der Stadt der Zukunft befasst. Die könnte ganz anders aussehen, wenn der Straßenverkehr nicht mehr wie heute fünf bis zehn Prozent der Fläche beanspruchen würde. »Robocabs brauchen keinen Parkplatz, weil sie praktisch immer unterwegs sind«, so Braun. Die Digitalisierung ist dafür verantwortlich, dass der Fortschritt so rasend voran schreitet, dass die Städteplaner nur noch reagieren können. Braun und seine Kollegen wollen das ändern. »Es geht um viel mehr als nur Verkehr«, sagt Braun. Energie, Bauen, Wasser, Logistik – alle Bereiche seien diesem rasanten Wandel unterworfen. Sogar die Medien werden sich ändern, glaubt er. Denn wenn wir erst einmal nicht mehr selbst am Steuer sitzen müssen, haben wir viel mehr Zeit zur Verfügung, in der wir lesen oder ein Video ansehen können.



Diplom-Ingenieur Steffen Braun,  
Forscher am Fraunhofer-Institut



## Mit künstlicher Intelligenz am Puls der Zeit

Andreas Reinisch hat sprichwörtlich das Ohr am Puls der Zeit. Der Mitbegründer der Firma CSD Labs aus Graz forscht im Feld der Auskultation, dem Abhören mit dem Stethoskop. Mit seinem Projekt eMurmur ist er ein Vorreiter im Feld der Medizin der Zukunft. »Die Softwareplattform eMurmur ID soll die aktuellen Fortschritte aus Machine Learning und Artificial Intelligence in die Medizin bringen, um Patienten optimale medizinische Versorgung bieten zu können – Mediziner und Algorithmen Hand in Hand«, beschreibt der Grazer das Projekt. Die von Reinisch und seinen Mitstreitern entwickelte Abhör-Software kann Herzgeräusche selbst bei Babys mit einer Genauigkeit hören, die

eine exakte Voraussage etwaiger Herzfehler ermöglicht – wesentlich präziser, als das mit dem menschlichen Ohr möglich wäre. Die Herzöne werden von einem elektronischen Stethoskop aufs Smartphone oder Tablet geschickt und über eine Software analysiert. Der Arzt oder eine Krankenschwester bekommen die zuverlässige Diagnose. »eMurmur unterstützt nicht nur den Arzt, sondern bietet auch neue Möglichkeiten, wie Auskultation gelernt und gelehrt wird«, so Reinisch.



Andreas Reinisch, Mitbegründer der Firma CSD Labs





# »Innovationen kann man nicht kaufen«

»Tal der Zukunft«, Heimat der »Talente, Erfinder und Propheten« oder »Treibhaus der Innovationen«. Beschreibungen des Silicon Valley sparen nicht an Superlativen. Nicht zu Unrecht, denn das Silicon Valley an der US-Westküste gilt als das globale Mekka der Tech-Szene. Technologie-Giganten stehen für die US-amerikanische Dominanz im Bereich Start-ups und IT-Unternehmen. Und Deutschland?



Hat Deutschland im Bereich Start-ups und Hochtechnologie den internationalen Anschluss verloren? Diesem Eindruck widerspricht Konrad Peters, Gründer und Geschäftsführer der Actiworks Application Solutions GmbH: »In Deutschland unterschätzt man, welche Strahlkraft die Marke »Made in Germany« im Ausland hat. Da spielt es auch keine Rolle, ob es sich um ein Auto oder eine Industrie 4.0-Anwendung handelt.« Peters muss es wissen: Das Unternehmen, das er im Jahr 2011 neben dem Studium gegründet hat, ist mittlerweile international aufgestellt.

Actiworks Application Solutions entwickelt Apps, mit denen Firmen von überall auf der Welt ihre Prozesse nachverfolgen und optimieren können. Auch Cloud-Lösungen beherrscht das Unternehmen und ist in der Welt von Industrie 4.0 zu Hause. Der 30-jährige Peters ist damit einer jener jungen Gründer, die man eher im Silicon Valley als in Deutschland vermutet.

## Die Digitalisierung wartet nicht auf Deutschland

Also alles bestens? Nicht ganz. »Die Digitalisierung wartet nicht auf Deutschland«, warnt Achim Berg, Präsident von Bitkom. Laut einer Studie des IT-Verbands sehen sich

60 Prozent der befragten Unternehmen als Nachzügler im Bereich IT. Nur 20 Prozent investierten 2016 in neue digitale Geschäftsmodelle. Bei der Anwendung der neuesten Technologien liegen die deutschen Unternehmen laut einer aktuellen Studie des World Economic Forums weltweit nur auf Platz zwölf.



Zurückhaltung bei der Digitalisierung sieht auch Dr. Eric Maiser, Leiter des Competence Center Future Business beim VDMA, kritisch. »Unsere Industrie muss vorausschauend und flexibel agieren und eine Resilienz für disruptiven Wandel entwickeln. Offenheit für Neues ist daher seit jeher Pflicht. Im Silicon Valley wird Disruption als Chance begriffen und nicht als Bedrohung. Das sollten wir uns zum Vorbild nehmen.«

Fehlendes Kapital ist ein weiteres Problem, das insbesondere Gründer und Start-ups betrifft. Während in den USA im Jahr 2016 einer KPMG-Studie zufolge rund 69 Milliarden Dollar Wagniskapital zur Förderung von Start-ups flossen, waren es hierzulande nur 1,9 Milliarden. »In Deutschland ist die Förderung junger Unternehmen nicht ausreichend und erfolgt darüber hinaus nach dem Gießkannenprinzip. Das schafft die falschen Anreize, worunter vor allem die kleinen Unternehmen leiden«, sagt Dr. Stefan Schulz, CEO der Vincent Systems GmbH.

Das im Jahr 2009 gegründete Unternehmen entwickelt und produziert innovative Hightech-Prothesen, die weltweit nachgefragt werden. Im Jahr 2017 waren Schulz und seine Kollegen für den Deutschen Zukunftspreis, den Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation, nominiert. Um dorthin zu kommen, war ein langer Atem notwendig. »Die Arbeitsbelastung und die fehlende finanzielle Sicherheit sind brutal. Das halten nicht viele durch«, so Schulz.

**Hochqualifizierte  
Mitarbeiter sind  
entscheidend**

Allerdings kann er der Kapitalknappheit auch etwas Positives abgewinnen: »Im Silicon Valley findet bisweilen eine Überfinanzierung statt. Dadurch werden Unternehmen träge. Zudem sind Start-ups in Deutschland

kein Spekulationsobjekt, das gefördert und irgendwann mit Gewinn wieder abgestoßen wird. Wir hier schaffen nachhaltige Werte.«

Ein besonderes Plus sind die gut ausgebildeten Mitarbeiter. Nicht selten starten zukünftige Kollegen bereits als Werkstudenten bei der Vincent Systems GmbH, schreiben dort ihre Abschlussarbeit und beginnen anschließend ihr Berufsleben. »Wir investieren viel in die Auswahl und Fortbildung unserer Mitarbeiter. Das ist unser Kapital, wenn wir technologisch weiter konkurrenzfähig bleiben wollen. Innovationen kann man schließlich nicht kaufen – sie kommen von hochqualifizierten Kollegen.«

In die gleiche Kerbe schlägt David Rhotert, Gründer und Geschäftsführer der Crowdinvesting-Plattform Companisto. »In puncto Wagniskapital haben wir hier zu kämpfen. Im Vergleich zu den USA wird aber in Deutschland weniger Geld »verbrannt«. Wir sind »Optimierer«.« Genau an dieser Stelle setzen Rhotert und sein Team bei der Förderung von Start-ups an: »Bei Companisto fokussieren wir uns auf den Bereich Seed bis Early Stage und legen den Fokus auf Technologie. Für uns müssen Start-ups aber vor allem zeigen, dass sie Vorreiter auf ihrem Gebiet sind und uns durch echte Innovationen überzeugen.«

Ein solches Beispiel ist der Online-Supermarkt myEnso. Das E-Commerce-Start-up aus Bremen setzt den Konsumenten radikal in den Mittelpunkt seiner Plattform und strebt eine neue Form des Handelns an. »Die kritische Haltung und der Widerstand in Deutschland können mit der richtigen Perspektive wirklich ein Quell der Innovation werden. Ich glaube in Deutschland ist im Augenblick auch kulturell viel im Wandel. Sollte nun noch der Mut dazu kommen, Neues auch konsequent zu denken und >



umzusetzen, freue ich mich auf die nächsten großen Entwicklungen«, sagt Gründer und CEO Norbert Hegmann und wandelt damit das Vorurteil »Deutschland hat Angst vor Neuem« in einen Vorteil. »Im Silicon Valley hätte unser Unternehmen keine Chance. Aber hierzulande können wir neue Unternehmensformen entwickeln. Dafür ist Deutschland das perfekte Biotop.«

**Hidden Champion  
auch im Zeitalter der  
Digitalisierung**

Im Vergleich zu den Platzhirschen der Branche ist myEnso noch klein. Überhaupt scheinen die digitalen Riesen schier uneinholbar enteilt. In Europa und Deutschland hat die Politik die Herausforderungen erkannt und beginnt dagegen zu steuern. Derzeit wird beispielsweise ein Ordnungsrahmen erarbeitet, der einen fairen Wettbewerb

ermöglichen und kleineren Unternehmen den gesamt-europäischen Markteintritt erleichtern soll.

Bayerns Wirtschafts- und Technologieministerin Ilse Aigner: »In Sachen Industrie 4.0 spielt Bayern in der ersten Liga. Die Mischung aus großen Konzernen, einem lebendigen Mittelstand und der dynamischen Gründerszene ist dafür die Grundlage. Allerdings sehe ich bei kleinen und mittleren Betrieben noch einen Nachholbedarf bei der Digitalisierung.« Bayern hat hierfür den Masterplan »Bayern Digital« verabschiedet und das »Zentrum Digitalisierung Bayern« ins Leben gerufen.

Auf das Digitalisierungspotenzial einer Kooperation zwischen den agilen Start-ups und Mittelständlern verweist auch Dr. Maiser vom VDMA: »Nirgendwo auf der Welt gibt es so viele Hidden Champions, die Produktideen in für alle erschwingliche, handfeste Produkte umsetzen. Das gilt insbesondere für die Produktionstechnik. Gleichzeitig sind Start-ups so wichtig: Nicht nur für neue Technologien wie Machine Learning oder künstliche Intelligenz, sondern auch für neue Arbeitsweisen und Experimentierfreude.«

Wie das in der Praxis erfolgreich aussehen kann, skizziert der Gründer Konrad Peters so: »Mit der Finanzkraft aus dem Silicon Valley können wir nicht mithalten. Daher suchen sich Gründer, genauso wie die klassische Industrie, Nischen, wo sie ihre Technologiekompetenz voll ausspielen können.« Hidden Champions 2.0 sozusagen. <

## Robot Valley in Schwaben

Im Sommer 2017 kündigte KUKA umfassende Investitionen in den Hauptsitz Augsburg an. Rund 100 Millionen Euro sollen in den kommenden Jahren in Ausbau und Modernisierung des Traditionsstandortes fließen. Schritt für Schritt soll so bis 2025 ein KUKA Campus entstehen, eine offene, moderne Umgebung, die innovative Ideen und Start-up-Atmosphäre fördert. »Mit Innovationskraft wurden Gebiete wie das Silicon Valley in Kalifornien weltberühmt. Ich denke, das können wir auch«, sagte KUKA CEO Till Reuter. »Unsere Vision ist ein ›Robot Valley‹ oder ein ›Automation Valley‹ hier, denn ich finde der Wirtschaftsraum Bayern hat das Zeug dazu.« Der KUKA Campus vereint Produktion, Forschung und Entwicklung, Ausbildung und Innovation an einem Standort. Das soll die Ansiedlung von jungen Gründungen am Campus und den Start-up-Spirit in der Region fördern.



# Elektromobilität in der Pole-Position

Die Automobilbranche befindet sich in der größten Transformation ihrer Geschichte. Megatrends wie die Digitalisierung, autonomes Fahren oder die Elektromobilität bestimmen die Entwicklungen – nicht nur bei den Herstellern, sondern auch bei den Zulieferern.

Elektromobilität steht an der Schwelle zum Massenmarkt. In Deutschland hat sich im vergangenen Jahr laut Branchenverband VDA der Absatz von Elektrofahrzeugen verdoppelt. Für die Entwicklung alternativer Antriebe gibt es vor allem zwei Gründe: In den kommenden Jahrzehnten wird der Energiebedarf der Industrie- und Schwellenländer weiter steigen, gleichzeitig werden Rohstoffe wie Erdöl immer knapper. Zum anderen folgen die Automobilhersteller klimapolitischen Vorgaben zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>.

»Angesichts dieser Vorgaben ist es eine zentrale Herausforderung der Automobilindustrie, geeignete massentaugliche Alternativen zu finden«, sagt Michael Kluger, Leiter der Geschäftsstelle Forum Elektromobilität e. V. »Elektromobilität ist kein autarkes System, sondern muss im ganzheitlichen Zusammenhang mit Themen wie Energieerzeugung, Infrastruktur und Automatisierung betrachtet werden.«

Alternative Technologien zu den klassischen Verbrennungsmotoren gibt es einige: Hybridfahrzeuge, bei denen der Verbrennungsmotor um ein Elektroaggregat ergänzt wird, alternative Kraftstoffe wie Ethanol oder mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge. Die bekannteste Technologie ist jedoch der reine batteriegestützte Elektroantrieb, der die benötigte Energie aus Energiespeichern wie Lithium-Ionen-Akkus bezieht.

Die Vorteile der batterieelektrischen Autos, so argumentieren die Befürworter, liegen in deren Effizienz. Die Speicher würden immer billiger, gleichzeitig steige die

Reichweite. Das bestätigt auch eine Studie der Unternehmensberatung McKinsey. Ein wichtiger Faktor, denn die Angst, mit leerer Batterie stehen zu bleiben, hemmt den Kauf von E-Autos. Zudem bedeutet ein Anstieg der Elektromobilität einen deutlich steigenden Stromverbrauch.

Beim Wettbewerb der Technologien sehen Experten allen Herausforderungen zum Trotz die Elektromobilität in der Pole-Position. Sie hat das Potenzial, der neue Megatrend bei Automobilen und zentraler Bestandteil eines smarten urbanen Lebensstils zu werden. Für die kommenden Jahre haben die Hersteller eine Welle neuer Elektroautos angekündigt.

Das stellt auch die Zulieferer vor neue Herausforderungen. Denn die Herstellung von Batteriezellen und -modulen gilt als sehr komplex, die technischen Prozesse sind äußerst anspruchsvoll. Es braucht automatisierte, intelligente Anlagen und erfahrene Zulieferer für die wirtschaftliche Produktion von Batterien für E-Autos.

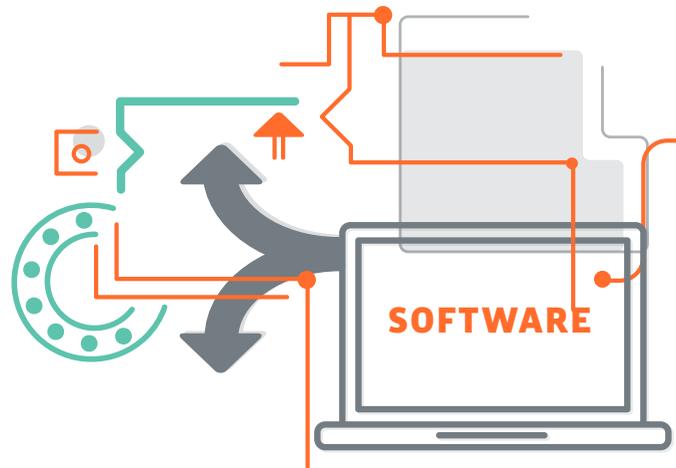
»Um die steigende Nachfrage in der Elektromobilität bedienen zu können, fordern Fahrzeughersteller in der Batteriemodulfertigung Qualität und automatisierte Lösungen«, sagt Dr. Joachim Döhner, Experte für Batteriefertigung bei KUKA. »Eine enge Zusammenarbeit von Maschinenbau und Automobilindustrie ist hier zwingend erforderlich.« Automatisierung und erfahrene Zulieferer können so helfen, die größte Transformation in der Geschichte der Automobilbranche zu meistern und Mobilität fit für die Zukunft zu machen. <

Potenzial zum neuen Megatrend: Elektromobilität



# MITEINANDER IM ECOSYSTEM

Ob selbst designte Turnschuhe, personalisierte Kinderbücher oder einzigartige Fahrzeugausstattungen: Kunden setzen auf Individualität. Vielfach wollen sie nicht mehr nur konsumieren, sondern den Entstehungsprozess ihres Wunschproduktes aktiv mitgestalten. Finanziell darf das aber keinen Unterschied machen: Das individuelle Produkt muss zum Preis einer Massenware produziert werden. Eine Herausforderung für produzierende Unternehmen – und für bestehende Geschäftsmodelle.



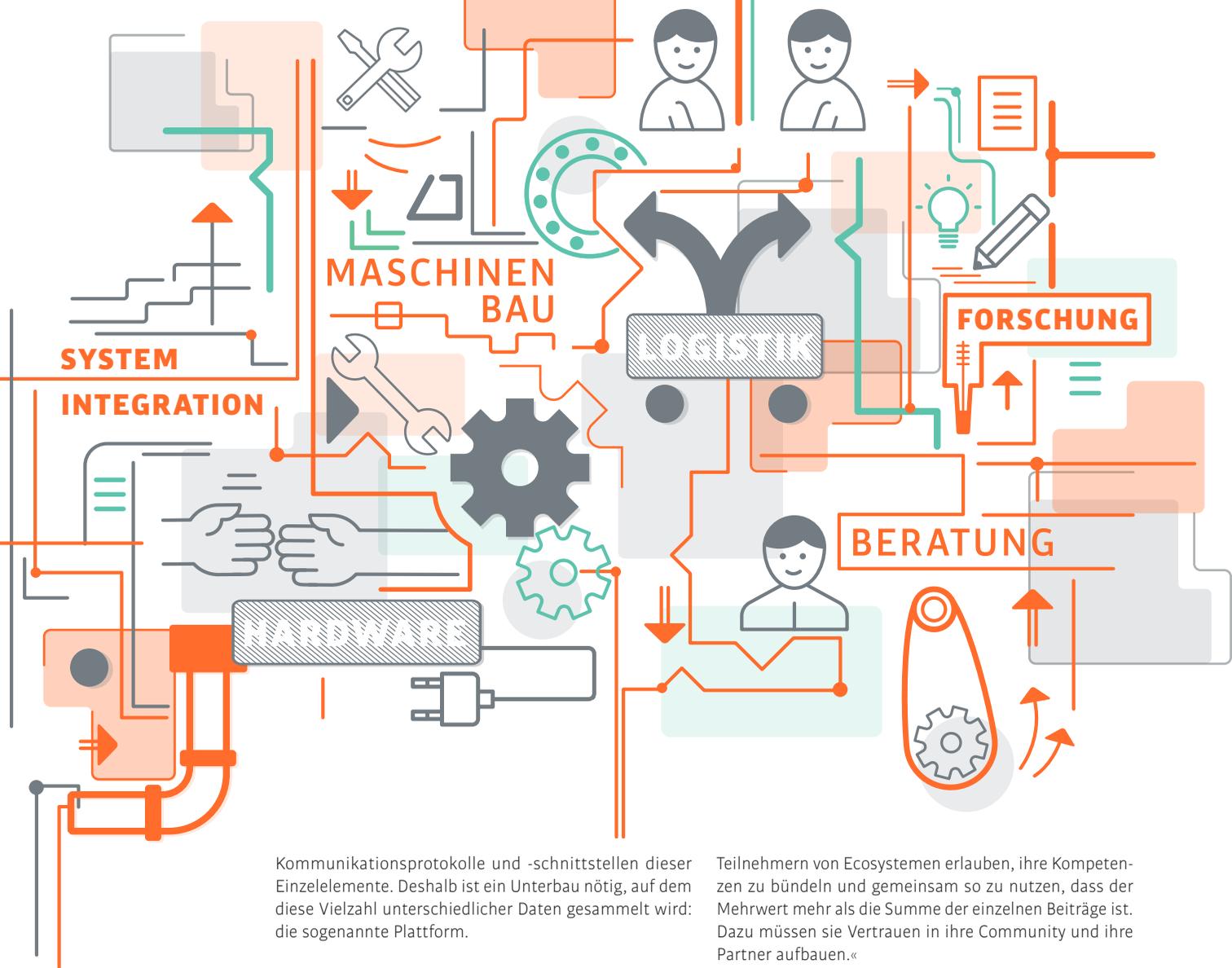
**D**er Wettbewerb im globalen Markt führt zu immer höheren Ansprüchen an Qualität, Flexibilität und Personalisierung. Produktion soll schnell sein, flexibel, anpassungsfähig, dabei aber hoch effizient. Bei Losgröße 1 bringt das herkömmliche, bewährte Wertschöpfungsketten an ihre Grenzen. »Unternehmensprozesse müssen neu gedacht und gestaltet werden. Vernetzung steht bei künftigen Geschäftsmodellen im Fokus«, sagt Dr. Christian Schlögel, Chief Digital Officer von KUKA. Statt der starren, linearen Produktionskette führt der Weg hin zu flexiblen, vernetzten und intelligenten Fabriken.

»Die Umsetzung der gestiegenen Ansprüche ist nur durch eine verstärkte Kooperation der Teilnehmer möglich, nach dem Motto: in Geschäftsmodellen denken, in Kooperationen handeln«, erklärt Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA. Für gelungene Lösungen ist es wichtig, die richtigen Kompetenzen an einen Tisch zu bringen, Grenzen zwischen Unternehmen zu öffnen und in einem Ecosystem partnerschaftliche Verhältnisse einzugehen. »Der Maschinenbauer, der Jahrzehnte seine mechanischen oder mechatronischen Produkte perfektioniert hat, muss mit Partnern aus Forschung und Consulting kooperieren, um neue digitale Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu entwickeln und in Partnerschaften anzubieten«, fügt der Leiter des Forschungsinstituts hinzu. IT-Unternehmen und Start-ups bereichern das Netzwerk mit IoT-Kompetenzen.

## Kooperation statt Competition

Das offene System hat den Anreiz, dass einzelne Partner die Lösungsdatenbank des Gesamtsystems mit ihrem Spezial-Know-how vergrößern. Jedes Unternehmen im Verbund bringt die eigenen Kernkompetenzen ein und integriert wichtige Partner, die ihrerseits mit Know-how das Netzwerk bereichern. Statt in gegenseitigen Wettbewerb (Competition) zu treten, profitieren die beteiligten Unternehmen von der gemeinsamen Nutzung von Ressourcen und Kompetenzen (Kooperation). Eine Win-Win-Situation für alle Beteiligten. Es entsteht ein Wertschöpfungsnetz aus Hardware- und Softwareherstellern, Systemintegratoren, Forschungseinrichtungen und Beratung, das dem Kunden eine große Breite an Produktions- und Logistikprozessen sowie deren Optimierungen anbieten kann.

Dabei sind Daten der Schlüssel für ein jederzeit steuerbares und analysierbares System für den Hersteller: Produkte teilen mit, wie sie aussehen sollen und an welchem Ort sie sich gerade befinden, Produktionsmaschinen vermitteln via Datenströme ihren Bearbeitungsstatus und informieren über nötige Materialzuführungen oder Wartungen. Diese Datenmengen müssen verwaltet, ausgelesen und umgesetzt werden. Doch das ist nicht so einfach: An einem Produktionsvorgang sind zahlreiche verschiedene Maschinen beteiligt, ob Roboter, Schweißzangen, Werkzeugmaschinen oder Förderbänder. Und es gibt viele unterschiedliche Standards für



Kommunikationsprotokolle und -schnittstellen dieser Einzelelemente. Deshalb ist ein Unterbau nötig, auf dem diese Vielzahl unterschiedlicher Daten gesammelt wird: die sogenannte Plattform.

Für Daniel Reinhardt, Senior IoT Product Manager bei der connyun GmbH, ist sie der Dreh- und Angelpunkt des Ecosystems: »Das Ecosystem an sich ist ein komplexes Konstrukt, das sich nicht auf Technik reduzieren lässt. Die Plattform bietet den technischen Rahmen, damit die verschiedenen Partner geordnet miteinander arbeiten können.« Das Ecosystem schaffe die Voraussetzungen, um gemeinsam zu lernen, ergänzt Schlögel. »So können wir gemeinsame Innovationen breiter und schneller auf den Markt bringen und die Plattform mit den davor entwickelten Lösungen zukunftsträchtiger machen.«

#### Vertrauen und Offenheit als Erfolgsfaktoren

Doch im Ecosystem kommt es neben den technischen Voraussetzungen auch auf neue, weiche Faktoren für die Beteiligten an: Die Regeln bisheriger Geschäftsmodelle werden umfangreich erweitert, die Partner müssen umdenken. Offenheit, die Bereitschaft zu Veränderungen und Kooperationsfähigkeit sind für den Erfolg unerlässlich. Die große Herausforderung für Maschinenbauer besteht für Bauernhansl darin, Wertschöpfungsketten firmenübergreifend zu verstehen und sich für Dritte zu öffnen. »Zudem müssen rechtliche und technische Rahmenbedingungen geschaffen werden, die es den

Teilnehmern von Ecosystemen erlauben, ihre Kompetenzen zu bündeln und gemeinsam so zu nutzen, dass der Mehrwert mehr als die Summe der einzelnen Beiträge ist. Dazu müssen sie Vertrauen in ihre Community und ihre Partner aufbauen.«

Eine so optimierte Wertschöpfung spart Ressourcen und Energie ein, kann aber auch Warenströme und Materialüberschuss reduzieren. Laut einer Studie des Fraunhofer IPA erschließen Innovations- und Wachstumsimpulse durch die Entwicklung internetfähiger Produkte und entsprechender Geschäftsmodelle bis 2025 ein volkswirtschaftliches Potenzial von 99,8 Milliarden Euro, das ist ein Plus von 2,2 Prozent pro Jahr. Sicherheitsbestände über Lieferketten können um 30 bis 40 Prozent reduziert werden, die Komplexitätskosten durch erhöhte Transparenz und weniger Verschwendung sogar um 60 bis 70 Prozent abnehmen. Vernetzte Systeme, die auf einem Business-Ecosystem basieren, machen es möglich, dem Endkunden das beste Produkt zu liefern: Je nach Anforderungen kann die Produktion flexibel umgerüstet und neu bestückt werden. So wird selbst Losgröße 1 wirtschaftlich – und Wertschöpfung wahrlich nachhaltig. <

# Moment- aufnahme 4.0

2011 gelangte der Begriff Industrie 4.0 erstmals an die Öffentlichkeit und prägt seitdem weltweit die Diskussion um die moderne Fertigung. Sieben Jahre später blicken wir mit einem der Väter von Industrie 4.0, Prof. Henning Kagermann, auf die Errungenschaften und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution – eine Bestandsaufnahme.

**N**ach Angaben der Plattform Industrie 4.0 hängen rund 15 Millionen Arbeitsplätze direkt und indirekt von der produzierenden Wirtschaft ab, sie ist Deutschlands größter Jobmotor. Doch die Anforderungen an die Produktion verändern sich. Dabei helfen wandlungsfähige Fabriken, intelligente Roboter und vernetzte Maschinen.«In der Industrie 4.0 verzahnt sich die Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik. Treibende Kraft dieser Entwicklung ist die rasant zunehmende Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft. Sie verändert die Art und Weise, wie in Deutschland produziert und gearbeitet wird: Nach Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung läutet jetzt die zweite Welle der Digitalisierung die vierte industrielle Revolution ein«, sagt Henning Kagermann.

Industrie 4.0 bedeutet also: Individualisierung und Autonomie statt Standardisierung und Automatisierung.

Industrie und Produktion fit für die Zukunft zu machen, ist aber auch eine soziale und gesellschaftliche Mammutaufgabe. Die Digitalisierung durchdringt alle Lebensbereiche, sie verändert unser Lernen und Arbeiten. Viele Menschen begleiten Sorgen vor dem Verlust des Arbeitsplatzes oder Berührungsängste mit neuen Technologien.

## **Akzeptanz entscheidet**

»Neue Technologien werden dann akzeptiert, wenn der Einzelne von der Technologie profitiert und im Umgang mit ihr autonom bleibt«, sagt Kagermann. »Gleiches gilt für den Prozess der Digitalisierung.« Ein Beispiel dafür ist das E-Government: Hier profitieren Bürgerinnen und Bürger davon, dass Papierformulare und lange Wartezeiten bei Behörden durch Online-Services und digitale Post ersetzt werden. E-Government und der persönliche Nutzen dadurch könnten dazu beitragen, Berührungsängste mit der digitalen Welt abzubauen. Akzeptanz ist ein Erfolgsrezept zur schnellen Umsetzung von Industrie 4.0. Und Geschwindigkeit spielt im globalen Wettbewerb eine größere Rolle denn je, denn im Ausland wird die deutsche Initiative mit großer Aufmerksamkeit verfolgt.

## **Die Konkurrenz schläft nicht**

»Wir haben in Deutschland eine vielfältige Wirtschaft mit Stärken in vielen Industrie-segmenten und den Ruf, komplexe Systeme hervorragend aufbauen und beherrschen zu können. Natürlich darf man sich darauf nicht ausruhen. Es gibt viele Länder mit ähnlichen Visionen und Zielsetzungen, wie wir sie verfolgen«, sagt Kagermann »Groß angelegte Initiativen haben wir gerade im asiatischen Raum. So fährt man in China derzeit das Programm ›China 2025‹, für das Industrie 4.0

Vorbild war. Die japanische Regierung hat die Initiative ›Society 5.0‹ und eine ›Industrial-Value-Chain-Initiative‹ mit einem Schwerpunkt auf Robotik gestartet. In Südkorea gibt es die ›Smart-Factory-Initiative‹ und seit kurzem das umfassendere Programm ›Vierte industrielle Revolution‹, eine Kombination aus Industrie 4.0 und Smart-Service-Welt.« Ein wichtiger Faktor für den Erfolg von Zukunftsinitiativen ist ein starker, homogener Markt, wie ihn China oder die USA haben. »Wenn sie einen homogenen Heimatmarkt haben, in dem Sie groß werden können, ist es leichter, skalierbar zu wachsen und Standards zu setzen. Europa braucht deshalb einen digitalen europäischen Binnenmarkt, um im globalen Wettbewerb ein stärkeres Gewicht zu haben.«

Noch hat Deutschland einen leichten Vorsprung. Seit 2011 hat sich extrem viel getan, um Innovationen voranzutreiben. Dazu zählen Technologieprogramme, Modellfabriken und Initiativen wie die Plattform Industrie 4.0, die Politik, Wirtschaft und Wissenschaft vereint. Doch andere Länder könnten Deutschland bald überholen, denn besonders in zwei Punkten gibt es großen Nachholbedarf.

## **Digitale Infrastruktur und digitale Bildung**

»Der Breitbandausbau ist ein Bereich, in dem wir in Deutschland noch Nachholbedarf haben«, sagt Kagermann. Mitte 2016 hatten nach Angaben der Bundeszentrale für politische Bildung 38 Prozent aller Unternehmen in Deutschland mit zehn und mehr Beschäftigten einen Internetanschluss mit einer Datenübertragungsrate von mindestens 30 MBit/s. Damit liegt Deutschland im europäischen Mittelfeld. Spitzenreiter ist demnach Dänemark mit 65 Prozent. Wenn die digitale Infrastruktur nicht bald den Anforderungen angepasst wird, könnte Deutschland den Anschluss verlieren.



Henning Kagermann, habilitierter Physiker und ehemaliger Vorstandssprecher der SAP AG, ist seit 2009 Präsident von acatech – der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften. Er zählt zu den einflussreichsten Gestaltern der Industrie 4.0 und prägte den Begriff maßgeblich mit. Henning Kagermann ist Mitglied in zahlreichen Gremien und Initiativen. Seit 2017 ist er Aufsichtsratsmitglied der KUKA AG.

Auch am Thema Bildung wird sich der Erfolg von Industrie 4.0 entscheiden. »Wir müssen junge Menschen auf ein Arbeitsleben vorbereiten, das anders aussehen wird, als wir es heute kennen«, sagt Kagermann. »Ein Mangel an zeitgemäßer IT-Ausstattung der Schulen und fehlende Fort- und Weiterbildungen von Lehrkräften tragen laut dem MINT Nachwuchsbarometer 2017 von acatech und der Körber Stiftung dazu bei, dass die Entwicklung in der Bildung hinterherhinkt.«

Experten fordern, dass Schüler individueller und mit Multimedia-Material lernen sollten. Online-Feedback kann helfen, Lehrmittel schnell zu aktualisieren. So könnten Schüler mit Multimedia-Material statt mit jahrzehntealten Schulbüchern arbeiten und individuell zugeschnittene Lernmöglichkeiten erhalten.

#### **Lebenslanges Lernen – und eine persönliche Erfolgsformel**

Durch eine breite Ausbildung und beständige Weiterbildung über das gesamte Berufsleben können Beschäftigte mit den technologischen Entwicklungen Schritt halten und ihren Platz in der Wirtschaft von morgen finden.

Arbeitsplätze der Zukunft werden Berührungspunkte mit vielen Bereichen haben, interdisziplinäres Arbeiten wird immer wichtiger werden. Was werden die wichtigsten Kompetenzen der Berufe 4.0 sein?

»Selbstmanagement, eine gewisse Flexibilität und die Fähigkeit, in heterogenen Teams zu arbeiten«, ist sich Henning Kagermann sicher.

Kritiker sagen, dass industrielle Revolutionen erst im Rückblick als solche erkannt wurden. Industrie 4.0 entwickelt sich dagegen gerade erst, etliche Weichen müssen noch gestellt werden. Manche bevorzugen deshalb den Begriff Evolution statt Revolution. Sicher ist: Es ist eine gewaltige Veränderung im Gange und wir haben heute die Möglichkeit, diese mitzugestalten. <

Henning Kagermann, acatech-Präsident



Wir müssen junge Menschen auf ein Arbeitsleben vorbereiten, das anders aussehen wird, als wir es heute kennen.

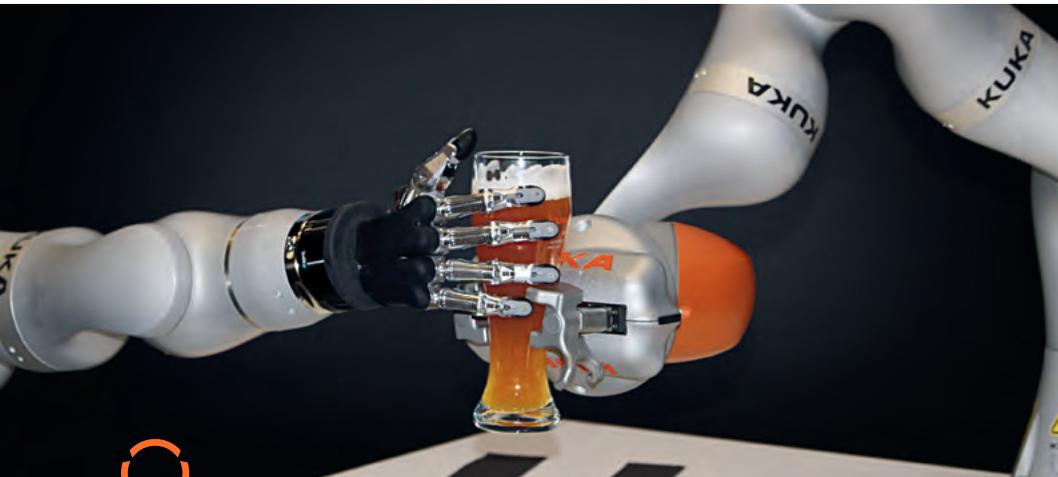
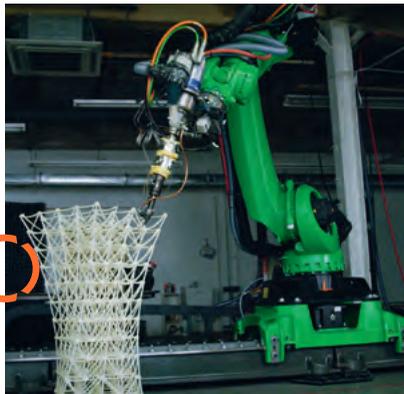
# Mehr als Industrie und Produktion

Roboter und Zukunftstechnologien sorgen auch außerhalb von Fabrikhallen für Staunen. Wir haben einige Highlights gesammelt.

High Speed mit Elektroantrieb: KUKA ist Partner des Formel-E-Teams ABT Schaeffler Audi Sport.



3D-Druck hat das Potenzial, die Architektur zu revolutionieren. Bei dieser Kunstinstallation in Nashville unterstützt ein Roboter.



Sensibelchen unter sich: Der Umgang mit dem zerbrechlichen Weizenglas ist für die sensitiven Leichtbaurobter LBR iiwa – hier mit einem Greifer von Schunk – kein Problem.

Punktlandung bei der „Bottle Flip Challenge“ in Texas: Flaschen zielgenau werfen klappt dank Machine Learning.





Die Weltpremiere des Audi A8 in Barcelona – beeindruckend mit Roboter-Inszenierung



Maßgefertigtes Produkt aus der Smart Factory: Bundeskanzlerin Angela Merkel betrachtet auf der Hannover Messe ihr individuelles Puzzle.



Gute Laune bei Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Gewerkschaft – mit gutem Grund: KUKA investiert in den nächsten Jahren 100 Millionen Euro in den Augsburger Hauptsitz.



Robotik für Menschen

# EIN COBOT FÜR MICH



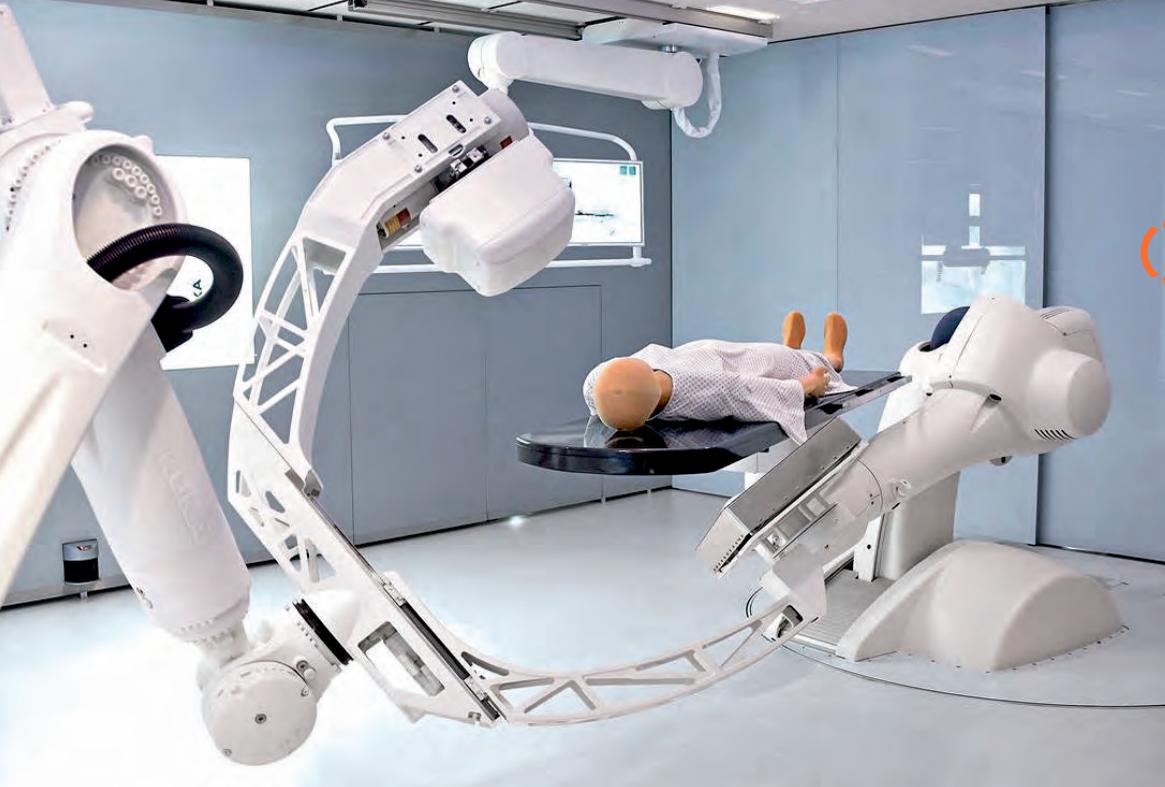
Bisher waren Roboter vor allem schwere Industriemaschinen, die hinter Fabrikzäunen monoton vor sich hin arbeiteten. Doch die Zukunft gehört einer flexibleren, intelligenteren Generation: Dem sensitiven Roboterassistenten, der uns im Alltag hilft. Und Unterstützung haben wir in einigen Bereichen dringend nötig.

»Hast du schon so ein Handy?« Noch vor 15 Jahren wurde diese Frage meist mit einem Kopfschütteln beantwortet. Zu teuer, zu unhandlich, zu wenige Funktionen. So komisch sich diese Reaktion heute für uns anfühlen mag, so realistisch ist es, dass es uns zukünftig bei der Frage: »Hast du schon so einen Cobot?« genauso gehen wird. So zumindest könnte es sich Dr. Albrecht Hoene, F & E-Direktor für Mensch-Roboter-Kollaboration der KUKA vorstellen: »Sensitive Roboter, die direkt mit dem Menschen interagieren können, nehmen eine wichtige Rolle ein. Sie helfen uns, die Herausforderungen der Zukunft zu meistern.«

Die Bewohner von Industrienationen wie Deutschland werden immer älter. In Japan, Italien und Deutschland beispielsweise liegt der Anteil an den über 65-Jährigen bei mehr als 20 Prozent. Und die Prognosen sehen eine zunehmende Alterung voraus: Lag der Altersmedian der Weltbevölkerung in 2015 noch bei 29,6 Jahren, werden für das Jahr 2100 schon 49,2 Jahre vorhergesagt. Welche Auswirkungen hat es, dass sich die Lebenserwartung Neugeborener in den letzten hundert Jahren nahezu verdoppelt hat, bei gleichzeitig sinkenden Geburtenzahlen?

## Der Roboter für den Menschen

Vor allem in der Arbeitswelt wird der demografische Wandel deutlich: Es gibt immer mehr ältere Menschen und immer weniger junge Fachkräfte. Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) ist hier der Schlüssel und wird helfen, in Zukunft den Arbeitsalltag zu meistern. Dabei werden die >



Exakte Positionierung  
von Patienten dank  
Roboterassistenz

Stärken des Roboters und die Fähigkeiten des Menschen kombiniert. »MRK ermöglicht es, Menschen ihre Arbeit zu erleichtern und sie damit länger im Job zu behalten«, so Hoene. Besonders für Tätigkeiten, die unangenehm, ergonomisch ungünstig oder monoton sind, ist ein Roboterassistent nützlich. Wie zum Beispiel in der Montage, wo der Roboter als intelligente Hebehilfe unterstützen kann. Aber auch außerhalb der Arbeitswelt brauchen wir dringend Unterstützung. Denn wir werden älter und gebrechlicher – die alternde Gesellschaft stellt das Gesundheitswesen auf eine harte Probe.

#### Effizientere Krankenhäuser – mehr Zeit für Patienten

»Wir stehen vor globalen Herausforderungen im Gesundheitsbereich«, sagt Stephan Sonderegger, CEO von Swisslog Healthcare. »Alle Bereiche der Branche sind im Umbruch«. Es gibt immer weniger Fachpersonal für immer mehr Patienten, gleichzeitig sind die gesetzlichen Vorgaben hoch. Krankenhäuser müssen Kosten senken und effizienter wirtschaften. Das bedeutet, den Aufenthalt der Patienten zu verkürzen und gleichzeitig Qualität beizubehalten. Dabei könne Automatisierung logistisch unterstützen, sagt Sonderegger. Durch die effizientere Arbeitsteilung können sich die Mitarbeiter vollständig auf die Patienten konzentrieren, die Pflegequalität wird besser.

»Unsere Lösungen beziehen sich auf die komplette Wertschöpfungskette im Bereich des Medikamentenmanagements, der Medication Supply Chain.« Swisslog hilft Krankenhäusern und Einrichtungen des Gesundheitswesens dabei, Materialtransporte und Medikamentenmanagement effizienter zu gestalten. Medikamente werden automatisiert gelagert, bereitgestellt und ausgegeben. Der ursprünglich sehr zeitaufwendige und vor allem fehleranfällige Prozess des Arzneimittelmanagements wird deutlich verbessert. So wird sichergestellt,

dass jeder Patient das richtige Arzneimittel in der richtigen Dosis erhält.

#### Lebensabend zu Hause statt im Seniorenheim

Ebenso unvermeidlich und unbeliebt wie das Krankenhaus ist für viele ältere Menschen das Leben in einer Pflegeeinrichtung. Sie wollen in ihrer bekannten Umgebung alt werden, selbst wenn sie körperlich nicht mehr ganz fit sind. »Menschen länger in ihrer gewohnten Umgebung belassen, das sogenannte Home Assisted Living, ist ein wichtiges Thema für die Zukunft«, sagt Michael Otto, Vice President Competence Center Medical Robotics bei KUKA. Assistenzsysteme können das ermöglichen. Sie unterstützen Pfleger und Ärzte, aber auch den Patienten in den eigenen vier Wänden. So könnte eine intelligente, mobile Gehhilfe Stürze vermeiden helfen und eine wichtige Stütze beim Aufstehen und Hinsetzen bieten. Demenzkranken Menschen könnte zusätzlich eine Navigationsfunktion helfen, länger selbständig zu Hause leben.

Aber wie gehen die Menschen mit den Robotern um? Denn im Gegensatz zu Industrienationen wie Japan, wo Pflegeroboter bereits Patienten aus den Betten heben, oder Tierroboter im flauschigem Fellüberzug mit Heimbewohnern kuscheln, steckt Pflegerobotik hierzulande noch in den Anfängen. Michael Otto ist optimistisch: »Die Akzeptanz für Assistenzsysteme wird größer – man bietet einen Assistenten, keinen Ersatz.«

Um die Entwicklung voranzutreiben, sind Technologiepartnerschaften gerade in den Bereichen Pflege und Reha entscheidend. So entstand zum Beispiel ROBERT®, ein robotisches Rehabilitationsgerät, das bei der Mobilisierung von bettlägerigen Patienten unterstützt. Dabei hilft es dem Physiotherapeuten, indem es bei körperlich schweren und wiederkehrenden Übungen unterstützt.

Sensitive Roboter unterstützen immer mehr Mitarbeiter im Arbeitsalltag.



### Kleinere Eingriffe, schnellere Heilung dank roboterassistierten Operationen

Die klassische Medizinrobotik ist da schon einen großen Schritt weiter. Die Roboterassistenten kommen bereits erfolgreich bei Tumorbehandlungen, in der Bildgebung oder bei Operationen zum Einsatz. »Wir unterstützen mit unserer Technologie täglich bei 1.500 Tumor- und Krebsbehandlungen, bei 2.000 Herzkatheter-Untersuchungen und begleiten aktuell mehr als 120 klinische Studien mit unserer Robotertechnologie«, sagt Otto. Die robotischen OP-Assistenten helfen dabei, chirurgische Eingriffe minimalinvasiv durchzuführen – das bedeutet kleinere Wunden und schnellere Heilung.



Das Deutsche Ärzteblatt beschäftigte sich 2016 in einem Artikel mit den Entwicklungen in der roboterassistierten Chirurgie. »Für die meisten Anwender gibt die Roboterassistenz letztlich dem minimalinvasiven Operieren die Vorteile des offenen Zugangs zurück«, schreibt das Fachblatt der Bundesärztekammer und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung. »Die Kamera erlaubt zudem eine bis zu zehnfache Vergrößerung bei absolut ruhiger Sicht.« Das eröffnet unter anderem bei komplexen Eingriffen neue Möglichkeiten.

Den Kosten für eine solche Technologieinvestition stehen laut Experten die Vorteile von schnelleren und präziseren Eingriffen gegenüber. Das ist nicht nur schonender für die Gesundheit der Patienten, sondern auch effizienter für die Krankenhäuser.

### Ein unentbehrlicher Assistent für unseren Alltag

Auch außerhalb von Krankenhäusern und dem Arbeitsleben werden uns die Cobots in Zukunft wohl häufiger begegnen. »Roboter werden den Menschen zukünftig bei

vielen alltäglichen Aufgaben unterstützen. Und auch autonomes Fahren wird aus diesem Alltag nicht wegzudenken sein«, sagt Dr. Till Reuter, CEO der KUKA AG. In einer strategischen Partnerschaft mit Volkswagen arbeitet KUKA an roboterbasierten Lösungen für elektrisch angetriebene und autonom fahrende Autos. So verbindet ein sensitiver, MRK-fähiger Roboter beim gemeinsamen Forschungsprojekt e-smart Connect ein VW-Elektrofahrzeug selbstständig mit einer Ladestation. Das Auto muss dafür nur auf einem gekennzeichneten Parkplatz abgestellt werden, alles Weitere erledigt der maschinelle Assistent.

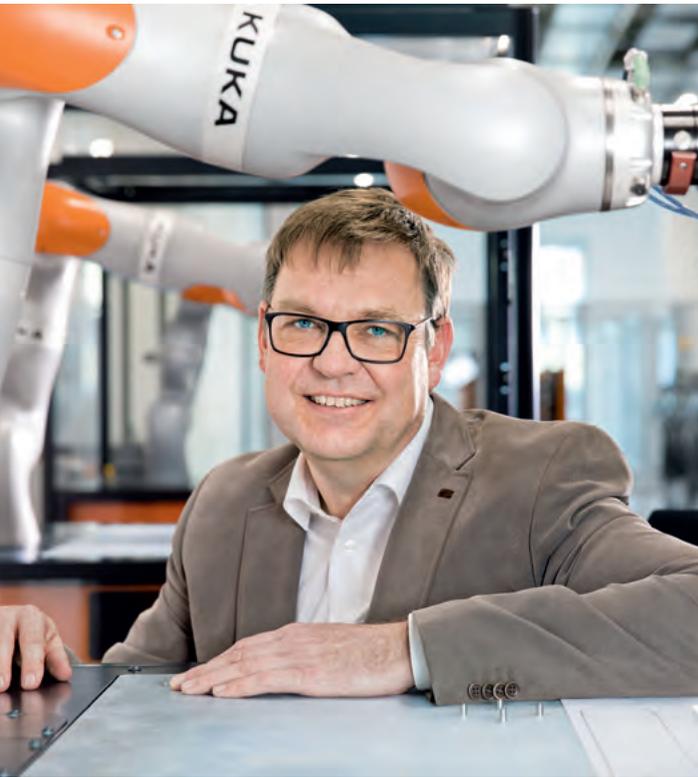
Roboter sind kräftig, unermüdlich, arbeiten exakt und zuverlässig. Sie können Menschen unangenehme oder gefährliche Tätigkeiten abnehmen, ihnen im Alltag helfen. Die Bandbreite an Möglichkeiten ist riesig, die Ideen reichen von intelligenten Alarmanlagen über das Reinigen von gefährlichen Substanzen bis hin zum Hebe-Assistenten.

»Ich glaube, der Anfang ist gemacht«, sagt Reuter über die Zukunft der Robotik für den Endverbraucher. »Die ersten Handys waren nur zum Telefonieren da. Heute hat fast jeder mit dem Smartphone einen permanenten Lebensbegleiter. Ich glaube, in der Robotik werden wir eine ähnliche Entwicklung haben.«

Und vermutlich klingt in einigen Jahren die Frage: »Haben Sie schon so einen Cobot?« gar nicht mehr so futuristisch. <



Gemeinsames Projekt von KUKA und VW: Der Roboter als Assistent für Elektroauto-Fahrer.



# 3 FRAGEN AN

## Dr. Albrecht Hoene

F & E Director Human Robot Collaboration KUKA AG  
über die Zukunft von Mensch-Roboter-Kollaboration

Hier spielt vor allem die zunehmende Individualisierung eine wichtige Rolle: Ordermengen werden immer kleiner und die Variantenvielfalt immer größer. Die Fertigung muss extrem schnell adaptierbar sein, wir brauchen mehr Flexibilität und Anpassung in der Fabrik. Früher gab es nur zwei Formen: manuelle Arbeit oder Vollautomatisierung. MRK füllt genau den Raum dazwischen: graduelle, flexible Automatisierung einzelner Tätigkeiten. Und durch MRK wird der Trend gebrochen, dass sich Automatisierung nur bei hohen Stückzahlen lohnt.

**Welche Vorteile bringt MRK in der Industrie mit sich?**

## Formen der Mensch-Roboter-Interaktion

Koexistenz, Kooperation, Kollaboration: Wenn Mensch und Roboter zusammen arbeiten, ist das auf unterschiedliche Weise möglich. Sensitive Roboter wie der KUKA LBR iiwa erlauben die Zusammenarbeit in einem gemeinsamen Arbeitsraum – und bieten so unzählige neue Möglichkeiten.



In der Industrie ist das wichtigste Ziel, Schutzzäune loszuwerden. Sie sind unflexibel. Stellen Sie sich vor, man hat eine Roboterzelle, in die Material rein und auch wieder rausgeht. Wenn man das automatisieren möchte, muss man einen sicheren, überwachten Fördertechnikzugang legen. Viel schöner wäre es doch, wenn dieser Zaun gar nicht da wäre. Die Ware wird angeliefert, der Roboter holt sich das Material und es geht zügig weiter. Und wenn ein Mensch kommt, wird das System langsamer und hält an. So wird das Leben in der Automatisierung einfacher.

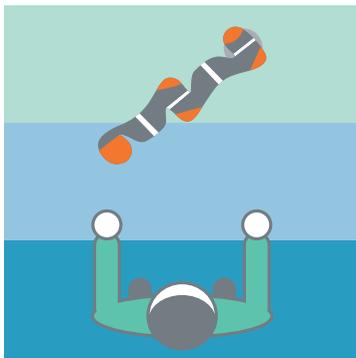
**Wie ist Ihre Vision für die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter?**

MRK gehört die Zukunft und wird die Industrie mehr und mehr beeinflussen. Es wird wichtiger werden, größere Roboter für schwerere Lasten MRK-fähig zu machen. Die Herausforderungen hier sind groß. Fernsensoren und Werkzeugabsicherung können helfen, Kollisionen zu vermeiden und ganze Fabrikhallen flexibel zu gestalten.

**Wie sieht MRK 2.0, also die Mensch-Roboter-Kollaboration von morgen in den Fabriken aus?**

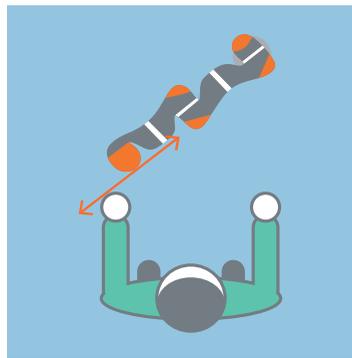
Mensch-Roboter-K... (MRK)

Kooperation



Eingriffszonen

Kollaboration



Gemeinsame Arbeitsräume

Gemeinsame Arbeitsräume

Gekoppelte Arbeit

Erlaubte Berührung

Angepasste Geschwindigkeit

Intuitive Mensch-Roboter-Interaktion  
mit dem Smartphone – ein Projekt in  
der KUKA Konzernforschung



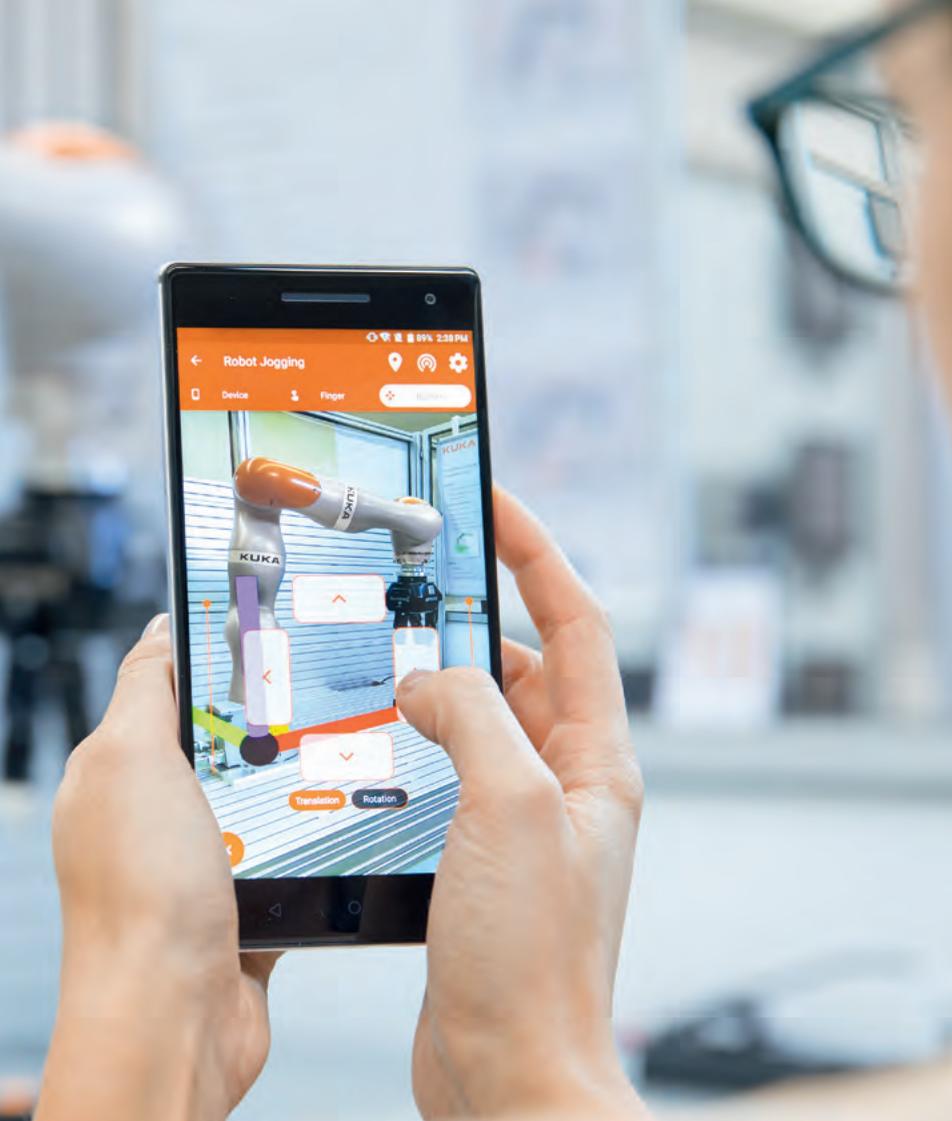
Robotik für alle

# VOM LEHRLING ZUM GESELLEN

Der digitale Wandel bringt intelligente Produkte hervor, die uns das Leben leichter machen. Wer will heute noch auf sein Smartphone verzichten? Dem Statistik-Portal Statista zufolge immer weniger: Im Jahr 2017 gab es weltweit rund 4,4 Milliarden Smartphone-Anschlüsse, 2010 waren es gerade einmal zehn Prozent davon. Der Grund für den Erfolg liegt unter anderem darin, dass das Smartphone unsere Bedürfnisse so wunderbar einfach erfüllt: Es bietet unzählige Möglichkeiten und ist trotzdem intuitiv zu bedienen – ein entscheidender Faktor für den großen Erfolg. Auch die Industrie will dieses Erfolgsrezept für sich verwenden und Automatisierung dadurch auf ein neues Niveau heben.

Die zunehmend einfachere Steuerung von Robotern ist kein Selbstzweck. Der International Federation of Robotics (IFR) zufolge wird die Zahl der Industrieroboter weltweit jährlich bis zum Jahr 2020 um 14 Prozent zunehmen und dann die Drei-Millionen-Marke überschreiten. Das und die Anforderung, die Produktion immer flexibler zu gestalten, führen dazu, dass mehr und mehr Menschen mit Robotern in Berührung kommen. Es wird eine große Herausforderung sein, ausreichend Fachpersonal zu finden, das mit diesen Maschinen umgehen kann.

Zudem wird dank Automatisierung die Produktpalette in der Fertigung immer größer, die Unternehmen können eine größere Auswahl anbieten. Dadurch müssen Roboter und intelligente Maschinen aber auch öfter umprogrammiert werden, am besten ohne lange Stillstandzeiten. Gerade für Mittelständler lohnt sich Automatisierung nur, wenn die Roboter schnell und unkompliziert



auch bei kleineren Stückzahlen eingesetzt werden können.

Die Branche ist also gut beraten, bereits heute Technologien für die einfache Bedienung zu entwickeln. Die Möglichkeiten sind dabei nicht auf die grafische Programmierung und Sprachsteuerung begrenzt, wenn man beispielsweise in den Automobilbereich blickt. Neueste Pkw erlauben bereits die Gestensteuerung der Infotainment-Systeme.

#### Die Zielgruppe immer im Blick

Große Unternehmen beschäftigen sich immer mehr mit der Frage, wer die Nutzer ihrer Produkte sind und welche Wünsche und Anforderungen sie mitbringen. »Eine Person füllt immer eine bestimmte Rolle aus, die wiederum durch bestimmte Eigenschaften definiert wird«, erklärt Jessica Rademacher, die in der Forschung und Entwicklung bei KUKA die Stabsstelle Usability leitet. »Softwarelösungen sollen die Kunden bestmöglich

unterstützen, ihre Aufgaben erfolgreich, effizient und zur eigenen Zufriedenheit durchzuführen. Der Nutzer steht immer im Zentrum.« Ob ein Gerät oder eine Maschine leicht zu bedienen ist, wird allerdings von jedem anders bewertet. Schließlich gibt es in allen Bereichen Profis und Laien, auch das Alter spielt eine Rolle. Und genau das muss bei der Entwicklung neuer Tasten, Touchscreens oder Bedienungen immer mitschwingen.

#### Mit vorprogrammierten Blöcken den Roboter einfach steuern

Was auf dem Smartphone funktioniert, lässt auch die Bedienung von Robotern einfacher werden. So können immer mehr Mitarbeiter ohne Roboterkenntnisse diese programmieren und bedienen. Eine Vereinfachung besteht bereits darin, eine möglichst weit verbreitete Programmiersprache wie beispielsweise Java auch zur Programmierung von Robotern zu verwenden. Um auch Mitarbeitern ohne Programmierkenntnisse

den Zugang zur roboterbasierten Automatisierung zu ebnen, können Java-Befehle in intuitiv konfigurierbare Funktionsblöcke zusammengefasst werden. Der Bediener wählt dazu Funktionsblöcke aus und stellt sie zu einem gewünschten Ablauf zusammen. Dabei kommt er gar nicht mit der Komplexität des textbasierten Programmierens in Berührung.

Die einfache Programmierung und Bedienung senkt Berührungängste vor Robotern deutlich. Ein Beispiel dafür ist an der Technischen Universität Dortmund im Einsatz. Die roboterbasierte Testumgebung soll Studenten fit für die Produktion der Zukunft machen, Unternehmen die Vorzüge der Automatisierung anschaulich machen und Vorbehalte abbauen. Ein Hebel dafür ist die einfach über grafische Elemente zu programmierende und zu bedienende Robotersteuerung. Die Benutzer sind in der Lage, auch ohne besondere Kenntnisse das gewünschte Roboterprogramm abzurufen und es im Bedarfsfall zu erweitern.

#### Hallo Roboter – was mit Sprache möglich wird

Daneben gibt es noch weitere Möglichkeiten, Robotern einfache Befehle zu erteilen. »In Zukunft möchte ich Robotern auch per Sprache Aufgaben zuteilen können«, sagt Dr. Rainer Bischoff, Leiter der KUKA Konzernforschung. Hier kann die Robotik von den Entwicklungen für die Smartphones profitieren, bei denen sprachbasierte Eingaben bereits heute zum Alltag gehören.

Dank weiterentwickelter Sensoren und Algorithmen hat sich bereits einiges auf diesem Feld getan. So sind Roboter mittlerweile in der Lage, auch komplexe Aufgaben mit einem hohen Grad an Autonomie zu meistern, wie Bischoff an einem Beispiel verdeutlicht: »Man beschreibt die Aufgabe sprachlich, durchaus vergleichbar mit einem Befehl, den ich so auch einem Menschen geben könnte: ›Ich benötige eine Klemme. Du findest sie in unserem Warenlager. Lege sie in eine Box und bringe die Box zu meinem Arbeitsplatz.« Im Augenblick arbeiten wir daran, dass der Roboter immer mehr Entscheidungen selbstständig treffen und herausfordernde, variierende Aufgaben ausführen kann. Wir wollen den Roboter sozusagen vom Lehrling zum Gesellen befördern.«

# KI



Martin Ruskowski ist Professor am Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Steuerungen der Technischen Universität Kaiserslautern. Er forscht dort und am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) an Themen wie der Interaktion von Mensch und Maschine sowie Industrie 4.0. Zuvor war er bei KUKA Industries für die globale Forschung und Entwicklung verantwortlich.

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Die neue Harmonie zwischen Mensch und Maschine?



Sepp Hochreiter ist Professor am Institut für Bioinformatik der Johannes-Kepler-Universität in Linz. Dort forscht der Computerwissenschaftler an Themen wie maschinellem Lernen und Bioinformatik, unter anderem für die Gen-Analyse oder für die Entwicklung von Medikamenten.



**KI**

Es ist eine Technologie, die fasziniert und polarisiert: künstliche Intelligenz (KI) verändert die Welt und eröffnet neue Möglichkeiten. Zuletzt haben vor allem Hollywood-Filme und überspitzte Vorhersagen die Diskussionen um KI geprägt und bei vielen Menschen Ängste geweckt. Sepp Hochreiter

aus Linz und Martin Ruskowski aus Kaiserslautern sind renommierte Experten auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz. Im gemeinsamen Gespräch diskutieren die beiden Professoren über Chancen und unrealistische Erwartungen – und warum nicht nur der Mensch Zeit braucht, dazuzulernen.

Herr Professor Hochreiter, Herr Professor Ruskowski: Was verstehen Sie unter künstlicher Intelligenz?

Ihre Definition, Herr Professor Hochreiter, klingt so, also wolle man mit KI einen „neuen“ Menschen schaffen.

**Hochreiter:** Ich verstehe darunter eine Maschine mit kognitiven Fähigkeiten, die man Menschen zuschreibt. So hat es schon John McCarthy 1956 definiert. So eine Maschine nimmt die Welt wahr, plant und zieht logische Schlussfolgerungen, um ein Ziel zu erreichen.

**Ruskowski:** Für mich fasst künstliche Intelligenz vor allem eine Gruppe besonderer mathematischer Verfahren zusammen. Diese machen zum Beispiel Mustererkennung möglich, maschinelle Lernprozesse und auch die Interaktion einer Maschine mit ihrer Umwelt in dem Sinne, wie Sie, Herr Hochreiter, es definieren. Die ursprüngliche Definition von McCarthy geht mir aber zu weit.

**Hochreiter:** Eine Maschine, die wie ein Mensch aussieht, aber kein Mensch ist, würde zu viele ethische Probleme aufwerfen, das wäre geradezu eine Dummheit. Wir sollten vielmehr etwas entwickeln, was uns möglichst umfassend unterstützt.

**Ruskowski:** Den Menschen nachzubauen, ist nicht sinnvoll, da stimme ich zu. Man muss differenzieren: In der KI gibt es zwei Ansätze: die starke KI, die verstehen will, wie der Mensch funktioniert, und die schwache KI, die die Fähigkeiten des Menschen erweitert. Diesen zweiten Ansatz verfolgen wir am DFKI, zum Beispiel wenn es darum geht, KI für die Produktion einzusetzen. Für uns ist KI so etwas wie ein Adapter zwischen der digitalen und der menschlichen Welt. Wir Menschen sind zum Beispiel schlecht im Verarbeiten großer Datenmengen. KI kann hier die Vorverarbeitung übernehmen, sodass wir auf dieser Basis bessere und schnellere Entscheidungen treffen können.

**Hochreiter:** Das halte ich für nicht so zielführend. Für mich ist die starke KI der interes-

santere Weg. Wir wollen komplette Systeme bauen, die sehen, hören, verstehen und mit Objekten hantieren können. Diese Universalsysteme spezialisieren sich dann: Eines kocht, ein anderes putzt und wieder ein anderes arbeitet als Dachdecker. Facebook, Google und Amazon arbeiten in ihren Bereichen schon an solchen Universalsystemen, auch die Automobilhersteller zur Erkennung der Umwelt für autonomes Fahren.

**Ruskowski:** Ein System für alles ist aus meiner Sicht nicht der richtige Weg. Ich glaube an eine Diversifizierung mit vielen kleinen Systemen, aus denen wir uns spezialisierte Fähigkeiten rauspicken und sie modular zusammenbauen. Was mir an Ihrem Ansatz Sorgen macht, ist die Monopolisierung in der Hand einzelner Player. Ein System wie Facebook hätte dann noch mehr Einfluss auf unser gesamtes Leben.

Unabhängig davon, welchen Ansatz wir verfolgen – glauben Sie, die KI wird die menschliche Arbeitskraft verdrängen?

**Ruskowski:** Nein. Beispiel Deutschland: Wir automatisieren seit Jahrzehnten und haben trotzdem in vielen Bereichen Vollbeschäftigung. Schon in den 1980ern träumten Ingenieure von menschenleeren Fabriken. Das hat sich nicht bewahrheitet – zum Glück. Woran liegt das? Manche meinen, KI wäre kostengünstig oder gar umsonst, das stimmt aber nicht. Diese Systeme sind so aufwendig, dass ihre Entwicklung mit erheblichen Kosten einhergeht. Deswegen wird die KI den Menschen nicht ohne weiteres aus unseren Fabriken verdrängen. Ganz im Gegenteil: Mithilfe dieser Technologien könnten wir sogar Industrieproduktion nach Europa zurückholen. Voraussetzung ist, es gelingt uns, den Automatisierungsprozess weiter zu denken: Bisher musste sich der Mensch an die Maschinen anpassen. Dank KI ist es erstmals möglich, die Automatisierung an den Menschen anzupassen, Maschinen also zu seinem nützlichen Begleiter zu machen.

**Hochreiter:** Ich glaube auch, dass es durch KI mehr Arbeit geben wird und nicht weniger. Die Maschinen werden intelligenter, sie werden mit dem Menschen sprechen. Eine Drehmaschine wird mitteilen können, dass das Schmiermittel zu heiß oder der Span zu lang ist. Der Mensch wird von Routinarbeit entlastet, agiert als Lehrer oder Lehrmeister und kümmert sich nur noch um die Ausnahmen, das sind die viel interessanteren Tätigkeiten.



»Gerade weil viele der Szenarien, die wir im Kino präsentiert bekommen, so abstrus sind, müssen wir in der Realität klar machen, was KI ist – und was sie nicht ist.«

»Die Maschinen werden intelligenter, sie werden mit dem Menschen sprechen.«



**Ruskowski:** Trotzdem dürfen wir nicht vergessen, bei der Einführung solcher Systeme die Arbeitnehmer und Betriebsräte von Anfang an einzubeziehen. Die Transformation muss bottom-up geschehen und nicht von oben verordnet. Wichtig ist Transparenz, zum Beispiel wenn es um Überwachungstechnik geht.

**Hochreiter:** Ja, die Anwender sollen verstehen, was passiert, und dadurch in die Lage versetzt werden, aktiv mit zu gestalten.

**Kinofilme zeigen künstliche Intelligenz meist als Bedrohung – steckt in der Fiktion eine Spur Realität?**

**Hochreiter:** Es stimmt, dass manche sich vor Kontrollverlust fürchten, der quasi nahtlos in eine Herrschaft der Maschinen mündet. Doch warum sollten KIs den Menschen beherrschen wollen, obwohl sie andere Ressourcen und Lebensräume brauchen als der Mensch, der an die Biosphäre gebunden ist? Gegen solche düsteren Szenarien steht auch der menschliche Selektionsdruck auf KIs, der nur nützliche und hilfreiche KIs weiterentwickeln und vervielfältigen wird. Ich bin optimistisch, dass er unser Bestreben dahin lenken wird, eine produktive KI zu entwickeln.

**Ruskowski:** Gerade weil viele der Szenarien, die wir im Kino präsentiert bekommen, so abstrus sind, müssen wir in der Realität klarmachen, was KI ist – und was sie nicht ist. Dazu gehört, dass wir lernen, mit ihr verantwortungsvoll umzugehen und dass wir immer wieder erklären, wie KI funktioniert.

**Hochreiter:** Genau. Warum verlangen wir von KI von Anfang an hundertprozentige Per-

fektion, nicht aber von Menschen? Nehmen wir das Beispiel des autonomen Fahrens: Ein Mensch muss erst den Führerschein machen. Genauso muss die Maschine auch erst zeigen, dass sie alles Verlangte kann und das mit genügend Sicherheit und Robustheit. Aber sie macht bestimmte Fehler eben nicht, wird zum Beispiel nicht müde, wird nicht durch Handyklingeln abgelenkt. Langfristig wird es dank KI deutlich weniger Unfälle geben.

**Wie sollten wir – das heißt Wirtschaft und Gesellschaft – uns fit machen für KI?**

**Hochreiter:** Was die rechtlichen Rahmenbedingungen angeht, müssen wir schnell aufholen. Im Moment geistern viele Einzelfälle durch die Presse, wo diskutiert wird, was alles schiefgehen kann. Ich habe mit Strafrechtlern diskutiert. Der Kreis der Beteiligten bei Produkten, die KI beinhalten, ist größer geworden. Dadurch werden neue Fragen aufgeworfen: Wer ist schuld, wenn bei der Nutzung einer Maschine etwas schiefgeht – der Programmierer, der Sensorhersteller oder die Menschen, die das System trainiert haben oder ihm Daten bereitgestellt haben? Wir müssen uns darüber im Klaren sein, dass wir nicht alle denkbaren Möglichkeiten im Vorhinein programmieren können. Das Charakteristische von KI-Systemen ist ja, dass sie durch Wahrnehmung ihrer Umwelt lernen.

**Ruskowski:** Auch im Bereich Aus- und Weiterbildung müssen wir maßgeblich vorankommen. Unsere Lehrpläne in der Schule sind heute zum Beispiel immer noch sehr analog und humanistisch geprägt. Das ist an sich nicht verkehrt, muss aber erweitert werden. Ich beobachte, dass Schulen an vielen Stellen Digitales aus der Welt verdrängen. So werden junge Menschen nicht ausreichend darauf vorbereitet, wie man verantwortungsvoll mit den digitalen Möglichkeiten wie KI umgeht. <



## Künstliche Intelligenz und Robotik

Roboter werden zunehmend nicht mehr nur in sehr geordneten, durch Schutzzaun eingehausten Produktionszellen eingesetzt, sondern arbeiten in der Produktion mit Menschen zusammen oder müssen sich gar im häuslichen Umfeld in einer »chaotischen« Umgebung zurechtfinden. Künstliche Intelligenz hilft dabei, Roboter auf solche Unwägbarkeiten und Veränderungen einzustellen. Bisher waren Roboter repetitiv, haben mit der immer gleichen Präzision und hoher Wiederholgenauigkeit gearbeitet. Die Anforderungen der Zukunft sind jedoch vielfältiger. Wenn Roboter beispielsweise als Assistenten im Alltag eingesetzt werden sollen, müssen sie flexibel auf Ereignisse in ihrer Umgebung reagieren können. Um das zu erreichen, setzt KUKA maschinelles Lernen ein, einen Bereich der KI. Dabei werden aus Beispielen Vorgehensweisen gelernt, anstatt feste Abläufe explizit zu programmieren. Dennoch gilt immer: Menschliche Erfahrung und menschliche Kreativität sind letztlich durch nichts zu ersetzen.



# DAS KLINGELN NACH DEM KLICK

Die Welt ist im digitalen Einkaufsfieber. Online-Shopping ist beliebter denn je und die Wünsche der Kunden werden dabei immer anspruchsvoller. Ob Lagerung von ständig wechselnder Warenavielfalt oder umweltfreundliche Rekordzustellung durch staugeplagte Megastädte: Logistiker müssen sich auf die Herausforderungen von morgen vorbereiten.

**V**om weihnachtlichen Rentierpullover über Fair-Trade-Bio-Kaffee bis zum frisch gepflückten Blumenstrauß: Die Produktauswahl im Internet scheint unerschöpflich. Und nach dem Klick warten die Kunden auf das Klingeln des schnellen Lieferboten.

Allein in Deutschland nutzten 2016 rund 67,6 Prozent der Einwohner den Online-Handel, Tendenz steigend. 2017 erreichte die Welt einen globalen Meilenstein: Erstmals war die Hälfte ihrer Bewohner online – und täglich werden es mehr. Nach einer EU-Studie wird sich zudem die globale Mittelschicht zwischen 2009 und 2030 mehr als verdoppeln. Das bedeutet zusammengefasst: Mehr Menschen mit Internetzugang, die es sich leisten können, online einzukaufen – und das auch nutzen.

Was Kunden dagegen gar nicht mögen, sind lange Wartezeiten auf ihre Einkäufe. Dem Paketdienst DHL zufolge legen 85 Prozent aller Online-Shopper den größten Wert

auf eine schnelle und zuverlässige Zustellung, 50 Prozent der Befragten haben Einkäufe schon wegen ungenügender Lieferoptionen abgebrochen. Die Lieferung am nächsten oder gleichen Tag bieten große Händler bereits an, doch die Zukunft gehört der Next-Hour-Delivery, der Zustellung innerhalb einer Stunde.

Welche logistischen Herausforderungen diese Express-Lieferoptionen mit sich bringen, ahnt jeder, der zum Berufsverkehr ins Auto steigt und versucht, zügig durch eine Großstadt zu fahren. Deshalb beschäftigen sich Experten mit der schnelleren und effizienteren Zustellung und neuen Lagerformen.

»Das Lagerhaus der Zukunft wird so kompakt wie möglich sein, damit es an jeden verfügbaren Platz passt, mit selbstlernenden Robotern, um es flexibel zu machen«, sagt Logistik-Experte Michiel Veenman vom Schweizer Automatisierungsunternehmen Swisslog. Denn je kleiner

ein Lager, desto näher kann es an die Wohngebiete der Städte rücken. Diese urbanen Distributionszentren verringern den Weg für die Lieferboten und sparen Zeit.

Mit der flexiblen Technologie der Zukunft lassen sich automatisierte Lagersysteme zudem schneller umbauen, Änderungen in der Produktpalette sind kein Problem mehr. »Vor allem die Modebranche ist sehr schnelllebig, das Angebot wechselt laufend«, erklärt Veenman. Selbstlernende Roboter und Softwarelösungen helfen, die schier unendliche Produktvielfalt zu verwalten. Die Unterstützung durch Logistikroboter kann zudem den Personalmangel in der Branche ausgleichen.

Flexibilität ist enorm wichtig, denn die »Sharing Economy« hat nicht nur bei Autos und Musik Zukunft. Nach diesem Prinzip könnte auch das Warenlager flexibel geteilt statt gekauft werden, mit modularen Einheiten, die sich je nach Bedarf wie Klötze im Baukasten umsetzen lassen und intelligenten Robotern, die einen neuen Mieter mit anderen Produkten sofort erkennen und deren Einsatz auf Service-Basis abgerechnet wird. Pay-per-Pick statt teurer Dauerlagerung also.

Im hart umkämpften Logistikmarkt können Anbieter so auf extreme Schwankungen in der Nachfrage reagieren. Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik macht sich Gedanken über urbane Logistik und schlägt vor, beispielsweise Parkhäuser vorübergehend als Lagerhaus zu nutzen, wenn etwa vor Weihnachten Millionen Menschen an ihren Smartphones auf »jetzt kaufen« drücken.

Auch die »letzte Meile« zum Kunden könnte geteilt werden. Wenn dutzende Anbieter mit halbvollen Lieferwagen durch verstopfte Straßen zur selben Adresse fahren, ist das eine Belastung für Umwelt und Infrastruktur – und

für die Bilanz der Anbieter. Eine effiziente »shared last mile« mit elektrisch betriebenen Lieferfahrzeugen würde für Logistikunternehmen Kosten sparen und Städte und Umwelt entlasten.

»Da Bürger und Politik zunehmend nicht nur eine funktionierende, sondern auch eine saubere, leise, nicht störende Logistik erwarten, wird die Beschäftigung mit Elektromobilität und neuen Transportmitteln für Logistikunternehmen zwingend erforderlich«, sagt Prof. Uwe Clausen, Institutsleiter am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML. »Belieferungskonzepte, in denen ein Fahrer zu bestimmten Teilen der Tour nicht zwingend in seinem Fahrzeug sein muss, werden sehr spannend sein«, so Clausens Prognose. »Den stationären Handel wird es weiter geben, aber er wird sich wandeln, um Kunden weiter begeistern zu können.«

Wir können nur Prognosen abgeben, wie die Städte der Zukunft und unser Kaufverhalten von morgen aussehen. DHL hat sich in einer Studie mit verschiedenen Zukunftsszenarien beschäftigt. Werden wir selbst an der nächsten Ecke mit dem 3D-Drucker unsere Wunschprodukte ausdrucken, so wie wir es heute mit Fotos im Drogeriemarkt machen? Werden wir in Megastädten leben, die nur dank effizienter Logistik funktionieren und in denen die Menschen Dinge mieten statt kaufen?

»Insgesamt zeigt die Studie deutlich, dass sich die Rolle der Logistik in den nächsten Jahrzehnten stark verändern wird. Das gilt für alle beschriebenen Szenarien«, sagte Post-Chef Frank Appel in einem Interview zur Studie. »Allen gemeinsam ist zugleich aber auch eine für unsere Branche sehr erfreuliche Botschaft: Der Bedarf an Logistikdienstleistungen wird in nahezu allen Fällen steigen.« <

## Die Logistik von morgen?

### Lager-Zeppeline

Ende 2016 machte ein großer Online-Händler Schlagzeilen, als bekannt wurde, dass er sich computergesteuerte, fliegende Luftschiffe patentieren ließ. Der Plan: Die Lagerhaus-Zeppeline könnten in Stadtnähe schweben, Drohnen fliegen die Ware von dort zum Kunden.

### Der fliegende Paketbote

Die Straßen sind verstopft, der Luftraum ist jedoch frei: Das spart Zeit und Weg. Logistikunternehmen testen deshalb die Zustellung per Drohne. Die kleinen Fluggeräte könnten nicht nur Stadtbewohnern ihre Einkäufe zustellen, sondern auch Waren in schwer zugängliche Gebiete fliegen oder als Medikamentenlieferant für humanitäre Zwecke eingesetzt werden.

### Unterirdische Rohrpost

Vorbild Maulwurf: Mehrere Unternehmen und Start-ups beschäftigen sich mit der Idee, Waren und Güter durch unterirdische Tunnelsysteme zu verschicken. So könnten die Produkte ohne Stau und Umwege ans Ziel gelangen und Straßen und Umwelt entlasten.

### Ein Fahrzeug, viele Möglichkeiten

Einige Ideen greifen die Möglichkeit auf, Carsharing auch zum Ausliefern von Paketen zu verwenden. Entweder können die Auto-Mieter auf ihrem Weg das Paket mitnehmen und erhalten dafür einen Rabatt auf das Carsharing, oder autonome Fahrzeuge nutzen Standzeiten, um Pakete auszuliefern.

# REALITÄT PLUS

Lange elektrisierten Virtual Reality und Augmented Reality nur Technologie-Fans. Heute sind Industrieexperten überzeugt: Nach dem Hype kommt nun die Anwendung.



Für nur 25 Cent erlebten Besucher 1962 in den USA einen historischen Meilenstein: Die »Realitätsmaschine« entführte sie in eine andere Welt. Wer auf dem beweglichen Stuhl Platz nahm und den Kopf in die Öffnung des Apparats steckte, erlebte eine Motorradfahrt durch Brooklyn aus Fahrersicht. Echter Wind wehte durch die Haare, der Stuhl vibrierte und neigte sich zur Fahrtrichtung. Das Sensorama, wie der Kameramann Morton Heilig seine Erfindung nannte, gilt als erste Umsetzung von Virtual Reality, ein multisensorisches Kino, in dessen Filme die Zuschauer eintauchen konnten.

Über den Prototyp kam der futuristische Apparat jedoch niemals hinaus. »Das Sensorama war möglicherweise zu revolutionär für seine Zeit«, sagte Heilig später in einem Interview und hatte damit wohl Recht. Denn damit eine Innovation erfolgreich wird, muss auch das Timing stimmen.

Glaubt man dem IT-Marktforschungsunternehmen Gartner, ist die richtige Zeit für Virtual Reality (VR) jetzt gekommen. Es schätzte in einer Studie, dass nach Perioden der überhöhten Erwartungen und darauffolgender Ernüchterung Virtual Reality in den nächsten fünf Jahren produktiv eingesetzt werden können.

»Die Welt wird immer komplexer. VR und Augmented Reality (AR) können durch neue Visualisierungen Themen begreiflicher machen und den Zugang vereinfachen«, sagt Torsten Fell, Vorstandsmitglied des Ersten Deutschen Fachverbands für Virtual Reality. Die Möglichkeiten sind vielfältig: »Ich kann

Daten mit den Händen greifen und bearbeiten und so das Thema Big Data erfahrbar machen oder digitale Zwillinge von Maschinen bewegen.« Auch wenn es noch dauern wird, bis die Technologie in voller Breite Anwendung findet: »Firmen, die jetzt schon Erfahrungen damit sammeln, werden später im Vorteil sein, weil sie die Technologie kennen.«

Forscher und Entwickler experimentieren seit langem mit den unzähligen technischen Möglichkeiten: Feuerwehrmänner trainieren hochgefährliche Situationen und Ärzte setzen in Studien VR als Therapiemittel gegen Ängste oder Schmerzen ein. In einer VR-Simulation des St.-Gotthard-Basistunnels wurden Mitarbeiter für einen reibungslosen Ablauf unter der Erde ganz ohne teure Stillstandzeiten geschult. Und an der RWTH Aachen üben Waldarbeiter mithilfe eines 3D-Simulators auf einem KUKA Roboter sicher und realitätsnah Geländefahrten mit einem Holzvollernter.

»Wir haben angefangen, mit Technologien in diesem Bereich zu arbeiten und Lösungen für unsere Kunden, aber auch Lösungen zur Optimierung eigener Prozesse zu entwickeln«, sagt Kerstin Höfle, IP und Strategy Manager bei Swisslog. So können Kunden mit der VR-Brille ihr zukünftiges Lagerhaus erkunden, sich ansehen, wie Mitarbeiter mit den Maschinen interagieren oder testen, wie Zugangswege und Leitungen optimal positioniert werden können.

Auch Augmented Reality (AR), die Erweiterung der realen Welt um virtuelle Objekte, verspricht großes Potenzial. Zudem laufen erste AR-Pilotprojekte mit digitaler





Unterstützung für Servicetechniker und Fernwartung. Über Brillen wie der Microsoft HoloLens sehen Nutzer 3D-Projizierungen in ihrer realen Umgebung, wie zum Beispiel zusätzliche Informationen zu Produkten oder Simulationen. Ein großes Einrichtungshaus nutzte AR als Assistenten, über den Kunden das virtuelle Sofa testweise in ihrem Wohnzimmer platzieren konnten.

»Wir reichern sozusagen die reale Welt mit Informationen an«, sagt Thomas Kirner, Teamleiter für virtuelle Inbetriebnahme bei KUKA. Die Arbeit mit der virtuellen Realität gehört für ihn seit vielen Jahren zum Alltag. Sein Team erstellt digitale Abbilder von Anlagen; diese virtuellen Maschinen werden dann programmiert. Funktioniert alles wie gewünscht, wird die Software auf die echte Anlage übertragen. Das spart Zeit und Geld, zudem können Kunden durch komplexe, in der Realität nicht einsehbare Produktionszellen spazieren und ihre Anlage in allen Details bei der Arbeit betrachten. Nicht immer kommt dabei die 3D-Brille zum Einsatz, oft genügt auch der Monitor.

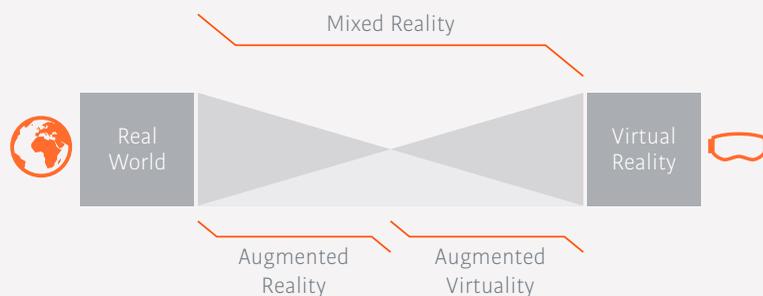
Auf den ersten Blick sehen die Träger der klobigen schwarzen Brillen isoliert aus, tatsächlich kann VR aber die Zusammenarbeit fördern. Wie bei gemeinsamer Projektarbeit im virtuellen Raum, während die Teams eigentlich an unterschiedlichen Orten sitzen. Und das hilft den Mitarbeitern in Zukunft vielleicht auch dabei, kreativer zu arbeiten. Denn in der virtuellen Welt kann das Meeting auch vor einem atemberaubenden Bergpanorama oder am Strand stattfinden, statt im tristen Besprechungsraum. <

**Augmented Reality:** Die reale Welt wird um virtuelle Objekte und Informationen erweitert, wie Anleitungen oder Hinweise. Die wohl populärste AR-Anwendung bislang ist übrigens ein Computerspiel: Bei Pokémon Go fangen Nutzer digitale Fantasiewesen in der realen Welt.

**Augmented Virtuality:** Die »erweiterte Virtualität« dreht das Verhältnis von virtuell und real um: Reale Objekte oder Menschen werden in einer virtuellen Umgebung eingeblendet oder gezeigt.

**Mixed Reality:** In der »gemischten Realität« verbinden sich virtuelle und reale Elemente in unterschiedlichem Umfang. Das kann von einer realen Umgebung mit einigen virtuellen Objekten (AR) bis hin zur digital erstellten Umgebung mit Menschen oder echten Objekten darin reichen.

**Virtual Reality:** Dank spezieller Brillen oder Räume können Nutzer komplett in eine computergenerierte Welt eintauchen. Immersion wird dieser Effekt genannt und gilt als zentrales Merkmal von Virtual Reality. Nutzer bewegen sich in der virtuellen Realität und interagieren in Echtzeit mit ihr.



## Tradition trifft Innovation

In diesem Jahr feiert KUKA 120-jähriges Jubiläum.  
Alle Aktionen und Events rund um den orangen  
Geburtstag finden Sie unter [www.kuka.com/KUKA120](http://www.kuka.com/KUKA120)



## Kontakt und Impressum

### KUKA Aktiengesellschaft

Zugspitzstr. 140  
86165 Augsburg  
Deutschland  
T +49 821 797-0  
F +49 821 797-5252  
[kontakt@kuka.com](mailto:kontakt@kuka.com)

### Corporate Communications

T +49 821 797-3722  
F +49 821 797-5213  
[press@kuka.com](mailto:press@kuka.com)

**Konzept, Design und Satz** sam waikiki, Hamburg, [www.samwaikiki.de](http://www.samwaikiki.de)

**Text** KUKA Aktiengesellschaft

**Redaktion** Katrin Stuber-Koeppe, Teresa Fischer

**Fotos** Marek Vogel  
Andreas Pohlmann  
KUKA AG  
iStock  
Jo Teichmann  
Swisslog  
Audi AG (S. 20/21)  
VW (S. 25)  
SCHUNK GmbH & Co. KG (S. 20)

**Grafiken** Torsten Fell – angelehnt an Milgram, Paul;  
H. Takemura; A. Utsumi; F. Kishino (1994)  
(Grafik VR/AR, S. 37)  
Dr. Richard Zunke (Grafik MRK, S. 26/27)

**Lektorat** candid communications GmbH, Augsburg

**Druck** Eberl Print GmbH, Immenstadt



