

# interaktiv

DAS KUNDENMAGAZIN DES FRAUNHOFER IPA | AUSGABE 2.2018



Lernreise Industrie 4.0 live

automatica 2018

»LERNREISE INDUSTRIE 4.0 LIVE« START

**Sehr geehrte Leserinnen und Leser,**

die »Lernreise Industrie 4.0 live«, die vor zwei Jahren startete, zwölf Stationen hatte und an der 30 Mitgliedsfirmen teilnahmen, ist ein voller Erfolg. Das Konzept des Austauschs, der Vernetzung und Verständigung ist voll aufgegangen. Für uns als Schirmherren ein tolles Ergebnis.

Daher lassen wir in dieser Interaktiv-Ausgabe einen Anwender, zwei Mitgliedsfirmen und vier Best-Practice-Partner der Lernreise zu Wort kommen. Sie berichten von ihrem Umgang mit Tradition und Veränderung, denn sie gehören zu denen, die nicht nur über Industrie 4.0 reden, sondern diese auch umsetzen. Sie beweisen Mut und gehen den nächsten Schritt in einer industriellen Wertschöpfung, die geprägt ist von neuen Geschäftsmodellen, autonomen Produktionen und vernetzten sowie personalisierten Produkten.



Wer digitaler Champion sein will, muss das Angefangene weiter befeuern, kontinuierlich am Ball bleiben und die Menschen mitnehmen. Nur so gelingt auf lange Sicht die digitale Transformation.

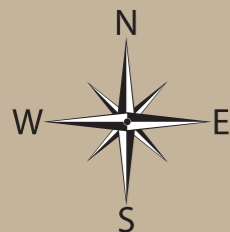
Welche digitalen Themen das Fraunhofer IPA aktuell vorantreibt, wird auf der diesjährigen automatica in München gezeigt. Unter anderem wird es darum gehen, Daten echtzeitnah in der »Smart Factory« zu erfassen, Augmented Reality zur Prozessplanung sinnvoll einzusetzen, künstliche Intelligenz für die Roboter-Programmierung zu nutzen und Konzepte für ergonomisches Arbeiten im Produktionsumfeld zu bieten.

Zu den Leit- und Zukunftsthemen, die das Fraunhofer IPA dieses Jahr begleiten werden, zählen außerdem die biointelligente Wertschöpfung, die Batterieproduktion sowie additive und frugale Produktionsansätze. Fünf Kompetenzzentren für Forschung und Technologietransfer auf dem Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus, kurz S-TEC, die im April gestartet sind, bringen diese Ansätze auf Flughöhe.

Und nun wünschen wir Ihnen eine spannende Lektüre und viel Erfolg bei allen Dingen, die Sie heute und in Zukunft anpacken, seien sie nun digital oder analog.

**Thomas Bauernhansl & Stefan Aßmann**

*Fraunhofer IPA und Robert Bosch GmbH  
Schirmherren der Lernreise Industrie 4.0 live*

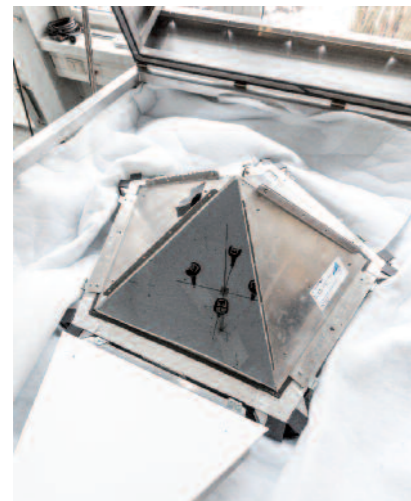




10

**»Lernreise Industrie 4.0 live«**

Um Unternehmen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 zu unterstützen, wurde im Juli 2016 die Lernreise »Industrie 4.0 live« ins Leben gerufen. Innerhalb von zwei Jahren besuchten Vertreter von 30 Mitgliedsfirmen zwölf »Industrie-4.0-Vorreiter« und konnten sich dort praktische Inspiration für das eigene Unternehmen holen. Interaktiv hat sich bei Mitgliedern und einem Landwirt umgesehen und sie portraitiert.



44

**UV-Kugel macht Lackieren einfach und schnell**

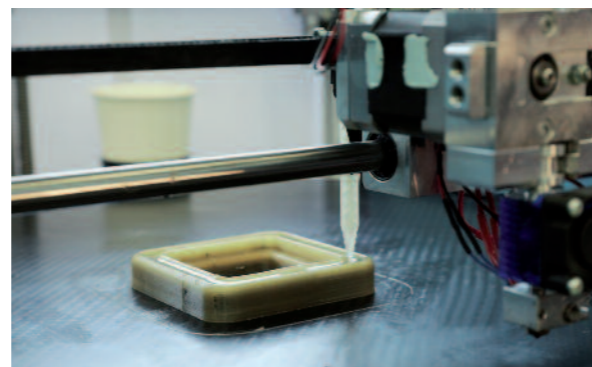
Autos, Möbel, Elektroneinhausungen – überall wird lackiert. Doch die herkömmlichen Lack-Trocknungsverfahren sind wegen ihres hohen Energieverbrauchs in die Kritik geraten. Eine neue raffinierte Anlage senkt den Energiebedarf, schont die Umwelt nachhaltig und verkürzt die Taktzeiten radikal.



34

**Die virtuelle Welt erobert die Produktion**

Auf der automatica 2018 präsentiert das Fraunhofer IPA vier Eckpfeiler von Industrie 4.0: Produktion, Produkt, IT und Mensch. Die Besucher können anhand mehrerer mit der Cloud intelligent zusammenspieler Exponate nachvollziehen, welche Lösungen das Fraunhofer IPA für verschiedene Abschnitte der industriellen Wertschöpfungskette anbietet.



46

**3D-Druck und Spritzguss kombiniert**

Wissenschaftler des Fraunhofer IPA haben ein neues Verfahren entwickelt, das die Vorzüge von 3D-Druck und Spritzguss vereint. Beim additiven Freiformgießen wird erst die Hülle des Bauteils mit FDM-Druck hergestellt und anschließend mit einem Zwei-Komponenten-Harz befüllt. Das spart Zeit, steigert die Stabilität des Bauteils und ermöglicht es, neue Materialien zu verdrucken.

**Editorial**

von Thomas Bauernhansl und Stefan Aßmann, Schirmherren der »Lernreise Industrie 4.0 live«

3

**Plattform**

Nachrichten und Notizen

6

**Lernreise Industrie 4.0 live**

Eine Kultur des Pioniergeistes

10

Branchen verändern

13

**FuE**

IT-Tools für manuelle Montageaufgaben bei John Deere getestet

15

**Lernreise Industrie 4.0 live**

Produkte digitalisieren

17

**FuE**

Smarte Lösung für die Kunststoffverarbeitung

19

**Lernreise Industrie 4.0 live**

Menschen mitnehmen

20

Disruption leben

22

**FuE**

Flexibilität muss Zielgröße werden

24

**Blickpunkt**

Zukunft is beautiful

26

**Lernreise Industrie 4.0 live**

Lean und Digital verschmelzen

28

**Interview**

mit Hartmut Jenner, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG

31

**automatica 2018**

Die virtuelle Welt erobert die Produktion

34

Navigationstechnologie für dynamische Umgebungen

38

Lernfähige Roboter

40

Roboterprogrammierung radikal vereinfacht

42

**FuE**

UV-Kugel macht Lackieren einfach und schnell

44

Vorzüge von 3D-Druck und Spritzguss kombiniert

46

Gefühlvoll zupacken

48

**Impressum**

50

## Konferenz »Künstliche Intelligenz in der Produktion«



Dr. Wieland Holfelder, Leiter des Google-Entwicklungszentrums in München.

Smart Home, Smart City, Smart Transport, Smart Health, Smart Grid – künstliche Intelligenz hält Einzug in all unsere Lebensbereiche. Was die Technologie heute schon leistet, welche Chancen und Risiken sie für die Industrie birgt – damit beschäftigte sich am 15. Mai 2018 die Konferenz »Smarte Maschinen im Einsatz – Künstliche Intelligenz in der Produktion«, die das Fraunhofer IPA gemeinsam mit der Konradin Mediengruppe veranstaltete. Dabei kamen Vertreter aus Forschung und Industrie gleichermaßen zu Wort, etwa Wieland Holfelder vom Google-Entwicklungszentrum in München, Torsten Kröger vom Karlsruher Institut für Technologie oder Ulrich Eberl, Autor des Buches »Smarte Maschinen«. Rund 160 Teilnehmer besuchten die Konferenz, die schon lange vor Anmeldeschluss ausgebucht war.

## »Medizinisch-technisches Kompetenzzentrum für Orthopädietechnik« gegründet

Die langjährigen Forschungspartner der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg und des Fraunhofer IPA haben ihre Kooperation in einem Kompetenzzentrum gebündelt. Ein Schwerpunkt der international etablierten Expertengruppen, »Motion Lab« der Uniklinik unter Dr. Sebastian Wolf und die IPA-Abteilung »Biomechanische Systeme« unter Dr. Urs Schneider, liegt auf der Untersuchung, Entwicklung und medizinischen Verbesserung von Hilfsmitteln wie Orthesen und Prothesen, aber auch weiteren assistiven Systemen für Menschen mit Mobilitätseinschränkung.

Kooperiert wird in der Forschung, Entwicklung und Testung von orthopädischen Hilfsmitteln. Die Erkenntnisse sollen in die klinische Patientenversorgung einfließen. Dabei liegt ein Kernthema auf der Methodenforschung für die evidenz-basierte Patientenversorgung.

»Die Kombination von klinischen und messtechnischen Erfahrungen erzeugt starke Synergien für Zukunftsfragen wie Stückzahl-1-Zulassung unter Berücksichtigung der MDR-konformen Dokumentation für orthopädische Hilfsmittel«, sagt Schneider. »Wir heißen Patienten, Kostenerstatter, Hersteller, Orthopädietechnikkollegen, Ärzte und Forscher ganz herzlich zum Dialog willkommen«, freut sich Wolf, der das Kompetenzzentrum zusammen mit Urban Daub, Projektleiter am Fraunhofer IPA, koordiniert.



## Die Preisträger der »Oberfläche 2018«

Berührungslos polieren im Tauchbad – ein innovatives Verfahren macht's möglich. Für die Entwicklung der Technik wurde die plasotec GmbH auf der Messe SurfaceTechnology am 5. Juni mit dem ersten Preis im Technologie-Wettbewerb »Die Oberfläche« ausgezeichnet. Den zweiten Platz belegte das Unternehmen Gerhardt Kunststofftechnik GmbH mit einem neuen Verfahren zur Strukturierung galvanisierter Oberflächen mit Gerhardt StrukturChrom®. Den dritten Preis verlieh die Jury den Forschern vom Fraunhofer ITWM. Sie haben ein System zur Dickenmessung von Lackschichten mit Hilfe von Terahertz-Strahlung entwickelt, das geeignet ist für industrielle Anwendungen.

»Die Oberflächentechnik ist eine hoch innovative Branche, von deren Entwicklungen viele Industriezweige profitieren. In der Öffentlichkeit wird dies jedoch kaum wahrgenommen. Der Technologie-Preis »Die Oberfläche« hat das Ziel, die Oberflächentechnik als »hidden« Champion zu würdigen«, erklärt Dr. Martin Metzner. Der Forscher vom Fraunhofer IPA ist Mitglied der interdisziplinären Jury, der auch Dr. Martin Riester vom VDMA Fachverband Oberflächentechnik und Dr. Michael Hilt von der Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e. V. angehören. Aus den eingegangenen Bewerbungen haben die Juroren anhand der Kriterien Innovationsprung, Nachhaltigkeit, Enabler-Qualitäten und industrieller Machbarkeit die drei Preisträger 2018 ausgewählt.



## Neues Forschungszentrum für Maschinelles Lernen

Am 1. April hat am Fraunhofer IPA das neue Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence (ZCCI) den Betrieb aufgenommen. Ziel dieser neuen Einrichtung auf dem Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus (S-TEC) ist es unter anderem, maschinelle Lernverfahren in industrielle Produktionsprozesse zu übertragen. Für den direkten Transfer in die Industrie schreibt das ZCCI Quick Checks aus. Ausgewählt werden bis zu 40 Ideen, die auf Machbarkeit hin geprüft werden. Industrieunternehmen können sich mit einer konkreten Fragestellung bewerben und sind bei Erfolg berechtigt unentgeltlich mit den Fraunhofer-Experten dazu zu forschen.

Bis Donnerstag, 19. Juli können sich interessierte Unternehmen um einen Quick Check bewerben. Mehr unter: <http://www.ipa.fraunhofer.de/openlabamfraunhoferipa.html>

## Auftakt des »Leistungszentrum Mass Personalization«



Am 3. Mai 2018 stellten die Fraunhofer-Gesellschaft und die Universität Stuttgart das »Leistungszentrum Mass Personalization« geladenen Gästen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik vor. Das Leistungszentrum erforscht interdisziplinär und branchenübergreifend Methoden, Prozesse, Produktionssysteme bis hin zu Geschäftsmodellen zur Herstellung personalisierter Produkte. Schirmherren der Veranstaltung waren das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg und das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg.

### Personalisierte Produkte zu Kosten der Massenproduktion

Produkte auf Wunsch und nach Bedarf des Kunden so zu individualisieren, dass sie in der Stückzahl 1 zu Kosten der Massenproduktion hergestellt werden können, klingt zunächst paradox. Aber genau dieses Ziel

hat sich das Leistungszentrum Mass Personalization gesteckt. Mit personalisierten Produkten soll eine neue Geschäftsbeziehung Business-to-User (B2U) entwickelt werden. »Individualisierung gilt als Megatrend in der Gesellschaft. Dazu gehört auch die Personalisierung von Produkten und Dienstleistungen, die wir zunehmend beobachten«, meint Professor Wilhelm Bauer, Institutsleiter des Fraunhofer IAO und Leiter des Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart. »Massenpersonalisierung und B2U ermöglichen dabei ganz neue Geschäftsmodelle. Das ist eine Chance für die Unternehmen in Baden-Württemberg, neue Märkte zu erschließen.«

### Vom Konsumenten zum »Prosumenten«

Waren die klassischen Geschäftsbeziehungen zwischen Unternehmen (Business-to-Business) und der Produktion von Massenwaren für Konsumenten (Business-to-Consumer) geprägt, beeinflussen künftig die Nutzer immer stärker die Produktgestaltung. Sie werden von Konsumenten zu sogenannten Prosumenten und so aktiv in die Wertschöpfung integriert (Business-to-User).

Mass Personalization beinhaltet insofern eine umfassende Neuausrichtung der Produktentstehung, die vom Aufbau eines ganzheitlichen Nutzerverständnisses bis zur nahtlosen Umsetzung in personalisierte Produkte und Dienstleistungen reicht. »Die Fähigkeit, personalisierte Produkte in Stückzahl 1 zu Kosten eines Massenprodukts und unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu entwickeln, zu designen und herzustellen, ist die zentrale Herausforderung«, weiß Professor Thomas Bauernhansl, Institutsleiter des Fraunhofer IPA und Leiter des Instituts für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart. »Unser Konzept »Mass Personalization – Mit personalisierten Produkten zum Business-to-User (B2U)« hat drei Bedürfnisfelder identifiziert, von denen wir glauben, dass sie zukünftig eine zentrale Rolle spielen werden: Mobilität, Gesundheit und Wohnen. Daher sind diese drei Bereiche Schwerpunkte der Arbeit des Leistungszentrums«, so Bauernhansl weiter.

Professor Wolfram Ressel, Rektor der Universität Stuttgart, unterstreicht: »Personalisierte Produkte eröffnen branchenübergreifend neue Marktpotenziale. Wir werden im neuen Leistungszentrum zentrale Themen der Mass Personalization erforschen und

bearbeiten. Die Expertise aller beteiligten Forschungseinrichtungen und Unternehmen wird dazu beitragen, attraktive und erfolgreiche Lösungen für die Wirtschaft bereitzustellen.«

So zum Beispiel das Fraunhofer IGB: »Das Institut stellt Firmen seine Expertise zu Biomaterialien für die Medizintechnik, in der personalisierten Diagnostik sowie zur Herstellung von Medizinprodukten und neuartigen Arzneimitteln zur Verfügung. Damit erfüllen wir für Industrie und Gesellschaft eine wichtige Aufgabe im Transfer wissenschaftlicher Ergebnisse in die Anwendung«, erläutert Dr. Markus Wolperdinger, Institutsleiter des Fraunhofer IGB.

### Baden-Württemberg fördert Leistungszentrum mit fünf Millionen Euro

Die Landesregierung fördert den Aufbau des Leistungszentrums Mass Personalization mit fünf Millionen Euro. Die Förderung übernehmen das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau sowie das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst. »Personalisierte Lösungen werden durch die Digitalisierung einen weiteren Schub erhalten und somit für unsere Wirtschaft immer bedeutender. Die Fähigkeit zur Mass Personalization wird daher ein entscheidender Erfolgsfaktor für Unternehmen. Es ist jedoch insbesondere für kleinere und mittelständische Unternehmen eine Herausforderung, sich die Kompetenzen anzueignen, wie personalisierte Produkte effizient und flexibel bereitgestellt und entsprechende Wertschöpfungsketten aufgebaut werden können. Das Leistungszentrum soll die Unternehmen bei der Bewältigung dieser Herausforderungen unterstützen«, betont Wirtschafts- und Arbeitsministerin Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut. Wissenschaftsministerin Theresia Bauer ergänzt: »Individualisierte Produkte und deren Produktion bieten ein hohes Innovationspotenzial. Das Zentrum führt die bedeutende Tradition der Produktionswissenschaft am Standort Stuttgart in die Zukunft. Der Campus braucht diese Orte, an denen Innovationskultur gelebt wird.«

Die Fraunhofer-Gesellschaft und die Universität Stuttgart beteiligen sich an der Finanzierung. Darüber hinaus werben die beteiligten Institute zusätzliche fünf Millionen Euro Drittmittel aus der Wirtschaft ein, sodass insgesamt 12,5 Millionen Euro zur Finanzierung bereitstehen.

Forschungspartner im Leistungszentrum sind die vier Stuttgarter Fraunhofer-Institute IAO, IBP, IGB und IPA sowie acht Institute der Universität Stuttgart. Hinzu kommen umfassende Kooperationen mit zahlreichen Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen der Industrie. Durch die Bündelung zahlreicher Kompetenzen, die Standortnähe der beteiligten Institute und einem Netzwerk mit Industrieunternehmen verfügt das Leistungszentrum über die Kompetenzen, die für personalisierte Lösungen notwendig sind.

### Kontakt

Dr. Andrea Traube  
Telefon +49 711 970-1241  
andrea.traube@ipa.fraunhofer.de



# Eine Kultur des Pioniergeistes

## Von den Besten lernen

**Der Schriftsteller Franz Kafka hat einmal gesagt: Wege entstehen dadurch, dass man sie geht. Bezogen auf die digitale Transformation ist es nicht anders. Sehen, verstehen, gehen. Stellvertretend für die deutsche Wirtschaft berichten ein Anwender sowie vier Best-Practice-Partner und zwei Mitglieder der »Lernreise Industrie 4.0 live«, die unter der Schirmherrschaft von Bosch und dem Fraunhofer IPA stand, von ihrem Umgang mit Tradition und Veränderung.**

Ein Sprichwort sagt: Kräht der Hahn auf dem Mist, ändert sich das Wetter oder es bleibt so, wie es ist. Nach einem Hahn sucht man vergeblich auf dem Hof von Jan Derk Koning, dem gebürtigen Holländer, der vor mehr als 20 Jahren seiner Heimat den Rücken kehrte und sich in Nauen, 40 km nordwestlich von Berlin, niederließ. Aber die Devise ist auch hier Programm: »Was macht ein Landwirt als erstes, nachdem er aufgestanden ist? Er schaut nach dem Wetter. Das war vor 100 Jahren so und das wird auch noch in 100 Jahren so sein«, berichtet Koning. Daran ändert auch die Digitalisierung nichts. Was die Digitalisierung jedoch Landwirten wie Koning bringt, ist Erleichterung im täglichen Doing, der vorausschauenden Planung und der notwendigen Dokumentation.

Es gab einige Anbieter, die vor vier, fünf Jahren mit digitalen Services für die Landwirtschaft hausieren gingen. Er habe sich diese angeschaut und sich dann für 365FarmNet entschieden, so Koning. »Schließlich muss man mal anfangen«, sagt er. Das Wichtigste für ihn: Den tagtäglichen Arbeitsablauf auf dem Feld darstellen. Oder im Fachjargon gesprochen: pro Schlag. Damit bezeichnet man eine zusammengehörige Ackerfläche, die mit nur einer Feldfrucht, beispielsweise Wintergerste, bestellt ist. »Einen Teil der App, die ich intensiv nutze, ist die digitale Wetterstation, die unmittelbar meinen Hof und die Äcker zeigt.« Sie zeigt den Niederschlag für die nächsten vier Stunden, die Windgeschwindigkeit und die Minimum- und Maximum-Temperaturen. Koning: »Die Vorteile liegen auf der Hand. Zu wissen, zu welchem Schlag gehen wir zuerst, zu welchem zuletzt. Wo säen und bewässern wir, wo bringen wir wie viel Dünger aus, wo ernten wir zuerst, bevor der Regen fällt«.

### Die Dokumentation läuft automatisch mit

Gerade am Beispiel Düngen wird ein großer Vorteil sichtbar: Vergangenheitsdaten zeigen genau an, wie viel Nährstoff wurde wann in welcher Menge auf welcher Fläche ausgebracht und wie viel Nährstoff ist wann weiterhin erforderlich. Außerdem werden durch die automatischen Festlegungen weniger Fehler gemacht. Mehr noch: Vor-Ort-Kontrollen der Behörden können aufgrund der Dokumentation deutlich besser durchgeführt werden. Alles ist protokolliert und statistisch auswertbar. »Früher habe ich das abends am PC in einer Excel-Liste gemacht. Und da ist die eine oder andere Information im Tagesverlauf schon mal auf der Strecke geblieben«, blickt Koning zurück. Im digitalen Zeitalter passiert das nicht. Da ist alles transparent. Am Traktor, im Stall, auf dem Feld.

### Dokumentation im Ackerbaubetrieb

*Von einem landwirtschaftlichen Betrieb wird gefordert, schlagbezogene Aufzeichnungen vorzunehmen. Seit 1. Januar 2005 ist in der ganzen EU die Rückverfolgbarkeit von Lebens- und Futtermitteln sicherzustellen und wird entsprechend kontrolliert (EU-Verordnung 178/2002). Handel und Verarbeiter verlangen von den Agrarwirten Aufzeichnungen über Anbau, Lagerung und Transport.*

*Weiterhin schreibt das Pflanzenschutzgesetz in der Novelle vom 12.3.2008 Aufzeichnungen zum Pflanzenschutz vor. Diese beinhalten Pflanzenschutzmittel (Präparat), Fläche (jeweilige Anwendungsfläche/Schlagbezeichnung, Fruchtart), Datum, Aufwandmenge, Anwendungsgebiet (Schadorganismus) und Name des Anwenders.*

*Diese Aufzeichnungen müssen im Rahmen einer sogenannten Cross-Compliance-Prüfung den Behörden vorgelegt werden.*

### Der Pionier

Es kann nur gelingen, wenn man gemeinsam anpackt – davon ist Jan Derk Koning überzeugt. Gemeinsam mit seiner Frau, den vier Kindern und acht Mitarbeitern führt er einen Betrieb mit Kuhaufzucht, Ackerbau und Biogas-Anlage. Im Sommer arbeiten zusätzlich Praktikanten von der Berliner Humboldt-Universität, aus Weißrussland, der Ukraine und den Niederlanden auf seinem Hof.



Dass ein solches System nicht von alleine existiert, ist für Koning auch klar. »Ich nutze das seit drei Jahren, beschäftige mich jeden Tag damit und sehe jedes Jahr mehr Vorteile.« Je genauer man damit arbeitet, so sagt er, umso besser kann man damit auch Analysen vornehmen. Über die Jahre hat sich die Software weiterentwickelt, die Bedienerfreundlichkeit ist besser geworden, der Anreiz, damit zu arbeiten, ist gestiegen. »Es ist ein schönes Arbeiten. Der Arbeitsaufwand, um genau zu diesen Daten zu kommen, wäre ohne viel höher«, davon ist er überzeugt. Nicht alle Landwirte denken so. Es gibt noch viele weiße Flecken in der Republik. Und so bleibt zu hoffen, dass die Pionierarbeit der Digitalisierung in dieser Branche in Zukunft noch viele weitere Früchte tragen wird.

## Über die Lernreise

Um Unternehmen bei der Umsetzung der vierten industriellen Revolution zu unterstützen, hat das Macils Management Centrum unter Schirmherrschaft der Robert Bosch GmbH und des Fraunhofer IPA im Juli 2016 die Lernreise »Industrie 4.0 live« ins Leben gerufen. Innerhalb von zwei Jahren besuchten Vertreter von 30 Mitgliedsfirmen zwölf »Industrie-4.0-Vorreiter« und konnten sich dort praktische Inspiration für die eigene Organisation holen. Des Weiteren gab es die Möglichkeit, Coaching- und Trainingstage zu buchen und an Transferworkshops teilzunehmen. Dieser gelebte Wissenstransfer geht im September 2018 mit neuen Mitgliedern und neuen Best-Practise-Partnern in die zweite Runde.

# Branchen verändern

»Do something useful – and anything else will follow« – dieses Zitat von Ex-Google-CEO Eric Schmidt steht an der Wand der Empfangshalle des Hauptsitzes von 365FarmNet in der Nähe des Berliner Gendarmenmarkts. Da dieses Credo Programm ist, geben sich die Redaktionen von Capital, Wirtschaftswoche und Co. die Klinke in die Hand. Sie alle wollen mehr wissen von dem, was »Die Welt« mit »Smart Farming ist die neue Bauernweisheit« und die Fachzeitschrift »Profi« mit »Das ist eine große Aufgabe, die Mut, Ideen, Fachwissen, exzellente Programmierer und vor allem einen langen Atem voraussetzt« beschrieben haben. Auch wenn der Nutzen der Digitalisierung in dieser Branche klar auf der Hand liegt, ist nicht jeder Landwirt sofort davon angetan, wenn er Stift und Zettel gegen ein Smartphone eintauschen soll.

»Digitalisierung ist keine Technologie. Digitalisierung ist ein Mindset, eine Kultur«, davon ist 365FarmNet-Geschäftsführer Maximilian von Löbbecke überzeugt. Es braucht Überzeugungsarbeit und Zeit. Er kann die Skepsis der Landwirte verstehen, wenn diese – symbolisch gesprochen – »als passionierte Fahrradfahrer aufs Elektroauto umsteigen sollen«. Aber genau darum geht es bei dem Plattform-Ökosystem, das im Jahr 2013 startete und an dem mittlerweile über 70 Mitarbeiter an vier Standorten in Deutschland, Frankreich und Polen arbeiten. »Das, was wir tun, betrifft jeden Landwirt und das braucht auch jeder Landwirt. Denn zwei große Herausforderungen gilt es im Kernmarkt Europa zu meistern: Auflagendruck und Wirtschaftlichkeit. Die Nachweisdokumentation ist mittlerweile so komplex, dass sie ohne digitale Unterstützung gar nicht mehr zu bewerkstelligen ist.«

## Profil

**Name:** 365FarmNet

**Geschäftsmodell:** Software im Agrarbereich, die unter einem ganzheitlichen Ansatz mit Partnerunternehmen kooperiert

**Partner (Auswahl):** GEA, Lemken, Allianz, Kubota, CLAAS



Traktor goes digital: Der Landwirt ist in Echtzeit im Bilde darüber, was draußen auf Wiese und Feld passiert und kann somit effizienter planen.



## Der Charismatische

Maximilian von Löbbecke interessiert sich, wie er selbst sagt, für Themen von übermorgen. Und er weiß, wovon er spricht: Zwölf Jahre Job-Rotation bei einem Automobilkonzern, zwei digitale Startups in den USA, sechs aktive Agrarbetriebe in der Familie seit neun Generationen.

### Überzeugungsarbeit zahlt sich aus

Mit den Software-Services von 365FarmNet können Landwirte alle Tätigkeiten im eigenen Betrieb lückenlos und automatisiert dokumentieren und schaffen damit eine neue Qualität von Kosten- und Prozesstransparenz. »Wissen und Bauchgefühl haben über Generationen hinweg gut funktioniert. Aber sie stellen keine datenbasierte Entscheidungsgrundlage dar«, so von Löbbecke. Genau diese Misere erkannte ein Landwirt und sprach vor: Bei keinem geringeren als Helmut Claas, Treiber und langjähriger geschäftsführender Gesellschafter und Vorsitzender des Gesellschafterausschusses der CLAAS Gruppe mit Sitz im ostwestfälischen Harsewinkel. Der damals fast 90-Jährige hörte sich das Anliegen an und entschied, Geld in die Hand zu nehmen, um etwas völlig Neues auf die Beine zu stellen. Er investierte in den Aufbau von 365FarmNet.

Mehr noch: Er öffnete sich dem Wettbewerb. »Die ersten Maschinen, die wir im System angebunden haben, waren von Fendt, dem größten Wettbewerber von CLAAS«, weiß von Löbbecke. Heute, fünf Jahre später, wird deutlich: Das Risiko war es wert. Mehr als 35 namhafte Agrarpartner – vom Maschinenhersteller, Pflanzenschutz- und Düngerproduzenten, Zuchtunternehmen, Futtermittellieferanten bis zum Technikhersteller aus der Tierproduktion – sind Partner im Verbund von 365FarmNet. Und eins wurde auch klar: Die Wettbewerber von morgen stammen nicht aus Kempten im Allgäu, sondern aus dem Silicon Valley.

### Auch Gesellschaft und Umwelt profitieren

Nicht nur Landwirte und deren Partner partizipieren von den Möglichkeiten, die sich durch die Digitalisierung ergeben. Auch gesellschaftlich und ökologisch gesehen ist der Impact positiv: Im Sinne des Tierwohls können Infektionen einzelner Tiere schneller erkannt und behandelt werden. Das schützt die Herde. Im Sinne der Nährstoff- und Schadstoffbilanz können Menge und Einsatzhäufigkeit von Dünger sowie Pflanzenschutz passgenauer bestimmt werden. Das reduziert Umweltbelastungen, schont Äcker, Weiden und Wiesen. Was entsteht, ist eine neue Nachhaltigkeit. Eine digitale Nachhaltigkeit.

Im Herzen von Berlin, in der Nähe des Berliner Gendarmenmarkts, arbeiten Vertreter der Branchenzunft und IT-Entwickler hand in hand an der Zukunft der digitalen Landwirtschaft. Das ist auch gut so, denn der Wettbewerb schläft nicht.



Was Werkern wirklich hilft:

# IT-Tools für manuelle Montageaufgaben bei John Deere getestet

**Im EU-Projekt »BEinCCPS« testet das Fraunhofer IPA beim Traktorhersteller John Deere in Mannheim digitale Technologien, die manuelle Montageaufgaben erleichtern. Im Einsatz sind Smart Glasses, ein Pick-by-Light-System und ein Quality Gate. Seit April 2017 läuft die Produktion damit fehlerfrei.**

In der Automobilindustrie werden auf einer Fertigungslinie oftmals mehrere Produktvarianten gefertigt. Die nahezu identischen Fahrzeugrahmen kommen »roh« auf dem Fließband angefahren und der Werker muss je nach Modell verschiedene Bauteile von Hand montieren. Jedoch erkennen viele Monteure am Rahmen nicht, um welches Modell es sich handelt. »Vor allem Leiharbeiter, deren Anlernphase sehr kurz ist, können die Produktvarianten nicht auseinanderhalten«, weiß IPA-Projektleiter Benjamin Götz. Es kann schnell vorkommen, dass Teile vertauscht oder falsch montiert werden. »Je später in der Produktion ein Fehler bemerkt wird, desto teurer und aufwendiger ist es, ihn zu beheben. Solche Arbeiten sind in der Prozesskette nicht eingeplant und erfordern viele Zusatzschritte«, kritisiert Götz.

Auch beim Traktorhersteller John Deere in Mannheim werden verschiedene Modelle auf einer Fertigungslinie hergestellt. »Bis zu 60 Montagevariationen führen die Werker durch«, erklärt Götz. Um die Mitarbeiter zu entlasten und die Qualität zu steigern, hat das Projektkonsortium von BEinCCPS (Business Experiments in Cyber-Physical Production Systems) digitale Lösungen entwickelt und im April 2017 in der Produktion von John Deere testweise implementiert. Bis zum Projektende im Oktober 2018 sind Smart Glasses, ein Pick-by-Light-System und ein kamerabasiertes Quality Gate zum Einsatz gekommen.

### Unterstützung durch Datenbrille und Lichtsignale

Für ihre digitalen Hilfsmittel haben die IPA-Experten die Aufträge, die Montageanleitungen und die Anzeige der Montage-



*Auf der Fertigungslinie bei John Deere in Mannheim werden über 60 Montagevarianten durchgeführt.*

schritte über die Middleware-Lösung »Manufacturing Service Bus« (MSB) miteinander verknüpft. Dafür wurden die am Rahmen der Traktoren angehängten »Build Tags« genutzt, die der Mitarbeiter vor der Montage einscannet. Die Software von BEinCCPS, die mit dem MSB verbunden ist, erkennt damit, welche Bauteile erforderlich sind. Auf diese Weise können dem Werker gezielt Zusatzinformationen zu seinem Auftrag mitgeteilt werden.

Um diese Hinweise sichtbar zu machen, haben die IPA-Experten einen Prototyp einer Datenbrille von Konica Minolta in der Produktion eingesetzt. Nachdem der Werker den Build Tag gescannt hat, bekommt er Details zur Aufgabe, zum Beispiel Stücklisten mit Bauteilen oder ein Bild vom fertig montierten Rahmen, im Sichtfeld eingeblendet. Weiterhin getestet wurde ein Pick-by-Light-System, das dem Mitarbeiter mit einem gelben Lichtsignal anzeigt, welche Bauteile für die aktuelle Montageaufgabe benötigt werden. Das System erhält dafür alle not-



wendigen Daten von der Software und schickt die Steuerbefehle über einen Access Point kabellos an die Displays.

#### Automatisierte Qualitätskontrolle mit kurzer Einlernphase

Zur Qualitätssicherung nach der Montage haben die IPA-Wissenschaftler ein kamerabasiertes Qualitätstor der Firma IOXP integriert. Die Besonderheit ist, dass das System eingelernt werden kann. Dafür nimmt die Kamera das Montageergebnis auf und vergleicht das Bild mit seinen historischen Daten und den aktuellen Auftragsdaten. Um einen Grundstock an historischen Daten aufzubauen, werden die ersten Prüfungen begleitet. Anschließend teilt man dem System über eine Benutzerschnittstelle mit, ob das Montageergebnis korrekt ist. Jetzt kann es eigenständig arbeiten.

Die Umsetzung eignet sich für jedes Unternehmen, das manuelle Montageprozesse mit hoher Variantenvielfalt durchführt. »Bei einer hohen Mitarbeiterfluktuation, zum Beispiel durch Leih- oder Zeitarbeiter, lässt sich damit die Anlernphase verkürzen«, betont der Projektleiter. Ein weiterer Vorteil sei der geringe Installationsaufwand vor Ort. »Alle Lösungen sind auf der Virtual-Fort-Knox-Cloud verfügbar. Das Unternehmen braucht dafür nur einen Internetanschluss«. Des Weiteren ist die Hard- und Software kostengünstig.

Die Ergebnisse des Projekts BEinCPPS (GA Nr. 680633) wurden vom europäischen Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 gefördert und sind Teil der I4MS Initiative. ■



Mit einer gelben Lichtmarkierung zeigt das Pick-by-Light-System dem Werker an, welche Teile montiert werden müssen.

In ihrem Experiment haben die Forscher auch untersucht, welche Hilfsmittel sich für welche Zielgruppe eignen. »Es hat sich gezeigt, dass jüngere Mitarbeiter der Smart-Glass-Lösung positiv begegnen, während das Pick-by-Light-System im Allgemeinen eine hohe Akzeptanz fand«, meint Götz. Das Experiment bei John Deere hat die Wirksamkeit der IT-Tools bestätigt: Seit Projektstart vor über 200 Tagen sind keine Montagefehler aufgetreten. »Unser Partner hat uns rückgemeldet, dass sich die Monteure sicherer fühlen, wenn sie mit den Werkzeugen arbeiten«, freut sich Götz. Bis zum Projektende sollen die IT-Tools weiter getestet und optimiert werden.

#### Weitere Informationen

Projektwebsite: <http://www.beincpps.eu/>

Website Hannover Messe: <http://www.hannovermesse.de/>

#### Kontakt

Benjamin Götz

Telefon +49 711 970-1354

[benjamin.goetz@ipa.fraunhofer.de](mailto:benjamin.goetz@ipa.fraunhofer.de)

# Produkte digitalisieren



#### Der Querdenker

Hans Georg Hagleitner, Firmeninhaber und Geschäftsführer von HAGLEITNER, wurde 2016 als »Entrepreneur of the year« in der Kategorie Handel- und Konsumgüter ausgezeichnet. Er besitzt die Gabe, wie er selbst sagt: »Bilder zu malen«, die sowohl seinen Mitarbeitern als auch seinen Kunden als Roadmap dienen und gelebt werden.

#### Profil

**Name:** HAGLEITNER HYGIENE INTERNATIONAL

**Produkte:** Entwickler und Hersteller innovativer Produkte für Hygiene-Bereiche wie Küche, Bad, Waschraum und Wäsche, zur gewerblichen Objektreinigung sowie für die Hand- und Flächendesinfektion

**Sitz:** Zell am See, Österreich

Es gibt viele Menschen, die wissen, was sie wollen. Aber es gibt nur wenige, die es so klar formulieren: »Marktführerschaft«. Mit diesem Wort ist alles gesagt. Und wer Hans Georg Hagleitner kennt, der weiß: Er meint es ernst und Zuspitzung passt zu ihm. Er ist nicht der Mann der großen Worte, er handelt lieber. Alles fing 1971 an, als sein Vater Johann Hagleitner, gelernter Tischler, einen Verkaufsring für ein Luftreinigungsgerät gründete. Mittlerweile ist aus dem kleinen Familienunternehmen ein internationaler Konzern geworden, der über 950 Mitarbeiter beschäftigt und mit 25 Servicecentern in 12 Ländern sowie mit über 177 Vertriebspartnern in 63 weiteren Ländern präsent ist. »Zum Trotz habe ich mich in jungen Jahren, mit 21, erst einmal selbstständig gemacht. Sechs Jahre später, 1987, kam ich dann zurück nach Hause und arbeitete bis 1998 an der Seite meines Vaters. Seitdem gebe ich dem Unternehmen die Dynamik, die es braucht.«

Die letzten 20 Jahre beschreibt Hans Georg Hagleitner als erfüllt mit Freude und Spaß – Attribute, die in dem hart umkämpften Wettbewerbsumfeld, in dem sein Unternehmen zu Hause ist, nicht selbstverständlich sind. »Wir verstehen es, bestimmte Werte zu leben, die uns differenzieren. Denn nur mit Begeisterung und Zufriedenheit kann man große Dinge bewegen.« Hagleitner weiß, dass Veränderungen, ob man sie nun will oder nicht, nicht aufzuhalten sind. Daher betritt er schon aus Prinzip Neuland, geht unbequeme Wege und nimmt bewusst die Extrameile. »Jeden Tag gilt es mit unglaublicher Geschwindigkeit zu meistern, um am Ball zu bleiben.« Oder noch konkreter und aktueller ausgedrückt: »Ohne die digitale Transformation wird ein Unternehmen in Zukunft nicht erfolgreich sein.«

#### Bis 2020 alle Neuprodukte digitalisieren

Daher hat sich Hagleitner entschlossen, an der Lernreise Industrie 4.0 live teilzunehmen – als Best-Practice-Partner. Um am Ball zu bleiben, sich auszutauschen und zu lernen; aber auch um zu zeigen, wie weit er mit seinen Ideen, seiner Umsetzung ist. Schließlich soll das Projekt »Waschraum 2044« keine Fiktion bleiben. Hier ist übrigens der Name Programm: Wie wird im Jahr 2044 eine öffentliche Toilette aussehen? Hagleitner malt wiederum ein konkretes Bild und stellt so die Weichen für die Zukunft – inklusive Etappenziel: Bis zum Jahr 2020 sollen alle Produkte des Konzerns digitalisiert sein. Kein Dosiergerät, kein Seifen- oder Desinfektionsspender wird mehr als analoges Gut in den Markt gebracht. Wenig Zeit bis dahin, das ist Hans Georg Hagleitner klar. »Das passiert nicht von heute auf morgen. Das ist ein Prozess. Bereits 2008 haben wir begonnen, Produkte zu entwickeln, die man digital nutzen kann.«



Wie ein Fels in der Brandung steht der Gründungsstein vor dem Hauptgebäude in Zell am See – und trotzt sogar dem Winter.



Im HAGLEITNER-Showroom wird die Vernetzung der Produkte exemplarisch durchgespielt und gezeigt, was bereits heute möglich ist.

Auf seinem Handy zeigt er ein Dashboard, das die Füllstände aller Hygiene-Geräte, die firmenintern in Gebäuden verbaut sind, wiedergibt. Basierend auf diesen Daten werden Putzpläne erstellt, Dosierungen festgelegt und Nachbestellungen terminiert. Alles in Echtzeit, versteht sich. Im Kundengeschäft können so alle Instanzen – vom Vertrieb über den Einkauf und die Produktion bis hin zum Service »just in time« reagieren. »Ich ebne heute den Weg für morgen – und ich kann auch loslassen«, ist Hans Georg Hagleitner überzeugt. Mit 70 will er nicht mehr jeden Tag mit seiner Aktentasche »antanzeln«. Da wird es andere geben, so sagt er, die dann das Zepter in der Hand halten. Die Grundlage dafür legt er bereits heute. Mit jedem neuen Bild, das er sich und seinen Mitstreitern malt.

# Smarte Lösung für die Kunststoffverarbeitung

Bei der Kunststoffverarbeitung spielen Temperiersysteme eine wichtige Rolle. Nur dann, wenn die Temperatur der Bearbeitungswerkzeuge und des Werkstoffs richtig eingestellt sind, erhalten Produkte die gewünschten Oberflächen und Eigenschaften. Mit »Logotherm 4.0« hat das Fraunhofer IPA zusammen mit der gwK Gesellschaft Wärme Kältetechnik eine Lösung entwickelt, die die Zustands- und Prozessdaten der Temperiersysteme überwacht und bei Abweichungen Alarm auslöst. Das senkt den Ausschuss und steigert die Prozessqualität. Gleichzeitig wird die Instandhaltung optimiert.

Im ersten Schritt haben die Forscher die Temperiersysteme von gwK an die am IPA entwickelte Cloud-Plattform Virtual Fort Knox angebunden. Auf diese Weise erfasst Logotherm 4.0 die Zustands- und Prozessdaten aller Maschinen des Maschinenparks. Ein Dashboard zeigt die Informationen zentral und echtzeitnah an. »Das steigert die Transparenz der Produktion. Der Verantwortliche kann live die Daten jeder Maschine einsehen und muss nicht extra hinlaufen«, informiert IPA-Projektleiter Dennis Bauer.

#### Anlagen vorausschauend warten

Der Industrie-4.0-Ansatz sieht es vor, die Daten aus der Produktion nicht nur zu erheben, sondern auch intelligent weiterzuverarbeiten. Dies erfolgt bei Logotherm 4.0 mit einem Condition Monitoring Service, der im Hintergrund läuft. »Die Applikation analysiert die Daten aus der Maschinensteuerung. Fehler und Abweichungen werden auf dem Dashboard angezeigt«, so Bauer. Darüber hinaus haben die IPA-Forscher einen Notification Service integriert, mit dem der Verantwortliche bei Problemen automatisiert eine Benachrichtigung erhält. Missstände lassen sich dadurch schneller erkennen und beheben.

Die Lösung eignet sich für das Predictive Maintenance. Mit den Zustandsdaten kann sie die Lebensdauer der wichtigsten Komponenten wie Pumpen oder Ventile präzise bestimmen. Maschinen und Anlagen können so vorausschauend gewartet und Ausfälle reduziert werden. Logotherm 4.0 verbessert außerdem die Prozessqualität. Über das Dashboard können



die Verantwortlichen die Temperatur, Durchflussmenge, Druck und Leistung der Maschinen abrufen. Treten Abweichungen auf, kann der Mitarbeiter gleich nachjustieren. Das Dashboard haben die IPA-Forscher nach den Vorgaben von gwK konzipiert. Nahende Probleme zeigt es in Gelb an, akute in Rot. Die Benutzeroberfläche lässt sich nach dem Drill-down-Prinzip bedienen. Auf drei Ebenen kann sich der Verantwortliche immer tiefer in die Details vorarbeiten.

#### Lösung eröffnet neue Geschäftsmodelle

Logotherm 4.0 eignet sich für alle Unternehmen, die Temperiersysteme bei der Kunststoffverarbeitung einsetzen. Im Prinzip lasse sich das Zustands- und Prozessmonitoring aber für alle Branchen realisieren. »Firmen können ihren Kunden damit einen digitalen Mehrwert-Service anbieten und ihre Geschäftsmodelle neugestalten«, so Bauer. Möglich sei es zum Beispiel, Fernwartungen vorzunehmen oder Ersatzteile automatisiert zu liefern. Ein Demonstrator von Logotherm 4.0 ist im Applikationszentrum Industrie 4.0 des Fraunhofer IPA errichtet. ■

#### Kontakt

Dennis Bauer  
Telefon +49 711 970-1355  
dennis.bauer@ipa.fraunhofer.de

# Menschen mitnehmen



## Der Systematische

Stefan Schwerdtle, Werkleiter der Technologiefabrik Scharnhäusen, ist als pragmatischer Strategie und offener Gesprächspartner bekannt. Sein Credo lautet: Nicht jedem Trend hinterherlaufen, aber auch keine Chance verpassen. Eine echte Mammutaufgabe in einem sich ständig verändernden Marktumfeld.

## Profil

**Name:** Festo AG & Co. KG

**Größe:** 20 000 Mitarbeiter, 3 Milliarden Euro Umsatz

**Produkte:** Automatisierungslösungen mit elektrischer und pneumatischer Technologie in der Fabrik- und Prozessautomation

Keine 10 Kilometer vom Esslinger Headquarter von Festo entfernt liegt die Technologiefabrik Scharnhäusen. Die Räume sind hell, die Luft ist sauber, jeder Gegenstand steht an seinem Platz. Im dritten Stock befindet sich das Büro von Stefan Schwerdtle – mit direktem Blick auf das Atrium, dem großen Treffpunkt und Herzstück des Gebäudes. »Ich bin ein Freund der kurzen Wege und bevorzuge das direkte Gespräch«, sagt der gebürtige Schwabe, der seit dem Jahr 2002 bei Festo ist. Er ist, wie er selbst sagt, klassisch eingestiegen. Im zweiten Praxissemester seines Studiums, danach Diplomarbeit, verschiedene Unternehmensstationen, seit 2012 Werkleiter in Scharnhäusen. »Mein erstes Riesenprojekt war der Neubau«, so Schwerdtle. Fast 50 000 Quadratmeter Produktionsfläche

kam zu den bereits angemieteten 16 000 Quadratmeter Objektfläche dazu. Platz für inzwischen 1600 Mitarbeiter wurde geschaffen. Das war dringend nötig, denn das seit 1963 bestehende Stammwerk in Esslingen-Berkheim platzte aus allen Nähten. Die Nachfrage nach Festo-Produkten ist groß, und das in den unterschiedlichsten Branchen.

Im weltweiten Festo-Verbund, der aus über 60 Landesgesellschaften und insgesamt 11 großen Fabriken besteht, ist die Technologiefabrik Scharnhäusen das Leitwerk für die Herstellung von Ventilen, Ventilinseln und Elektronik. »Als ich im Studium über kybernetische Systeme diskutierte und Programmiersprachen wie Java lernte, hätte ich nie gedacht, dass die Digitalisierung, wie wir sie heute kennen, so schnell einziehen wird.« Am meisten beeindruckt Schwerdtle, dass die private digitale Welt die industrielle digitale Welt bereits überholt hat. Daher ist es umso wichtiger, Chancen und Risiken schnell zu erkennen, zu bewerten und zu nutzen beziehungsweise zu eliminieren. Festo hat bereits einen Masterplan entwickelt, eine Digitalisierungsroadmap, die stark mit der HR-Strategie gekoppelt ist. »Die zwei größten Herausforderungen, die die Digitalisierung aus meiner Sicht mit sich bringt, ist zum einen, die Menschen mitzunehmen, und zum anderen, die Prozesslandschaft und die damit verbundene IT-Infrastruktur permanent weiter zu entwickeln.«

## Veränderung braucht Strukturen und Freiräume

Mit »Menschen mitnehmen« meint Schwerdtle unter anderem Sensibilisierungstrainings. Gemeint ist damit, dass sich die

Belegschaft regelmäßig in moderierten Gesprächsrunden über das Thema Digitalisierung austauschen kann. Des Weiteren bewerten bereichsübergreifende Teams im sogenannten trichterartigen »Long-List-Short-List-Ansatz« Ideen und Ansätze jeglicher Art. Geschaut wird, ob diese Ideen und Ansätze am Ende des Tages einen nennenswerten Beitrag zur Zielerreichung der Fabrik leisten können oder einen Mehrwert für den Kunden bieten. Wenn dies der Fall ist, werden sie umgesetzt. »Unsere Mitarbeiter sind unsere Ideengeber. So lässt sich Change-Management am besten integrieren und umsetzen«, ergänzt Jacob Decker. Er und Thomas Pfister unterstützen Stefan Schwerdtle dabei, alles zu tun, um die Technologiefabrik zukunftsfähig zu machen.

Lernreisen helfen dabei, so Decker weiter, den Blick zu schärfen. Kooperationen helfen, Neues – auch gern nach dem Trial-and-Error-Prinzip – auszuprobieren. So hat Festo beispielsweise gemeinsam mit Mitarbeitern und einem externen Startup erfolgreich zwei neue Instandhaltungstools aufgebaut. Mit Forschungsinstituten wie dem Fraunhofer IAO wurde das Projekt »Akteure 4.0« aufgesetzt, mit dem Fraunhofer IPA wertvolle IoT-Gateway-Arbeit geleistet. Digitalisierung hin oder her, für Stefan Schwerdtle werden in Zukunft vor allem drei Dinge über den Erfolg und Misserfolg eines Unternehmens entscheiden: Kundennutzen, Qualität und Liefertreue.



# Disruption leben

Wenn man sich mit Licht beschäftigt, muss man sich auch mit allen Themen drum herum beschäftigen und es dem Kunden einfach machen, seine optimale Lichtlösung zu realisieren – das ist der Tenor von »SIMPLIFY YOUR LIGHT«, dem Versprechen des Lichtspezialisten TRILUX. Der Name TRILUX bedeutet »dreifaches Licht« und geht auf die Lichtausbeute der Langfeldleuchten zurück, die in Arnshagen entwickelt wurden. »In unserer über hundertjährigen Geschichte waren wir bereits des Öfteren disruptiv«, freut sich Geschäftsführer Klaus Röwekamp. Nach dem Zweiten Weltkrieg beispielsweise wurde die Entscheidung getroffen, der Glühlampe das Licht abzudrehen und mit voller Energie Leuchten für Leuchtstofflampen zu entwickeln. Die Technologie war neu, das Risiko hoch. Der Erfolg stellte sich ein und machte das Unternehmen groß.

Produziert wird an sechs Standorten. Allein vom Hauptwerk Arnshagen gehen pro Tag an die 10 000 Leuchten in die Welt. Die Fertigungstiefe ist hoch, die Klientel vielschichtig. Sie reicht vom Architekten über den Elektroinstallateur bis hin zum professionellen Endkunden. Beleuchtet werden Büros, Fabriken, Supermärkte, Kaufhäuser, Logistikhallen, Kliniken, Straßenzüge und vieles mehr. »Wir tummeln uns in allen Bereichen. Besonders geschätzt wird unsere Projektlösungskompetenz«, ist sich Röwekamp sicher. Im firmeneigenen Innovations- und Technologiezentrum, kurz ITZ, entstehen durch die Kombination aus Jung und Alt, interdisziplinären Teams und einem Netzwerk an begeisterten Mitstreitern neue Ansätze. »Der Erfolg liegt auch im konkreten Ausprobieren neuer Ideen«, so Röwekamp.

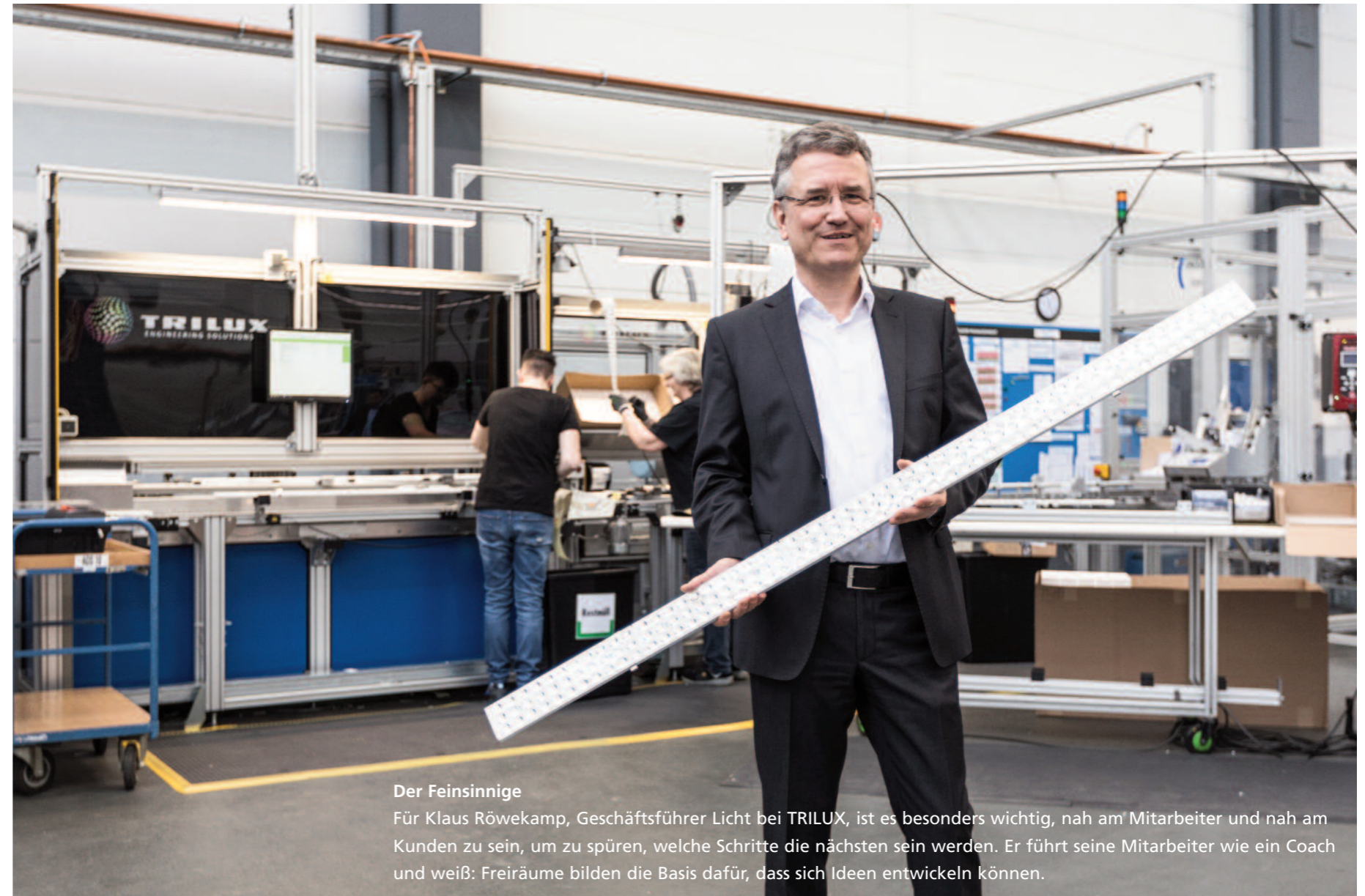
## Angewandte Forschung erweitert den Horizont

Kräftig ausprobiert wird nicht nur in Pilotprojekten mit ausgewählten Kunden, sondern auch mit Wissenschaftlern von Forschungsinstituten wie Fraunhofer. Laut Röwekamp lässt sich hier eine wertvolle Brücke schlagen. Fraunhofer sei auf dem richtigen Level unterwegs, stark anwendungsbezogen, aber dennoch »abgehoben« genug, um in die Zukunft zu schauen. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ISE hat TRILUX beispielsweise optische Systeme und Prismenstrukturen entwickelt, mit dem Fraunhofer IBP Verbundforschungs- und Normungsprojekte aufgesetzt. Es geht um Werkstoffe und Abläufe und darum, wie sich Licht am besten integrieren lässt.

Denn Licht ist in irgendeiner Form immer mit Gebäuden verknüpft.

Ein aktuelles Schlagwort ist BIM, steht für Building Information Modeling. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Wirtschaft will BIM in Deutschland vorantreiben und hat dafür den »Stufenplan Digitales Planen und Bauen« verabschiedet. Denn heute plant jeder für sich in unterschiedlichen Systemen. Ziel ist es, die Systeme zu orchestrieren, um ganzheitlich effizienter zu werden.

Ein weiteres Stichwort lautet Human Centric Lighting. Hier geht es um die richtige Lichtfarbe und Beleuchtungsstärke – der Nachbildung der biologischen Uhr mit positiven Auswirkungen auf Menschen am Arbeitsplatz. Auch bei TRILUX haben Biologen und Mediziner Kurven erarbeitet, um beispielsweise die Abend- und Nachtschichten in Fabriken lebensnah zu gestalten. TRILUX zeigt seine Kompetenz, das Tageslicht in den Raum zu holen, direkt vor Ort: Kürzlich wurde am Standort Arnshagen eine 2500 Quadratmeter große Fertigungshalle auf den neuesten Standard der HCL-Beleuchtung umgerüstet. Das kommt auch den Mitarbeitern zugute. Denn Licht ist Wohlbefinden, Licht ist Leben.



### Der Feinsinnige

Für Klaus Röwekamp, Geschäftsführer Licht bei TRILUX, ist es besonders wichtig, nah am Mitarbeiter und nah am Kunden zu sein, um zu spüren, welche Schritte die nächsten sein werden. Er führt seine Mitarbeiter wie ein Coach und weiß: Freiräume bilden die Basis dafür, dass sich Ideen entwickeln können.

### Viel Kontinuität und noch mehr Veränderung

Klaus Röwekamp folgt neuen Entwicklungen mit viel Enthusiasmus – und einem gesunden Maß an Skepsis. »Manchmal geht mir das Begriffsbingo gegen den Strich. Denn viel wichtiger ist doch: Was steckt dahinter, wie kann man beispielsweise die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung konkret nutzen?«, so der dreifache Vater, der in seiner Freizeit gern mal zu Saxophon, Klarinette oder in die Tasten greift. Disruption sinnvoll und erfolgreich gestalten. So wie vor zehn Jahren, als die LED-Technologie alles verändert hat. Auch in Zukunft will TRILUX, deutscher Marktführer für technische Beleuchtung und Nr. 3 in Europa, weiter wachsen.

### Profil

**Name:** TRILUX GmbH & Co. KG

**Größe:** Töchter und Beteiligungen in 33 Ländern, 714 Millionen Euro Umsatz in 2017, 5000 Mitarbeiter

**Produkte:** Innen- und Außenbeleuchtung sowie Lichtmanagement für die Bereiche Office, Industry, Shop & Retail, Education, Outdoor, sowie Architectural

# Flexibilität muss Zielgröße werden

Energie aus erneuerbaren Ressourcen ist nicht immer gleichermaßen verfügbar. Deshalb arbeitet das Fraunhofer IPA in dem vom BMBF geförderten SynErgie-Konsortium seit September 2016 daran, Industrieprozesse flexibler zu gestalten. Geleitet wird das Vorhaben vom EEP der Uni Stuttgart und dem PTW der TU Darmstadt.



*Gasbetriebener Magnesium-druckgussprozess: Ansatzpunkt für eine bivalente Energieversorgung.*

Ziel des Projekts SynErgie ist es, die Industrie maßgeblich mit Strom aus erneuerbaren Ressourcen zu versorgen. Allerdings erzeugen Solarparks oder Windkraftanlagen je nach Wetterlage und Jahreszeit unterschiedlich viel Energie. Aufgabe der Partner ist es daher, Industrieprozesse an eine volatile Versorgung anzupassen.

## Flexibilität und Effizienz in Einklang bringen

Bei den Prozessen stellte sich heraus, dass Flexibilitätspotenziale in fast allen Branchen vorhanden sind. Diese lassen sich aber nur heben, wenn die Prozesse weiterentwickelt werden. Eine Herausforderung ist dabei, Flexibilität und Effizienz in Einklang zu bringen. »Maschinen sind heutzutage vorrangig

darauf ausgelegt, möglichst effizient in ihrem Betriebspunkt zu arbeiten, und das zumeist mit einem Energieträger. Mit der Energiewende wird es auf der Verbraucherseite zunehmend zu einem Paradigmenwechsel kommen, indem Anlagen bezüglich des Energiebezugs immer flexibler und somit auch außerhalb des bisherigen energetischen Optimums betrieben werden müssen«, erklärt Professor Alexander Sauer, der das Projekt am Fraunhofer IPA leitet. Als erweiterte Alternative zum flexiblen Energiebezug bietet sich auch der Wechsel des Energieträgers an, zum Beispiel von Gas auf Strom, da so bewusst das Energienetz be- oder entlastet werden kann, ergänzt der Experte. Um die Chancen zu nutzen, muss Flexibilität neben den bisherigen Planungsparametern im Produktionsprozess als feste Optimierungsgröße etabliert werden. »Mit einer flexiblen



*Flexibler Betrieb einer Aluminium-Elektrolyse.*

Betriebsweise von energetischen Verbrauchern können wir Schwankungen im Energiesystem begegnen«, fasst Sauer zusammen.

Um die flexibilisierten Prozesse zu vernetzen und zu digitalisieren, werden Konzepte für die Informations- und Telekommunikation (IKT) benötigt. Die IPA-Experten arbeiten im Projekt an einer IT-Plattform, die Unternehmen und Energielieferanten zusammenbringt. Als Basis dient die am IPA entwickelte Cloud-Plattform Virtual Fort Knox. »Eine Grundvoraussetzung ist, alle Bestandteile der Energieversorgungskette an die Plattform anzubinden und einen durchgängigen Informationsfluss zu gewährleisten – vom Windpark bis zur Maschine in der Produktionslinie«, erklärt IPA-Forscher Dennis Bauer, der in diesem Projektcluster mitwirkt. Digitale Services, die auf der Plattform laufen, greifen auf die Daten zu und bestimmen den bedarfsgerechten Einsatz verschiedener Flexibilitätsoptionen, welche aktuell zur Verfügung stehen. Hierfür wurde gemeinsam mit Partnern ein durchgängiges Datenmodell entwickelt, das alle Schritte von der Erfassung über die Optimierung bis zur Vermarktung der Energieflexibilität mit digitalen Services beinhaltet.

## Neue Zielgrößen geben den Ton an

Die vernetzten und digitalisierten Prozesse lassen sich nach verschiedenen Zielkriterien optimieren. Dafür werden neuronale Netze entwickelt, um mit gezieltem Training künstliche Intelligenz soweit zu befähigen, konkrete Anwendungsprobleme zu lösen. Dazu gehören etwa die Minimierung des Modellierungsaufwands. Außerdem arbeitet das Konsortium an einer neuartigen Regelungsstrategie für virtuelle Kraftwerke. »Mehrere kleine Energiequellen, zum Beispiel Solar-

zellen auf Hausdächern, werden virtuell zu einem großen Kraftwerk zusammengeschlossen. Jetzt gilt es, die Verteilung zu optimieren«, informiert Bauer. Das SynErgie-Konsortium entwickelt zudem Umsetzungsstrategien, um energieeffiziente Prozesse bei schwankenden Energiepreisen bestmöglich in den Produktionsplan zu integrieren. »Geeignete Arbeitsschritte könnten teilweise kurzzeitig beschleunigt oder verlangsamt werden, um so auf den momentanen Leistungsbezug Einfluss zu nehmen«, weiß der Experte.

## Über das Projekt

SynErgie ist eines von vier Teilprojekten der Forschungsinitiative »Kopernikus-Projekte für die Energiewende«. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert die Projekte bis 2019 mit 120 Millionen Euro. Ziel ist, die Energiewende in Deutschland zu meistern. Dabei adressiert SynErgie die Industrieprozesse, andere Schwerpunkte von Kopernikus sind die Weiterentwicklung der Energie-Netzstrukturen und der Energiespeicherung. Das Vorhaben wird bis 2019 mit zirka 30 Millionen Euro gefördert. Anschließend sind zwei weitere Förderphasen für die Dauer von insgesamt weiteren sieben Jahren in Aussicht gestellt. Die Projektleitung teilen sich das Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) der TU Darmstadt und das Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) der Universität Stuttgart. Betreut wird das Projekt vom Projektträger Jülich (PtJ). Insgesamt arbeiten über 100 Partner aus Industrie, Forschung und Gesellschaft im Konsortium mit. ■

## Kontakt

Dennis Bauer  
Telefon +49 711 970-1355 | dennis.bauer@ipa.fraunhofer.de

# Zukunft is beautiful

Ja, Sie lesen richtig. Auch die Schwarzmalen. Black is beautiful, Zukunft is Black – und beautiful. Manchmal eine Blackbox, aber nicht immer. Je nachdem, wie viel Licht man selbst ins Dunkel bringt. Also: Wagen wir den Blick ins Ungewisse. Von Mathias Haas

Megatrends sind eine Mischung aus neuen Technologien und menschlichem Verhalten. Und genau diese »dicken Bretter« entwickeln sich über 10, 20, auch mal 30 Jahre. Der 3D-Drucker ist ein gutes Beispiel für diese lange Entwicklung. Denn diese schicken Geräte kommen aus den 80er-Jahren des letzten Jahrhunderts. Es zeigt sich also, dass jeder Entscheider und jede Organisation lange genug Zeit hatte, damit zu spielen, zu testen und auszuprobieren. Wer aber heute keine Erfahrungen mit diesen dreidimensionalen Gegenständen hat, der kommt so langsam aber sicher in den Panikmodus. Schade eigentlich, dass diejenigen eine lange Zeit weggeschaut haben.

Zu deren Ehrenrettung: Innovationen sind nicht immer offensichtlich und natürlich reihenweise von Zufällen und Machtverhältnissen abhängig. Leider setzt sich nicht immer die logischste Lösung durch. Nehmen Sie nur die E-Mobilität: Wie kann es sein, dass sich die deutsche Automobilbranche auf diese Antriebsoption einlässt, obwohl schon längst klar ist, dass wir kaum langfristig auf die nötigen Rohstoffe wie seltene Erde zugreifen können? Weit über 90 Prozent dieser Ressourcen sind in direkter oder indirekter Hand der Chinesen. Warum hat man sich nicht auf Wasserstoff geeinigt?

Wir prägen den Gattungsbegriff »Trendbeobachtung« und halten dies für eine Haltung und ein Handwerk. Einerseits ist es elementar, überhaupt neue Wege und Anbieter ernst zu nehmen, statt sie klein zu reden. Andererseits ist es auch gar nicht so schwierig, die neuen Entwicklungen zu sehen. Es geht um lesen, lesen, lesen. Es geht um zuhören, ansehen und auch darum, selbst zu testen. Mit System natürlich.

## Entscheider sollten zuhören und verstehen

Aber auch lesen, zuhören, ansehen und testen kostet Energie. Und warum sollten Entscheider das tun? Weil dies eine Kernführungsaufgabe ist. Auch deshalb bekommen Führungskräfte mehr Geld als andere. Oder netter formuliert: Die meisten von uns gehen zur gesundheitlichen Vorsorge, denn es könnte ja sein ...

Wir kümmern uns also regelmäßig um unsere persönliche Zukunft. Aber wie ist es bei Unternehmen?

Klar kostet die regelmäßige Zukunftsvorsorge Energie und Budget. Aber sind denn Firmen und deren Belegschaft wirklich unter Druck am besten? Sollten denn Fragen zu großartigen oder bedrohlichen Entwicklungen wie dem Internet der Dinge, Automatisierung, Roboterisierung über Nacht gelöst werden? Geht das überhaupt? Oder sorgen neue Anbieter gepaart mit der eigenen jahrelangen Ignoranz am Ende für Massenentlassungen? Ja, der Panikmodus ist nicht abwegig, und langjährige Kollegen nach Hause zu schicken ist wirklich heftig. Zyklische Trendbeobachtung umzusetzen, den Effizienzwahn einmal pro Woche zu ignorieren – das sind durchaus logische Konsequenzen, die nicht nur Energie kosten, sondern auch Spaß machen. Vorne zu surfen macht Spaß. Hinten das Wasser zu schlucken ist bitter.

Hierzu ein kleines Beispiel. Die Stadt London hat nach wie vor einen stetigen Zuwachs an Einwohnern. Es gibt eine »congestion charge« für Pkw – und trotzdem sinkt das Fahrgastaufkommen im öffentlichen Nahverkehr. Statt berechneten 1,5 Prozent Plus nun ein Minus von 1 Prozent. Warum? Als Hauptgründe wurden die Tendenz zum Homeoffice, neue Mobilitätsanbieter wie Uber sowie das Online-Shopping ausgemacht. Das ist bitter, denn nun müssen Investitionen und Finanzierungen neu überdacht werden. Vor dem Hintergrund dieses Beispiels kann sich jeder für sein eigenes Ressort die Frage stellen, welche Trends ihn zukünftig in eine solche Lage bringen könnten – und dementsprechend handeln.

## Neue Dinge gemeinsam mit Mitarbeitern ausprobieren

Die deutsche Industrie ist auf einem guten Weg inmitten der vielen Irrtümer einer sich neu erfindenden Industrielwelt. Einer Industrielwelt, die mehr denn je von der Konsumentenwelt beeinflusst wird. Aber auch hier brauchen wir nicht alles, was blitzt und blinkt. Wir brauchen sinnvolle Dinge. Daher heißt das oberste Gebot: Heute direkt starten – und nachdenken!

Neben den Führungskräften sollte auch den Mitarbeitern die Möglichkeit gegeben werden, sich Neuem zu öffnen und außerhalb der berühmten Box zu denken. Denn Geschwindigkeit reduziert das Risiko. Und letztlich liegt es an uns, was wir gemeinsam im Zusammenspiel aus Wissenschaftlern, Lenkern, Kapitalgebern, Politikern und Ausführenden daraus machen. Die Betonung liegt dabei ganz klar auf »machen«. Denn es ist viel schöner zu verändern, als verändert zu werden.

Zum Abschluss noch ein paar Tipps, wie sie selbst zum Trendbeobachter werden können. Essen. Mit Pionieren, Musterbrechern und Ideengebern, dabei entspannt reden und danach gemeinsam spazieren gehen. Macht den Kopf frei. Lesen. Beispielsweise eine Zeitung, die Sie bis dato noch nie gelesen haben. Fachfremd. Eröffnet neue Blickwinkel. Kaufen. Einen 3D-Drucker, intelligente Kleidung oder Alexa. Die antwortet auf die Frage »Was bringt die Zukunft?« prompt: Das weiß ich nicht. Aber ich arbeite daran. An einer Glaskugel-App. Faszinierend. Testen. Fahren Sie mal mit Uber, übernachten Sie mal bei Airbnb oder besuchen Sie die Speedfactory von adidas. Personalisierter Service lässt grüßen. Und wie schon gesagt: Denken. Erst denken, dann handeln. Auch wenn es einfach klingt. Bei manchen Menschen passiert das genau umgekehrt.

**Mathias Haas** ist DER TRENDBEOBACHTER. Mit einfachen Worten erklärt er die Zukunft, denn die ist gar nicht so kompliziert. Und weil Unternehmer für heute, morgen und übermorgen entscheiden müssen, geht es genau darum – und nicht um das Jahr 2030. In aktuell neun Schritten manifestiert er, was man braucht, um objektiv weiterzukommen. Komplettiert wird das Ganze durch sein Buch „Beta Business“. Anregungen holt sich Haas bei Trendreisen und Mindset-Touren, die ihn bereits nach Asien und Amerika geführt haben.



# Lean und digital verschmelzen

Auch wenn die »Digitale Transformation« offiziell erst seit drei Jahren als feste Konstante bei REHAU ist, so beschäftigen sich einzelne Standorte bereits seit 2009 mit genau diesem Thema. »Aus heutiger Sicht war die Spritzguss-Produktion für Polymerfittinge im niederbayerischen Werk Viechtach schon damals Industrie-4.0-tauglich«, bescheinigt Klaus Klement. Am Anfang des Produktionsprozesses wird Material bereitgestellt, am Ende die Qualität der fertigen Fittinge kontrolliert. Alle Prozessschritte dazwischen sind voll automatisiert. Was noch fehlte, war die vernetzte Kommunikation und die Transparenz der Daten. Klement: »Nunmehr haben die notwendigen Schlüsseltechnologien einen Reifegrad erreicht, der uns befähigt, eine echte Smart Factory aufzubauen.«



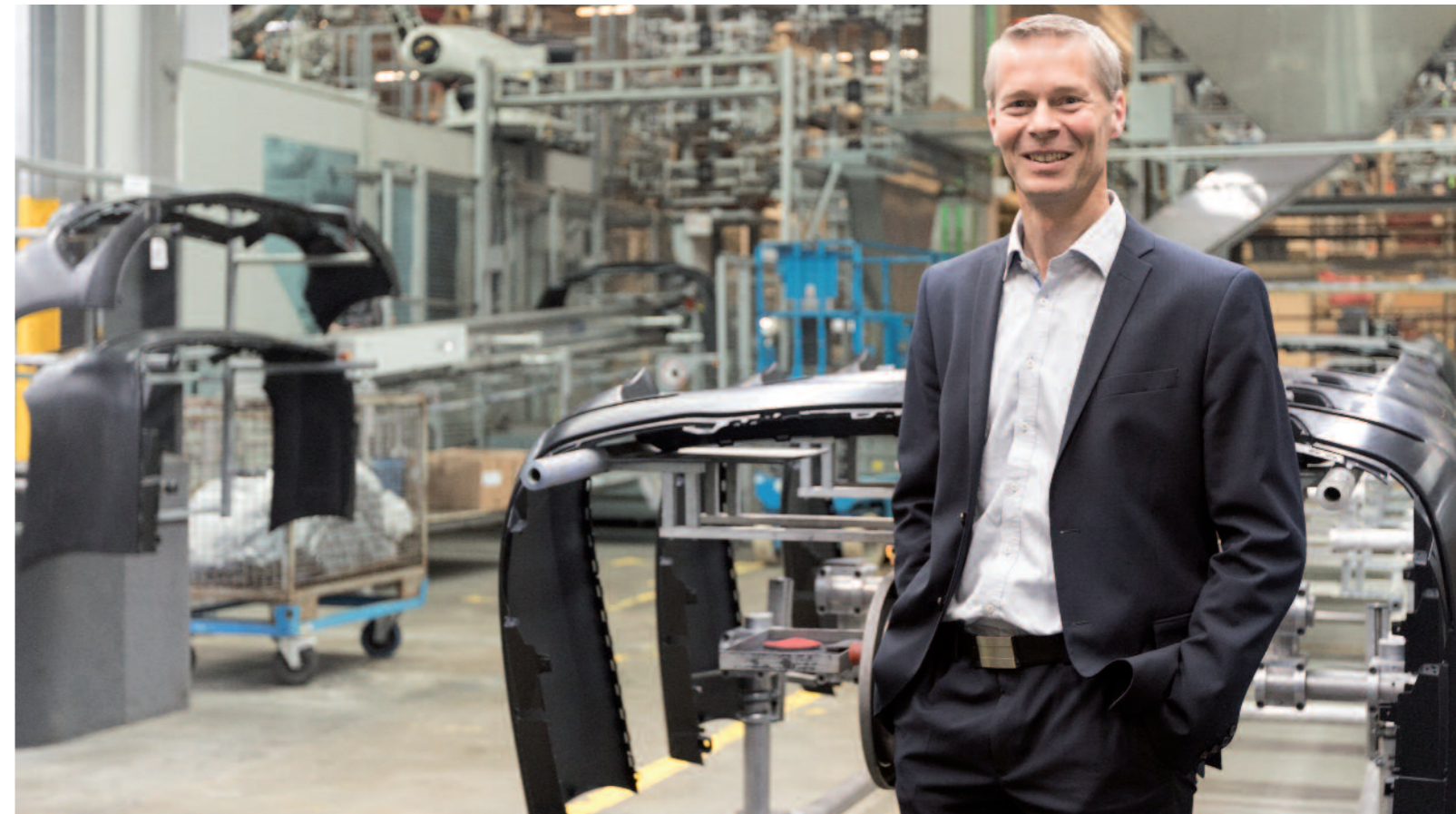
Um die Smart Factory besser im Unternehmen zu verankern, entschloss sich die Geschäftsleitung Ende 2017 für einen klugen Schachzug: Sie verheiratete die Bereiche Lean und Digital zu einem gewinnbringenden Konstrukt. »Da die Themen einfach zusammengehören, sollte man ihnen auch ein einheitliches Gesicht geben«, ist auch Dr. Andreas Mundt, Director Lean & Smart Operations, überzeugt. Bereits im Jahr 2013 interpretierte er für REHAU den Lean-Management-Ansatz neu und schuf damit die Grundlage für das heutige Tun. »In den Werken, in denen wir mit Lean relativ weit sind, stößt auch die Digitalisierung auf einen besseren Nährboden«, so Mundt weiter. Mitarbeiter, die Veränderungen und neuen Ideen anfänglich eher skeptisch gegenüberstehen, lassen sich einfacher und schneller überzeugen.

Um genau diese Überzeugungsarbeit geht es auch Klaus Klement. »Die Phase der Missionierung in der Breite haben wir bereits hinter uns gelassen. Aktuell fokussieren wir uns auf eine Handvoll Top-Projekte. Die wiederum sollen sehr schnell Verbesserungen sichtbar machen. Dazu zählen beispielsweise kürzere Durchlaufzeiten, bessere Qualität und wirtschaftlichere Losgrößen«, bestätigt er. Das sind genau die »Schmerzpunkte«, die die Werker erkennen lassen, dass sie tatsächlich unterstützt werden und die Veränderungen einen Mehrwert bieten. Mit der Fertigung von Polymerfittingen hat Klement ein digitales Pilotprojekt angestoßen, das für REHAU Leuchtturmcharakter haben soll. Die Ergebnisse und Erkenntnisse, die hier gewonnen werden, sollen später auf den Gesamtkonzern ausgerollt werden.

## Digitalisierung der Supply Chain als Wettbewerbsvorteil

Dr. Stefan Girschik, Deputy CEO der REHAU Gruppe, weiß um die Wichtigkeit der Digitalen Transformation und hat es sich in seinem Vorstandsressort »Smartify« zum Ziel gesetzt, die Position des Unternehmens als Innovations- und Technologieführer zu stärken. Mit CDO Dr. Stefan Thomas hat Girschik eine Rolle geschaffen, die die Digitale Transformation vorantreibt, um Wachstum in digitalen Märkten zu generieren und die Performance des Unternehmens zu steigern.

*Seit 2016 verfolgt das Unternehmen eine neue Gruppenstrategie. Mit REHAU 2020 möchte es sich fit für die Zukunft machen und seine Positionierung als Innovations- und Technologieführer in den etablierten Branchen stärken.*



### Der Ausdauernde

Als passionierter Marathonläufer weiß Klaus Klement, Head of Smart Factory bei REHAU, was es heißt, Ausdauer und Durchhaltevermögen mitzubringen. Denn Industrie 4.0 ist kein Sprint, sondern ein Marathon. Er fand die Lernreise so gut, dass er eine eigene interne Lernreise ins Leben gerufen hat. Die Erfolgsformel dabei für ihn: Der Austausch über Hierarchien und Aufgabengebiete hinweg.

Auch Klement weiß, dass Digitalisierung Chefsache ist. Dies treffe nicht nur auf die Geschäftsleitung, sondern auf jedes Werk und auf jede einzelne Abteilung zu. Man ist sich einig, dass es darum geht, den Sinn des Themas jedem Mitarbeiter näherzubringen. Denn nur die, die es verstanden haben, können es auch mit Leben füllen. Klement weiß auch: Nicht nur die Mitarbeiter als interne Kunden müssen abgeholt werden. Entscheidend ist, was links und rechts entlang der Fabrikmauern passiert. Das bringt ihn zu der Erkenntnis: Wer die Supply Chain in Zukunft nicht komplett digitalisiert, wird entscheidende Wettbewerbsnachteile haben. Mit seinem neu geschaffenen Datalab möchte er sich daher Analytics-Fähigkeiten aufbauen, um die Tausenden und Abertausenden von Daten, die täglich erzeugt werden, sinnvoll nutzen zu können.

Für seinen Lean-Kollegen Andreas Mundt ist der gesamte digitale Veränderungsprozess eine logische Konsequenz dessen,

was es schon immer gab. »Wir waren bei der Gründung vor 70 Jahren Innovationsführer und müssen beweisen, dass wir das heute und in Zukunft immer noch sind.« Es geht darum, das Kerngeschäft weiter zu beherrschen und neue Geschäftsmodelle, Produkte und Services auf den Markt zu bringen. Die Digitalisierung sei dabei ein willkommener Treiber. Denn wie heißt es so schön: Mit Druck erneuert man sich leichter.

### Profil

**Name:** REHAU AG + Co

**Größe:** Familienunternehmen mit 170 Standorten und über 20000 Mitarbeitern

**Märkte und Branchen:** Lösungen für nahezu alle Wirtschaftsbereiche mit Themenschwerpunkten wie Mobilität, Energieeffizientes Bauen, Digitale Transformation, Future Living und Wassermanagement

# »Kundenmehrwert entscheidet über Marktexistenz«

**Für Hartmut Jenner, Vorsitzender der Geschäftsführung der Alfred Kärcher GmbH & Co. KG, haben in der Geschichte der Menschheit die Volkswirtschaften die größten Fortschritte erreicht, die mit ihren Produkten und Leistungen am nächsten am Kunden dran waren. Somit ergeben sich durch die Digitalisierung weitere Chancen für noch mehr Kunden. Was aus seiner Sicht in Deutschland jedoch noch stark ausbaufähig ist, ist der Austausch und die Vernetzung der Unternehmen untereinander.**

*Herr Jenner, Digitalisierung ist ein großes Wort. Was bedeutet das für Sie persönlich?*

Ich halte die Digitalisierung nicht für einen Hype, sondern für einen grundlegenden technologischen Entwicklungssprung. Und ich möchte auch nicht von Industrie 4.0 sprechen. Das ist für mich ein Begriff, der viel zu kleinteilig ist. Ich würde es eher in den Kontext des Kondratjew-Zyklus setzen. In den Kontext von Dampfmaschine, Elektrifizierung und Mobilität. Auch dort ging es nicht um die Frage, ob man mitmacht oder nicht. Das Neue war da und beeinflusste unser Leben maßgeblich. So ist es auch heute und Unternehmen schauen, wie sie solche Veränderungen gewinnbringend nutzen können.

*Gerade das Silicon Valley haut bei Technologiesprüngen immer ordentlich auf die Pauke. Bei Industrie 4.0 jedoch hat man das Gefühl, dass die Deutschen daraus einen Hype machen.*

Unternehmerisch gesehen sind die Deutschen ein sehr technikaffines Volk und kommen sehr stark von der Wertschöpfung. Die ist integraler und ganzheitlicher Erfolgsfaktor – vor allem im Mittelstand. Digitalisierung bietet in diesem Zusammenhang enorme Vorteile, um die nächste Stufe zu gehen, ist also eine Riesenchance. Deshalb ist das Thema hierzulande eine so große Sache.

*Worin genau sehen Sie die Riesenchance?*

In der Vergangenheit konnten nur große Unternehmen skalieren. Warum? Weil sie groß sind. Das war für Mittelständler – den Großteil der Unternehmen in Deutschland – schwierig, weil nicht bezahl- beziehungsweise darstellbar. Heute lässt sich vieles skalieren. Ein wunderbares Beispiel dafür sind die

sogenannten »Services on demand«. Bei Kärcher haben wir das auch. Wir nennen sie »Cleaning on demand«, sprich bedarfsorientierte Reinigung. Weniger Kosten bei höherer Leistung. Das ist effizient und bringt allen Beteiligten einen Mehrwert.

*Braucht ein Maschinenbauer, der 150 Leute beschäftigt, auch »Services on demand«?*

Ein klares Ja. Denn auch der muss mit seinen Kunden und Lieferanten permanent vernetzt sein. Informationen zu erhalten über Produkte und deren Produktion, in Echtzeit, intelligent und dezentral – das ist enorm wichtig. Unternehmensgröße spielt dabei keine Rolle.

*Wieder der Blick nach Amerika: Ist man hier schon gedanklich weiter?*

Vor einem Jahr war ich im Silicon Valley unterwegs und kann sagen, dass ich sehr entspannt zurückgekommen bin. Entspannt deshalb, weil wir in Deutschland bei den technisch inhaltlichen Themen auf Augenhöhe, wenn nicht sogar einen Schritt weiter sind. Aber wo wir nicht gut sind: im Austauschen und Vernetzen. Im Silicon Valley erzählt jeder jedem, was gut und was schlecht gelaufen ist. Offenheit, bis es wehtut. Das war mir bis dahin nicht so bewusst.

*Im Austauschen und Vernetzen lag auch der Schwerpunkt der Lernreise Industrie 4.0 live.*

Absolut. Deshalb war ich auch sofort dabei, als es darum ging, Partner oder Mitglied zu werden. In Deutschland machen wir das viel zu wenig. Jedes Unternehmen ist darauf bedacht,

**Vor einigen Jahren antwortete der gebürtige Winnender und passionierte Hobbyweinbauer auf die Frage »Was führt den Unternehmer zum Erfolg?« schwäbisch bodenständig: »97 Prozent Arbeit, 2 Prozent Talent und 1 Prozent Glück«.**







»Ohne Kooperationen hätten wir keine Chance gehabt, unser Portfolio weiterzuentwickeln«

möglichst wenig von sich preiszugeben. Offenheit, bis es wehtut, um bei dem Bild zu bleiben: Bis dahin ist es noch ein weiter Weg.

*Gibt es direkte Anknüpfungspunkte aus der Lernreise, die Sie bei Kärcher umsetzen können?*

Ja, die gibt es. Wir führen derzeit sehr intensiv Gespräche mit einem Unternehmen der Lernreise, das in der Logistikbranche tätig ist. Bei 3000 verschiedenen Produkten innerhalb des Kärcher-Sortiments werden im Jahr viele Waren bewegt. Die Frage ist, wie kann man diese Waren intelligent miteinander vernetzen und noch besser logistisch bewegen.

*Neben der Lernreise bietet sich auch der Austausch mit Forschungsgesellschaften wie Max Planck, Helmholtz und Fraunhofer an. Nutzen Sie den?*

Den nutzen wir sehr intensiv. Er ist sogar Teil unserer Strategie. Wir sind von einem breiten Wissen abhängig. Das kann man allein nicht beherrschen. Ohne Kooperationen hätten wir keine Chance gehabt, unser Produktportfolio weiterzuentwickeln.

*Welche Projekte haben Sie bereits mit Fraunhofer durchgeführt?*

Da fällt mir ein Projekt aus dem Jahr 1999 im Bereich der Nanotechnologie ein, aus dem wir Erkenntnisse gewonnen haben, die für Kärcher zum damaligen Zeitpunkt entscheidend waren.

Es gibt weitere Projektbeispiele aus den Bereichen Robotik, Ergonomie sowie Materialwirtschaft, bei denen es unter anderem um die Beschaffenheit der Düse – das alles entscheidende Herzstück von Hochdruckreinigern – ging. Aktuell haben wir mit Fraunhofer eine neue Abzugsmimik entwickelt, von der wir nie geglaubt hätten, dass sie umsetzbar ist. Und so gibt es viele Beispiele für »Sofisticated Feinheiten«, die wir gemeinsam erforscht und dann auch umgesetzt haben.

*Zurück zur Digitalisierung ... Schöne neue Welt?*

Ich formuliere es mal so: Am Ende des Tages ist das einzig Systemrelevante die Marktexistenz. Die haben sie nur, wenn sie Kunden haben. Und je mehr Mehrwert sie ihren Kunden bieten, desto besser geht es ihrem Unternehmen. Die Frage ist daher immer: Welchen Mehrwert bieten sie ihren Kunden? Ich gebe Ihnen ein Beispiel aus unserem Haus: Die fachgerechte Einlagerung von Reinigungsgeräten während der Winterpause. Damit zukünftig die Reklamationszahlen nach Frostschäden gegen Null gehen, werden wir jeden Nutzer in Zukunft automatisch darüber informieren: »Bitte stell den Hochdruckreiniger an einen frostsicheren Ort.« Auch das ist ein Vorteil für uns und ein Mehrwert für die Kunden, den die Digitalisierung mit sich bringt.

*Zum Abschluss der Satz: »Kärcher ist eine starke Marke ...«*

*»... die in einer digitalisierten Welt noch stärker werden wird.«*



Seminar | Donnerstag, 20. September 2018

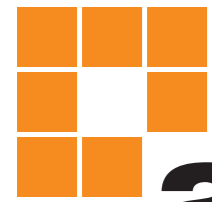
## SCHWEISSROBOTER FÜR KLEINE LOSGRÖSSEN

Herausforderungen | Trends | Technologien für den wirtschaftlichen Einsatz

Roboter in der Fertigung bei kleiner Losgröße – das schließt sich nicht mehr gegenseitig aus. Denn Schweißroboter werden einerseits in der Anschaffung immer günstiger und lassen sich andererseits schneller als bisher programmieren. Gerade angesichts des Fachkräftemangels lohnt sich die Investition in Schweißroboter also. In praxisorientierten Vorträgen und Demonstrationen gibt das Technologieseminar einen Überblick darüber, wie Schweißroboter bei kleinen Losgrößen – egal, ob Start-up oder Global Player – eingesetzt werden und zeigt im Detail, welche technologischen Entwicklungen den wirtschaftlichen Einsatz ermöglichen.

Weitere Informationen und Anmeldung unter:

<https://www.ipa.fraunhofer.de/de/veranstaltungen/messen/Schweisroboter.html>



# automatica

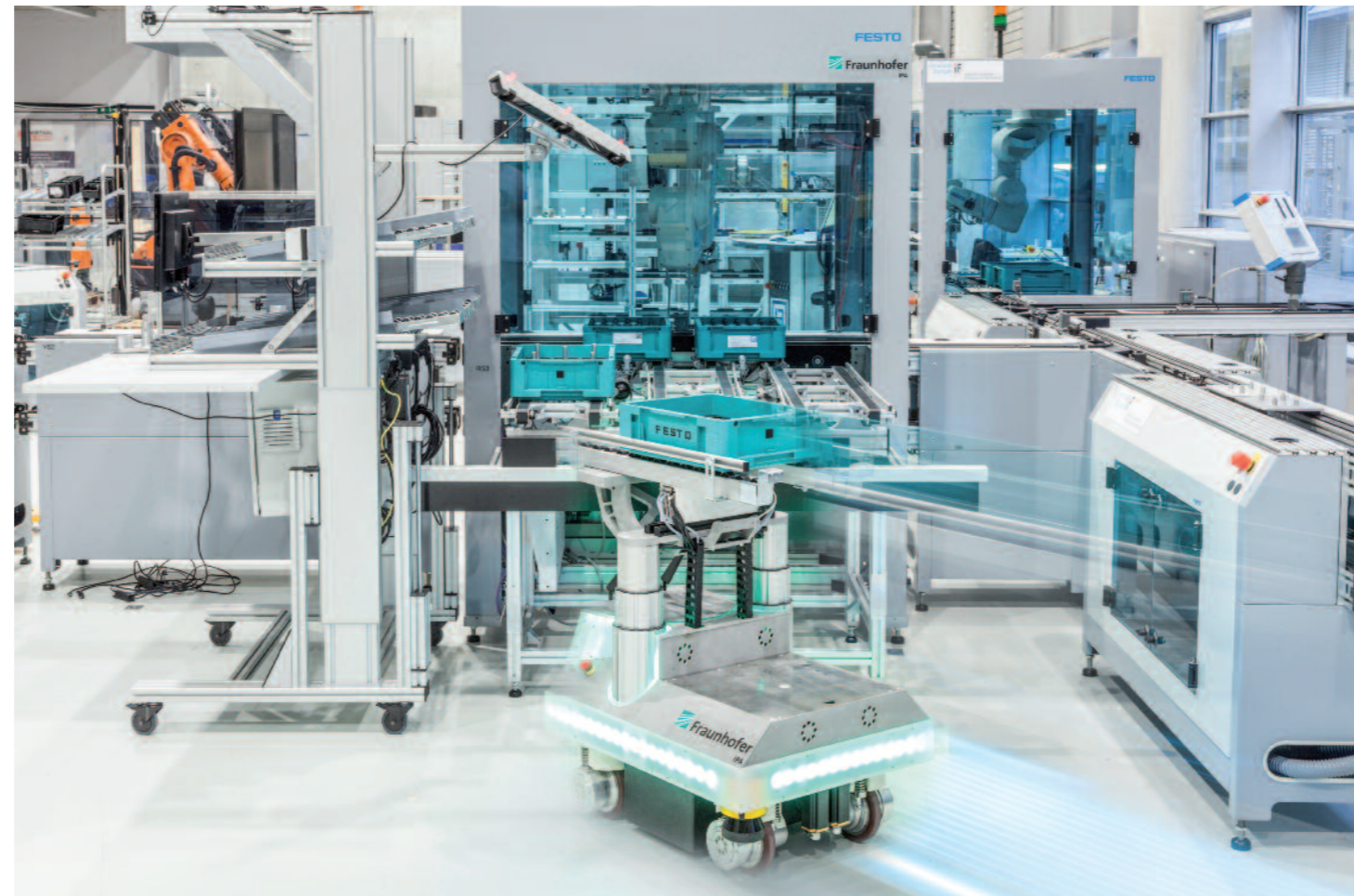
## Die virtuelle Welt erobert die Produktion

Am Messestand des Fraunhofer IPA werden die vier Eckpfeiler von Industrie 4.0 – Produktion, Produkt, IT und Mensch – auf vielfältige Weise im Gesamtkontext einer digitalisierten Industrielandschaft erlebbar gemacht: Die Besucher können anhand mehrerer mit der Cloud intelligent zusammenspielernder Exponate nachvollziehen, welche Lösungen das Stuttgarter Forschungsinstitut für verschiedene Abschnitte der industriellen Wertschöpfungskette anbietet.

### Materialflusssimulationen so realistisch wie nie

Eine eigene Demonstrationsfläche ist der Roboternavigation vorbehalten. Dort zeigen Kai Pfeiffer und seine Kollegen mobile Roboter, die über die Cloud miteinander vernetzt sind. Sie kartieren ihre Umgebung kooperativ und planen ihre Routen mit Hilfe des virtuellen Abbildes der Produktion (digitaler Schatten). »Spontan auftretende Hindernisse umfahren sie mit dem vorgegebenen Sicherheitsabstand, ohne dass es zu Staus oder gar Kollisionen kommt«, erklärt Pfeiffer.

Welche Vorteile die Cloud Navigation modernen Industrie-4.0-Architekturen darüber hinaus noch bietet, sieht nur, wer sich eine Augmented-Reality-Brille aufsetzt: Sofort wird klar, dass die eigentliche Demonstrationsfläche deutlich größer ist. Virtuelle Roboter fahren auch in angrenzenden Bereichen des Messestands herum und weichen Standbesuchern aus, die ihre Bahn kreuzen, ohne es auch nur zu ahnen. Der Sinn hinter dieser Demo: Mit den Daten, die die Cloud Navigation mittels mobiler Roboter und weiterer Sensoren in der Produktionsschleife zusammenträgt, lassen sich in Echtzeit Materialflüsse simulieren, die der Realität viel näher kommen als das bisher möglich war. Zeit- und kostenintensive Praxistests mit Robotersystemen sind nicht mehr nötig. (Siehe Seite 38)



### Maschinelles Lernen: Übung macht den Meister

Die automatisierte Handhabungstechnik wird immer effizienter. Denn Felix Spenrath und sein Team entwickeln die bewährte Software bp3™ des Fraunhofer IPA, die dem erfolgreichen Griff-in-die-Kiste zu Grunde liegt, immer weiter. »Dank ver-

besserter Algorithmen und neuer Sensortechnik können Industrieroboter nun selbst flache, unsortiert gelagerte Blechteile erkennen und greifen«, sagt Spenrath. Die Informationen, die moderne 3D-Sensoren liefern, werden also optimal genutzt. Die neue, intuitive Benutzeroberfläche erleichtert und beschleunigt die Programmierung so sehr, dass sich die Investitionskosten für eine Handhabungszelle nun schon nach zwei Jahren amortisieren. Ein zweiarmiger Demonstrator auf dem Messestand veranschaulicht die jüngsten Fortschritte.

Mithilfe des Maschinellen Lernens werden die Objekterkennung und die Vereinzelung ungeordnet herumliegender Bauteile derzeit immer weiter verfeinert. Im Forschungsprojekt »Deep Grasping« entsteht aktuell eine virtuelle Lernumgebung.

Darin üben Roboter bereits vor ihrer Inbetriebnahme unterschiedlichste Greifprozesse an den Werkstücken, mit denen sie später im operativen Betrieb arbeiten sollen. Neuronale Netze lernen aus diesen simulierten Griffen und verbessern so ihr Prozesswissen kontinuierlich – getreu dem Motto: »Übung macht den Meister«. Eine Präsentation informiert auf dem

Messestand über das Projekt Deep Grasping und stellt erste Ergebnisse vor. (Siehe Seite 40)

### Software drag&bot vereinfacht Roboterprogrammierung

Roboter kommen in kleinen und mittelständischen Unternehmen bisher nur selten zum Einsatz. Der Grund: Die herstellereigenen Programmiersprachen sind so komplex, dass externe Fachleute beauftragt werden müssen, um einen Roboter an neue Aufgaben heranzuführen. »In Zeiten intuitiv bedienbarer Smartphones und Tablets ist eine derart zeit- und kostenintensive Roboter-Programmierung nicht mehr fortschrittlich«, findet Martin Naumann.

Der Forscher vom Fraunhofer IPA hat deshalb zusammen mit seinen Kollegen die Software drag&bot entwickelt, die den Programmieraufwand auf ein Minimum reduziert. Der Clou: drag&bot liefert fertige Programmbausteine, die sich über eine graphische Bedienoberfläche schnell und intuitiv zu komplexen Roboterapplikationen zusammenfügen lassen. Zusätzlich vereinfachen Bedien- und Eingabehilfen die Parametrisierung der Bausteine. Damit ist kein Expertenwissen mehr nötig, um Roboter verschiedener Hersteller umzuprogrammieren. Wie einfach sich drag&bot bedienen lässt, demonstriert Naumann mit einer Roboterzelle auf der automatica 2018. Jeder interessierte Standbesucher kann dort mit ein paar Klicks selbst Handhabungs- oder Montageanwendungen programmieren. (Siehe Seite 42)

### ROS-Industrial: Open-Source-Software in Industriequalität

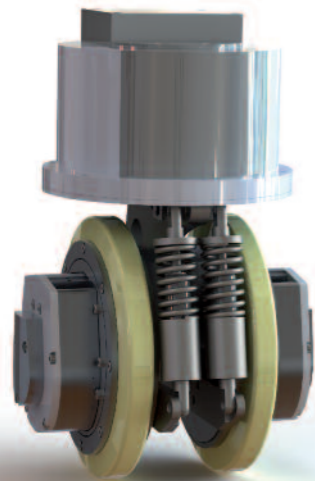
Dank einer wiederverwendbaren Software-Infrastruktur erleichtert das Betriebssystem »Robot Operating System« (ROS) die Softwareerstellung sowohl für Roboter als auch für Robotersysteme, die komplexe Aufgaben ausführen. »Aber auch die standardisierten Schnittstellen stellen eine wesentliche Vereinfachung dar. Denn ROS stellt die gesamte Robotik auf eine gemeinsame Grundlage – so wie Linux bei Computern oder Android bei Smartphones«, erklärt Mirko Bordignon. Endanwender und Systemintegratoren müssen komplexe Funktionen nicht immer wieder neu entwickeln, denn diese stellt ihnen die Open-Source-Software ROS zur Verfügung – vor allem aus den Bereichen mobile Navigation, Greif- und Roboterbewegungsplanung, Simulation sowie Bild- und Sensorverarbeitung.

Und: ROS spart bares Geld. Eine wachsende Anzahl hoch entwickelter Softwarekomponenten ist frei verfügbar und erfüllt

längst die Qualitätsanforderungen der Industrie. Andere gruppieren die Entwickler zu umfangreichen »Libraries« (Bibliotheken), in die ihre Erfahrungen aus vielen verschiedenen Forschungs- und Industrieprojekten einfließen. ROS-Industrial ist eine Initiative, die in Europa vom Fraunhofer IPA gemanagt wird und den Technologietransfer von ROS in die industrielle Umgebung fördert. Ein Demonstrator auf dem Messestand zeigt Hardware von großen Erstausrüstern, die perzeptionsgesteuerte Aufgaben ausführt – alle mit ROS programmiert.

#### Mobile Plattformen:

##### Kompakt und wendig mit gelenkten Standardrädern



Flächenbewegliche mobile Roboter und fahrerlose Transportfahrzeuge können omnidirektional navigieren, Engstellen zuverlässig passieren und auf zeitraubende Rangierbewegungen verzichten. Allerdings sind derartige Roboter derzeit meist mit Mechanum oder Allseitenrädern ausgestattet und haben bei Schlupf, Odometrie und der Fähigkeit, losen Untergrund, Stufen und Schwellen zu überwinden, durchaus ihre Nachteile. Das Fraunhofer IPA setzt deshalb seit Langem auf Antriebsmodule mit gelenkten Standardrädern und stellt die dritte und neueste Generation auf der diesjährigen automatica vor.

»Weil fahrerlose Transportsysteme Lasten unterfahren und aufnehmen sollen, müssen sie möglichst flach sein«, betont Theo Jacobs, der das neueste Antriebsmodul konstruiert hat.

Es kommt mit einem sehr geringen Bauraum oberhalb des Rades aus, ist aber dennoch mit einer vollwertigen Federung ausgestattet. Mit zwei parallelen Rädern pro Modul wird eine hohe Leistungsdichte erreicht: Bei Bedarf steht die vollständige Motorleistung für den Vortrieb zur Verfügung. Durch unterschiedliches Ansteuern der beiden Räder lässt sich eine Drehung des Moduls erreichen – ein zusätzlicher Lenkmotor entfällt. Auf der Messe präsentiert Jacobs die neueste Version der Antriebsmodule auf einem Teststand, mit dessen Hilfe Dauertests auf verschiedenen Untergründen und mit verschiedenen Bodenunebenheiten durchgeführt werden können.

#### Autonome Optimierung von komplexen Fertigungssystemen in der Stückgüterproduktion

Bei kapitalintensiven Fertigungssystemen sind Unternehmen darauf angewiesen, die Produktivität stets zu maximieren. Andernfalls drohen Kostendruck und Finanzierungslücken. Jedoch umfassen viele Fertigungssysteme eine Vielzahl an Stationen und arbeiten so schnell, dass Fehlerursachen mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar sind. Hier bietet die Smarte Systemoptimierung von Felix Müller und seinem Team einen innovativen und bereits einsatzfähigen Ansatz. Das Analysetool erkennt Fehler in verketteten Fertigungssystemen und zeigt deren Ursachen sowie die Fortpflanzung automatisiert und echtzeitnah auf.

Schlüsseltechnologie sind lernende Algorithmen, die speziell zur Analyse von schnelltaktenden Stückgüter-Produktionslinien entwickelt wurden. Zur Datenerhebung »von innen« kommt ein hochperformanter Konnektor zum Einsatz, der auf die Daten aus der Maschinensteuerung zugreift. Zusätzlich zeichnen intelligente Kameras »von außen« die relevanten Prozessmerkmale auf. So entsteht eine kontinuierliche Datenbasis, die zeitsynchron an das Analysetool übermittelt wird. Dieses kann nun mit den Algorithmen Rückschlüsse ziehen und die Informationen in gewünschter Form aufbereiten. Das Werkzeug arbeitet auch heraus, wie die Fehler zusammenhängen und kann sie priorisieren. Es eignet sich zudem für ein automatisiertes Maschinenbenchmarking. So lassen sich damit alle Maschinen eines Fuhrparks auf das höchstmögliche Niveau bringen. Reale Einsatzfälle in der Pharma-, Konsumgüter- und Automotive-Produktion haben bereits Produktivitätssteigerungen von bis zu 15 Prozent erzielt.

#### Das »E-Bike zum Anziehen« schont die Gesundheit

Die IPA-Forscher tragen dazu bei, die Mitarbeiter in der Produktion körperlich zu entlasten. Deutlich wird das mit dem Stuttgart-Exo-Jacket, einem Oberkörperexoskelett, das den Träger mit zusätzlicher Kraft versorgt, ohne ihn einzuschränken. An Ellenbogen und Schultern haben die Experten Antriebsmodule integriert, die Bewegungen mit hohem Drehmoment unterstützen. Dabei sorgt eine Impedanzregelung mittels Drucksensoren in den Armschalen für eine geschmeidige Mitbewegung des Exoskeletts. An der Schulterpartie ist eine Gelenkkette mit fünf Rotationsachsen angebracht. Die Kette folgt der Schultergelenkgruppe in jede Position. Das Antriebsselement sitzt also immer dort, wo die Schulter gerade ist. Auf diese Weise werden komplexe Bewegungen in drei Richtungen ermöglicht: nach oben, hinten und innen. Selbst Überkopfmontagen können bewältigt werden.

Da die Module nur aktiv werden, wenn sie tatsächlich gebraucht werden, lässt sich zusätzlich Energie sparen. Mittelfristig wollen die Wissenschaftler einen Modulkasten für unterschiedliche Einsatzgebiete entwickeln. Dafür wird ein bewegungsdatengestützter Entwicklungs- und Simulationsworkflow aufgebaut. Mittels eines detaillierten Muskelskelettmodells können die Entlastungen berechnet werden. Je nach Tätigkeit können sich Unternehmen dann individuelle Lösungen zusammenstellen.

#### »Virtual Fort Knox« nicht mehr allein, aber einzigartig

Bereits seit 2012 arbeitet das Fraunhofer IPA zusammen mit Unternehmen aus dem Mittelstand an Virtual Fort Knox (VFK), einer offenen Plattform für IT-Services für produzierende Unternehmen. Seit Mitte 2017 wird die VFK-Research-Plattform als verteilte hybride Plattform bei sechs weiteren Instituten im Fraunhofer-Verbund Produktion ausgerollt. Sie dient als kollaborative Forschungsplattform für die Entwicklung innovativer Dienste für die Produktion und bildet so die Grundlage für ein offenes, echtzeitfähiges Betriebssystem für die Fertigung. Das erklärte Ziel formuliert Joachim Seidelmann, Leiter DigiTools



am Fraunhofer IPA, wie folgt: »Wir wollen Industrie-4.0-Konzepte umsetzen, mit denen die Anwender ihre Effizienz in der Produktion steigern können«.

Auf der automatica wird VFK mit dem Festo CP Lab verbunden sein – einer miniaturisierten Umlaufbandanlage, die über mehrere Möglichkeiten der Steuerung verfügt. Gruppenleiter Daniel Stock dazu: »Wir zeigen, wie Anlagen einfach und flexibel vernetzt werden können und betrachten – beispielsweise zukünftig durch die aufkommende 5G-Technologie befähigt – nicht mehr nur primär die echtzeitnahe Datenfusion, sondern auch die Steuerung aus der Cloud, um Anwendern in Zukunft ganz neue Möglichkeiten zu bieten«. ■

#### Kontakt

Fred Nemitz  
Telefon +49 711 970-1611  
fred.nemitz@ipa.fraunhofer.de



Hauptmessestand des Fraunhofer IPA  
Halle A4 | Stand 421

Griff-in-die-Kiste – Vereinzelung chaotisch gelagerter Bauteile  
Halle A4 | Stand 101

BakeR – Serviceroboter-Technologien für Reinigungsroboter  
Halle B4 | Stand 331

RoboPORT – Crowd-Engineering in der Servicerobotik  
Halle B4 | Stand 331

# Navigationstechnologie für dynamische Umgebungen

Starre Installationen sind nicht vereinbar mit modernen Industrie-4.0-Anwendungen. Wissenschaftler vom Fraunhofer IPA haben deshalb eine Cloud-basierte Navigationstechnologie für dynamische Umgebungen entwickelt. Aus den Daten, die dabei gesammelt werden, können Produktionsplaner digitale Schatten und realitätsnahe Materialflusssimulationen erzeugen. Zu sehen auf der automatica 2018: Halle A4, Stand 421



In der R8-Manufaktur von Audi navigieren fahrerlose Transportfahrzeuge autonom durch die Hallen.

Fließbänder sucht man in der R8-Manufaktur von Audi in Neckarsulm vergebens. An ihrer Stelle befördern fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) die Karosserien von einer Montagestation zur nächsten. An Leitlinien auf oder im Boden sind sie dabei nicht gebunden. Stattdessen navigieren sie völlig frei durch die Hallen. Schließlich sind starre Installationen nicht vereinbar mit der wandlungsfähigen Produktion, in der Kleinserien und Sonderanfertigungen mit der gleichen Effizienz gefertigt werden wie Massenware.

## Cloud-basierte Navigation

Wissenschaftler vom Fraunhofer IPA haben eine ausgeklügelte Technologie entwickelt, die es FTF ermöglicht, unfallfrei durch dynamische Umgebungen zu navigieren. Dabei sind alle Fahrzeuge und sämtliche stationären Laserscanner in der Werkhalle über die Cloud miteinander vernetzt. Gemeinsam tragen sie alle Daten zusammen, die für Lokalisation, Kartierung, Pfadplanung und -optimierung nötig sind. »Die rechenintensiven Navigationsalgorithmen führt ein zentraler Server aus. Er weist jedem einzelnen FTF seine individuelle Route zu. So kann es in einer dynamischen Umgebung spontan jedem Hindernis ausweichen, sogar dann, wenn es mit den Sensoren, die dafür nötig sind, selbst gar nicht ausgestattet ist«, erklärt Kai Pfeiffer, einer der beteiligten Forscher.

## Materialflusssimulationen so realistisch wie noch nie

Untereinander vernetzte FTF eröffnen modernen Industrie-4.0-Anwendungen interessante Perspektiven. Denn die Cloud liefert quasi in Echtzeit Daten. Daraus können Produktionsplaner einen digitalen Schatten erzeugen und auf dessen Grundlage Entscheidungen für weitere Optimierungen oder Umplanungen treffen. Denn die »Cloud Navigation« ermöglicht erstmals Materialflusssimulationen auf der Grundlage realer Daten: NUC-PCs, leistungsstarke Kleinstrechner, simulieren virtuelle FTF. Gleichzeitig erfassen stationäre Laserscanner das gesamte Geschehen in der Halle.

Mit einer solchen Installation lässt sich simulieren, wie echte FTF in einer dynamischen Umgebung beispielsweise auf Menschen reagieren würden, die achtlos ihre Bahn kreuzen. Visualisieren lässt sich das entweder am Computer oder über Augmented-Reality-Brillen. Produktionsplaner können aus diesen Daten ersehen, welchen zusätzlichen Weg ein FTF zurücklegen müsste, wenn es auf ein dynamisches Hindernis trifft, wie groß die daraus resultierende zeitliche Verzögerung wäre,

mit der es sein Ziel erreicht, und um welchen Faktor sich die Reichweite des Akkus vermindern würde. Zudem können sie dank solcher realitätsnaher Simulationen dynamisch auftretende Staupunkte und andere kritische Stellen schon vorab und nicht erst im Testbetrieb identifizieren und beheben.

## »Cloud Navigation« auf der automatica 2018

Wer das einmal mit eigenen Augen sehen möchte, sollte von 19. bis 22. Juni den Messestand des Fraunhofer IPA auf der automatica 2018 besuchen: Halle A4, Stand 421. Dort ist eine eigene Demonstrationsfläche der »Cloud Navigation« vorbehalten. Wer möchte, kann sich eine Augmented-Reality-Brille aufsetzen. Dann wird sofort klar, dass die eigentliche Ausstellungsfläche deutlich größer ist. Virtuelle FTF fahren auch in angrenzenden Bereichen des Messestands herum und weichen in Echtzeit Standbesuchern aus, die ihre Bahn kreuzen, ohne es auch nur zu ahnen.

»In der Industrie hat ein Umdenken eingesetzt«, sagt Pfeiffer. »Immer mehr Unternehmen kommen ab von starren fahrerlosen Transportsystemen mit Leitlinien auf dem Boden, weil sie erkennen, welche Möglichkeiten ihnen die Vernetzung über die Cloud bietet.« ■

## Kontakt

Dr.-Ing. Kai Pfeiffer  
Telefon +49 711 970-1226  
kai.pfeiffer@ipa.fraunhofer.de



# Lernfähige Roboter

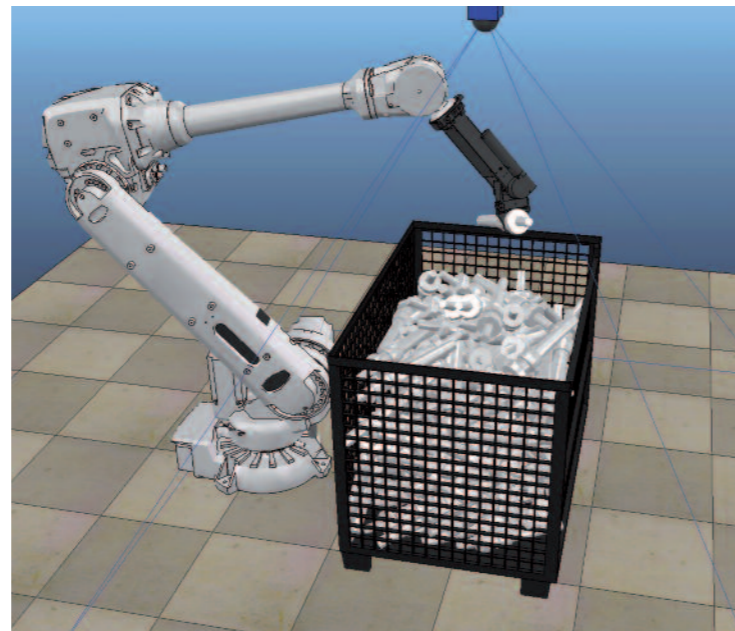
**Wenn dünne, metallisch glänzende Blechteile ungeordnet in einer Kiste liegen, taten sich Industrieroboter bisher schwer, diese zu erkennen und zu greifen. Doch inzwischen ist es Wissenschaftlern des Fraunhofer IPA gelungen, den roboterbasierten Griff-in-die-Kiste auch in solchen Fällen deutlich zuverlässiger zu gestalten. Den nächsten Quantensprung erwarten sie von maschinellen Lernverfahren. Erste Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet präsentieren sie auf der automatica 2018: Halle A4, Stand 421.**

Bisher war der Mensch unschlagbar, wenn es darum ging flache, baulich verschiedene Blechteile, die ungeordnet in einer Kiste liegen, für die nachfolgenden Produktionsschritte zu vereinzeln. »Gerade bei metallisch glänzenden Objekten stieß die automatisierte Handhabungstechnik bislang schnell an ihre Grenzen«, sagt Werner Kraus vom Fraunhofer IPA. »Die bildgebenden Sensoren lieferten oft Aufnahmen, deren Bildrauschen genauso groß war wie die Bauteildicke. In solchen Fällen war der Griff-in-die-Kiste noch nicht einmal in zehn Prozent aller Fälle erfolgreich.«

Überhaupt möglich macht den roboterbasierten Griff-in-die-Kiste die Bildverarbeitungssoftware bp3™, die Kraus und sein Team entwickelt haben und laufend optimieren. Sie befähigt Industrieroboter Werkstücke in einer Kiste zuverlässig zu erkennen, sicher zu greifen und definiert abzulegen.

## Automatisierte Vereinzelung chaotisch gelagerter Werkstücke mit der Software bp3™

Bildgebende Sensoren erzeugen zunächst eine Punktwolke. Anhand dieser lokalisiert und detektiert bp3™ einzelne Objekte in einer Kiste. Spezielle Algorithmen gleichen diese mit den hinterlegten CAD-Modellen ab und finden Übereinstimmungen. Ist ein Bauteil identifiziert, bestimmt bp3™ einen geeigneten Greifpunkt. Dabei spielt es keine Rolle, wenn Bauteile unterschiedlich ausgerichtet und teilweise verdeckt sind. Denn für jeden Gegenstand, den ein Industrieroboter vereinzeln soll, sind mehrere Stellen vordefiniert, an denen der Greifer prozesssicher ansetzen kann. Unabhängig



*Im Forschungsprojekt »Deep Grasping« erarbeiten Forscher eine virtuelle Lernumgebung. Darin üben Roboter bereits vor ihrer Inbetriebnahme Greifversuche an Werkstücken, mit denen sie später arbeiten sollen.*

vom gewählten Greifpunkt legt die Software alle baugleichen Objekte in der vorab definierten Ausrichtung ab. Die Bewegungsbahn wird entsprechend angepasst.

Dabei ist die Software bp3™ nicht nur bei der Bauteilform flexibel, sondern unterstützt auch Sensoren und Roboter völlig verschiedener Hersteller. Eine graphische Benutzeroberfläche erleichtert Nutzern die Bedienung. Mit wenigen Klicks können sie neue Bauteile einlernen und komplexe Greifgeometrien bei Bedarf mit bis zu zwei Zusatzachsen (siebte und achte Roboterachse) zusammenstellen. Die einfache Konfiguration erlaubt das schnelle Umrüsten bei neuen Produktvarianten. Damit lässt sich bp3™ in eine wandlungsfähige Produktion integrieren, in der Kleinserien mit der gleichen Effizienz gefertigt werden wie Massenware.

Die Bildverarbeitungssoftware bp3™ profitiert von neuester Sensortechnik. Sie liefert hochaufgelöste Bilder, wodurch Industrieroboter nun auch reflektierende Bauteile erkennen und präziser als jemals zuvor greifen können. Damit sind sie jetzt auch in der Lage, dünne, metallisch glänzende Blechteile zuverlässig zu vereinzeln. Die nächste große Leistungssteigerung erwarten die Forscher um Kraus vom Einsatz maschineller Lernverfahren.

## Maschinelle Lernverfahren verfeinern Griff-in-die-Kiste

Dabei ändert sich die Art der Datenverarbeitung grundlegend: Wo bisher noch die Algorithmen des Roboterarms für jede Aufgabe und jedes Bauteil neu programmiert werden müssen, soll schon bald Künstliche Intelligenz zum Einsatz kommen. »Roboter werden damit in der Lage sein, Objekte zu erkennen, die sie noch nie vorher gesehen haben, und Strategien zu entwickeln, wie sie diese am besten handhaben«, fasst Kraus das Ziel zusammen.

Bereits vor zwei Jahren ließen Google und die Universität von Kalifornien in Berkeley zwei Monate lang 14 Roboter insgesamt über 800 000 Greifversuche an verschiedenen Alltagsgegenständen durchführen. Auf Vorwissen aus hinterlegten CAD-Modellen konnten sich die Roboter dabei nicht stützen. Sie mussten sich mit den Informationen begnügen, die ihre Kameras lieferten, und einfach so lange probieren, bis sie den richtigen Griff gefunden hatten. Trotz des mangelnden Vorwissens war die Fehlerquote letztlich verblüffend niedrig: Sie lag zwischen zehn und 20 Prozent.

*Dank der Bildverarbeitungssoftware bp3™ ist dieser zweiarmige Roboter in der Lage, Bauteile aus einer Kiste zu greifen und definiert abzulegen.*

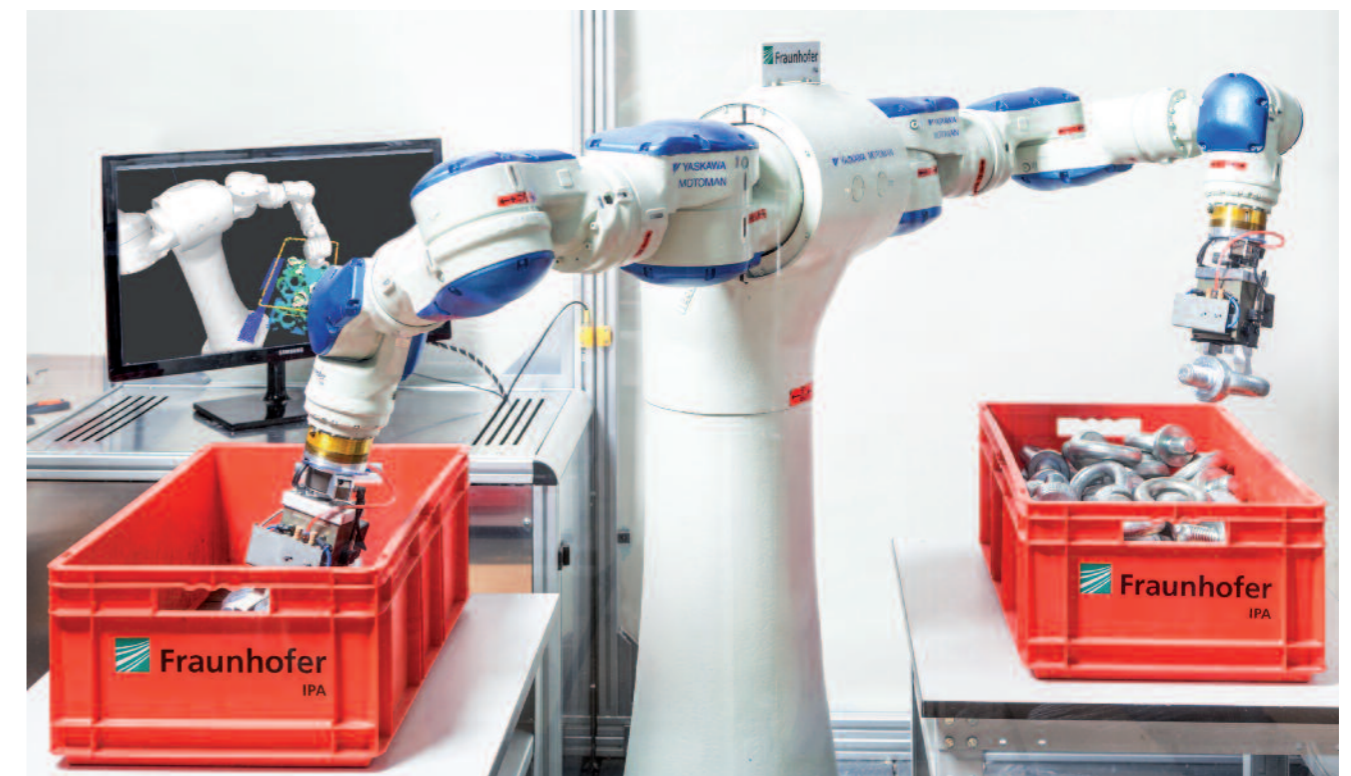
## Lernzeit drastisch verkürzen

»Wenn das Machine Learning in der Industrie Anwendung finden soll, muss sich die Lernzeit mit echten Bauteilen drastisch verkürzen. Wir arbeiten daher mit Simulationen, um Fehlgriffe und Kollisionen mit realen Robotern zu vermeiden«, sagt Kraus. Im Forschungsprojekt »Deep Grasping« arbeitet der Wissenschaftler gerade zusammen mit Kollegen von der Universität Stuttgart an einer virtuellen Lernumgebung, in der Roboter künftig vor ihrer Inbetriebnahme ihre Neuronalen Netze schulen und sich über ihre Erfahrungen austauschen sollen. Der Griff-in-die-Kiste soll also nicht mehr in der Praxis geübt, sondern nur noch simuliert werden. Die vortrainierten Netze werden anschließend auf den realen Roboter übertragen.

Schon bald soll der Laboraufbau in einen Demonstrator überführt werden und in ein bis zwei Jahren werden voraussichtlich erste Projekte mit Industriepartnern anlaufen. Alle bisherigen Ergebnisse aus »Deep Grasping« präsentieren Kraus und sein Team von 19. bis 22. Juni auf der automatica 2018 in München: Halle A4, Stand 421. ■

## Kontakt

Dr.-Ing. Werner Kraus  
Telefon +49 711 970-1049 | werner.kraus@ipa.fraunhofer.de



# Roboterprogrammierung radikal vereinfacht

**Bisher war die Roboterprogrammierung so aufwendig, dass kleine und mittelständische Unternehmen davor zurückschreckten, in die Automatisierung ihrer Produktionsanlagen zu investieren. Doch nun haben Martin Naumann und sein Team das Verfahren radikal vereinfacht. Mit ihrer Software drag&bot kann ungeschultes Personal innerhalb weniger Minuten komplexe Roboterapplikationen erstellen.**



Die Programmierung eines Robotersystems verursachen würde, können sie oft nicht stemmen, zumal sie eigens dafür externe Fachleute engagieren müssten.

Aber auch bei großen Stückzahlen wird es immer wichtiger, das Robotersystem schnell und unkompliziert an aktuelle Produktionsbedarfe anzupassen. Immerhin verlangt die vierte industrielle Revolution nach der wandlungsfähigen Produktion, in der Kleinserien und Sonderanfertigungen mit derselben Effizienz hergestellt werden wie Massenware.

## Skills: Fertige Programmbausteine

»Unnötig kompliziert« findet Martin Naumann die bislang gängigen

Verfahren der Roboterprogrammierung: »Heute kann jeder ohne großes Vorwissen ein Smartphone bedienen. Da ist ein solcher Aufwand doch nicht mehr zeitgemäß«, urteilt er. Zusammen mit seinen Kollegen hat er deshalb die Software drag&bot entwickelt, die den Programmieraufwand auf ein Minimum reduziert.

Damit eröffnen sie dem Mittelstand völlig neue Möglichkeiten zur Automatisierung. Denn auf einmal kann ungeschultes Personal intuitiv und innerhalb weniger Minuten einen Roboter programmieren. Der Clou: Fertige Programmbausteine lassen sich per Drag and Drop schnell und einfach zu komplexen Applikationen zusammenfügen – daher der Name. Die Programmbausteine, Skills genannt, sind einzelne Funktionen wie das Lokalisieren eines Werkstücks, eine Roboterbewegung oder das Schließen des Greifers. Als Zusatzfunktionen können in drag&bot außerdem mehrere am Fraunhofer IPA entwickelte

Bisher ist die Programmierung – egal ob online mit dem Programmierhandgerät oder offline in einer CAD-basierten Simulationsumgebung – sehr aufwendig und setzt fundierte Kenntnisse in Robotik und einer herstellerspezifischen Programmiersprache voraus. Deshalb ist die Umprogrammierung zeit- und kostenintensiv, schränkt die Flexibilität von Robotersystemen stark ein und führt dazu, dass diese bisher vor allem bei großen Stückzahlen und über lange Zeit gleichbleibender Aufgabenstellung wirtschaftlich arbeiten.

Genau deshalb schrecken vor allem kleine und mittelständische Unternehmen davor zurück, viel Geld für die Automatisierung der Produktionsanlagen in die Hand zu nehmen. Denn gerade diese Betriebe leben von ihrer Flexibilität: Sie fertigen in kleinen Losgrößen, bieten ihren Kunden zahlreiche Produktvarianten, häufig sogar Einzelstücke, die exakt auf individuelle Bedürfnisse zugeschnitten sind. Die Kosten, die die Umprogrammie-

Softwarelösungen integriert werden: Skills zur kraftgeregelten Montage sowie der sogenannte Griff-in-die-Kiste, also das roboterbasierte Erkennen, Greifen und Ablegen von ungeordnet gelagerten Bauteilen.

Über eine graphische Bedienoberfläche, die auf allen gängigen Endgeräten angezeigt wird, lassen sich die Skills mit ein paar Klicks gruppieren oder hierarchisch anordnen. Der Vorteil gegenüber herkömmlichen Verfahren: Die einzelnen Skills sind wiederverwendbar und die Komplexität der Roboterprogrammierung bleibt dem Nutzer verborgen. »Mit Quellcode muss er sich also nicht herumschlagen«, sagt Naumann.

## Wizards: Bedien- und Eingabehilfen

Auch die sogenannten Wizards sind eine Erleichterung: Mit diesen Bedien- und Eingabehilfen können Anwender ohne großen Aufwand Skills an die Produktionsprozesse im Unternehmen anpassen. Außerdem unterstützen die Wizards bei der Parametrisierung des Programmablaufs. So ist beispielsweise die Positionseingabe schnell erledigt: Der Bediener führt den Roboterarm mit der Hand an die gewünschte Stelle und lässt den Wizard die Koordinaten ermitteln und abspeichern.

Außerdem helfen die Wizards bei der Parameterdefinition mithilfe der Bildverarbeitung: Über eine Kamera wird beispielsweise ein Schraubloch lokalisiert und dessen Position automatisch übernommen. Mit einem Klick auf die entsprechende Stelle legt der Nutzer fest, wo der Roboter später sein Schraubwerkzeug ansetzen soll.

## Ganze Programme einfach übernehmen – über die Cloud

Über die Cloud lässt sich drag&bot firmenintern mit beliebig vielen Robotern vernetzen. »Damit ist es möglich, nicht nur einzelne Skills, sondern ganze Programme mehrfach zu nutzen«, erklärt Naumann. »Wer welche erstellt hat, kann sie über die Cloud den Kollegen zur Verfügung stellen.« So kann ein und dasselbe Programm an verschiedenen Unternehmensstandorten Anwendung finden. Soll es nicht 1:1, aber zu großen Teilen übernommen werden, kann der Nutzer es mit den Wizards rasch an die Anforderungen vor Ort anpassen.

Dabei spielt es keine Rolle, wenn innerhalb eines Unternehmens Roboter verschiedener Hersteller zum Einsatz kommen sollten. Denn drag&bot ist herstellerunabhängig und unterstützt derzeit die vier Hersteller Kuka, Denso, Fanuc und Universal Robots. Auch wenn das Robotersystem nachträglich um weitere Hardwarekomponenten ergänzt wird, ist drag&bot offen für Produkte verschiedener Hersteller. Ob Greifer, Schraubwerkzeug, Nietpistole oder Kamera – mit wenigen Klicks lassen sie sich integrieren und konfigurieren.

## drag&bot auf der automatica 2018

»Genau genommen wird ein Roboter mit drag&bot nicht programmiert, sondern instruiert«, fasst Naumann zusammen. Wie radikal die Skills und Wizards die Roboterprogrammierung vereinfachen, demonstriert der Forscher auf der automatica 2018: Auf dem Messestand des Fraunhofer IPA – Halle A4, Stand 421 – ist er mit einer Roboterzelle vertreten. Dort kann jeder interessierte Messebesucher mit ein paar Klicks selbst Handhabungs- oder Montageanwendungen erstellen.

Die drastisch vereinfachte Programmierung ermöglicht es Systemintegratoren, ihr Portfolio um Robotersysteme zu erweitern, die jederzeit und ohne großen Aufwand an neue Produktionsbedarfe angepasst werden können. Über eine Lizenz können sie drag&bot erwerben und die Software dann über einen Online-Shop je nach Bedarf um Wizards und bestimmte Funktionsblöcke erweitern – genauso wie man ein Smartphone mit Apps bereichern kann.

Das Geschäftsmodell steht also. Nun planen Naumann und sein Team, das Fraunhofer IPA zu verlassen und sich mit ihrer Erfindung selbstständig zu machen. Ihr Start-up, die drag and bot GmbH, haben sie bereits gegründet. ■

## Kontakt

Martin Naumann  
Telefon +49 711 970-1291  
martin.naumann@ipa.fraunhofer.de

# UV-Kugel macht Lackieren einfach und schnell

**Autos, Möbel, Elektronikgehäusen – überall wird lackiert. Doch die herkömmlichen Lack-Trocknungsverfahren sind wegen ihres hohen Energieverbrauchs in die Kritik geraten. Eine neue raffinierte Anlage senkt den Energiebedarf, schont die Umwelt nachhaltig und verkürzt die Taktzeiten radikal.**

Um lackierte Bauteile auszuhärten, gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder man trocknet sie mit Wärme, was relativ lange dauert und viel Energie erfordert, oder man bestrahlt sie mit UV-Licht. Die herkömmliche UV-Härtung für die industrielle Anwendung stößt allerdings an Grenzen, wenn das Bauteil kompliziert geformt ist. Dann muss man die Lichtquelle oder das Werkstück mehrfach ausrichten und erreicht doch nicht alle Oberflächen optimal. Ein Konsortium von Unternehmen und Instituten hat nun eine Anlage entwickelt, die das überflüssig macht, schnell arbeitet und obendrein Energie spart. Sie beruht auf folgendem Prinzip: Wenn man Licht im Innenraum einer Kugel ausstrahlt, wird es durch die vielfachen Reflexionen an den Wänden nahezu ideal diffus. Positioniert man das Werkstück in einer solchen Kugel, wird seine Oberfläche überall gleichmäßig bestrahlt – ohne Aufwände zur Anpassung an das Bauteil.

## Kugelform aus 20 Dreiecken

Die Ingenieure verwenden keine exakte Kugel, sondern eine angenäherte Kugelform aus 20 ebenen Dreiecken, was leichter herzustellen ist. Die Innenoberfläche besteht aus Teflon, das mehr als 80 Prozent der Strahlung reflektiert und obendrein schmutzabweisend und UV-beständig ist. Als UV-Lichtquellen dienen keine konventionellen Quecksilberdampflampen, sondern neuartige Hochleistungs-LED-Strahler, die wenig Energie verbrauchen, kurze Anlaufzeiten haben, schnell schaltbar sind und lange halten. »Die UV-LED-Lampen haben besonders vorteilhafte Eigenschaften, um sie in die UV-Kugel zu integrieren. Die geringen mechanischen Baumaße, die hohe optische Leistungsdichte und schnelle Taktbarkeit machen sie zur idealen Strahlungsquelle für diese Anwendung«, bestätigt Alfred Feilen, der Geschäftsführer von Easytec. Auch ein neuer Lack wurde genutzt, der ideal zur Anlage passt. Aber auch herkömmliche Lacke lassen sich verwenden – auch solche, die ohne Schutzgas aushärten.

## Härtung in Sekunden

Der Prototyp, der nun entstanden ist, erfüllt alle Erwartungen: »Gleich mehrere lackierte 3D-Bauteile wurden in der patentierten »UV-Kugel« positioniert, die Hochleistungs-UV-LEDs eingeschaltet und nach wenigen Sekunden »UV-Puls« war die Lackschicht perfekt gleichmäßig ausgehärtet. Und das sogar bei kompliziert geformten Bauteilen, bei Hinterschnidungen und Bohrungen«, freut sich Rainer Röck, der Erfinder und Patentinhaber. »Das Geniale: Weder UV-Strahler noch Bauteile müssen bewegt oder verstellt werden; auch Größe und Geometrie der Bauteile sind nebensächlich«, ergänzt der Ingenieur stolz.

Die auf wenige Sekunden verkürzten Härtingszeiten ermöglichen jetzt kurze Taktzeiten. Der Energieverbrauch reduziert sich auf ca. 1/20stel gegenüber dem thermischen Trocknungsverfahren. Da die Lacke keine oder deutlich weniger Lösemittel enthalten, muss die Abluft nicht abgesaugt werden. Und die innovative Anlage benötigt wesentlich weniger Produktionsfläche als herkömmliche Anlagen. Obendrein ist sie skalierbar, lässt sich also in beliebiger Größe herstellen. Auch kann man sie in bestehende Anlagen integrieren. »Als Anwender freut es mich besonders, dass ohne Programmieraufwand Teile beliebiger Struktur sicher und schnell getrocknet werden und der Teilewechsel seinen Schrecken verliert«, äußert zufrieden der Leiter funktionelle Beschichtungen Hartmut Jundt von der Ritzi Lackiertechnik GmbH. ■

## Kontakt

Jörg Schieweck  
Telefon +49 711 970-1874  
joerg.schieweck@ipa.fraunhofer.de

Innenraum der durch Dreiecke angenäherten UV-Kugel mit vier Schaltknäufen

Das Projekt »UV-Kugel-Puls-Anlage zur 3D-Lackhärtung« wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert und lief über drei Jahre. Beteiligt waren neben dem Fraunhofer IPA die Durst Lackier- und Trocknungsanlagen GmbH, die Easytec GmbH, das Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart, die Opsytec Dr. Gröbel GmbH und die Ritzi Lackiertechnik GmbH.



Ohne Kompromisse

## Vorzüge von 3D-Druck und Spritzguss kombiniert

**Wissenschaftler des Fraunhofer IPA haben ein neues Verfahren entwickelt, das die Vorzüge von 3D-Druck und Spritzguss vereint. Beim additiven Freiformgießen wird erst die Hülle des Bauteils mit FDM-Druck hergestellt und anschließend mit einem Zwei-Komponenten-Harz befüllt. Das spart Zeit, steigert die Stabilität des Bauteils und ermöglicht es, neue Materialien zu verdrucken.**

Additive Fertigung, auch 3D-Druck genannt, bietet der Industrie heute schon viele Vorteile. »Man gibt die CAD-Daten des Werkstücks ein und erhält ein fertiges Bauteil«, weiß IPA-Experte Jonas Fischer. Kleinserien, Prototypen und Einzelanfertigungen lassen sich schneller und preiswerter fertigen als im Spritzguss. Außerdem lassen sich komplexe Strukturen und integrierte Funktionalitäten realisieren. Es gibt aber noch Schwachstellen.

### Nur drei Minuten zum Aushärten

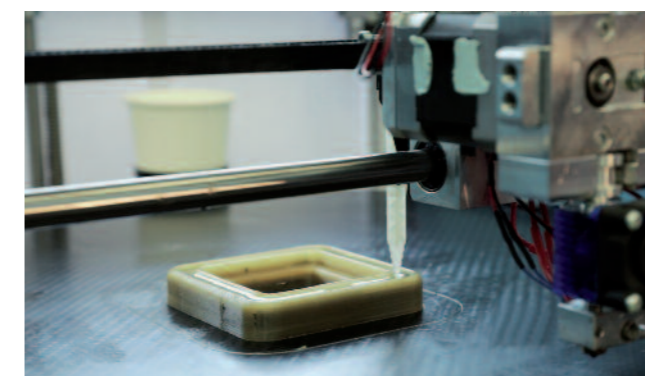
Beim FLM-Druck (Fused Layer Modelling), der meistverbreiteten Methode, legt eine Düse das Druckmaterial in Strängen parallel zueinander ab. Dadurch entstehen Bindenähte und Porositäten. »Das Material liegt nicht »voll« in der Form, wie etwa beim Gießen. Dadurch sind die mechanischen Eigenschaften des

Bauteils schlechter«, kritisiert Fischer. Außerdem trägt die Düse beim FLM-Verfahren jede Schicht einzeln auf. Bis ein großes Bauteil aufgebaut ist, vergeht viel Zeit. Ein dritter Nachteil ist, dass sich mit dem FDM-Druck nur Kunststoffe verarbeiten lassen, die beim Erhitzen weich werden – sogenannte Thermoplaste. Duroplaste, die nach dem Aushärten trotz Wärmezufuhr stabil bleiben, können nicht verdruckt werden.

Mit dem additiven Freiformgießen haben Forscher am Fraunhofer jetzt einen Weg gefunden, diese Nachteile zu verringern. Dafür haben sie den additiven Prozess mit einem Gießverfahren kombiniert. Im ersten Schritt wird die Hülle des Bauteils mit dem FLM-Verfahren hergestellt. Als Druckmaterial verwenden die Experten den wasserlöslichen Kunststoff Polyvinylacetat (PVA). Anschließend wird die Hülle automatisch mit einer präzise dosierten Menge an Polyurethan oder Epoxidharz gefüllt. Bei Polyurethan dauert es nur drei Minuten, bis die Füllung getrocknet ist. Anschließend kann das Bauteil mit dem gleichen Prinzip beliebig in die Höhe erweitert werden. Sobald der Prozess abgeschlossen und das Bauteil ausgehärtet ist, wird die Form im Wasserbad entfernt. So entsteht ein 3D-gedrucktes Werkstück, mit Eigenschaften, die dem Spritzguss ähneln.

### Fertigung »am Stück« möglich

Um das Füllmaterial in die Hülle zu gießen, haben die IPA-Forscher eine spezielle Dosiereinheit für zweikomponentige Materialien im 3D-Drucker verbaut. Somit ist es möglich, das gesamte Verfahren, also den Druck der Hülle und die Füllung, »am Stück« durchzuführen. Der Druckprozess muss nicht unterbrochen werden und lässt sich wie beim herkömmlichen 3D-Druck vollständig digitalisiert steuern. Außerdem lassen sich mit dem Verfahren Zwei-Komponenten-Harze verarbeiten. Hitzebeständige Duroplaste können als Baumaterial eingesetzt werden. Außerdem sei das Bauteil viel schneller aufgebaut. »Man muss nur die Hülle drucken, den Rest überlässt man der Schwerkraft«, sagt Fischer. Nicht zuletzt seien die Bauteile deutlich stabiler, weil das Material die Form komplett ausfüllt und somit keinerlei Porositäten oder Luftporen entstehen. Die neue Methode eignet sich für verschiedenste Anwendungsbereiche und Branchen. »Elektrisch isolierende Bauteile wie Steckdosen lassen sich damit herstellen. Auch für Schäume und Polyester, wie sie bei Sicherheitselementen benötigt werden, ist das Verfahren geeignet«, erklärt Fischer.



Prinzipiell bringe das kombinierte Freiformgießen immer dann Vorteile, wenn große, komplexe Bauteile in kleiner Stückzahl benötigt werden. Außerdem lasse sich dadurch Gewicht einsparen.

### Partner zur Weiterentwicklung gesucht

In einem Vorlaufforschungsprojekt haben die IPA-Forscher die Machbarkeit erfolgreich nachgewiesen. Außerdem wurden verschiedene Bauteile als Prototypen realisiert. Jetzt suchen die Forscher nach Industriepartnern, die sie dabei unterstützen, den Prozess zur Serienreife weiterzuentwickeln. Gefragt sind auch Materialhersteller, die gemeinsam mit den Forschern die Eigenschaften des Zwei-Komponenten-Gemischs verbessern. Ebenso sind Unternehmen willkommen, die Ideen für verschiedene Anwendungsbereiche von Duroplasten einbringen. ■

### Kontakt

Jonas Fischer  
Telefon +49 711 970-1119  
jonas.fischer@ipa.fraunhofer.de

*Beim additiven Freiformgießen wird die Hülle des Bauteils im FDM-Druck aufgebaut. Anschließend befüllt eine Dosiereinheit im Drucker die Form mit einem Zwei-Komponenten-Gemisch.*



# Gefühlvoll zupacken

**Bionik zum Anfassen:** Bei der Entwicklung einer neuen, formadaptiven Pinzette stand die Natur Pate. Die Greifer passen sich sanft der Oberfläche an, verteilen den Druck gleichmäßig und sorgen dafür, dass Oberflächen nicht beschädigt werden. Ein ideales Werkzeug für die biologische Forschung und Chirurgie.

»Die klassische Pinzette übt den größten Druck immer an der Spitze aus. Das ist für Biologen und Mediziner oft ein Problem: Wenn sie mit empfindlichem Gewebe hantieren, kann der Zellverband durch den hohen Druck beschädigt werden«, erklärt Oliver Schwarz vom Fraunhofer IPA. Zusammen mit seinem Team hat der promovierte Biotechniker eine »formadaptive Pinzette« entwickelt, die den Druck reduziert.

Die Inspiration für das neue Werkzeug lieferten Fische, genau genommen deren Schwanzflossen. Diese enthalten strahlenförmige Strukturen, die durch querverlaufendes, elastisches Bindegewebe verbunden sind. Der Aufbau sorgt dafür, dass sich die Strahlen dem Wasserdruck entgegenbiegen und den Vortrieb des Fisches beschleunigen.

Diesen Fin-Ray®-Effekt, der 1997 entdeckt wurde, nutzen die Fraunhofer-Forscher für die Entwicklung medizinischer Geräte. »Unsere bionische Pinzette besteht – wie der Fischschwanz – aus Längs- und Querverstrebungen, die elastisch miteinander verbunden und so angeordnet sind, dass sie auf Druck reagieren und diesem entgegenwirken«, sagt Schwarz.

Der Druck dafür muss nicht groß sein: Vorsichtig greift der Forscher mit seiner Pinzette nach einem Strohhalm, der auf dem Tisch liegt. Die beiden Greifarme, die eben noch kerzengerade waren, passen sich sofort der Oberfläche des Halmes an. »Dieses formadaptive Verhalten sorgt dafür, dass der Druck nicht mehr an einem Punkt konzentriert auftritt, sondern sich auf die gesamte Auflagefläche verteilt«, erläutert der Forscher, während er den Strohhalm mit der Pinzette vom Tisch aufhebt. Der Halm verbiegt sich dabei nur leicht zu einem Oval, wird aber nicht gequetscht.

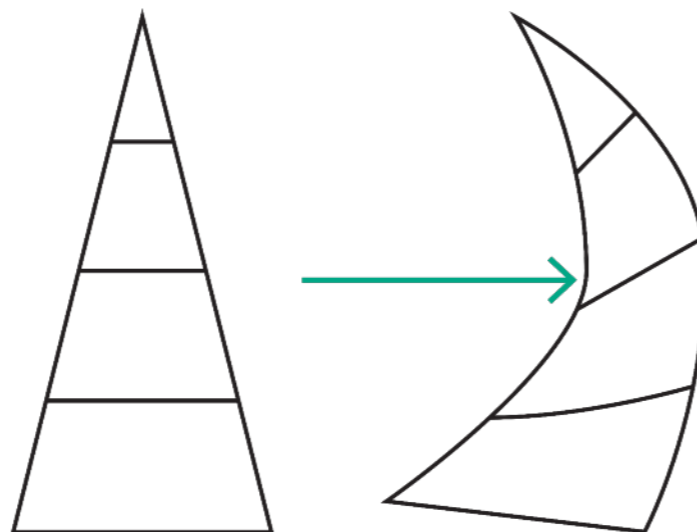
Das Geheimnis steckt im Design. In monatelanger Tüftelarbeit haben die IPA-Forscher am Computer unterschiedliche Modelle entwickelt. »Unser Ziel war es, die Pinzette so zu gestalten, dass sie gut in der Hand liegt, die gewünschte Adaption an die Oberfläche garantiert und dass sie sich sowohl kostengünstig als auch nachhaltig produzieren lässt«, berichtet Schwarz.

Das erfolgversprechendste Modell – es besteht aus Polyamid, einem Kunststoff, der aus Rizinusöl gewonnen wird und medizintechnisch zugelassen ist – kann mit 3D-Drucktechnik oder im Spritzgussverfahren gefertigt werden. Die ersten Prototypen befinden sich in der Chirurgie bereits im Praxistest.

Die Medizin ist dabei nur eines von vielen Anwendungsfeldern: Die neuen formadaptiven Pinzetten lassen sich überall nutzen, wo kleine empfindliche Teile fixiert oder transportiert werden müssen: In der biologischen Forschung genauso wie in der Produktion elektronischer Bauelemente. ■

## Kontakt

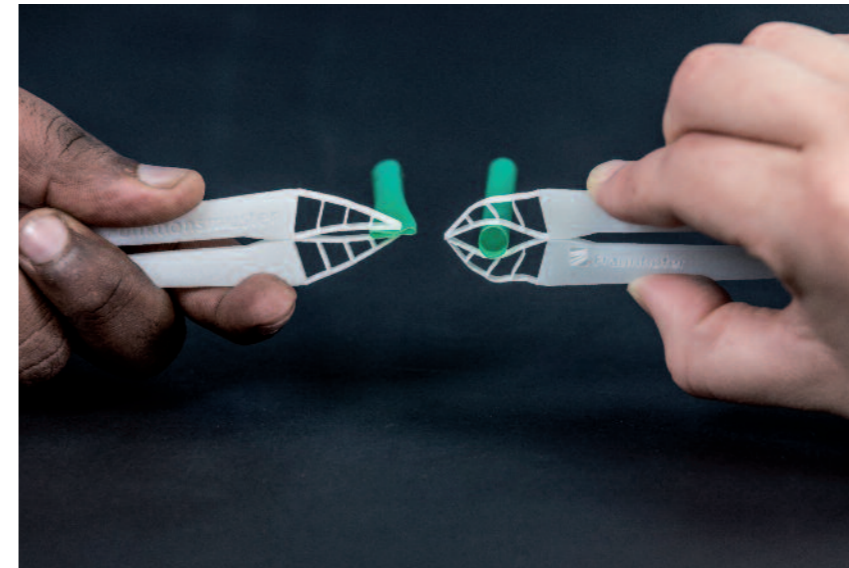
Dr. rer. nat. Oliver Schwarz  
Telefon +49 711 970-3754  
oliver.schwarz@ipa.fraunhofer.de



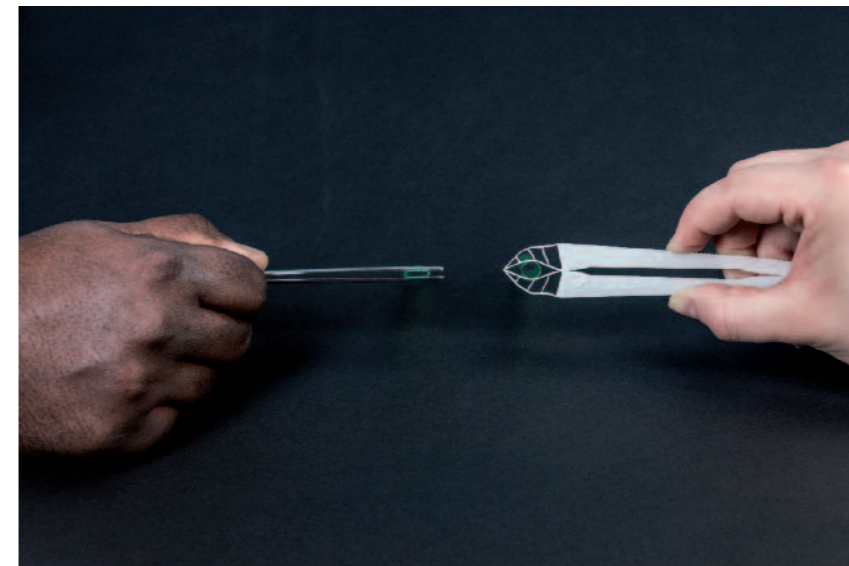
Der Fin-Ray®-Effekt

Links: Ein unbelasteter Fin Ray®

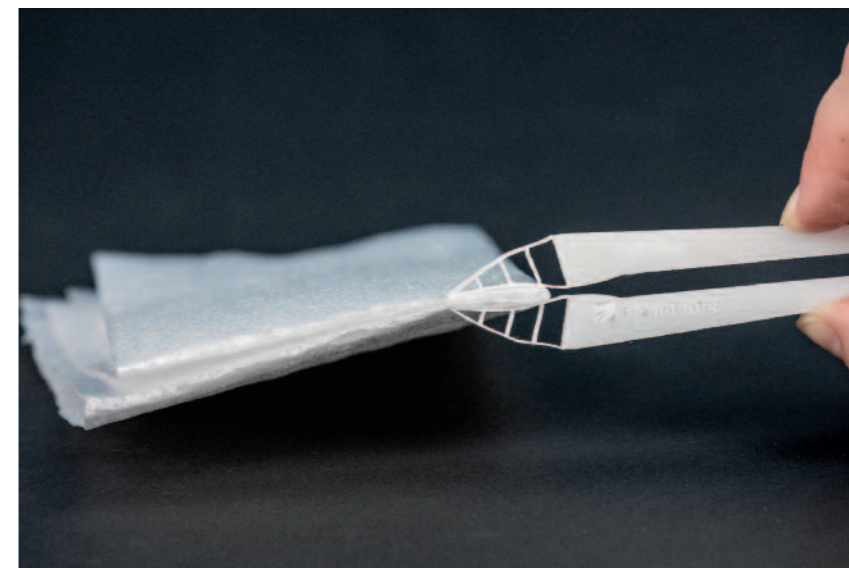
Rechts: Ein Fin Ray® auf dessen Seite gedrückt wird (grüner Pfeil).



Funktionsmuster der formadaptiven Pinzette halten Strohhalm. Wie links im Bild zu sehen, kann mit der Spitze der Pinzette Kraft ausgeübt werden. Wie rechts im Bild zu sehen, können Objekte zwischen den Maulflächen der Pinzette gehalten werden, ohne größere Kräfte zu erfahren.



Halten eines Stück Strohhalms mit einer formadaptiven Pinzette (rechts) und mit einer herkömmlichen Pinzette aus Metall (links). Mit der Metallpinzette wurde nur so viel Kraft ausgeübt, wie zum sicheren Festhalten des Strohhalms benötigt wurde.



Halten eines flächigen Stück Schaumstoffs mit einer formadaptiven Pinzette.

## Vorschau Interaktiv Ausgabe 3|2018

In den nächsten Jahren entsteht in unmittelbarer Nähe zum Fraunhofer-Institutszentrum der Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus (S-TEC). Er bildet die Grundlage für ein anwendungsnahe Forschungs- und Transfer-Ökosystem, das wir in enger Kooperation mit Forschungseinrichtungen am Standort wie der Universität Stuttgart und mit zahlreichen Industriepartnern unter dem Label S-TEC vorantreiben. In verschiedenen Zentren der S-TEC sollen technologische Innovationen direkt in industrielle Anwendung überführt werden. Hier werden die Themen der Massenpersonalisierung (Mass Personalization) und der ultraeffizienten Fabriken (Mass Sustainability) in einer einzigartigen Infrastruktur beforscht. In der Herbst-Ausgabe unseres Kundenmagazins Interaktiv stellen wir den Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus sowie das Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence ZCCI vor. Das Ziel des ZCCI ist es, die Produktionsforschung mit Technologien der künstlichen Intelligenz weiter zu entwickeln und mit dem Know-how produzierende Firmen und Ausrüster zu unterstützen.

## Impressum

interaktiv Ausgabe 2|2018 | Das Kundenmagazin des Fraunhofer IPA

### Herausgeber:

Fraunhofer-Gesellschaft  
Hansastraße 27c | 80686 München

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA  
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart | Deutschland  
Marketing und Kommunikation | Leitung: Fred Nemitz | fred.nemitz@ipa.fraunhofer.de

### Redaktion:

Fred Nemitz, Christine Sikora (Bild und Produktion), Jörg-Dieter Walz, Hannes Weik

Telefon +49 711 970-1667 | presse@ipa.fraunhofer.de

**Fotos:** Rainer Bez, Fraunhofer IPA, alle weiteren Abbildungen stammen aus folgenden Quellen:

U2 Quelle: iStock; Seite 18 Quelle: HAGLEITNER; Seite 24–25 Quelle: C&C Bark und Quelle: TRIMET Aluminium SE;  
Seite 26–27 Quelle: www.davidspaeth.com; Seite 34 Quelle: Universität Stuttgart IFF/Fraunhofer IPA; Seite 38 Quelle:  
BÄR Automation GmbH; Seite 40 Quelle Graphik: Kilian Kleeberger

**Titelbild:** Quelle: ©John Smith – stock.adobe.com, Collage Fraunhofer IPA

**Druck:** Wahl-Druck GmbH

### Bestellservice:

Telefon +49 711 970-1932 | marketing@ipa.fraunhofer.de | <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/bestellservice.html>



# BIOINTELLIGENZ – EINE NEUE PERSPEKTIVE FÜR NACHHALTIGE WERTSCHÖPFUNG



**ERFAHREN SIE MEHR ÜBER DIESES ZUKUNFTSTHEMA:**

27. Juni 2018 im Fraunhofer-Forum in Berlin.

Mehr unter: <https://biointelligenz.fraunhofer-events.de/>

