

# »» IFFOCUS

## DER MENSCH IN DER PRODUKTION

### INTELLIGENTE ARBEITSPLÄTZE FÜR DIE PRODUKTION

Den demografischen Wandel abfedern

### OHNE SCHUTZZÄUNE

Damit Mensch und Roboter direkt miteinander arbeiten können

### AUTOMATISCH PRÜFEN UND QUALITÄT SICHERN

Optische Technologien entlarven kleinste Fehler

hofer  
IFF



Foto: Fraunhofer IFF

## IHR FORSCHUNGSDIENSTLEISTER

 **Fraunhofer**  
IFF

Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF forscht in den Bereichen Digital Engineering, Logistik und Materialflusstechnik, Automatisierung sowie Prozess- und Anlagentechnik. Gemeinsam mit ihren Auftraggebern entwickeln die Ingenieure innovative Lösungen für die Praxis und realisieren so neue Konzepte für die Produktion.

[www.iff.fraunhofer.de](http://www.iff.fraunhofer.de)

» In der Produktion der Zukunft behauptet der Mensch seinen festen Platz – als der kreativ und flexibel Steuernde und Regulierende, der die wachsende Vernetzung der Produktion beherrscht. «



Prof. Michael Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg.

## Editorial

Überall wird er diskutiert, der Begriff von »Industrie 4.0«. Man könnte ihn als die vierte industrielle Revolution in einer Reihe von Meilensteinen in der Geschichte der Industrialisierung verstehen. Doch verbirgt sich hinter diesem inzwischen fast schon inflationär gebrauchten Begriff nicht viel mehr eine Evolution oder ein Paradigmenwechsel, ermöglicht durch die fortschreitende Digitalisierung?

### Vernetzte Produktion

Fakt ist: Zukünftig werden in einer sich selbst steuernden Produktion sämtliche Systeme miteinander vernetzt. Die Vorhersage von menschenleeren Fabriken erweist sich eher als Märchen: Der Mensch behauptet seinen festen Platz – als der kreativ und flexibel Steuernde und Regulierende, der die wachsende Vernetzung der Produktion beherrscht. In der Fabrik der Zukunft erweitert er seine Fähigkeiten und nutzt die Kraft, Genauigkeit und Unermüdlichkeit technischer Systeme.

So rücken Mensch und Maschine in einem Arbeitsraum eng aneinander. Ihre vereinten Fähigkeiten ermöglichen kürzere Produktionszyklen und steigende Variantenvielfalt der Produkte. Nicht zuletzt wird diese Arbeitstei-

lung auch der demografischen Entwicklung gerecht: Schon heute fehlen uns Nachwuchskräfte. Die Fachkräfte, die wir haben, müssen wir gemäß ihrer Fähigkeiten mit technischen Assistenzsystemen unterstützen. Denn so befähigen wir sie, qualifizierter, länger und altersgerecht zu arbeiten.

### Intelligente Arbeitssysteme

Unsere Experten am Fraunhofer IFF wollen Unternehmen auf diesem Weg begleiten. In der unternehmerischen Praxis unserer Partner und Auftraggeber stellen sich dabei immer wieder die gleichen Fragen: Welche Technologien brauchen wir, damit Mensch und Maschine in gemeinsamen Arbeitsräumen arbeiten können? Welche technischen Systeme können dem Menschen assistieren, wenn sehr hohe Präzision gefordert ist? Wie können sie den Werker körperlich entlasten? Wie kann in einer sicheren Arbeitsumgebung ein Qualitätsprodukt hergestellt werden?

In dieser Ausgabe unseres IFFocus wollen wir Ihnen einige sehr spannende Projekte vorstellen, in denen diese Ideen schon verwirklicht werden: Wie Roboter »fühlen« lernen, damit sie dem Menschen keinen Schaden zufügen.

Wie intelligente Assistenzsysteme Werker unterstützen, Fehlerquoten senken und dadurch den nachträglichen Prüfaufwand verringern und vieles andere mehr. Viel Freude dabei wünscht Ihnen

Ihr Michael Schenk



## Roboter mit sensibler Haut

In der Produktion der Zukunft sollen Menschen und Roboter ihre besonderen Fähigkeiten einbringen und in gemeinsamen Arbeitsräumen arbeiten. Das geht jedoch nur dann, wenn die Roboter die Menschen zuverlässig erkennen und entsprechend ausweichen. Eine Möglichkeit dafür haben die Forscher am Fraunhofer IFF in Magdeburg mit ihren druck- und näherungs-sensitiven Sensorsystemen geschaffen.

Einen Prototyp dieser Sensorhaut haben die Experten unter anderem beispielhaft für einen ABB-Roboter entwickelt – im Auftrag von BMW. Mit diesem Prototyp wollen die Autobauer untersuchen, was ein solcher Roboter kann und in welchem Bereich der Produktion man ihn bestmöglich einsetzen könnte.

SEITE 12



## Assistenzsysteme federn demografischen Wandel ab

Wie kann man den Menschen so in die Produktion einbinden, dass er möglichst wenig belastet wird und die Arbeit seinen Fähigkeiten entsprechend ausführen kann? Die Forscher am Fraunhofer IFF arbeiten an intelligenten Assistenzsystemen.

SEITE 20



## Sensoren ersetzen die Stoppuhr

Arbeitsplätze und Abläufe müssen so gestaltet werden, dass Ermüdung oder Überforderung vermieden werden. Doch wieviel Zeit benötigt jeder Montageschritt? Forscher vom Fraunhofer IFF haben ein neues System für die Zeiterfassung entwickelt.

SEITE 28

# IFFocus 1/2014 Der Mensch in der Produktion

## Aktuelles

- 4 Die Energiewende meistern: Mit Konzepten für mehr Energie- und Ressourceneffizienz
- 5 VAKOMA GmbH erhält Außenwirtschaftspreis 2013  
Ein Fingerabdruck für die Luftfracht
- 6 Landwirtschaftsminister Aeikens begeistert von Fraunhofer-Forschung  
Das Fraunhofer IFF auf der Hannover Messe 2014
- 7 2. Tag der Elektromobilität  
Smart Grid: Regionale Verteilnetze mit regenerativen Energien stabilisieren

## Blitzlichtgewitter

- 8 Impressionen von der 8. Tagung »Anlagenbau der Zukunft«

## Interview

- 10 Wenn der Roboter mit dem Menschen ... Interview mit Dr. Michael Zürn, Leiter Werkstoff- und Fertigungstechnik, Daimler AG

## Aus Forschung und Entwicklung

- 12 Roboter mit sensibler Haut
- 16 Zusammenstöße mit Robotern – ohne Verletzungsrisiko
- 20 Assistenzsysteme federn demografischen Wandel ab
- 24 Optische Technologien entlarven kleinste Fehler
- 28 Sensoren ersetzen die Stoppuhr
- 32 Schritt für Schritt geleitet – AR-Tool für Reperaturaufgaben

## Galerie

- 40 Impressionen aus Wissenschaft und Wirtschaft

## Kluge Köpfe

- 42 Roboter Annie lockt jungen Forscher ans IFF  
Das Aschenputtel-Prinzip
- 43 Ansprechpartner für Fragen zur Energieeffizienz: ER-WIN-Geschäftsstelle am IFF

- 43 »Verbund Produktion« hat neuen Geschäftsfeldleiter
- 44 RobAGs-Team »VIRus« gewinnt bei First Lego League  
Und sie drehen sich endlich!
- 45 Wissenschaft debattieren: Eine Reise in die Industrie-Zukunft  
Ausgezeichnet und voller Energie
- 46 Nach Promotion zum »Angelschein«  
Karriere mit Fraunhofer: Vom Spiele-Entwickler zum Dokortitel
- 47 IFF gratuliert Dr. Eberhard Blümel zum 60sten!

## Impressum

## Ausblick



## Interview

Wenn der Roboter mit dem Menschen ... Dr. Michael Zürn, Leiter Werkstoff- und Fertigungstechnik bei Daimler über die Zukunft der Produktion beim Automobilhersteller



## Kluge Köpfe

Wer hat promoviert? Wer ist neu? Hier erfahren Sie mehr über die Menschen am Fraunhofer IFF.

## Die Energiewende meistern: Mit Konzepten für mehr Energie- und Ressourceneffizienz



Neben der Diskussion aktueller Trends und Perspektiven für den deutschen Anlagenbau steht der Erfahrungsaustausch der Experten im Mittelpunkt der Tagung.

Mehr als 150 Experten trafen sich am 6. und 7. März auf der 8. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« in Magdeburg. Auf dem Programm standen Konzepte und Erfahrungen, mit denen sich der Lebenszyklus von Fabriken und Anlagen effizienter gestalten lässt.

Angesichts der Energiewende muss jeder Unternehmer Kosten einsparen. Zuerst gilt es, die täglichen Abläufe und Prozesse auf den Prüfstand zu bringen. Daher interessierte die Teilnehmer der Tagung vor allem, welche Einsparpotenziale in den Unternehmen schlummern und wie sich diese gewinnbringend nutzen lassen. »Es gleicht einer Schatzsuche. Wer mit der richtigen Strategie und den richtigen Werkzeugen auf die Suche geht, kann wahre Schätze heben«, verdeutlicht es Veranstalter Professor Michael Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer IFF.

### Energieoptimiert produzieren

Die Wissenschaftler am Fraunhofer IFF beschäftigen sich in verschiedenen Forschungsbereichen mit den Themen Energie- und Ressourceneffizienz. Ihre Erfahrungen kommen der Wirtschaft direkt zugute: Denn z. B. im Innovationscluster ER-WIN (Intelligente, energie- und ressourceneffiziente regionale Wertschöpfungsketten in der Industrie) untersuchen die Wissenschaftler für Unternehmen aus Sachsen-Anhalt, mit welchen Technologien sie ihre Prozesse und Infrastrukturen ef-

fektiver und effizienter gestalten, wie sie Synergien heben und so insgesamt ihre Wettbewerbsfähigkeit erhöhen können.

### Mit Digital Engineering zu Industrie 4.0

In allen Phasen des Fabrik- und Anlagenlebenszyklus lässt sich die Effizienz optimieren. Dabei sollten neue Anlagen oder Anlagenerweiterungen durchgängig mit Digital Engineering entlang des gesamten Lebenszyklus konzeptioniert und betrieben werden. Dies ist eine Voraussetzung für Industrie 4.0, in der für eine sich selbst steuernde Produktion sämtliche Produktionssysteme miteinander vernetzt sind. Wie vor allem kleine und mittelständische Unternehmen diese Herausforderung meistern können, wurde auf der Tagung diskutiert.

Das Fraunhofer IFF und seine Partner, der VDI, der VDMA, der VCI Nordost, die Wirtschaftsinitiative Mitteldeutschland und der FASA e.V., veranstalten gemeinsam alle zwei Jahre den Branchentreff in Magdeburg. (akw) ■



[www.tagung-anlagenbau.de](http://www.tagung-anlagenbau.de)

## 17. IFF-Wissenschaftstage

Die steigenden Energiekosten und die gleichzeitige Ressourcenverknappung gelten heute als die am häufigsten genannten Herausforderungen für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. Die Suche nach Antworten ist für viele kleine und mittlere Unternehmen aber auch für die Großindustrie keine einfache Aufgabe. Das Ziel ist, den Einsatz von Energie und Rohstoffen in der Produktion langfristig zu reduzieren und auch ihre Gewinnung möglichst nachhaltig zu gestalten.

Doch wie können Lösungen gefunden werden, die sich im Alltag von Unternehmen und mit den vorhandenen Mitteln realisieren lassen? Welche Technologien sind verfügbar? Gibt es bereits Praxisbeispiele und kommen eventuell Partner aus der Forschung in Frage, um gemeinsam mit ihnen neue Energie- und Produktionskonzepte umzusetzen?

Die 17. IFF-Wissenschaftstage 2014 in Magdeburg stellen diese Fragen in den Mittelpunkt. Die gemeinsam vom Fraunhofer IFF und der Magdeburger Otto-von-Guericke-Universität ausgerichtete Fachkonferenz widmet sich traditionell jeweils aktuellen Herausforderungen der produzierenden Wirtschaft. Über drei Tage, vom 24. bis 26. Juni, treffen sich auf ihren zwei parallel stattfindenden Fachtagungen »Digital Engineering« und den »19. Magdeburger Logistiktage« wieder hunderte Entscheidungsträger und Fachexperten aus Wirtschaft und Wissenschaft. Ein abwechslungsreiches Programm mit insgesamt über 90 Vorträgen und Workshops bietet die Möglichkeit zum Erfahrungsaustausch, zur Diskussion neuester wissenschaftlicher Ergebnisse und der Präsentation von Best-Practise-Beispielen.

Die diesjährigen Themen rangieren von intelligenter und nachhaltiger Produktion und Potenzialen der digitalen Logistik über modernstes Energiemanagement bis zur Frage, wie kleine und mittlere Unternehmen das volle Potenzial der digitalen Technologien ausschöpfen können. (mar) ■



[www.wissenschaftstage.iff.fraunhofer.de](http://www.wissenschaftstage.iff.fraunhofer.de)

# VAKOMA GmbH erhält Außenwirtschaftspreis 2013



Wissenschafts- und Wirtschaftsminister Hartmut Möllring (links) und Handwerkskammer-Präsident Hagen Mauer (rechts) überreichen VAKOMA-Vertriebsleiter Christoph Krossing den Außenwirtschaftspreis 2013.

Das traditionsreiche Maschinenbau-Unternehmen VAKOMA GmbH aus Magdeburg, Projektpartner des Fraunhofer IFF, ist am 5. September 2013 mit dem Außenwirtschaftspreis 2013 ausgezeichnet worden. VAKOMA-Vertriebsleiter Christoph Krossing nahm die Auszeichnung entgegen. Die Handwerkskammer Magdeburg, die Architektenkammer Sachsen-Anhalt, die Ingenieurkammer Sachsen-Anhalt und der Landesverband Großhandel-Außenhandel-Dienstleistungen Sachsen-Anhalt verleihen den Preis jährlich auf ihrem Außenwirtschaftstag.

Die VAKOMA GmbH konstruiert unter anderem energieeffiziente und wartungsfreundliche Antriebsanlagen, die mit Altanlagen anderer Hersteller leicht kompatibel sind und vertreibt diese mit Hilfe von Virtual-Reality-Technologien. Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF arbeitet die VAKOMA GmbH an einer Mixed-Reality-Technologie, die die Prozesssicherheit bei Auslandsmontagen erhöhen und zudem für das Marketing genutzt werden soll.

Mehr über die Zusammenarbeit lesen Sie im Beitrag ab S. 32. (akw) ■

 **Fraunhofer**  
IFF

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEB  
UND -AUTOMATISIERUNG IFF, MAGDEBURG

## LOGISTIK ALS ARBEITSFELD DER ZUKUNFT



17. GASTVORTRAGSREIHE LOGISTIK

**10. APRIL BIS 4. JUNI 2014**



ILM

# Landwirtschaftsminister **Aeikens begeistert** von Fraunhofer-Forschung



Prof. Udo Seiffert vom Fraunhofer IFF (rechts) erklärt Landwirtschaftsminister Dr. Aeikens (links), wie er Landwirten ermöglicht, mit hyperspektraler Messtechnik ihre Erträge zu steigern.

Bei seinem Besuch am 11. April 2014 am Fraunhofer IFF fühlte sich Dr. Hermann Onko Aeikens, Sachsen-Anhalts Minister für Landwirtschaft und Umwelt, an seine eigene Zeit als Wissenschaftler zurück erinnert: »Ich weiß die intensive Forschungsarbeit zu schätzen, vor allem bei der Vielfältigkeit der Themen, die ich hier heute entdecken konnte«, berichtete der Minister. Was als informelles Ge-

spräch geplant war, deutet nun auf eine Intensivierung der Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut.

Die Forscher präsentierten ihre Auftragsforschung für die Land- und Forstwirtschaft. »Besonders beeindruckend finde ich, dass die Fraunhofer-Forscher ihren Produktionsbegriff auf die Landwirtschaft erweitert haben – von der Pflanzenforschung bis hin zur Reststoffverwertung. Das ist sehr nachhaltig gedacht«, resümierte Dr. Aeikens.

Die Forscher stellten ihre Konzepte für effiziente Logistik in der Waldbewirtschaftung vor und erklärten, wie sich land- und forstwirtschaftliche Reststoffe, wie beispielsweise Spreu- und Gärreste energetisch nutzen lassen. Weiterhin präsentierten die Wissenschaftler ihre Arbeiten mit spezieller Messtechnik, die es ermöglicht, den Nährstoffgehalt von Weizen genau zu bestimmen: Eine Hyperspektral-Kamera zeichnet Aufnahmen von dem Getreide auf – allerdings keine gewöhnlichen Fotos. Sie »schaut« vielmehr direkt in die Pflanze hinein und liefert den Forschern Informationen über deren Inhaltsstoffe. Das ermöglicht Landwirten zukünftig, ihre Erträge zu steigern. (akw) ■

in nur neun Monaten die Produktionstechnologie konzipiert und zur Fertigungsreife gebracht. Eine zweite, durchgehend vollautomatische und daher komplexere Anlage bauten sie anschließend in nur einem Jahr auf. Ein Teil dieser Anlage war erstmals – in kleinem Maßstab – in Hannover zu sehen.

Besonders mittelständische Firmen, die kleine Serien und Unikate produzieren, profitieren von den Vorteilen des Digital Engineerings: stark verkürzte Entwicklungszeiten, reduzierte Kosten und ausgereifere Konstruktionen.

## **Erneuerbare Energien intelligent managen**

Unternehmen erzeugen heute immer häufiger selbst einen Teil ihrer elektrischen Energie, um Kosten zu sparen. Ob aus Biomasse-Kraftwerk, Solaranlage oder Windrad – die Energie soll möglichst aus erneuerbaren Quellen sprudeln. Doch leider sind diese nicht immer verfügbar. Um die Volatilität auszugleichen, haben Forscher vom Fraunhofer IFF in Magdeburg ein neuartiges, dynamisches Managementsystem entwickelt. Auf dem Stand der Fraunhofer Allianz Energie stellten die Magdeburger Forscher ihre Lösung für kleine und mittelständische Unternehmen vor.

## **Energieoptimiert produzieren – Synergien heben**

Energieeinsparpotenziale liegen nicht nur in Gebäuden oder technischen Infrastrukturen, sondern insbesondere in der Produktion. Auch hier setzen die Forscher des Fraunhofer-Innovationsclusters ER-WIN (Intelligente, energie- und ressourceneffiziente regionale Wertschöpfungsketten in der Industrie) an. Wo Energieeinsparpotenziale liegen und wie die Forscher vom Fraunhofer IFF sie heben, zeigten sie auf dem Stand des Fraunhofer-Verbunds Produktion. Mit dem Energie-Quickcheck konnten Unternehmer vor Ort erste Einsparpotenziale in ihrem Unternehmen entdecken. (akw) ■

# Das Fraunhofer IFF auf der **Hannover Messe 2014**

Auf der Hannover Messe im April präsentierten die Forscher des Fraunhofer IFF neue Lösungen aus ihren Forschungsgebieten Digital Engineering, Automatisierung, Logistik sowie Prozess- und Anlagentechnik für die intelligente Fabrik und Industrie 4.0.

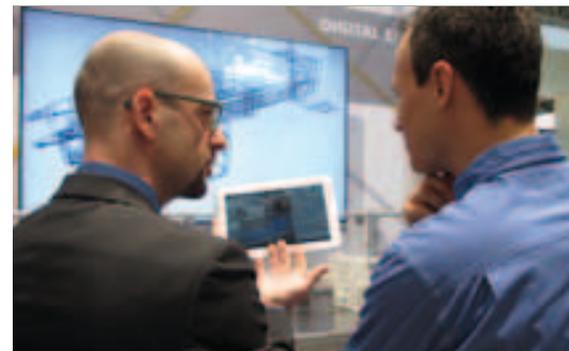
## **Produkte und Produktionsanlagen zeitgleich planen und bauen**

Für den Spezialchemiekonzern LANXESS und viele weitere Unternehmen haben Fraunhofer-Forscher in Rekordzeit neue Produktionsanlagen entwickelt und gebaut. Durch die Methode des Digital Engineering können Forschung und Entwicklung für die Planung von Produkten und Fertigung zeitlich parallel laufen. Auf dem Hauptstand der Fraunhofer-Ge-

sellschaft konnten Besucher erfahren, wie dies funktioniert.

Anfang 2010 hatte sich LANXESS entschieden, in ein neues Geschäftsfeld bei der Wasseraufbereitung einzusteigen: Bis zum Herbst 2011 sollte eine Produktionsstätte für Membran-Filterelemente der Marke Lewabrane für die Umkehrosmose entstehen. Wissenschaftler vom Fraunhofer IFF in Magdeburg haben gemeinsam mit Experten des Unternehmens

Die Daten aus dem Entwicklungsprozess verwenden die Experten nicht nur für Planung und Bau, sondern auch für Wartung, Reparatur und Schulung. Das ist möglich, weil alle vorhandenen Daten rund um die Maschine digital zur Verfügung stehen.





Hunderte Besucher informierten sich über neueste Technik und Konzepte für die Elektromobilität.

Sachsen-Anhalt kann Elektromobilität, das war der Tenor des »2. Tags der Elektromobilität«, am 16. Oktober 2013 in Magdeburg. Gemeinsam hatten das Fraunhofer IFF, das Clustern MAHREG Automotive sowie die Landesinitiative Elektromobilität und Leichtbau ELISA regionale Unternehmen, Verbände und Forschungseinrichtungen dazu eingeladen,

## 2. Tag der Elektromobilität

einer breiten Öffentlichkeit neueste Technik und Konzepte für die Elektromobilität vorzustellen.

So konnten an dem Tag hunderte Besucher nicht nur kommerzielle und experimentelle Elektrofahrzeuge erleben und ausprobieren. Vom Radnabenmotor über neue, leichte Verbundmaterialien bis zur Logistikleitwarte für das Finden von freien Ladestationen gab es viele Innovationen aus der Region zu sehen. Die Vielfalt der Exponate machte aber vor allem eines sichtbar: Elektromobilität ist ein komplexes Thema und bis zu einem breiten Markterfolg ist es noch weit.

Die Tragweite des Vorhabens betonte auch Sachsen-Anhalts Verkehrsminister Thomas Webel: »Die Elektromobilität weiterzuentwickeln ist ein gesamtwirtschaftlich bedeutsames Vorhaben. Denn Elektromobilität bedeutet nichts anderes als eine Neuorientierung

im Verkehrsbereich. Aus heutiger Sicht geht es um drei wichtige Punkte: die Entwicklung und Umsetzung innovativer Mobilitätskonzepte, den Auf- und Ausbau einer E-Ladeinfrastruktur sowie die Vernetzung der Elektromobilität. Diese Vorhaben wird das Verkehrsministerium unterstützen«, so Webel auf der Veranstaltung.

»Viele Forschungseinrichtungen des Landes arbeiten sehr erfolgreich an der Entwicklung neuer Technologien und Lösungen für die Elektromobilität«, unterstrich Professor Michael Schenk, Institutsleiter des Fraunhofer IFF. Das Institut forscht intensiv an neuen Lösungen für zuverlässige Ladeinfrastrukturen für die Elektromobilität und kooperiert auf dem Gebiet eng mit der Universität Magdeburg. Die Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit haben den bundesweiten Ruf Magdeburgs als Spitzenstandort für die Forschung zur Elektromobilität gestärkt. (mar) ■

## Smart Grid: Regionale Verteilnetze mit regenerativen Energien stabilisieren

Je mehr Energie wir aus unbeständigen Quellen wie Sonne oder Wind gewinnen, desto komplexer wird das Management der elektrischen Netze. Vor allem die Betreiber regionaler Energienetze stehen damit vor großen Herausforderungen. Was nämlich für die Umwelt gut ist, wirkt sich in bestimmten Situationen negativ auf die Stabilität der Verteilnetze aus. Aus diesem Grund wurde das Forschungsprojekt SECVER ins Leben gerufen. SECVER steht für »Sicherheit und Zuverlässigkeit von Verteilungsnetzen auf dem Weg zu einem Energieversorgungssystem von morgen«.

In dem Projektkonsortium wollen Forschungseinrichtungen und Energieunternehmen neue Methoden entwickeln, mit denen die Zuverlässigkeit der Netze ausgerechnet mit diesen Öko-Stromquellen erhöht werden kann. Im Kern sollen Optimierungsansätze in Form von innovativen Algorithmen und Systemen für die Netzüberwachung und -steuerung gefunden werden. Mit ihnen lassen sich die Verteilnetze sicher überwachen und kurz- bis mittelfristige Systeminstabilitäten prognostizieren. Gesamtprojektleiter Dr. Przemyslaw Komarnicki vom Fraunhofer IFF: »Im Ergebnis wer-

Der überwiegende Teil der dezentral und regenerativ erzeugten Energie wird innerhalb des Verteilungsnetzes ab 110kV abwärts erzeugt. Auswirkungen möglicher Schwankungen bei der Energieerzeugung zeigen sich deshalb vor allem in den regionalen Verteilnetzen.



den die Netzbetreiber in Echtzeit analysieren und bewerten können, ob das Netz in einem stabilen Zustand ist. Sollte das nicht der Fall sein, wird signalisiert und wie sich der Systemzustand wieder verbessern lässt. Dafür sollen die Wind- und Solarkraftwerke selbst beitragen, indem sie die abgegebene Leistung optimieren und zusätzlich dafür sorgen, dass die Netzspannung im erlaubten Bereich bleibt.« Das Projekt SECVER hat eine Laufzeit von

knapp zweieinhalb Jahren und wird koordiniert durch das Fraunhofer IFF. Weitere Partner sind die Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und das Fraunhofer IWES, sowie der Verteilnetzbetreiber AVACON AG, der Windparkbetreiber RegenerativKraftwerke Harz und die Siemens AG. Das Projekt wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit gefördert (Förderkennzeichen: 0325631A). (mar) ■



Dipl.-Ing. Volker Werner, Projektleiter der BKR Ingenieurbüro GmbH, Mario Schedler, Technischer Leiter Laser-scanning und VR der DOW Olefinverbund GmbH, und Florian Edeling von der Fangmann Energy Services GmbH & Co. KG.



Prof. Wolfgang Gerhard, Senior Vice President Engineering bei der BASF SE in Ludwigshafen, und ...

# Impressionen

von der 8. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« vom 6. bis 7. März 2014



Prof. Bernd Sankol, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, und Dr.-Ing. Lutz Hoyer, früherer Leiter Prozess- und Anlagentechnik am Fraunhofer IFF.



Helmut Rauschendorf, Geschäftsführer der Planets GmbH, und Edgar Ludwig, Technischer Leiter der Quarzwerke GmbH.



Bettina Reckter von den VDI-Nachrichten und Anke Geipel-Kern von der Fachzeitschrift PRO-CESS berichten von der Tagung.



Maria Wedekin, Energiemanagerin bei der Symrise AG, und Dr. Dieter Traub, Director Digital Plant bei der BASF SE in Ludwigshafen.

Prof. Gerhard Müller, stellv. Institutsleiter des Fraunhofer IFF, Thomas Waldmann, Geschäftsführer des Fachverbands Großanlagenbau beim VDMA, Jörn Lehmann von der VFI GmbH und Dr. Julian Fuchs, SAMSON AG.





... Thomas Waldmann, Geschäftsführer für Großanlagenbau beim VDMA bei ihrem Grußwort.

Fraunhofer-IFF-Institutsleiter Prof. Michael Schenk und Marco Tullner, Staatssekretär im Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft.



Andrea Urbansky vom Fraunhofer IFF, Organisatorin der Tagung, Axel Franke, Senior Engineering Manager bei der BASF SE, Joachim Borgwart, Senior Engineering Manager, und Jörn Lehmann von der VFI GmbH erwartet eine gesellige Abendveranstaltung.



Christian Szibor, Geschäftsführer der Festung Mark (r.), berichtet von der Geschichte der Festungsanlage.

Stand und Perspektiven der Industrie 4.0 diskutieren Andre Karger, Siemens Industrie Software GmbH & Co. KG, Joachim Betz, Dassault Systems Deutschland GmbH, Torsten Hellenkamp, INOSIM Consulting GmbH, Markus Herrmann, AVEVA, und Patrick Müller von der CONTACT Software GmbH. Moderator ist Prof. Ulrich Schmucker, Leiter Virtual Engineering am Fraunhofer IFF (Mitte).



Manfred Busche, Dassault Systems Deutschland GmbH, Christian Seemann, Vice President BASF SE, und Dr. Marco Schumann, Leiter Virtuell Interaktives Training am Fraunhofer IFF.



»Achtung! Herzlich Willkommen!« – so werden die Gäste der Abendveranstaltung in sehr korrekter Weise in der Festung Mark begrüßt.

# Wenn der **Roboter mit dem Menschen** ... Die Zukunft der Produktion bei Daimler

## Interview mit Dr. Michael Zürn, Leiter Werkstoff- und Fertigungstechnik, Daimler AG

Schneller, flexibler, nachhaltiger. Das sind die Herausforderungen für den Produktionsstandort Deutschland. Dynamische Märkte erfordern eine schnellere Marktreife von Produkten, kürzere Produktlebenszyklen und mehr Produktvarianten. Dadurch stehen die deutschen Automobilhersteller vor der Herausforderung, individualisierte Fahrzeuge wirtschaftlich zu produzieren. Zudem müssen sie die Risiken volatiler Märkte wettbewerbsfähig am Produktionsstandort Deutschland bewältigen. Hinzu kommt das steigende Durchschnittsalter der Mitarbeiter an deutschen Produktionsstandorten, was mittelfristig eine Anpassung der Produktionsbedingungen erfordert.

René Maresch M.A.

**Herr Dr. Zürn, die Produktion in der Automobilindustrie verändert sich. Die Dynamik der Märkte stellt die Automobilproduktion vor große Herausforderungen. Gleichzeitig zur Steigerung der Flexibilität muss die Effizienz weiter erhöht werden. Welchen Herausforderungen muss sich die Produktionstechnik künftig stellen?**

Die Automatisierung in der Automobilindustrie mit Industrierobotern ist in den letzten 30 Jahren mit sehr großem Erfolg vorangetrieben und perfektioniert worden. Sie eignen sich vorwiegend für die Ausführung von häufig wiederkehrenden identischen Tätigkeiten wie z. B. Schweißen, Kleben und Schrauben. Variierende oder feinfühligere Montageaufgaben können derzeit übliche Industrieroboter allerdings nur bedingt oder nur mit erheblichem Aufwand ausführen. Daher galt bislang der Grundsatz: Automatisierte Produktionssysteme sind hoch produktiv, aber starr und kapitalintensiv, manuelle Produktionssysteme sind wandlungsfähig, aber begrenzt produk-

tiv. Beide Ansätze sind für Mercedes-Benz nicht ausreichend zufriedenstellend. Wir arbeiten daher kontinuierlich an zukunftsweisen Lösungen, um visionäre Spielräume in der Verknüpfung Mensch und Roboter zu nutzen.

**Wie stellen Sie sich diesen Herausforderungen und dem erforderlichen Wandel in der Produktionstechnik?**

Seit Jahren beschäftigt sich ein Expertenteam aus der Produktions- und Werkstofftechnik mit dem Entwicklungsprojekt »Wandlungsfähige Fabrik«. Unsere Experten sind sich einig, dass in der Produktionstechnik ein tiefgreifender, konzeptioneller Wandel erforderlich ist und weitreichende Entscheidungen für die Produkt- und Produktionsstrategie von morgen zu treffen sind. Schon vor Jahren hat Mercedes-Benz als erster Automobilhersteller die Potenziale des sensitiven »KUKA-Leichtbauroboters« erkannt und in einer wegweisenden, innovativen Pilotapplikation erfolgreich in der Serienfertigung erprobt. Daimler und KUKA haben in Folge dessen eine strategische Ko-

operation geschlossen, deren Schwerpunkt die Mensch-Roboter-Interaktion ist, um gemeinsam feinste Montagearbeiten ausführen zu können.

**Wie müssen wir uns die Fabrik der Zukunft vorstellen? Schwirren dort künftig nur noch Service- und Assistenzroboter umher? Was wird der Mensch für eine Rolle spielen?**

In den zukünftigen, wandlungsfähigen Produktionssystemen werden neuartige Roboter und unsere Mitarbeiter sehr eng und kooperativ zusammenarbeiten, ohne dass aber der Roboter den Menschen ersetzen wird. Dieses ganzheitliche Produktionssystem bezeichnen wir als »Robot Farming«. Wie ein Farmer seine Tiere und Maschinen auf verschiedenen Äckern und zu unterschiedlichen Aufgaben einsetzt, nutzt beim Robot Farming der Mitarbeiter Roboter an verschiedenen Orten für unterschiedliche Aufgaben. Je nach geforderten Stückzahlen und Fertigungsumfängen nimmt er einen oder mehrere Roboter

» In den zukünftigen, wandlungsfähigen Produktionssystemen werden neuartige Roboter und unsere Mitarbeiter sehr eng und kooperativ zusammenarbeiten, ohne dass aber der Roboter den Menschen ersetzen wird. «



hinzu, setzt sie mal an der einen, mal an der anderen Station ein oder arbeitet sogar ohne Schutzzäune mit ihnen in einem Arbeitsbereich zusammen. Dieses Robot Farming geht weit über bekannte Produktionskonzepte hinaus, denn es kombiniert die kognitiven und physischen Fähigkeiten des Menschen mit der Wiederholgenauigkeit, der Präzision und der Ausdauer der Roboter.

### Welche Fortschritte konnte Daimler bislang auf dem Weg zur wandlungsfähigen Fabrik erzielen?

Im Rahmen unserer strategischen Kooperation mit KUKA nehmen wir typische Arbeitsinhalte und Stationen, die bei der Produktion eines Fahrzeugs auftreten, unter die Lupe. Anhand von Referenzapplikationen entwickeln wir Methoden und Standards für eine sichere und wirtschaftliche Mensch-Roboter-Kooperation, kurz MRK. Aktuell sind alle ausgewählten Referenzapplikationen als funktionsfähige Betriebsversuchsanlagen aufgebaut und in der Serienerprobung.

### Welche Forschungsthemen sind in dieser Hinsicht besonders interessant bzw. was erhoffen Sie sich von der Forschung?

Wir sind mit den Fortschritten sehr zufrieden und von den entwickelten Lösungen beeindruckt, erkennen aber auch, dass eine gute MRK-Applikation konzeptionell mehr erfordert, als nur den Schutzzäun entfallen zu lassen! Genau hier sehen wir noch Forschungsbedarf, nämlich in der methodischen Unterstützung der Anlagenkonstrukteure durch beispielsweise Softwaretools zur MRK-

gerechten Konzeption ihrer Gesamtanlage. Auch die Programmierung der Roboter an sich schauen wir uns an. Ich spreche hier weniger von der Bewegungsprogrammierung, sondern von den eigentlichen Montageprozessen. Die Frage ist, wie das Mitarbeiter-Prozesswissen in ein digitales Prozessabbild für

die sensiblen Roboter umgesetzt werden kann. Ich denke, das könnte in Zukunft ähnlich einfach und intuitiv möglich werden wie die Bedienung eines Smartphones. Insofern können sich unsere Mitarbeiter schon heute auf weitere tatkräftige Unterstützung durch ihren neuen »Kollegen« freuen.



### KURZVITA

Dr.-Ing. Michael Zürn

- 1991** Universität Stuttgart: Abschluss Universitätsstudium  
Dipl.-Ing. Process Engineering,
- 1994** Universität Stuttgart: Promotion
- 1994** Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie,  
Pfinztal: Leiter zentrales Management
- 1996** Schäfer GmbH & Co. KG
- 2002** Daimler AG Untertürkheim: Abteilungsleiter  
Produktionssupport Qualitätssicherung, Logistik,  
Rohrleitungsfertigung
- 2003** Daimler AG Untertürkheim: Leiter Montage V-Motoren  
Serienproduktion
- 2005** Daimler AG Untertürkheim: Leiter Umform-, Füge- und  
Montagetechnik
- seit 2005** Kurator des Fraunhofer-Instituts für Chemische  
Technologie
- seit 2009** Daimler AG Sindelfingen: Leiter Werkstoff- und  
Fertigungstechnik

# Roboter ...

## ... mit sensibler Haut

Von Markus Fritzsche MEng. und Dr. techn. Norbert Elkmann

Die Vision für die Industrie der Zukunft: Mensch und Roboter sollen Hand in Hand arbeiten. Das geht jedoch nur dann, wenn die Roboter Menschen zuverlässig erkennen, also »sehen« oder »spüren«, wenn ein Mensch ihnen gefährlich nahe kommt und entsprechend ausweichen. Etwa über eine sensible Haut.

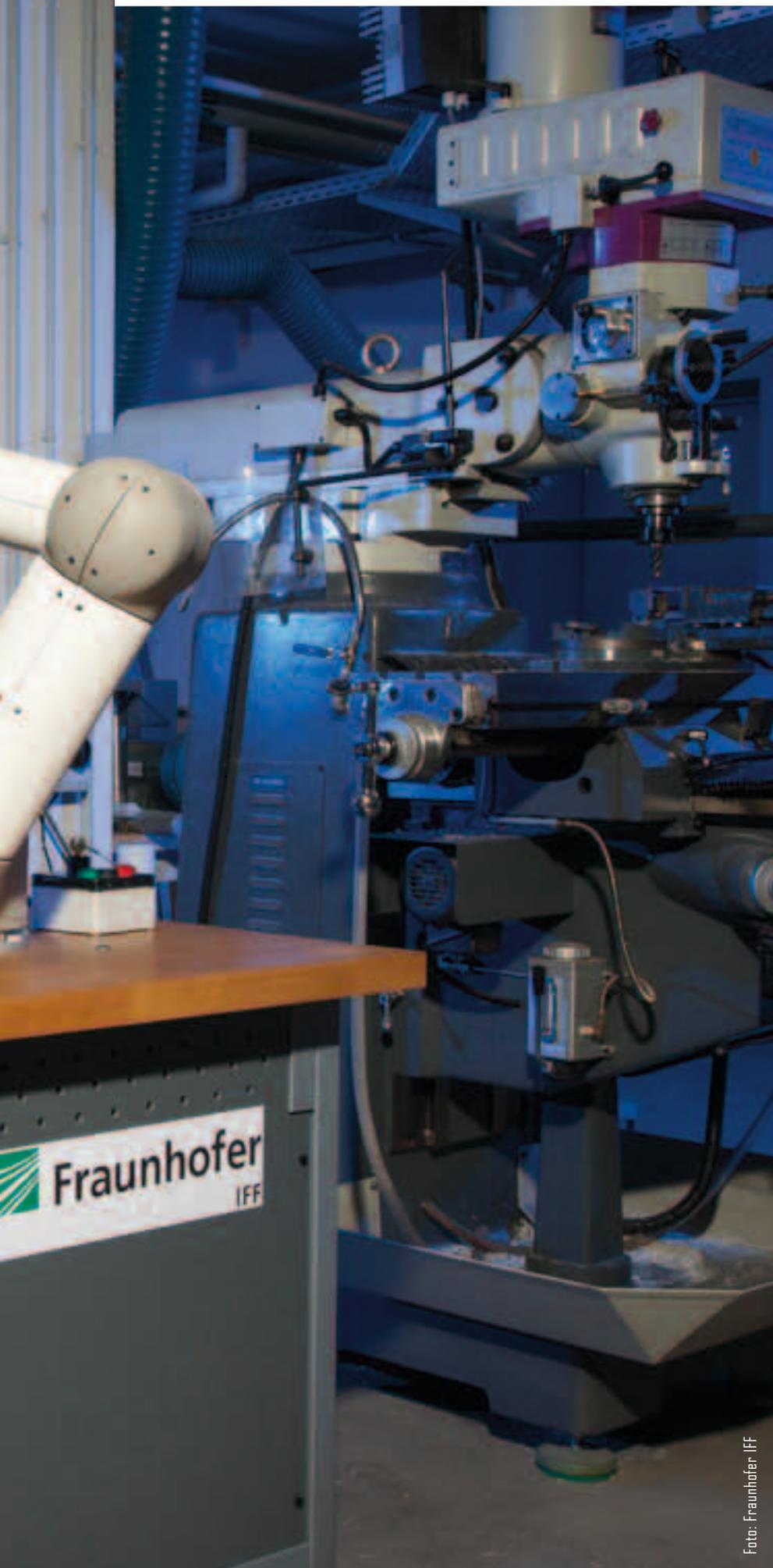


Foto: Fraunhofer IFF

Es drohe die menschenleere Fabrik, prophezeiten Zukunftsforscher in der Anfangszeit der Roboter. Denn die stählernen Gesellen könnten die Aufgaben in der Produktion schneller, effizienter und preisgünstiger erledigen und den Menschen in der Fabrikhalle kurzerhand ersetzen. Das war – Gott sei Dank – weit gefehlt: Denn Roboter mögen zwar ihre Stärken haben, so können sie beispielsweise stundenlang die gleichen Handgriffe machen, ohne zu ermüden. Doch soll der Roboter alle Produktionsschritte übernehmen, ist der Mensch aufgrund seiner Fähigkeiten noch immer klar im Vorteil. So hat der Mensch die Nase vorn, wenn es darum geht, die Umgebung bewusst wahrzunehmen und flexibel auf Änderungen zu reagieren. Und eben diese Fähigkeit ist bei Kleinserien gefragt, die in der industriellen Produktion zunehmend eine Rolle spielen. Denn die Produkte werden immer individueller, die Serien daher kleiner.

Das Blatt hat sich daher mittlerweile gewendet – der Mensch steht wieder im Mittelpunkt der industriellen Produktion. Insbesondere bei der Industrie der vierten Generation, der Industrie 4.0: In diesem Szenario soll die Technik den Menschen nicht ersetzen, sondern seine Fähigkeiten erweitern.

### Teamwork ist die Zukunft

Die Zukunft liegt in der Teamarbeit. Sowohl Menschen als auch Roboter sollen ihre besonderen Fähigkeiten einbringen und gemeinsam in der Produktion arbeiten. Im Alltag könnte das folgendermaßen aussehen: Bauteile beispielsweise, die zu schwer für den Menschen sind, aber zu leicht für einen Kran, hebt der Roboter. Den Weg gibt sein menschlicher Kollege vor, etwa indem er ihn am »Arm« fasst und führt. Kurzum: Der Mensch entscheidet und bringt sein Know-how ein, der Roboter übernimmt die schwere Arbeit. Dies ist auch vor dem Hintergrund des demografischen Wandels sinnvoll. Die Bevölkerung wird immer älter, daher sollen die Arbeiter möglichst lange in den Fabriken arbeiten können. Eine Möglichkeit dazu liegt darin, die körperlich schwere Arbeit den Maschinen zu überlassen.

Für die Zusammenarbeit gibt es verschiedene Formen. Entweder Mensch und Roboter arbeiten zu unterschiedlichen Zeiten an

Mit einer speziellen Sensorhaut bringen die Forscher vom Fraunhofer IFF Robotern das »Fühlen« bei.

einem Bauteil oder sie montieren gleichzeitig ein Bauteil, Hand in Hand. Doch bevor Roboter und Mensch zusammenarbeiten können, muss eine Risikoanalyse durchgeführt werden – für jeden einzelnen Arbeitsplatz. Welche Sicherheitsanforderungen muss der Roboter einhalten? Wie schnell darf er arbeiten und wann muss er seine Bewegungen stoppen,

dass er den Menschen bei einem Zusammenstoß nicht verletzt. Auch Berührungen nimmt er wahr und weicht dementsprechend aus. Ein weiterer Vorteil: Das Sensorsystem verleiht dem harten Stahl des Roboters eine weiche Oberfläche, quasi eine Art Knautschzone. Der Roboter kann dadurch schneller arbeiten und die gewünschten kurzen Taktzeiten realisieren.

### Die feinfühlige »Haut« des Roboters

Wie die menschliche Haut besteht auch die Sensorhaut aus mehreren Schichten. Berührungen werden über einen patentierten, matrixförmigen Sensorverbund mit einer Vielzahl von Einzelsensoren erfasst. Wirkt eine Kraft auf einen der Einzelsensoren, so ändert die-



Der Mensch steht wieder im Mittelpunkt der industriellen Produktion. Insbesondere bei der Industrie der vierten Generation, der Industrie 4.0: In diesem Szenario soll die Technik den Menschen nicht ersetzen, sondern seine Fähigkeiten erweitern.



um den Menschen nicht in Gefahr zu bringen? Anhand dieser Bewertung lässt sich entscheiden, über welche Sensoren der Roboter oder die Roboterzelle verfügen müssen.

### Hohe Taktzeiten – und dennoch keine Gefahr für den Menschen

Bei dieser Teamarbeit gilt es jedoch, konträre Anforderungen unter einen Hut zu bringen. Zum einen darf der Roboter in der Nähe eines Menschen nicht zu schnell arbeiten, um ihn bei einer möglichen Kollision nicht zu verletzen. Zum anderen sollen möglichst viele Produkte in kurzer Zeit gefertigt werden – dazu müsste sich der Roboter schnell bewegen. Wie lassen sich diese zwei Forderungen miteinander kombinieren, wo sie doch so gegensätzlich sind? Eine Möglichkeit dafür haben die Forscher am Fraunhofer IFF in Magdeburg mit ihren druck- und näherungssensitiven Sensorsystemen geschaffen. Die Sensorsysteme können in Form einer Sensorhaut auf die Roboteroberfläche aufgebracht werden. Nähert sich jemand, spürt der Roboter dies über die Sensorhaut und bremst so weit ab,

Nur dann, wenn ein Mensch in seinen Bereich kommt, bremst er ab – und gewährleistet somit die Sicherheit seiner menschlichen Kollegen.

Einen Prototyp dieser Sensorhaut haben die Forscher unter anderem beispielhaft für einen ABB-Roboter entwickelt, im Auftrag von BMW. Mit diesem Prototyp wollen die Autobauer die Möglichkeiten und Grenzen der Technik austesten und Vorlauftforschung betreiben. Sie möchten untersuchen, was ein solcher Roboter kann und in welchem Bereich der Produktion man ihn bestmöglich einsetzen könnte.

Im Auftrag von BMW haben die Forscher einen ABB-Roboter prototypisch mit der Sensorhaut ausgestattet.



ser seinen elektrischen Widerstand. Ein mit der Sensorhaut ausgestatteter Roboter spürt daher nicht nur, dass er angefasst wird, sondern auch wo und wie fest. Zusätzlich haben die Experten in die Sensorhaut kapazitive Sensorelemente integriert. Diese bilden in ihrer Umgebung ein elektrisches Feld aus. Nähert sich ein Mensch, ändert sich dieses

boteroberfläche austreten. Darüber hinaus gilt es, die Sensorik auf die komplexe Geometrie des Roboters aufzubringen und dort mit Strom zu versorgen. Dafür haben sich Sensorschalen bewährt, die an die Geometrie des Roboters angepasst werden. Sie ermöglichen zudem eine einfache Wartung und auch den Austausch defekter Sen-

ren. Personen könnten damit lokalisiert und Bewegungen verfolgt werden.

Die Sensoren könnten auch an den Greifern der Roboter angebracht werden und ihnen somit einen Tastsinn verleihen. Dann würden die Roboter spüren, wie sie ein bestimmtes Objekt gegriffen haben und ob es



Foto: Fraunhofer IFF

Mit der Sensorhaut merkt der Roboter nicht nur, dass sich jemand nähert, sondern auch, aus welcher Richtung.

Feld. Die Änderung kann gemessen und der Mensch damit in der Umgebung des Roboters erfasst werden. Da die Forscher auch hier nicht nur einen einzelnen Sensor eingebaut haben, sondern wiederum ein ganzes Sensornetzwerk, spürt der Roboter nicht nur, dass sich jemand nähert, sondern merkt auch aus welcher Richtung.

### Komplexes Zusammenspiel der Sensorsysteme

Die grundlegende Entwicklungsleistung bei der Integration der unterschiedlichen Sensorfunktionen in eine kompakte universell adaptierbare Roboterhaut besteht im komplexen Zusammenspiel der einzelnen Sensorsysteme. Die Schwierigkeit dabei: Die zur Annäherungsdetektion genutzten kapazitiven Sensorelemente und die Drucksensoren dürfen sich gegenseitig nicht beeinflussen. Zudem ist eine hohe Reichweite der Näherungssensorik gewünscht – das elektrische Feld der kapazitiven Sensorelemente soll daher möglichst weitreichend und gerichtet aus der Ro-

soren. Die Sensoren, die sich in der Sensorhaut verbergen, sind robust und haben eine lange Lebensdauer. Funktioniert doch mal einer nicht, so wird der Defekt durch integrierte Überwachungsmechanismen erkannt und das System gibt eine Warnung aus. Der Endnutzer kann nun selbst tätig werden und die defekte Sensorschale mit wenigen Handgriffen auswechseln – ohne tagelang auf einen Servicetechniker warten zu müssen.

### Breites Anwendungsspektrum

Das Anwendungsspektrum der patentierten Sensortechnologie aus dem Fraunhofer IFF ist groß. Die Industrie hat erhebliches Interesse an einer Umsetzung zum Produkt. Dabei sind die möglichen Einsatzfelder nicht allein auf die Robotik begrenzt. So lässt sich das Sensorsystem beispielsweise im Fussboden integrier-

beispielsweise rutscht. Denkbar ist es auch, innovative Eingabegeräte auf Basis dieser Sensorsysteme zu verwirklichen. Drucksensitive Oberflächen auf Robotern könnten neben Sicherheitsfunktion auch grundlegende Interaktionsmodalitäten bieten – der Mitarbeiter könnte über bestimmte Schaltflächen beispielsweise den Greifer des Roboters direkt ansteuern. Berührt er den Roboter an einer bestimmten Stelle, so registriert der Roboter, dass es sich hier nicht um eine zufällige Kollision handelt, sondern um eine gezielte Eingabe – und öffnet oder schließt seinen Greifer.

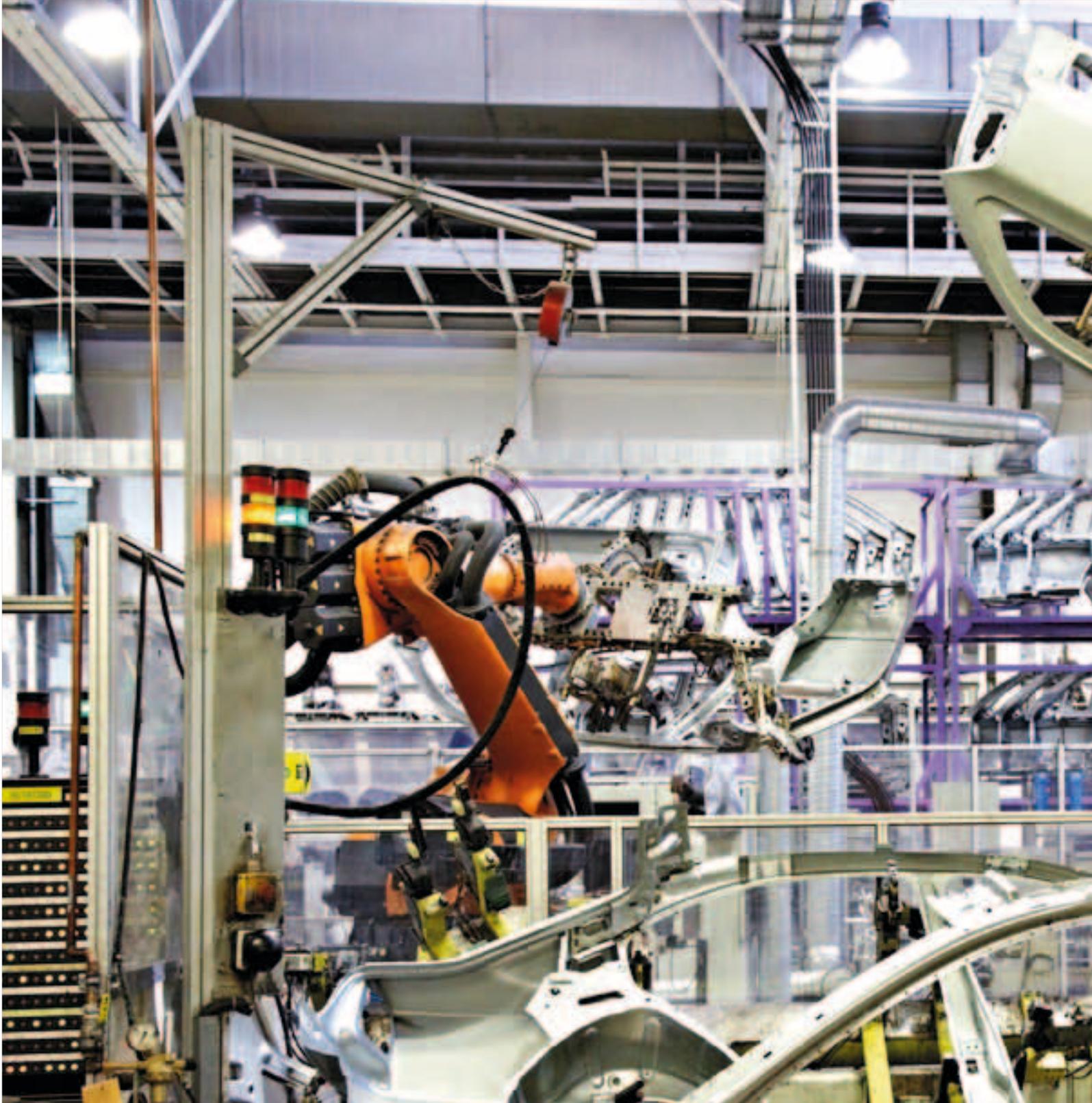


**Markus Fritzsche MEng.**  
Geschäftsfeld Robotersysteme

Tel. +49 391 4090-277  
markus.fritzsche@iff.fraunhofer.de

# Zusammenstöße mit Robotern - ohne Verletzungsrisiko

Dr. techn. Norbert Elkmann



Teamwork von Mensch und Roboter lautet die Devise der Zukunft. Ein Knackpunkt: Der Roboter darf den Menschen dabei auf keinen Fall verletzen. Doch wo fängt eine Verletzung an? Dies untersuchen Forscher vom Fraunhofer IFF in einer weltweit einmaligen Studie – und legen damit die Basis dafür, dass Mensch und Roboter künftig Hand in Hand arbeiten können.



Foto: Nataliya Homa/Fotolia.com

Wer kennt das nicht: Da passt man einmal kurz nicht auf und schon ist man gegen die Tischkante gestoßen. Zunächst tut es weh und ein wenig später breitet sich an der getroffenen Stelle ein blauer Fleck aus. Was beim Tisch oder anderen feststehenden Hindernissen in die Kategorie »Nicht schlimm, aber ärgerlich« fällt, bekommt eine gänzlich neue Dimension, wenn es sich bei dem Kollisionspartner um einen Roboter handelt. Denn während der Tisch unbeweglich an einer Stelle steht und der Zusammenprall somit gänzlich auf die Unaufmerksamkeit der Menschen zurückzuführen ist, so ist der Roboter ebenfalls in Bewegung. Kollidiert der Roboter jedoch mit einem Menschen, könnte dieser unter Umständen ernsthafte Verletzungen davontragen.

Ein untragbares Risiko, das auf jeden Fall vermieden werden muss. Andererseits gerät die Mensch-Roboter-Interaktion immer mehr in den Fokus der industriellen Produktion, vor allem vor dem Hintergrund des demografischen Wandels. Denn künftig werden Fachkräfte Mangelware, die Belegschaft wird immer älter. Die Roboter sollen alternde Mitarbeiter körperlich entlasten und es ihnen so ermöglichen, ihre Arbeit bis ins hohe Alter hinein ausführen zu können. Der Mensch wird entlastet, kann sich stärker auf seine Arbeit konzentrieren und Wissen und Erfahrung besser mit einbringen. So können die Roboter etwa beim Schweißen schwere Teile festhalten und exakt positionieren. Das Ziel: Der Roboter übernimmt die schwere körperliche Arbeit, der Mensch liefert das Know-how, sein Fingerspitzengefühl und seine Erfahrung.

### **Erwünschtes Hand-in-Hand-Arbeiten oder drohende Gefahr?**

Das Problem an der Sache: Der Roboter darf den Menschen nicht gefährden. Daher arbeiten die technischen Gehilfen momentan meist noch hinter Schutzgittern und Absperrgittern. Zudem gibt es bereits Ansätze, mit Sicherheitssensoren den Arbeitsraum des Roboters zu überwachen. Kommt der Mensch in diesen Bereich – fasst er etwa mit der Hand hinein – stoppt der Roboter seine Bewegung sofort. Allerdings gibt es auch Anwendungen, bei denen der Mensch bewusst physisch mit dem Roboter in Kontakt kommen soll. Also Anwendungen, bei denen Mensch und Roboter im wahrsten Sinne des Wortes Hand in Hand arbeiten. Doch wie soll der Roboter unterschei-

Nicht nur in der Automobilproduktion, sondern überall in der Produktion arbeiten Mensch und Roboter bisher getrennt voneinander. Doch die Schutzgitter sollen bald verschwinden.

den, ob der Kontakt des Menschen willentlich oder versehentlich ist und ob eine Verletzungsgefahr besteht? Der Roboter muss so programmiert sein, dass dem Menschen bei einem Zusammenstoß nichts passiert. Doch wo genau liegt die Grenze zwischen einem harmlosen Zusammenstoß und einer Verletzung? Bis wann lassen sich Kollisionen als unbedenklich einstufen? Hier diskutieren die Experten momentan zwei Grenzen, sie sprechen dabei auch von Belastungsgrenzen. Ein Beispiel: Legt ein Arbeiter ein Bauteil in eine Übergabestation und nähert sich in diesem Moment der Roboter, darf der Mensch im Kollisionsfall nicht einmal einen leichten Schmerz verspüren. Anders sieht es hingegen aus, wenn es sich um einen unvorhersehbaren Zusammenstoß handelt – der Mensch also fahrlässig handelt. Wie weit darf die Beanspruchung gehen, den ein Mensch bei einer solchen Kollision erfährt? Arbeits-

schutzexperten, Roboterhersteller und die Anwenderindustrie sind sich einig: Es dürfen maximal Bagatellverletzungen auftreten. Keinesfalls darf der Mensch Schürfwunden oder gar blutende Wunden oder Knochenbrüche davontragen.

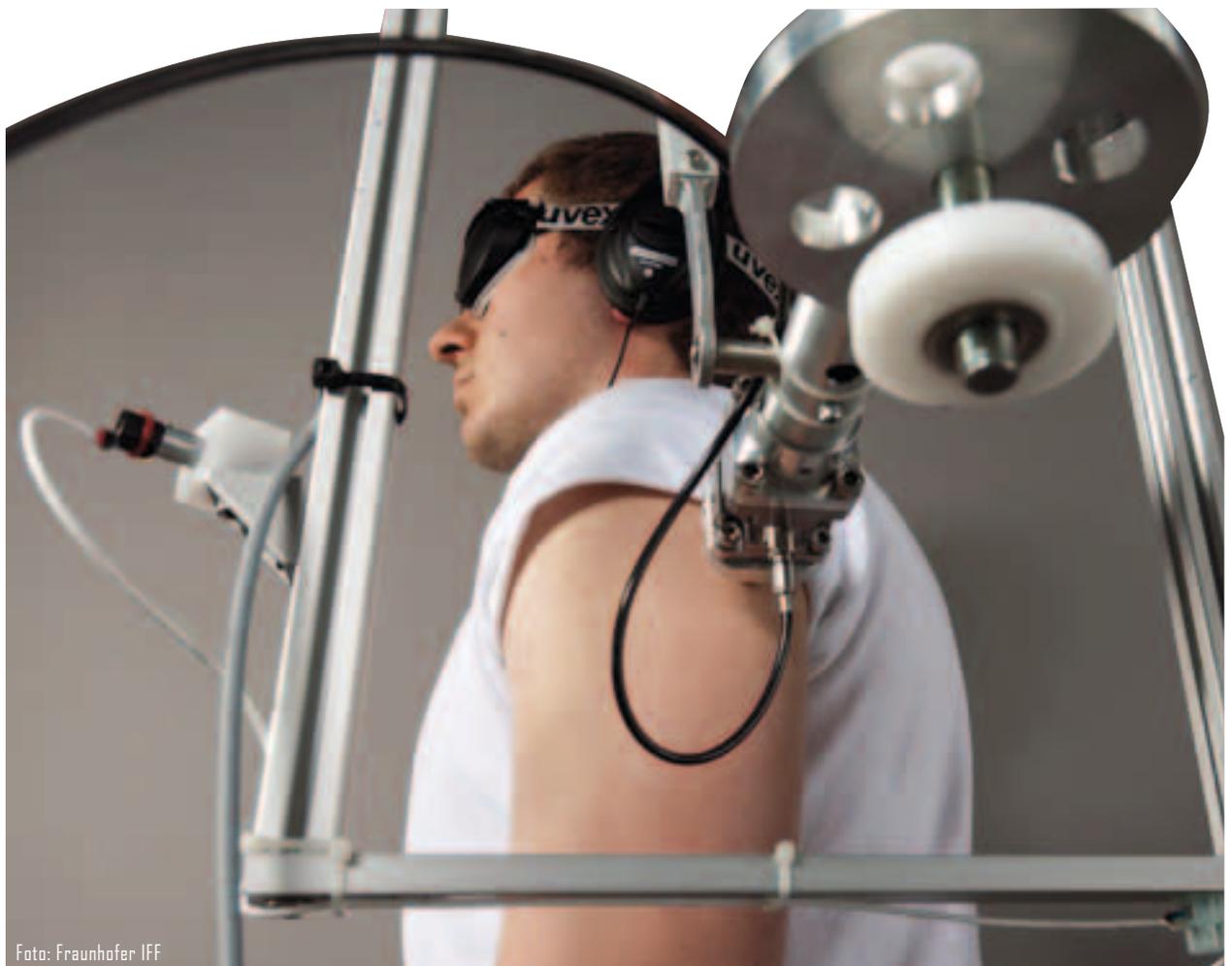
### **Kleine Stöße sorgen für große Erkenntnisse**

Wie viel Kraft es bei einem Stoß braucht, um einen blauen Fleck zu erzeugen, und ab wann der Mensch eine größere Verletzung davon tragen würde, konnte bislang niemand genau sagen – es gibt keine umfangreichen Studien zu diesem Thema. Die Forscher am Fraunhofer IFF füllen diese Lücke nun und betreten gänzlich unerforschtes Terrain: In ihrer Studie untersuchen sie systematisch, ab welchen Belastungen blaue Flecken entstehen oder Schmerzen auftreten, die Menschen als

unangenehm empfinden. Sollen Mensch und Roboter künftig Hand in Hand arbeiten, ist dieses Wissen unabdingbar.

Die Vorgehensweise in der Studie: Die Forscher beschweren ein Pendel mit verschiedenen Gewichten, lenken es aus und lassen es gegen verschiedene Körperstellen der Studienteilnehmer stoßen. Künftig wollen sie den ganzen Körper abdecken. Mit welchem Druck das Pendel gegen die Haut prallt, misst eine spezielle Folie an der Stoßseite des Pendels. Ein Kraftsensor, der sich ebenfalls an der Stoßseite befindet, ermittelt den Kontaktkraftverlauf. Die Forscher können somit alle relevanten Messgrößen wie Kraft, Druckverteilung, Aufprallgeschwindigkeit sowie Impuls und Energie ermitteln.

Die zuständige Ethik-Kommission der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg hat ihr



Proband bei der Stossuntersuchung der Studie. Wieviel Kraft darf auf den menschlichen Körper wirken, bis ein blauer Fleck entsteht?

Foto: Fraunhofer IFF



## Doch wo genau liegt die Grenze zwischen einem harmlosen Zusammenstoß und einer Verletzung? Bis wann lassen sich Kollisionen als unbedenklich einstufen?



zustimmendes Votum für die Untersuchung erteilt. Darüber hinaus werden die Versuche von Ärzten begleitet.

Wie schmerzhaft war der Zusammenstoß mit dem Pendel auf einer fünfstufigen Skala? Sechs Stunden nach jeder Versuchsreihe – also nachdem jeder der untersuchten Körperteile einmal mit dem Pendel beaufschlagt wurde – werden die entsprechenden Hautstellen hinsichtlich Schwellung oder Hämatom untersucht. Nun folgt eine einwöchige Pause, bevor die Forscher den Teilnehmer erneut mit dem Pendel beaufschlagen. Das Pendel hat dieses Mal jedoch ein größeres Gewicht oder eine höhere Geschwindigkeit. Dabei können die Forscher verschiedene Massen und Geschwindigkeiten für das Pendel einstellen. Die Massen hängen sie jeweils unten an das Pendel, die Geschwindigkeiten können sie über die Auslenkung des Pendels variieren. Die Untersuchungen sind beendet, sobald eine Schwellung beziehungsweise ein blauer Fleck auftritt oder der Patient die Schmerzstufe fünf erreicht hat.

### Sechs Probanden bereits in der Vor-Phase

In einer Pilotphase haben die Wissenschaftler zunächst die Messtechnik entwickelt und die Methodik verfeinert – gemeinsam mit Medizinern. Mittlerweile produzieren sie in der Vor-Phase bereits die ersten Ergebnisse. Im Alltag heißt das: Sie untersuchen momentan

sechs Teilnehmer, weitere sollen folgen. Anschließend schätzen die Forscher ab, wie viele Studienteilnehmer nötig sind, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Finanziell unterstützt wird die Studie von dem Roboterhersteller KUKA und dem Automobilbauer Daimler.

Schon jetzt hat die Studie weltweit höchste Aufmerksamkeit auf sich gezogen, sei es in Normenkreisen, bei den Roboterherstellern, der Anwenderindustrie oder in der Forschung. Denn in dieser Studie untersuchen und beschreiben die Forscher erstmalig systematisch mit Probanden, wo die Belastungsgrenzen bei Kollisionen von Robotern mit Menschen liegen. Die Ergebnisse sollen in die weltweit gültige Norm einfließen und endlich »Licht« in bisher offene Fragen bringen: Wo liegt die maximal zulässige Belastung, wenn ein Roboter mit einem Menschen zusammenstößt? Bei dem weltweit führenden Roboterkongress ICRA in Hongkong werden die Wissenschaftler des Fraunhofer IFF im Juni 2014 erste Ergebnisse vorstellen.

### Auch die Justiz profitiert von der Studie

Die Ergebnisse der Studie haben einen großen gesellschaftlichen Nutzen, und das nicht nur, was die Robotik angeht. So beispielsweise bei der Krimi-

nalpolizei und der Rechtsmedizin: Kommen Gewaltopfer zu den Beamten und sind die Unterblutungen schlecht zu sehen, lässt sich meist kaum feststellen, wie intensiv die Gewalteinwirkung war. Opfern wie Beamten wäre sehr geholfen, wenn die Rechtsmediziner hier auf entsprechende Untersuchungen zurückgreifen könnten. Und so ist das Institut für Rechtsmedizin der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg einer der Partner bei der Studie, neben der Klinik für Dermatologie und der Klinik für Unfallchirurgie und dem Institut für Neuroradiologie des Uniklinikums in Magdeburg.

Auch im Consumerbereich könnte die Studie von erheblichem Wert sein. Denn in vielen Haushalten gehören Roboter zum Alltag: Sie saugen, wischen die Böden oder mähen den Rasen. In Zukunft dürften die Roboter noch weit mehr Aufgaben im Haushalt übernehmen. Und auch dies ist natürlich nur dann möglich, wenn die Menschen vor Verletzungen bei Zusammenstößen mit den Robotern sicher geschützt sind. Es gibt noch viel zu tun.



**Dr. techn. Norbert Elkmann**  
Geschäftsfeld Robotersysteme

Tel. +49 391 4090-222  
norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de

# Assistenzsysteme

## federn demografischen Wandel ab

Von Dr.-Ing. Dirk Berndt

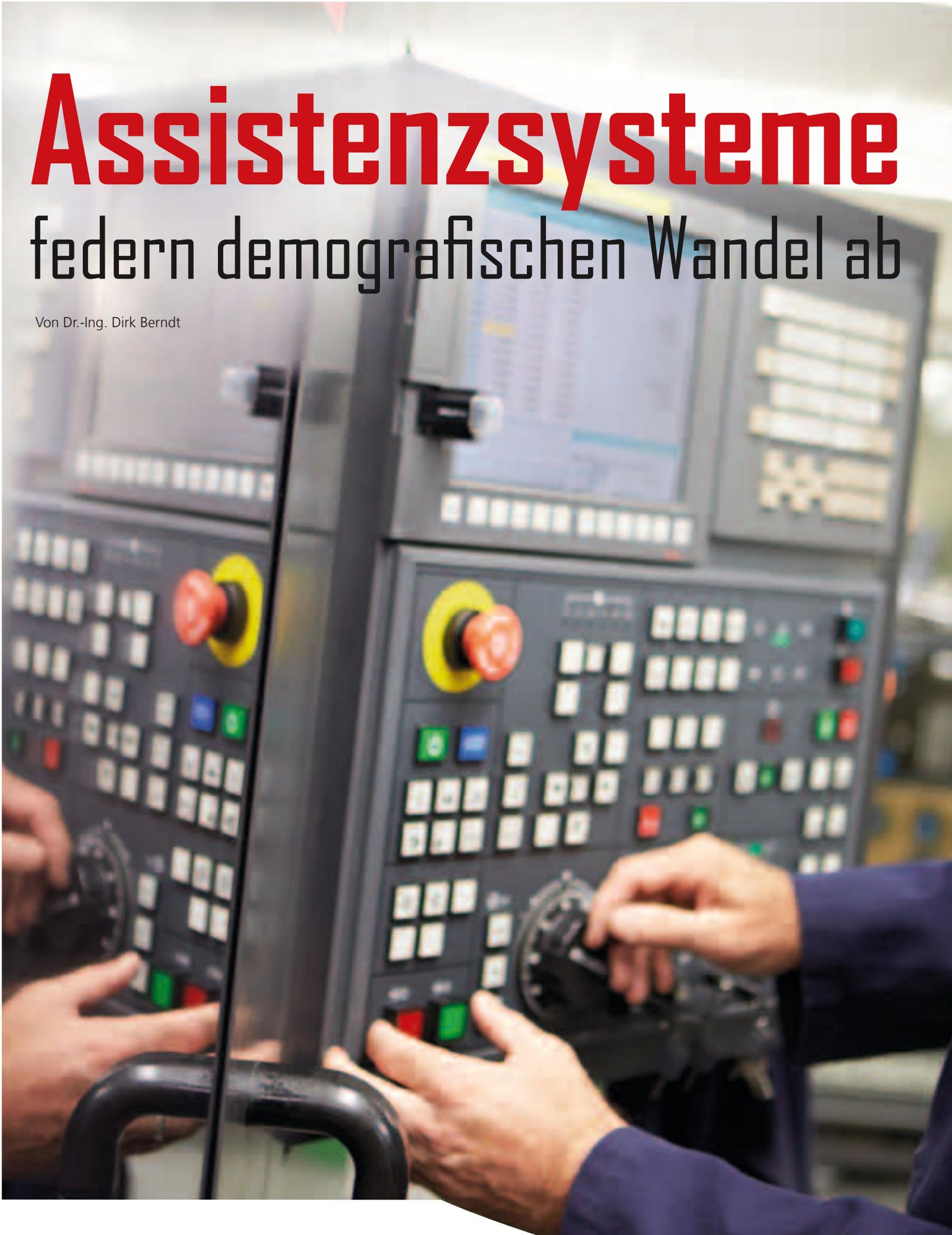




Foto: Monkey Business/Fotolia.com

Gewaltige Umdenkprozesse stehen der Industrie in Zukunft bevor – so muss sie sich beispielsweise auf eine immer älter werdende Belegschaft und individueller werdende Produkte einstellen. Hier helfen Assistenzsysteme: Physische Systeme entlasten die Mitarbeiter bei körperlicher Arbeit, informationstechnische Systeme führen sie durch die immer komplexer werdenden Prozesse. Und auf lange Sicht sollen die Assistenzsysteme sogar über eine gewisse Intelligenz verfügen.

Gesellschaftliche Herausforderungen zwingen Unternehmen zum Umdenken. Denn die Kunden wünschen sich immer individuellere Produkte, zugeschnitten auf ihre ganz besonderen Bedürfnisse. Dieser Wunsch ist jedoch nur dann zu erfüllen, wenn die Produktionsmittel, also beispielsweise die Maschinen, entsprechend flexibel sind. Was diese Flexibilität angeht, ist der Mensch den Maschinen gegenüber deutlich im Vorteil. Eine weitere Herausforderung liegt im demografischen Wandel: Die Mitarbeiter werden zunehmend älter. Die Unternehmen brauchen daher Unterstützungssysteme, mit denen die Mitarbeiter den Arbeitsanforderungen bis ins hohe Alter gerecht werden können.

Dabei sehen sich die Unternehmen vielen Fragen gegenüber: Wie lassen sich die Produkte möglichst ressourcen- und energiesparend herstellen? Wie kann man die Effizienz steigern? Und wie den Menschen so in die Produktion einbinden, dass er möglichst wenig belastet wird und die Arbeit bis ins hohe Alter ausführen kann? Die Fraunhofer-Gesellschaft unterstützt die Industrie bei diesen Fragen und arbeitet an einer Lösung für eine sogenannte »E<sup>3</sup>-Fabrik«. E<sup>3</sup> steht dabei für die Begriffe Emissionsneutralität, Effizienz und Ergonomie in der Produktion der Zukunft. Was die Ergonomie angeht, so können hier die Assistenztechnologien vieles verbessern.

### **Individuellere Produkte und ältere Belegschaft**

Die Verbraucher verlangen nach mehr Individualisierung. Jeder möchte ein perfekt auf ihn zugeschnittenes und passendes Produkt erwerben. Die Produktion wird folglich immer

Die demografische Entwicklung stellt die Industrie vor Herausforderungen. Die Industriebetriebe sehen sich also einer immer älter werdenden Belegschaft gegenüber. Welche Voraussetzungen können wir schaffen, um die älteren Mitarbeiter zu entlasten, sodass sie ihre Arbeit auch mit 67 Jahren noch ausführen können?

individueller, die Variantenvielfalt steigt. Als Folge nehmen die Losgrößen ab, also die Anzahl der Produkte des selben Typs. Das führt dazu, dass ein Werker nicht immer die gleiche Handbewegung macht, sondern ständig eine andere Tätigkeit ausführen muss. Diese hohe Variantenvielfalt ist aus dem Kopf heraus kaum noch zu beherrschen. Der Werker führt seine Arbeitsschritte daher anhand von Papierunterlagen aus – eine Situation, die alles andere als ergonomisch ist. Ein weiteres Manko: Es schleichen sich dabei immer wieder Fehler ein, denn anhand der Papierunterlagen ist es kaum möglich, alle Teile gänzlich fehlerfrei zu montieren. Kurzum: Dem Menschen wird eine sehr viel höhere Flexibilität und Komplexität seiner Tätigkeit abverlangt als noch vor einigen Jahren.

Auch die demografische Entwicklung stellt die Industrie vor Herausforderungen. Die Menschen werden immer älter und es gibt zu wenige Kinder. Für Industriebetriebe heißt das: Es stehen zunehmend Arbeitnehmer zur Verfügung, die älter sind als noch vor zehn Jahren. Die Industriebetriebe sehen sich also einer immer älter werdenden Belegschaft gegenüber. Die Frage, die sich aus der Sicht der Produktionstechnik stellt: Welche Voraussetzungen können wir schaffen, um die älteren

Mitarbeiter zu entlasten, sodass sie ihre Arbeit auch mit 67 Jahren noch ausführen können?

Im Fraunhofer IFF widmen sich die Forscher daher dem Thema, intelligente Arbeitssysteme zu schaffen. Diese unterstützen den Beschäftigten unmittelbar dabei, seine Tätigkeit auszuführen. Die Vorteile: Der Arbeitsplatz wird ergonomischer und die Effizienz sowie die Qualität der Produkte wird gesteigert. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen physischen, informationstechnischen und kognitiven Assistenzsystemen. Während die physischen Systeme den Mitarbeitern das Heben schwerer oder sperriger Lasten abnehmen, führen die informationstechnischen Systeme die Werker beispielsweise mit Hilfe der Virtuellen Realität durch ständig abgewandelte Montageprozesse. Die kognitiven Systeme wiederum sind Assistenzsysteme, die selbst entscheiden und ableiten können, welche Hilfe der Werker braucht – sie haben also eine gewisse Intelligenz.

So verschieden diese Assistenzsysteme auch sind, eines ist ihnen gemein: Dreh- und Angelpunkt bei allen Systemen ist und bleibt der Mensch. Der Mitarbeiter steht also nach wie vor im Mittelpunkt. So hebt zwar der Robo-

ter, aber der Mensch interagiert mit ihm und führt ihn. Denn der Mensch ist der Technik in vielen Punkten weit überlegen: So hat er deutlich die Nase vorn, wenn es darum geht, flexibel auf Probleme zu reagieren. Die Technik allerdings bringt Vorteile, wenn es um Präzision und Fehlerfreiheit geht. Mit den Assistenzsystemen vereint man die Vorteile von Mensch und Technik: Bestimmte Arbeitsschritte laufen schneller, Ressourcen werden geschont und Fehler frühzeitig erkannt.

### **Informationstechnische Assistenzsysteme helfen in der Montage**

Schleichen sich während der Montage von Baugruppen Fehler ein, kann dies schwerwiegende Folgen haben. So auch beim Aufbau von Spannsystemen bei der Kolbus GmbH, einem Hersteller von Buchbindereimaschinen. Hier werden mittels CNC-Bearbeitungsmaschinen eine Vielzahl verschiedener Bauteile mechanisch spanend bearbeitet. Die Teilevielfalt erfordert individuell aufgebaute Spannsysteme, welche die Bauteile während des Bearbeitungsprozesses aufnehmen und halten. Für den Aufbau dieser individuellen Spannsysteme ist Handarbeit angesagt: Die Mitarbeiter müssen spezielle Spannsysteme aus Standardkomponenten manuell zusammenbauen, in die sie dann die Rohteile einsetzen, bevor diese in der CNC-Maschine bearbeitet werden. Unterläuft den Mitarbeitern bei der Montage jedoch ein Fehler, kann dies zu einem Defekt an der Maschine führen – und sie schlimmstenfalls für längere Zeit lahmlegen.

Hier hilft ein visuelles Assistenzsystem, das am Fraunhofer IFF im Auftrag der Kolbus GmbH entwickelt wurde. Es unterstützt den Werker während der komplexen Montage und hilft ihm somit, Fehler zu vermeiden. Das System basiert auf der virtuellen Realität: Es gleicht die reale Montagesituation jeweils mit den digitalen Bauplänen ab und überlagert beide Informationen virtuell. Der Werker sieht auf einem Bildschirm sowohl die reale als auch die vorgegebene Montagesituation.

Andere informationstechnische Assistenzsysteme aus dem Hause IFF untersuchen fertig montierte Bauteile, etwa Flugzeugrumpfschalen und Turbinenkomponenten, und spüren Fehler auf (siehe Artikel ab S. 24).



Foto: Kadmy/Fotolia.com

Die Produktion wird individueller, die Variantenvielfalt steigt.



Foto: Kolbus GmbH & Co. KG

Das visuelle Assistenzsystem leitet Monteure während des Arbeitsprozesses in Echtzeit virtuell an und prüft das Arbeitsergebnis.



**Der Mensch ist der Technik in vielen Punkten weit überlegen: So hat er deutlich die Nase vorn, wenn es darum geht, flexibel auf Probleme zu reagieren. Die Technik allerdings bringt Vorteile, wenn es um Präzision und Fehlerfreiheit geht. Mit den Assistenzsystemen vereint man die Vorteile von Mensch und Technik: Bestimmte Arbeitsschritte laufen schneller, Ressourcen werden geschont und Fehler frühzeitig erkannt.**



Diese Systeme werden als Prüfassistenten bezeichnet. Kombiniert man die beiden Assistenzsysteme, könnte man die Mitarbeiter bereits bei der Montage der Rumpfschalen unterstützen. Fehler würden vermieden – und sollte sich doch der Fehlergeist einschleichen, werden diese Fehler unmittelbar erkannt und der Mitarbeiter kann sie selbstständig beheben. Andernfalls erforderliche Prüfaufwände könnten entsprechend reduziert werden. Dazu entwickelt das Fraunhofer IFF entsprechende Technologien: Sie ermöglichen es, präventiv wirkende informationstechnische Assistenzsysteme mit Prüfassistenten zu kombinieren – und das auch in großen Arbeitsräumen.

### Assistenzsysteme »mit Köpfchen«

Momentan entwickeln die Forscher am Fraunhofer IFF physische und informationstechnische Assistenzsysteme. Langfristig angelegte Forschungsarbeiten streben Systeme an, die zudem über Intelligenz verfügen. Das Ergebnis wäre ein intelligentes, kognitives Assistenzsystem, das selbstständig erkennt, wel-

che Unterstützung der Mitarbeiter braucht. Denn das hängt nicht nur von seinem Ausbildungsstand und seiner körperlichen Fitness ab, sondern auch von der jeweiligen Tagesform. Wie müde ist der Werker? Braucht er mehr Pausen als sonst?

Bisher ist die Unterstützung für alle Nutzer gleich. Künftig soll jedoch jeder Mitarbeiter exakt die Hilfe bekommen, die er in eben diesem Moment auch benötigt. Dazu analysiert das System, wie schnell der Werker momentan arbeitet und wie viele Fehler er macht. Anhand dieser Indikatoren und dem Erfahrungswissen aus vorhergehenden Ereignissen passt es sich der Tagesform des Werkers an. Geht es um körperliche Assistenz, sollen die Systeme jedoch auch die körperlich fiten Mitarbeiter unterstützen, so dass diese erst gar keine körperlichen Beschwerden entwickeln. Um solche intelligen-

ten Systeme zu entwickeln, braucht es eine interdisziplinäre Zusammenarbeit – und zwar nicht nur wie bisher zwischen Informatikern, Maschinenbauern, Elektrotechnikern und Mathematikern, sondern auch mit Arbeitswissenschaftlern, Arbeitsmedizinern und Arbeitspsychologen. Wie berücksichtigt man verschiedene Geschlechter und Altersgruppen? Welche Formen der Unterstützung akzeptieren die Mitarbeiter eher als andere? Dabei darf man die Assistenzsysteme nicht isoliert sehen, sondern muss vielmehr physische und informationstechnische Ansätze miteinander kombinieren.



**Dr.-Ing. Dirk Berndt**  
Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik

Tel. +49 391 4090-224  
dirk.berndt@iff.fraunhofer.de

# Optische Technologien entlarven kleinste Fehler

Von Dipl.-Inform. Steffen Sauer und Dipl.-Ing. Erik Trostmann



Sei es an Rumpfschalen oder bei Turbinen: An ihnen befinden sich Tausende von Schrauben, Nieten und Anbauteilen. Ob sie richtig sitzen, überprüfen Werker bislang manuell – eine anspruchsvolle Aufgabe, bei der immer mal ein Fehler übersehen werden kann. Künftig übernimmt ein neuartiges Prüfsystem diese Aufgabe. Und sorgt somit dafür, dass die Hersteller ihre Rumpfschalen und Turbinenteile fehlerfrei ausliefern können.

Flugzeuge sind Einzelstücke – selbst wenn sie eine einheitliche Bezeichnung tragen wie der Airbus A380. Denn jede Fluggesellschaft kauft nur wenige Flieger und möchte diese an ihre speziellen Bedürfnisse angepasst wissen. Während die eine Airline möglichst viele Sitzreihen unterbringen möchte, setzt die andere auf Komfort und gestat-

tet den Passagieren etwas mehr Beinfreiheit. Ebenso sieht es mit der Innenausstattung aus, etwa mit Monitoren, Gepäckfächern und Lüftungsanlagen. All diese Wünsche fließen frühzeitig in die Planungen der Flugzeugbauer mit ein: Denn bereits wenn die Werker die Rumpfschale des Flugzeugs montieren, müssen sie entsprechende Halterungen für Sitze und Befestigungswinkel für die Elektrokabel anbringen. Die Information, wo genau sie die jeweiligen Anbauteile befestigen müssen, entnehmen die Werker bislang einer zweidimensionalen technischen Zeichnung.

Das Problem: Der zweidimensionale Plan ist nicht gerade übersichtlich und es kann sich leicht der eine oder andere Fehler einschleichen.

Zwar gibt es eine Qualitätskontrolle, doch diese ist ebenfalls

manuell – hin und wieder rutscht ein Fehler unerkannt durch. Denn die Anzahl der Teile ist gigantisch: Bis zu 40.000 Nieten halten jede der zwanzig Rumpfschalen eines Flugzeuges zusammen, und auch bis zu 2500 Anbauteile müssen überprüft werden. Sitzen sie an der richtigen Stelle? Sind sie richtig herum eingebaut, oder sitzen sie spiegelverkehrt?

Die Werker tragen dabei eine große Verantwortung: Übersehen sie einen Fehler, ist das mit großem Aufwand verbunden, der den Flugzeugbauer Zeit und Geld kostet. Denn die Flugzeuge werden nicht an einem einzelnen Ort gefertigt. Beim Airbus beispielsweise nieten die Werker die Einzelkomponenten der Rumpfschalen in Nordenham nahe Bremerhaven zusammen. Diese Schalen werden nach Hamburg transportiert, wo sie zu sogenannten Tonnen zusammengesetzt werden. Diese Tonnen wiederum werden ins französische Toulouse verschickt und dort zum fertigen Flugzeug zusammengesetzt. Übersehen die Prüfer in Nordenham einen Fehler, wird dieser meist erst in Hamburg oder gar in Toulouse entdeckt. Das heißt: Ein Team aus Nordenham muss eigens anreisen, um den winzigen, aber elementaren Fehler zu beheben.

### Fehler zuverlässig erkennen

Künftig erhalten die Werker Unterstützung bei der Fehlerkontrolle – und brauchen nicht mehr jedes Einzelne der Tausende von Bauteilen in Augenschein nehmen. Ein automatisches Prüfsystem spürt die Fehler im Montageprozess zuverlässig auf. Entwickelt haben es Forscher des Fraunhofer IFF im Auftrag der Premium AEROTEC GmbH. Die Informationen entnimmt das System, wie die Werker zuvor auch, den vorliegenden CAD-Daten für die Rumpfschale. In ihnen ist genau verzeichnet, wo welches Bauteil sitzen muss. Aus diesen vorhandenen Daten erstellt das System virtuelle »Fotos« von der Rumpfschale samt den Anbauteilen – zwischen 1000 und

Rumpfschalen oder Turbinen von Flugzeugen werden von Tausenden Schrauben, Nieten und anderen kleinen Bauteilen zusammen gehalten. Jetzt unterstützt die Werker ein automatisches Prüfsystem aus dem Fraunhofer IFF zuverlässig bei der Fehlerkontrolle.

Foto: Fraunhofer IFF



Foto: Fraunhofer IFF

Sind alle Bauteile korrekt montiert? Der Werker kann sich die Auswertung der Prüfung auf seinem Tablet direkt vor Ort anzeigen lassen.

lässiger als eine manuelle Kontrolle, sondern auch deutlich schneller: Statt acht bis zwölf Stunden braucht es nur etwa drei Stunden, um den richtigen Sitz jedes Teils zu überprüfen. Dabei spürt es die Fehler nicht nur auf, sondern hilft auch dabei, sie langfristig zu vermeiden. Denn es hat sich gezeigt, dass Fehler an einigen Stellen gehäuft auftreten. Doch wo? Und warum? Um dies herauszufinden, werden die entdeckten Fehler in eine Datenbank eingespeist. Hier wird analysiert, ob sie lediglich einmalig aufgetreten sind oder ob sie sich wiederholen. An besonders kritischen Stellen könnte man den Workern bei der Montage dann entsprechende Hinweise geben, worauf hier zu achten ist. Das ist jedoch nicht das Einzige, was das Prüfsystem zu einer Besonderheit macht. Auch die Größe der Bauteile, die es kontrollieren kann, hat es in sich. Das System analysiert mühelos Volumen bis zu 15 mal 5 mal 3 Metern, und arbeitet dabei dennoch sehr genau und hochaufgelöst.

### Fehler in Turbinen aufspüren

Fehler frühzeitig zu erkennen, ist nicht nur bei Rumpfschalen äußerst wichtig, sondern auch bei Bauteilen für Flugzeugturbinen. Im Auftrag der MTU Aero Engines GmbH in München entwickelten die Experten des Fraunhofer IFF daher ein auf ähnlichen Prinzipien beruhendes Prüfsystem für Turbinenzwischengehäuse, englisch »Turbine Center Frame« TCF. Diese werden in München von Mitarbeitern der MTU gefertigt und kommen im A380 und in der Boeing 787 zum Einsatz. Sind sie fertig montiert, werden die kegelförmigen TCFs mit einem Durchmesser von etwa 1,40 Metern in Container verpackt und zum Kunden geschickt, der sie dann in einem Triebwerk verbaut. Montagefehler sind für so ein sicherheitsrelevantes Bauteil nicht zu tolerieren und müssen unbedingt vermieden werden.

Das optische System überprüft die Montage und stellt sicher, dass keines der 570 verschiedenen Bauteile am falschen Fleck sitzt. Ein Beispiel für einen solchen Fehler: Das TCF-Modul ist ein rotationssymmetrisches Bauteil, daher kann es passieren, dass ein Werker an einer falschen Stelle anfängt zu schrauben, also in der falschen Winkellage. Dies fällt zunächst kaum auf, verhindert jedoch den Zusammenbau der gesamten Turbine. Während

5000 Stück, so dass jedes Niet und jedes einzelne Anbauteil gut zu erkennen sind. Ein eigen entwickelter Sensorkopf sorgt für die entsprechenden realen Fotos: Auf einem Roboter montiert, fährt dieser Sensorkopf jede einzelne der 1000 bis 5000 entsprechenden Positionen ab und »fotografiert« die realen Anbauteile. Diese realen Fotos vergleicht das System mit den virtuellen. Passen die beiden Fotos zueinander – sind die darauf abgebildeten Bauteile also richtig montiert – markiert das System die Fotos grün. Findet es Montagefehler, werden sie entsprechend rot markiert, bei Unklarheiten gelb. In einem Prüfprotokoll, das sich ähnlich interaktiv bedienen lässt wie eine App, kann der Werker sich ver-

schiedene Auswertungen anzeigen lassen: beispielsweise alle relevanten Bohrungen, oder aber alle Teile, die gelb und rot markiert wurden. Das System liefert dem Prüfpersonal dabei nicht nur die Fotos der Bauteile, sondern auch die Koordinaten, so dass sie das zu überprüfende Bauteil schnell wiederfinden. Momentan drückt sich der Werker das Prüfprotokoll mit den rot und gelb gekennzeichneten Merkmalen aus und nimmt diese mit in den Flugzeugrumpf, um die Fehler zu beheben. Langfristig wird das Protokoll auf einem Tablet-PC angezeigt, um dem Werker auch das Ausdrucken zu ersparen.

Das digitale Prüfsystem ist nicht nur zuver-

» Künftig erhalten die Werker Unterstützung bei der aufwendigen Fehlerkontrolle – und brauchen nicht mehr jedes Einzelne der Tausende von Bauteilen in Augenschein nehmen. Ein automatisches Prüfsystem spürt die Fehler im Montageprozess zuverlässig auf. «

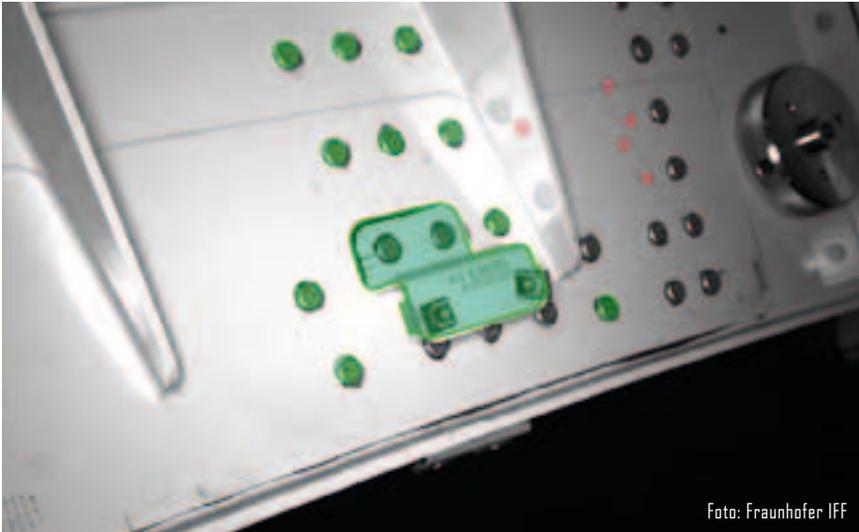


Foto: Fraunhofer IFF

Das digitale Prüfsystem arbeitet nach »Ampelprinzip«: Grün markierte Bauteile sind korrekt montiert. Rot macht deutlich: Stopp – hier muss nachgearbeitet werden.

Prüfsystem für Turbinenzwischengehäuse, wie sie im Airbus A380 und in der Boeing 787 eingebaut sind.

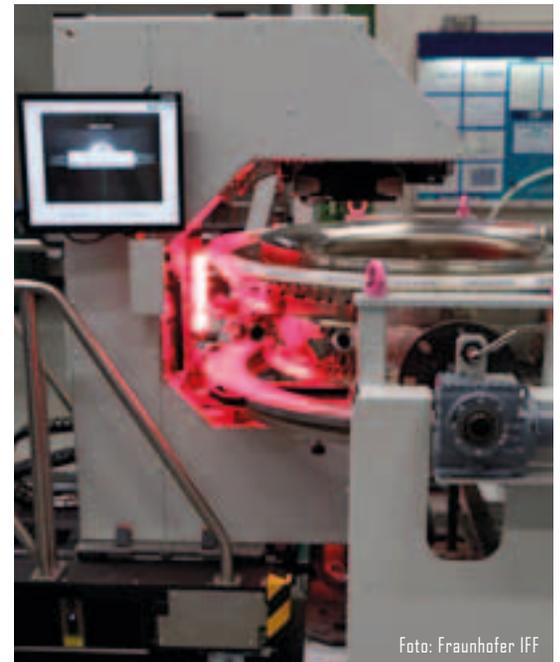


Foto: Fraunhofer IFF

bei der manuellen Kontrolle ein solcher Fehler übersehen werden kann, findet das Prüfsystem ihn zuverlässig. Das Prinzip: Der Werker fährt das C-förmige Prüfsystem an einer ersten Stelle über das TCF-Modul, so dass es oben und unten ein Stück weit in das kegelförmige Modul »hineinschaut«. 14 Kameras nehmen Bilder der Anbauteile aus verschiedenen Perspektiven auf und vergleichen diese mit den »virtuellen Fotos«, die das System jeweils aus den CAD-Daten anfertigt – und die vom Bildausschnitt und vom Aufnahmewinkel her genau den realen Bildern entsprechen. Etwa fünf Sekunden dauert die Bildaufnahme, weitere fünf Sekunden die Auswertung pro Position. Ist die erste Position geschafft, dreht der Werker das Modul im Prüfsystem weiter auf die nächste vorgegebene Position und das Prozedere beginnt

erneut. Nach etwa fünf Minuten und 12 Positionen ist das komplette TCF vermessen: Das Prüfprotokoll zeigt dem Werker auf einen Blick, ob und wenn ja wo noch Nacharbeit erforderlich ist. Dieses Prüfsystem zu entwickeln, barg eine spezielle Herausforderung: Als Basis dienen lediglich die CAD-Daten des TCF-Moduls und dessen Aufnahmevorrichtung. Ein reales TCF-Modul konnte aus Geheimhaltungs- und Sicherheitsgründen nicht zur Verfügung gestellt werden. Wo wird welche Kamera positioniert? Welche Bauteile sind aus welchem Winkel zu erkennen, aus welchem Winkel verdeckt? Um diese Fragen zu beantworten,



**Dipl.-Inform. Steffen Sauer**  
Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik

Tel. +49 391 4090-261  
steffen.sauer@iff.fraunhofer.de

# Sensoren ersetzen die Stoppuhr

Von Manfred Schulze





Der Mann mit der Stoppuhr in der Hand, der akribisch jeden Handgriff eines Arbeiters erfasst und so den Zeitbedarf ermittelt, ist noch immer weit verbreitet. Unternehmen ermitteln so die Norm- und Vorgabezeiten, planen und steuern damit die betrieblichen Prozesse und auch die Entlohnung. Dabei stammen die Grundlagen für das heute noch gebräuchliche System der manuellen Zeiterfassung aus dem Jahr 1924 – und das ist entsprechend aufwendig, ungenau und viel zu sehr auf den Faktor Zeit ausgerichtet.

Uwe Gründler, promovierter Ingenieur und Inhaber einer Magdeburger Beratungsgesellschaft für Unternehmensprozesse, sind die etwas antiequiert wirkenden Methoden schon seit langem ein Dorn im Auge. »Die Praxis in der Industrie, aber auch arbeitsmedizinische Maßgaben setzen längst eine möglichst umfassende Analyse der erforderlichen Zeiten voraus. Aber nicht nur das, sondern möglichst auch alle auftretenden körperlichen Belastungen wollen wir als Daten exakt erfassen«, sagt er. Die Unternehmen werden durch die Veränderungen am Arbeitsmarkt mehr und mehr dafür sensibilisiert, dass man Arbeitsplätze und Abläufe möglichst so gestalten muss, dass Ermüdungen oder Überforderungen vermieden werden. »Die sonst drohenden Kosten durch krankheitsbedingten Arbeitsausfall, Berufsunfähigkeit oder Fluktuation sind in solchen Fällen größer als der Aufwand für eine optimale Arbeitsorganisation«, glaubt Uwe Gründler.

Im Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg zeigt Diplom-Ingenieur Martin Woitag zwei schwarze Ärmlinge mit drei knapp streichholzschachtelgroßen, eingenähten Kästchen, die künftig einen völlig neuen Schritt in der Erfassung von Arbeitsabläufen ermöglichen sollen. Gemeinsam mit dem Ingenieurbüro von Dr. Gründler hat Martin Woitag dafür ein komplettes System entwickelt: Sensoren erfassen in den drei kartesischen Achsen an verschiedenen Stellen des Armes eines Mitarbeiters die Beschleunigungen und Drehraten, sodass sich die Bewegungskurven und Orientierungen der Gelenke exakt messen lassen. Zudem sorgt eine Software dafür, dass diese Daten mit den bekannten Tabellenwerten abgegli-

Forscher am Fraunhofer IFF haben ein neues System für die Zeiterfassung von Montageschritten entwickelt.



Wir können auch Lösungen für Arbeitsplätze finden, an denen die Werker nicht nur ruhig an einem Arbeitstisch sitzen, also etwa im Sondermaschinenbau oder einer Montagelinie im Automobilbau.



Dr. Uwe Gründler, DR. GRUENDLER Ingenieurbüro für Betriebsorganisation



Fotos: Fraunhofer IFF

Spezielle Sensortechnik wird in Ärmlinge integriert. Mit den gesammelten Daten erfährt man, wieviel Zeit für jeden einzelnen Arbeitsschritt benötigt wird. Übermüdungen und Überanstrengungen der Werker sollen so vermieden werden.

chen werden und damit Rückschlüsse auf die tatsächliche Belastung und auftretende Kräfte durch jeden einzelnen Arbeitsschritt gezogen werden können.

»Belastungen am Arbeitsplatz werden häufig noch unterschätzt, weil es dabei gar nicht unbedingt um große Lasten gehen muss«, sagt Gründler und nennt als Beispiel die sogenannten Clips, die heute in der Autoindustrie in großer Stückzahl eingesetzt werden. »Das ist nur ein leichter Druck mit dem Daumen, dann sitzt das Bauteil«, erklärt er.

»Aber wenn die gleiche Tätigkeit pro Stunde ein paar dutzend Mal erfolgt, dann führt das im Laufe von einigen Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Arthrose am Daumen«, beschreibt Gründler einen typischen Fall, bei dem auf den ersten Blick nichts auf eine Überlastung hindeutet. Die typische Folge: Die Mitarbeiter stellen erst fest, dass irgendetwas an der Arbeitsplatzgestaltung nicht optimal ist, wenn die Schädigung eingetreten ist. Sofern allerdings das Problem möglichst schon in der Planung erkannt werden kann, lassen sich durch einfache Maßnahmen bei

den Arbeitsabläufen solche Gefahren vermeiden.

Im ersten Schritt hatten die Wissenschaftler am IFF die sensorische Erfassung von Bewegungen bei sitzenden Tätigkeiten analysiert, daraus Montagezeiten abgeleitet und gemeinsam mit Praxispartnern wie dem Automotive-Unternehmen FTE aus Mühlhausen erste Erfahrungen auf dieser noch relativ einfachen Einsatzstufe gesammelt. »Um die genaue und strukturierte Zeiterfassung zu erhalten, wurden dabei alle Einzelbewe-



Fotos: Fraunhofer IFF

Zeiterfassung am Montagearbeitsplatz.

gungen erfasst, wobei unsere Sensoren zwar vorher definierte Messpunkte, aber keine zusätzliche Infrastruktur, wie Kameras oder GPS, benötigen und völlig referenzlos arbeiten«, berichtet Woitag. Die Ergebnisse übertrafen hinsichtlich der Genauigkeit sogar die ersten Prognosen.

»Uns war damals natürlich klar, dass das nur der erste Schritt auf dem Weg zu automatisierten Zeiterfassungssystemen sein könnte, denn wir müssen auch die aufgewendeten Kräfte mit solch einem System erfassen. In einem weiteren Schritt könnten wir auch Lösungen für Arbeitsplätze finden, an denen die Werker nicht nur ruhig an einem Arbeitstisch sitzen, also etwa im Sondermaschinenbau oder einer Montagelinie im Automobilbau«, sagt Dr. Gründler und verweist darauf, dass beispielsweise bei Überkopfarbeit etwa in der Automobilproduktion sehr schwierige Körperhaltungen auftreten können – wobei dann die Sensoren an den Armen nicht mehr ausreichen.

Um geeignete Modelle entwickeln zu können, bei denen auch die eingesetzten Kräfte gemessen und arbeitsmedizinisch bewertet werden können, haben die Wissenschaftler am IFF die vorhandenen Leitmerkalmethoden, die bisher eher empirisch für die Beurtei-

lung der Arbeitsbelastung genutzt werden, anpassen müssen. Zwar gibt es bereits Tabellenwerte für Hebelkräfte, etwa wenn ein Mitarbeiter ein Werkstück zur Montage anheben muss. »Es gibt aber leider noch keine Vorgaben, bei denen die zulässigen Belastungen einzelner Muskelgruppen in Beziehung mit dem Alter, Geschlecht, der Körperhaltung und den Umfeldbedingungen gebracht werden«, erklärt Martin Woitag. Hier haben die Arbeitsmediziner noch einen wichtigen Beitrag zu leisten, damit die Messwerte künftig zu verlässlichen Aussagen hinsichtlich erforderlicher Veränderungen genutzt werden können. Das aber ist notwendig, um beispielsweise angesichts der knapper werdenden Fachkräfte und einem späteren Renteneintrittsalter auch Aussagen treffen zu können, wie auch ältere Mitarbeiter so eingesetzt werden können, dass ihre Leistungsfähigkeit erhalten bleibt.

Die bisherigen manuellen Analysen solcher Arbeitsplatzsituationen sind für die Unternehmen enorm zeitaufwendig. Zudem fühlen sich die beteiligten Arbeiter durch die manuellen Zeitnehmer be-

obachtet und reagieren dann mitunter anders als im Alltag. »Wir gehen davon aus, dass wir den Aufwand um bis zu zwei Drittel reduzieren können, besonders dann, wenn Mehrfach-Erfassungen notwendig sind, die dann bei unserem Sensor-System vollautomatisiert ablaufen«, versichert Dr. Gründler.

Ein weiteres Ziel der Forscher ist es mittelfristig, die kleinen Boxen mit den sogenannten Inertialsensoren weiter zu miniaturisieren. Die bisher verwendete Technik hat hier eher Demonstrationscharakter und ist in den Laboren des IFF entstanden. »Mit kleinsten Sensoren, die ihre Signale per Funk übertragen, ließe sich die Arbeitsplatzanalyse einfacher handhaben, zugleich aber wären auch die Funktionen an Hand und Finger genauer zu überwachen«, blickt Martin Woitag in die Zukunft.

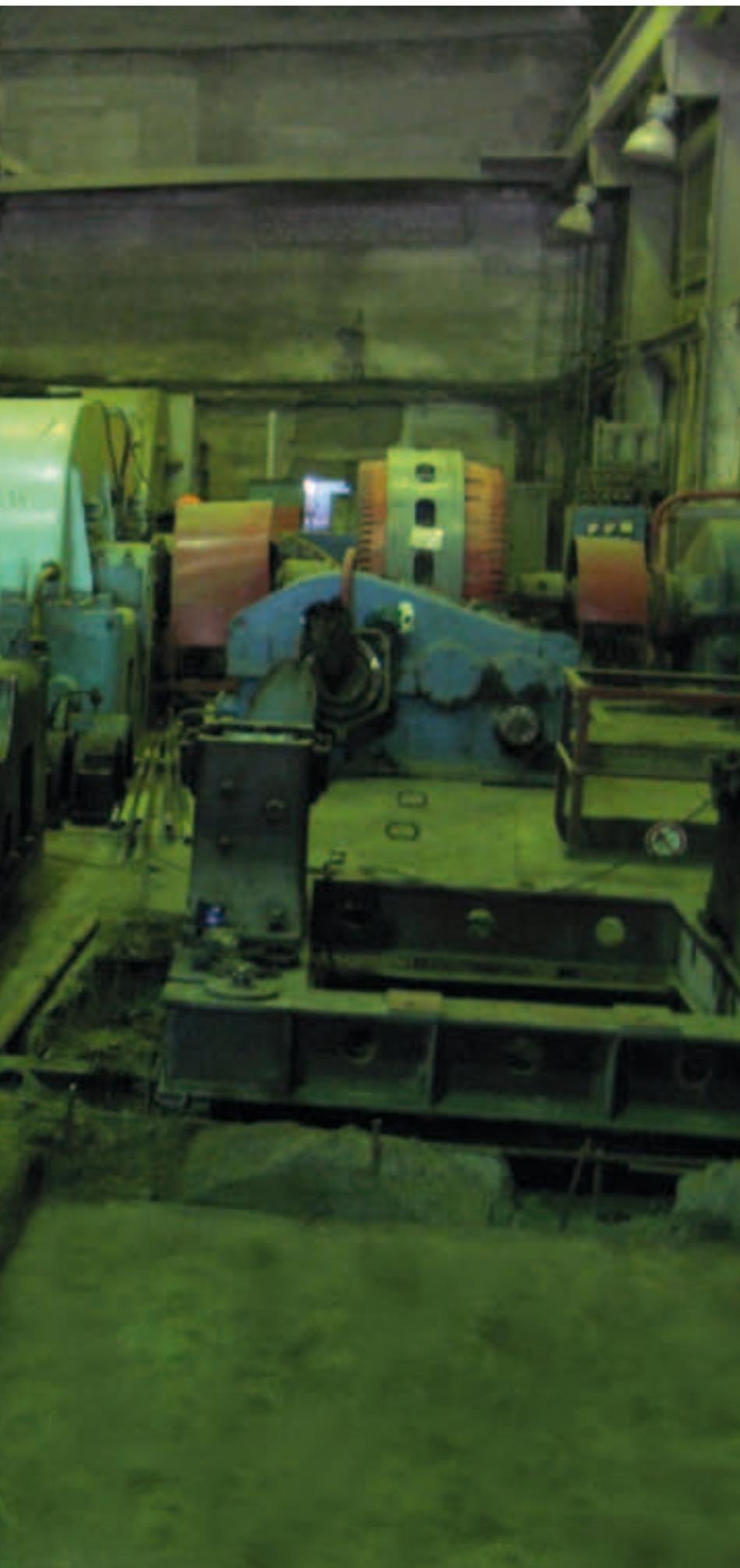


**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Martin Woitag**  
Geschäftsfeld Mess- und Prüftechnik

Tel. +49 391 4090-231  
martin.woitag@iff.fraunhofer.de

# Schritt für Schritt geleitet

Dr.-Ing. Simon Adler



Wirft man einen Blick in russische Betriebe, und hier wiederum auf Getriebe, so wird man mit einiger Wahrscheinlichkeit recht alte Modelle vorfinden. Oftmals stammen sie noch aus der DDR; viele von ihnen haben bereits 30 bis 40 Jahre »auf dem Buckel«. Die Firmen, die diese Getriebe einmal hergestellt haben, existieren in den meisten Fällen nicht mehr. Was also tun, wenn die Getriebe nicht mehr so arbeiten, wie sie sollen? Hier hilft die Magdeburger Firma VAKOMA GmbH. »Wir warten mit einer neuen Technologie im Markt auf«, sagt Gerhard Krossing, Inhaber der Firma VAKOMA GmbH. »Diese besteht in einer mobilen Fertigungseinrichtung, mit der wir die marktrelevanten russischen Getriebe rehabilitieren können.« Mit dieser Fertigungseinrichtung, die 2,3 Tonnen auf die Waage bringt, reisen die Mitarbeiter der VAKOMA GmbH zum Kunden und bringen das alte Getriebe wieder auf Vordermann.

### Deutsche Exaktheit trifft russische Improvisation

Keine leichte Aufgabe: Zum einen stehen die Getriebe oft in einer recht unwirtlichen Umgebung, etwa in Zementwerken. Es ist heiß und stickig, die Umgebung stark verschmutzt, der Lärm dröhnt in den Ohren. Kurzum: Die Arbeitskräfte sind physisch und psychisch stark belastet. Dazu kommt das Getriebe an sich: Nicht selten sind sie bis zu zwei Meter hoch und wiegen 70 Tonnen, allein die Zahnräder bringen es auf vier Tonnen. Dieses »Monstrum« müssen die Fachkräfte komplett auseinander schrauben, defekte Teile austauschen und das Gehäuse erneuern. Doch damit nicht genug: Sie reduzieren auch das Material. Statt den üblichen 40 Tonnen Innenleben finden sich in einem rehabilitierten Getriebe nur noch etwa 20 Tonnen. »Die Ursprungsgetriebe sind viel zu kompliziert gebaut, wir vereinfachen sie daher«, erläutert Krossing. »Somit können wir wertvolle Ressourcen schonen.« Auch der Ölverbrauch der Getriebe nimmt stark ab: Brauchten die Getriebe vorher 1600 Liter, so sinkt der Verbrauch nach der Rehabilitation auf 800 Liter – also um 50 Prozent.

Alte Getriebe in russischen Firmen sind bis zu zwei Meter hoch und wiegen 70 Tonnen, allein die Zahnräder bringen es auf vier Tonnen. Solche »Monstren« müssen die VAKOMA-Experten komplett auseinander schrauben, defekte Teile austauschen und das Gehäuse erneuern. Hier steht die Rehabilitation eines A2800 Mühlengetriebes an.



Wir wollten eine Arbeitshilfe haben, die die Arbeiter systematisch durch den Prozess leitet. Das entstandene System unterstützt die Mitarbeiter fachlich, sorgt für eine hohe Prozesssicherheit, erinnert die Arbeiter daran, Kontrollen durchzuführen und erleichtert durch die gute Dokumentation die Abrechnung. Auch wenn wir nicht vor Ort sind, können wir sehen, welcher Arbeitsschritt wie lange gedauert hat und dem Techniker Hilfestellung und Anleitung mit auf den Weg geben.



Gerhard Krossing, Geschäftsführer der VAKOMA GmbH

Und als wäre dieser Reparaturprozess nicht schon Herausforderung genug, prallen auch noch zwei Kulturen aufeinander.

### Deutsche Exaktheit trifft russische Improvisation

Im Alltag der VAKOMA-Mitarbeiter heißt das: Sie sehen sich oftmals Teilen gegenüber, die so im Getriebe gar nicht vorgesehen waren, sondern die die russischen Kollegen im Laufe der Zeit hinzugefügt oder ersetzt haben. Solche Probleme erfordern eine flexible Lösung, die wiederum von den deutschen Fachkräften oftmals nicht genau oder gar nicht protokolliert wird. Welche Arbeitsschritte wurden durchgeführt? Welche Probleme traten auf? Wie wurden diese gelöst? Sollen die Fach-

kräfte ein oder zwei Jahre später einen ähnlichen Einsatz übernehmen, fällt das Erinnern meist schwer. Doch auch bei vorhersehbaren Problemen sind die Mitarbeiter gänzlich auf ihr Know-how zurückgeworfen. Denn relevante Informationen sind meist nicht zugänglich, da sie nur in ausgedruckter Form existieren und daheim im Büro liegen. Für den Flug in die Ukraine oder nach Russland sind sie indes meist zu schwer.

### Schritt für Schritt durch den Reparaturprozess

Künftig erhalten die Arbeiter Unterstützung von einem mobilen Assistenzsystem: Es führt sie Schritt für Schritt durch die aufwändigen Prozesse. »Wir wollten eine Arbeitshilfe ha-

ben, die die Arbeiter systematisch durch den Prozess leitet«, sagt Krossing. Und gaben sie kurzerhand beim Fraunhofer IFF in Auftrag. »Das entstandene System unterstützt die Mitarbeiter fachlich, sorgt für eine hohe Prozesssicherheit, erinnert die Arbeiter daran Kontrollen durchzuführen und erleichtert durch die gute Dokumentation die Abrechnung. Auch wenn wir nicht vor Ort sind, können wir sehen, welcher Arbeitsschritt wie lange gedauert hat und dem Techniker Hilfestellung und Anleitung mit auf den Weg geben«, freut sich Krossing.

In einem Autorentool gibt der Vorarbeiter zunächst die einzelnen Arbeitsschritte ein, samt einer Beschreibung jedes einzelnen Vorgangs. Denn so sehr sich die Getriebe auch unter-



Foto: VAKOMA GmbH

Zukünftig wird ein Augmented-Reality-System den VAKOMA-Arbeitern assistieren, wenn sie bei ihrem Auftraggeber im Einsatz sind.

AR-System für die Werkerassistenz der VAKOMA-Facharbeiter. Darüber hinaus nutzt es das Unternehmen zur interaktiven Produktpräsentation. In seiner Weiterentwicklung soll es zur Qualifikation von Fachkräften eingesetzt werden.



Foto: Fraunhofer IFF

scheiden, die Vorgehensweise ist meist die gleiche. Der Mitarbeiter, der die Getriebe vor Ort reparieren soll, nimmt die Projektdatei mit: Sie enthält alle relevanten Informationen, bringt im Gegensatz zu den Papierausdrucken aber kein zusätzliches Gewicht ins Fluggepäck. Auf seinem Tablet oder Smartphone findet der Mechaniker zu jedem Arbeitsschritt beliebige Medieninhalte: Textanweisungen, Bilder und Videos. Möchte der Werker die Hände frei haben, kann er statt des Tablet-PCs auch ein kopfgetragenes Display verwenden: Über die Erweiterte Realität, auch Augmented Reality (AR) genannt, sieht er auf dem Display den jeweils nächsten Arbeitsschritt, kann sich Bilder und Videos dazu ansehen oder auch gesprochene Textinformationen anfordern. Hier erhält er Antworten auf Fragen wie: Wo muss der Facharbeiter die Abmessungen des Getriebes messen? Wann muss er den dazu nötigen Laser kalibrieren?

### Bessere Dokumentation hilft bei künftigen Einsätzen

Zur Dokumentation kann der Werker Fotos oder Videos ins System einfügen und Notizen eingeben. Sind bei einem Arbeitsschritt Messungen erforderlich, fordert das System den Werker auf, die gemessenen Werte einzugeben. Gibt es Abweichungen – ist der gemessene Radius eines Getriebeteils etwa größer als er sein sollte – fragt das System nach, was da los ist. Aber nicht, um den Arbeiter zu kritisieren, sondern um Improvisationen zu enttarnen. Denn es geht vor allem darum zu lernen. Hat der Werker den Wert erst eingegeben und ihn dann nachträglich noch einmal geändert? Ein Beispiel: Vor Jahren haben die Mitarbeiter einer russischen Firma ein Blech vor den Generator geschraubt. Im Laufe der Zeit ist dieses Blech so verwittert, dass es aussah, als würde es zum Getriebe gehören. Der Werker hat daher die Abmes-

sungen samt Blech eingetragen, das Blech später bemerkt und seine Messung korrigiert. Die Information, dass es sich hier um ein vorgeschraubtes Blech gehandelt hat, könnte aber auch für spätere Einsätze wichtig sein.

Zurück im Betrieb können die Mitarbeiter besprechen, welche der Notizen und Einträge auch für die Kollegen interessant sind – und diese über das Autorentool ins Firmen-Know-how einfließen lassen.

### Auch Risiken und Gefahren zeigt das System

Das System gibt den Werkern nicht nur Hinweise, wann sie welchen Arbeitsschritt ausführen müssen, sondern auch Praxisinformationen. Ein Beispiel: Getriebe sind meist gut geölt. Oftmals ist das Öl unter der schmutzigen Oberfläche jedoch nicht zu erkennen – der Boden sieht auf den ersten Blick rutschfest aus. Eine trügerische Sicherheit: Würde der Werker hineinsteigen, käme es recht schnell zum Sturz. Das System gibt daher den Hinweis zunächst Rutschmatten auszulegen. Ebenso bei Fräsköpfen: Hier erhält der Mitarbeiter die Warnung, die Fräsköpfe abzuschrauben, wenn sie nicht gebraucht werden, da er sich sonst daran verletzen könnte.



Dr.-Ing. Simon Adler  
Geschäftsfeld Virtual Engineering

Tel. +49 391 4090-776  
simon.adler@iff.fraunhofer.de

Doch nicht nur die unterstützende Wirkung ist es, die Crossing für das neue System einnimmt. »Wir planen, unsere Aktivitäten auszubauen und eine zweite Anlage anzuschaffen«, verrät er. »Hier könnte uns das AR-Instrument zusätzlich als Schulungsinstrument dienen. Mit dem neuen System ist es auch denkbar, den Zweig der Rehabilitation von Getrieben komplett aus der Firma auszulagern und über einen Dienstleister vor Ort abzuwickeln.« Denn die Vorrichtung, die die Mitarbeiter für die Rehabilitation brauchen, wiegt 2,3 Tonnen. Es wäre bequemer und kostengünstiger, wenn sie bei einem Dienstleister in Russland stehen bleiben würde – eben dort, wo sie gebraucht wird. Denn allein der Transport von Deutschland nach Usbekistan kostet etwa 10.000 Euro. Crossing zeigt sich mit dem neuen System sehr zufrieden: »Wir bieten den Mehrwert an, dass der technische Ablauf eine innere Logik hat, die in der AR-Anwendung offensichtlich wird. Die AR-Anwendung ist ein weiteres Blümchen im Strauß unserer Angebote, ein weiteres Bonbon sozusagen.«

Ein neuartiger mobiler Roboter soll Fachkräfte im Flugzeugbau schon bald beim Dichtmittel Applizieren, Schrauben, Messen und Prüfen unterstützen. Doch die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine funktioniert nur, wenn Kollisionen ausgeschlossen oder auf ein zulässiges Maß minimiert sind.

Um Sicherheit zu gewährleisten, haben die Experten vom Fraunhofer IFF im Projekt VALERI einen mobilen Leichtbauroboter mit Stereokameras und berührungssensitiven Oberflächen mit einer dämpfenden Schicht ausgestattet. Sollte es doch einmal zum Kontakt kommen, stoppt der Roboter oder wird in eine andere Richtung gelenkt.

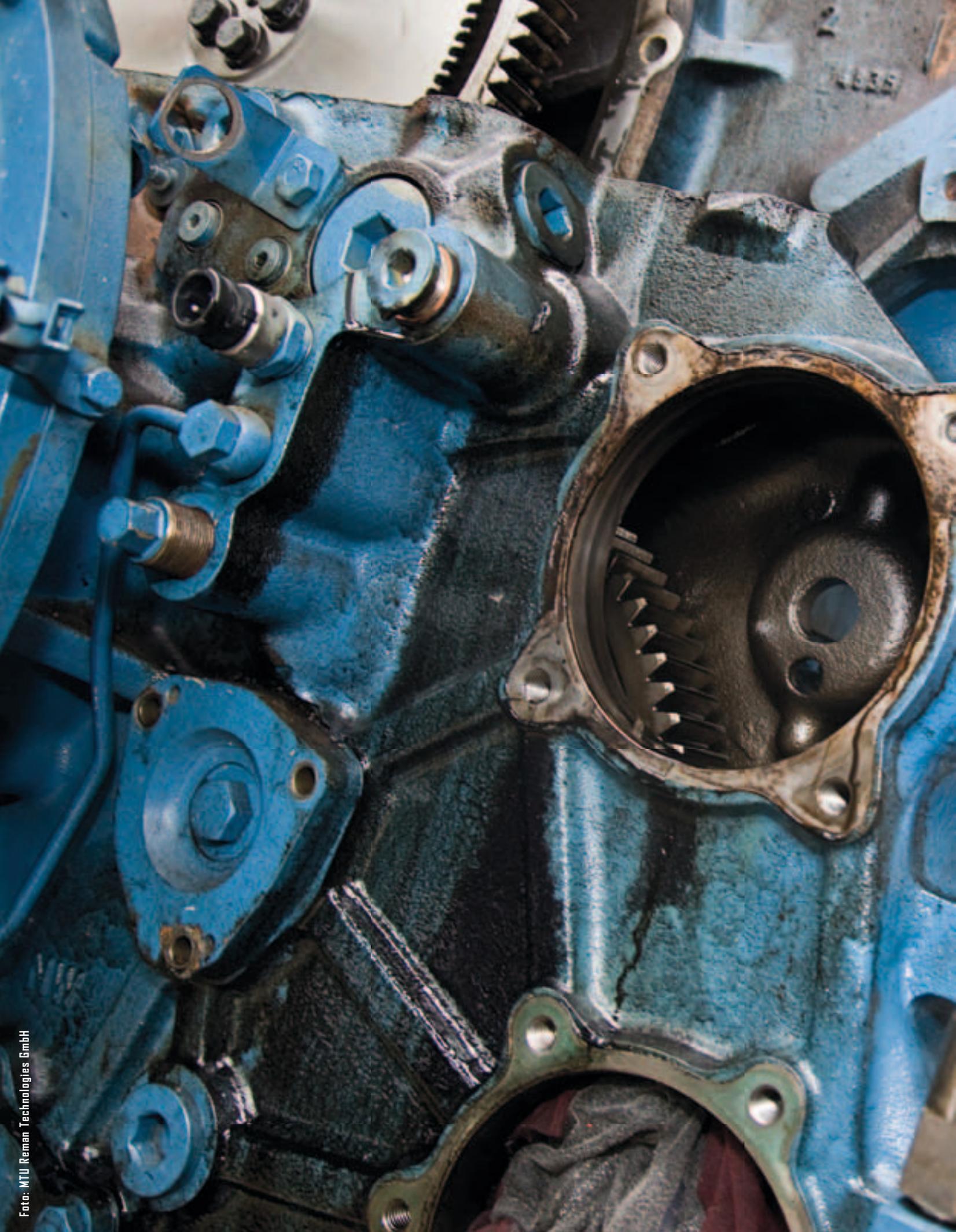








Silvio Sperling ist Spezialist für die Entwicklung und Realisierung optischer 3D-Messsysteme am Fraunhofer IFF in Magdeburg. Der Diplomingenieur hat unter anderem an der Entwicklung einer automatisierten Rädermessmaschine zur optisch dimensionalen Geometrieprüfung von Fahrzeugfelgen mitgewirkt.





Energie und Rohstoffe gehören zu den größten Preistreibern in der Industrie. Gießereiprozesse für die Herstellung von Motorengehäusen beispielsweise, sind besonders energieintensiv.

Die Experten der MTU Reman Technologies GmbH arbeiten Motoren oder Komponenten wieder auf und machen sie fit für eine weitere Verwendung. Das ist ein Schritt in Richtung Energiewende, schont die Umwelt und spart Kosten.

Das Magdeburger Unternehmen ist Partner im Fraunhofer-Innovationscluster ER-WIN (»Intelligente, energie- und ressourceneffiziente regionale Wertschöpfungsketten in der Industrie«). Gemeinsam sucht man hier nach Lösungen für eine energieoptimierte Produktion.

# Roboter Annie lockt jungen Forscher ans IFF

Seit Februar 2013 ist Alexander Schäfer am Fraunhofer IFF. Aufmerksam wurde der junge Forscher aus Friedrichshafen auf die Arbeit des IFF durch den Assistenzroboter »ANNIE«. Nach seinem Studium des Maschinenbaus an der TU München bewarb er sich am Institut und wusste gleich nach seinem Vorstellungsgespräch, dass er bleiben wollte. »Die Robotik hat mich schon immer fasziniert. Leider gab es zur damaligen Zeit keinen vergleichbaren Studiengang dieser Richtung an der TU München«, erklärt Alexander Schaefer. Respekt vor den Herausforderungen der Roboterentwicklung begleitet seine Arbeit. »Ich stelle immer wieder fest, wie viel wir eigentlich können, ohne dass wir uns dessen bewusst sind.« In seiner Diplomarbeit entwickelte er die Steuerung für einen Montageroboter zum Einbau von Compu-

terchips. Heute beschäftigt sich Alexander Schaefer mit der Entwicklung von Fehlertoleranzmechanismen für Software, damit komplexe Robotersysteme mit ihrer Umgebung interagieren können. Das kommt auch Demo-Roboter ANNIE zugute. An dem mobilen Manipulator untersuchen und zeigen die Robotik-Spezialisten, wie künftige Assistenzroboter beschaffen sein müssen, um uns in der Produktion, im Servicebereich oder sogar im privaten Alltag zu unterstützen.

Das nächste Ziel von Alexander Schaefer ist die Promotion. Die dafür notwendige Kreativität bringt der 26-Jährige mit: Seit seiner Jugend spielt er Orgel. »Für mich gibt es eine enge Verbindung zwischen der Interpretation einer Bach-Komposition und dem Programmieren eines Roboters. Kreativität bedeutet



Alexander Schäfer arbeitet mit an der Entwicklung neuer Robotersysteme.

für mich, aus einem Regelwerk etwas Neues zu machen«, beschreibt Alexander Schäfer, was sein Beruf und sein Hobby gemein haben. (tf/akw) ■

## Das Aschenputtel-Prinzip

technik, mit der sie zudem weitaus zuverlässiger als Aschenputtels Tauben beurteilen kann, welches Saatkorn gut, also keimfähig ist, und welches nicht.

Katharina Holstein forscht seit September 2013 am Fraunhofer IFF in Magdeburg im Kompetenzfeld Biosystems Engineering. Sie und ihre Kollegen verwenden hyperspektrale Messtechnik, um verschiedene Inhaltsstoffe in Pflanzen sichtbar zu machen. Katharina Holstein untersucht beispielsweise in einem Projekt mit dem Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) in Gatersleben die Samen von Zuckerrüben auf ihre Keimfähigkeit. Dabei gehen die Forscher der Frage nach, ob sich das in einem System mit hyperspektraler Messtechnik automatisieren lässt. Saatguthersteller könnten damit beispielsweise die Qualität von Samen prüfen und die Ernte würde ergiebiger ausfallen.

Geboren und aufgewachsen in Güsen, begeisterte sie sich früh für die MINT-Fächer und nahm als Schülerin am Schnupperstudium am Magdeburger Max-Planck-Institut teil. Ab 2003 studierte Katharina Holstein Systemtechnik und technische Kybernetik in

Magdeburg. Nach dem Studium ging sie an das Max-Planck-Institut. In der Graduiertenschule verfasste sie ihre Dissertation zu einem systembiologischen Thema. Für den Sommer steht die Verteidigung an. Doch inzwischen begann die junge Forscherin mit der angewandten Forschung zu liebäugeln und so zog es sie an das Fraunhofer IFF. »Der enge Bezug zur Praxis begeistert mich. Der Unterschied zwischen diesen beiden Welten ist gewaltig. Das hätte ich nicht gedacht. Fraunhofer ist sehr nah an der Industrie«, beschreibt die 30-jährige ihren neuen Job.

In ihrer Freizeit trägt die Begeisterung für Pflanzen und ihre Samen wahre Blüten und Früchte. Dann findet man Katharina Holstein in einem Schrebergarten. Gemeinsam mit zwei Regelungstechnikern und einem Verfahrenstechniker teilt sie sich mit Rüben, Erdbeeren und Kürbis bepflanzt 500 m<sup>2</sup> Bödeboden. Jetzt soll die persönliche Ernte ertragreicher ausfallen. So tüfelt Katharina Holstein derzeit an einer hyperspektralen Kleinstinstallation für den Hausgebrauch. Dann nimmt sie die Kürbiskerne unter die Lupe und bald kommen nur noch die guten in die Erde. (akw) ■



Katharina Holstein ist neu im Geschäftsfeld Biosystems Engineering.

Katharina Holstein weiß, wie man Saatgut schnell sortieren kann. Zwar nach Aschenputtels Prinzip »Die Guten ins Töpfchen, die Schlechten ins Kröpfchen«, aber weitaus schneller. Das geht mit hyperspektraler Mess-

# Ansprechpartner für Fragen zur Energieeffizienz: ER-WIN-Geschäftsstelle am IFF

Der Kostenanstieg bei Energie und Rohstoffen ist eine Gefahr für die Wettbewerbsfähigkeit ganzer Branchen. Unternehmen, die energieeffizient produzieren, haben einen enormen Vorteil. Doch viele Unternehmen wissen oftmals gar nicht um ihr volles Potenzial zum Energiesparen. Im Innovationscluster ER-WIN (»Intelligente, energie- und ressourceneffiziente regionale Wertschöpfungsketten in der Industrie«) unterstützt das Fraunhofer IFF mit Partnern aus Wirtschaft und Forschung Betriebe dabei, sich diesbezüglich neu auszurichten. »Bei vielen Unternehmen besteht in der Produktion selbst ein hohes Potenzial zur Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz«, erklärt Dr. Jörg von Garrel. Der studierte Betriebspädagoge und Mathematiker ist Spezialist für Innovationsmanagement und Unternehmensentwicklung. Seit 2013 leiten er und sein Kollege Carsten Keichel die Geschäftsstelle des Innovationsclusters ER-WIN am Fraunhofer IFF. Hier sind sie erste Ansprechpartner für Be-

triebe bei Fragen zur Energieeffizienz. Diplomingenieur Keichel ist Verfahrenstechniker und Experte für Energiewandlungstechnologien. Er betont: »Der Stand der Energie- und Ressourceneffizienz in den produzierenden Unternehmen ist sehr heterogen. Obwohl die Mehrheit bereits mit entsprechenden Maßnahmen begonnen hat, stehen häufig weitere, bisher ungenutzte Potenziale zur Verfügung.« Diese Potenziale zu heben haben sich die beiden zur Aufgabe gemacht. Dabei geht es ihnen nicht nur um einfaches Energiesparen, sondern auch darum, die Unternehmen für die nachhaltige Energiegewinnung zu sensibilisieren. »Kurzfristige Kostensenkung allein ist nicht die Lösung«, sagt von Garrel. »Wir wollen Unternehmen unterstützen, nachhaltiger zu arbeiten, um auch unabhängiger vom Faktor Energiekosten zu werden.« Und sein Kollege Keichel ergänzt: »Wir nennen es die ER-WIN-Symbiose: Energieeffizienzsteigerung in der Produktion plus ressourceneffiziente Versorgung mit Energie.

So sind die Unternehmen auch für die Zukunft richtig aufgestellt.« (mar) ■



Unterstützen Unternehmen bei der Umstellung auf eine ressourceneffiziente Produktion: Dr. Jörg von Garrel (re) und Dipl.-Ing. Carsten Keichel (li).

## »Verbund Produktion« hat neuen Geschäftsstellenleiter



Fabian Behrendt leitet die Geschäftsstelle des Fraunhofer-Verbunds Produktion.

Fabian Behrendt ist der neue Leiter der Geschäftsstelle des »Fraunhofer-Verbunds Produktion«. Mit der Übernahme des Vorsitzes des Verbunds durch den Institutsleiter

des Fraunhofer IFF, Professor Michael Schenk, wechselte zum 1. November 2013 auch die Geschäftsstelle nach Magdeburg.

Für den 29-jährigen Diplom-Wirtschaftsingenieur ist es nicht die erste verantwortungsvolle berufliche Aufgabe. Gleich nach dem Ende seines Studiums an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg unternahm der Logistikspezialist einen kurzen Ausflug in die Automobilindustrie. »Das war eine interessante Erfahrung. Aber ich habe schnell gemerkt, dass das nichts ist, was ich die nächsten zehn Jahre machen will. Ich wollte lieber selber etwas mitgestalten, so wie jetzt hier am IFF«, resümiert der junge Ingenieur. Darum kehrte er nur wenig später nach Sachsen-Anhalt zurück, um Mitarbeiter und Referent in der Kommission »Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung« des Landesverkehrsministers a.D., Dr. Karl-Heinz Daehre, zu werden. Zugleich trat er eine Stelle als Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Logistik und Material-

flusstechnik (ILM) der Universität Magdeburg und am Fraunhofer IFF an. Nach Abschluss der Arbeit der »Daehre-Kommission« folgt für ihn nun die Leitung der Geschäftsstelle des »Verbunds Produktion«. In enger Abstimmung mit dem Vorsitzenden ist er damit erster Ansprechpartner für alle Anfragen an den Verbund, organisiert in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Zentrale dessen Messeauftritte und übernimmt die Fachkoordination zwischen den im Verbund engagierten Fraunhofer-Instituten bei der Vermarktung der gemeinsamen Forschungsthemen.

»Die Qualität und Summe der Aufgaben ist anspruchsvoll. Um da die Konzentration hoch zu halten, braucht man Momente zum Abschalten«, sagt Fabian Behrendt. Die findet er z. B. beim Klettern. »Jetzt im Winter habe ich das Bouldern in der Halle für mich entdeckt. Dabei muss man ohne Seil und Gurt möglichst schnell kurze, schwierige Routen klettern. Ein wunderbarer Sport, um mal den Kopf frei zu bekommen.« (mar) ■

# RobAGs-Team »VIRus« gewinnt bei First Lego League

»VIRus« ist eine von zwanzig Roboter-Arbeitsgemeinschaften, die sich nach einem Aufruf des Fraunhofer IFF im Jahr 2011 in Sachsen-Anhalt gründeten. Für das RobAGs-Projekt stattete das Fraunhofer IFF das VIRus-Team und die anderen AGs mit Roboter-Baukästen aus, um bei Kindern spielerisch das Interesse an Technik zu wecken.

Bei den VIRus-Mitgliedern hat das funktioniert. Jede Woche haben sich die sieben Schüler der Grundschule am Nordpark in Magdeburg zweimal in der Woche getroffen. Sie setzten Elektromotoren, Sensoren, Zahnräder und jede Menge programmierbare Elemente zu funktionstüchtigen Roboter zusammen und lösten zuvor gestellte Aufgabe wie z. B. Teile aufsammeln oder Hindernisse überwinden.

Als sie im November 2012 als Gäste bei der First Lego League dabei waren, ließen sie sich von ihren Betreuern Thomas Seidl und Dr.-Ing. Andriy Telesh aus dem Fraunhofer IFF überzeugen, im nächsten Jahr selbst anzutreten. Sechs Wochen vor dem Wettbewerb in

Magdeburg trafen sich die Kinder sogar dreimal in der Woche – insgesamt sechs Stunden – und tüftelten an den Wettbewerbsaufgaben für das Robot-Game. Darüber hinaus mussten die Schüler für eine schwierige Forschungsaufgabe zum Thema »Naturkatastrophen« recherchieren, Lösungsvorschläge erarbeiten und eine Präsentation vorbereiten.

Bei der First Lego League im November 2013 kam dann der Erfolg. »VIRus« erreichte den 1. Platz im Robot-Game. Für die Forschungsaufgabe, bei der die Kinder ihre Ideen für Sicherungsmaßnahmen bei Tsunamis vorstellten, wurden sie mit dem 3. Platz belohnt. In der Gesamtwertung konnte sich »VIRus« über den 3. Platz freuen. »Damit haben sie nicht gerechnet. Wir Betreuer auch nicht«, freut sich Thomas Seidl, der diese AG schon seit 2011 betreut. »Wir sind sehr glücklich, dass sich der Aufwand gelohnt hat. All die Stunden, vor allem am Wochenende, wenn die Familien eigentlich oft andere Pläne hatten. Aber wir sehen das als Investition in die Zukunft und wollen den Kindern Erfahrungen im Wettbewerb und Erfolgserlebnisse ver-



Das VIRus-Team: Hendrik Heiß, Maurice Schulze, Tobias Wilde, Volodymyr Telesh, Pavel Plakhuta, Michelle Walter und Tim Krüger (v.l.n.r.) nach der Preisverleihung.

schaffen.« Das ist Thomas Seidl und Dr.-Ing. Andriy Telesh auf jeden Fall gelungen – ein schöner Erfolg für das RobAGs-Projekt. »VIRus« fiebert jetzt dem Regionalausscheid des RoboCup im März entgegen. (akw) ■



Drehen sich alle Planeten um die Sonne und wo ist die ISS? Mykhaylo Samostyan beim letzten Test des virtuellen Sonnensystems kurz vor der Präsentation.

In ihren Winterferien trafen sich elf Schülerinnen und Schüler aus sechs Gymnasien Sachsen-Anhalts im Virtual Development and Training Centre des Fraunhofer IFF. Gemeinsam

## Und sie drehen sich endlich!

haben sie ein virtuelles dreidimensionales Sonnensystem gestaltet und das Ergebnis ihrer Arbeit am 7. Februar präsentiert.

»Ich bin glücklich! Ich kann Planeten zum Rotieren bringen«, platzt es nach der Präsentation lachend aus Mykhaylo Samostyan heraus. Wenige Minuten zuvor haben er und seine Mitschüler noch am Sonnensystem gefeilt und das Szenario um die Raumstation ISS und einen Satelliten ergänzt. »Ich weiß nach unserer Arbeit zu schätzen, wie aufwändig 3D-Visualisierungen sind«, ergänzt Klara Mühlemann und lächelt.

Sabine Szyler hat das Projekt wissenschaftlich begleitet. Die Physikerin forscht am Fraunhofer IFF im Bereich des virtuell-interaktiven Trainings – kennt sich also bestens aus mit der virtuellen Welt und den physikalischen Gegebenheiten unseres Sonnensystems. Sie unterstützte die Schülerinnen

und Schüler bei der Visualisierung der Planeten und Monde und ihrer Bewegungen. Viel Hilfe benötigten sie allerdings nicht. »Das Team war unglaublich motiviert und hat sich die Aufgaben ganz selbstständig aufgeteilt. Es war auch für mich eine ganz tolle Arbeitswoche«, berichtet sie.

Die Projektwoche »Forschung und Technik« war Bestandteil des Modellprojekts »Steps to Work«. Es ist eines von mehreren Projekten zur Nachwuchsförderung, an denen sich das Fraunhofer IFF gern beteiligt, um junge Menschen frühzeitig für Wissenschaft und Technik zu begeistern. »Steps to Work« richtet sich an die 10. bis 12. Klassen von Schulen im Norden Sachsen-Anhalts und wird durch das Ministerium für Arbeit und Soziales aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds und des Landes Sachsen-Anhalt gefördert. Projektträger ist die isw Institut gGmbH. (dm) ■

# Wissenschaft debattieren: Eine Reise in die Industrie-Zukunft



Was verbirgt sich hinter dem Begriff Industrie 4.0? Wie vernetzt sich die Produktion und welche Rolle spielt der Mensch dabei? Diese und andere spannende Fragen diskutierten Schüler im Junior Science Café am Fraunhofer IFF.

Zwei 11. Klassen des Werner-von-Siemens-Gymnasiums besuchten im November 2013 das Junior Science Café im Fraunhofer IFF. Als eigentlich Geschichte auf dem Stundenplan steht, war es an diesen Tagen leer im Klassenraum. In ihrem Geschichtsunterricht behandelten die Schülerinnen und Schüler gerade die Zeit der Industrialisierung. Was gab es jetzt Spannenderes, als von dort aus einen Blick in die Zukunft zu werfen? Also mach-

ten sich die Magdeburger Gymnasiasten auf den Weg in das Fraunhofer IFF, begleitet von ihrer Fachlehrerin Angelika Häusler, Oberstufenkoordinatorin am Werner-von-Siemens-Gymnasium.

Im gläsernen Technikum empfing Professor Ulrich Schmucker, Leiter des Geschäftsfelds Virtual Engineering, die Schüler. Er nahm sie mit auf eine Reise in das Zeitalter der Indust-

rie 4.0. Doch was verbirgt sich hinter diesem Begriff? Professor Schmucker erklärte dazu, wie sich die Industrialisierung weiterentwickeln wird und zeigte darüber hinaus, wie Produktionsabläufe zukünftig aussehen können. Schmucker schilderte, dass Digital Engineering eine zentrale Voraussetzung für Industrie 4.0 ist, in der für eine zukünftig sich selbst steuernde Produktion sämtliche Produktionssysteme miteinander vernetzt sind. In diesem Zusammenhang wurden weiterführend auch Fragen nach der Rolle des Menschen in der Industrie der Zukunft gemeinsam lebhaft diskutiert. Lehrerin Angelika Häusler freute sich über das große Interesse der Jugendlichen und beschrieb den Besuch begeistert als vollen Erfolg.

Plaudern über Wissenschaft in geselliger Runde, das ist die Idee der Junior Science Cafés. Doch bei der Initiative von Wissenschaft im Dialog geht man darüber hinaus. Schüler wollen sogar »Wissenschaft debattieren«. Gymnasiasten der Klassenstufen 9 bis 12 gibt das Format die Möglichkeit, mit Wissenschaftlern in Kontakt zu treten und mit ihnen über aktuelle Themen aus Forschung und Praxis zu diskutieren. (ms/akw) ■

## Ausgezeichnet und voller Energie

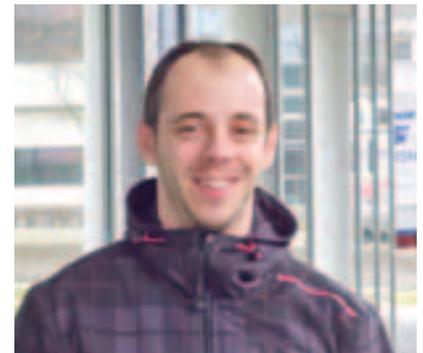
Alte Batterien aus dem Haushalt entsorgt man fachgerecht in den dafür vorgesehenen Sammelboxen. Alte Batterien aus E-Fahrzeugen bekommen bei Stephan Balischewski eine zweite Chance. Er verschaltet die Batterien zu Speicherblöcken und nutzt sie als Energiezwischenspeicher.

Regenerative Quellen liefern Energie nicht kontinuierlich, sondern eben nur, wenn die Sonne scheint oder der Wind weht. Gebraucht wird Energie aber z. B. in Privathaushalten vorrangig in den Abendstunden, wenn Sonnenenergie nicht mehr verfügbar ist. Um diese fluktuierenden Energieströme optimal zu nutzen, ist ein System nötig, welches Energie zwischenspeichert und ins Stromnetz zurückspeist, wenn sie benötigt wird.

Hier kommt die Entwicklung von Stephan Balischewski ins Spiel. Er ist Student der Elektrotechnik an der Universität Magdeburg und

seit 2012 als wissenschaftliche Hilfskraft am Fraunhofer IFF tätig. Im Geschäftsfeld Prozess- und Anlagentechnik beschäftigt er sich mit elektrischen Energiesystemen. Für seine Bachelorarbeit entwickelte Stephan Balischewski einen dezentralen Energiespeicher und nutzte dazu die ausgemusterten Traktionsbatterien aus E-Fahrzeugen. Denn auch wenn sie für Mobilität nicht mehr taugen, verschlissen sind sie noch nicht. »Warum sollte man die nicht weiternutzen, hier, in einem stationären Speicher, wo die Anforderungen nicht ganz so hoch sind? So hat man quasi die Möglichkeit, die Batterien zu recyceln und weiterhin nutzen zu können«, erläutert der Student.

Für diese Idee hat Stephan Balischewski nicht nur die Note 1,0 erhalten, sondern auch den Umweltpreis 2013 der Stadt Magdeburg in der Kategorie »Forschung«. Zurzeit arbeitet er an seiner Masterarbeit und entwickelt



Frisch ausgezeichnet widmet sich Stephan Balischewski nun voller Energie seiner Masterarbeit.

ein Managementsystem für Steuerung und Überwachung der Batteriespeicher.

Die Landeshauptstadt Magdeburg vergibt den Umweltpreis seit 2011. Prämiert werden Beiträge, die Energie besonders effektiv und innovativ nutzen oder erzeugen. (dm) ■

## Nach Promotion zum »Angelschein«

»Was hatte ich früher eigentlich für Hobbies?«, fragt sich Dr.-Ing. Christoph Wenge neuerdings. Nachdem er erfolgreich seine Promotion verteidigt hat, freut er sich nun darauf, mehr Zeit mit Familie und Freunden zu verbringen. Dem »Optimalen Betrieb von mobilen Speichern im Smart Grid – Mobiliätsleitwarte«, so der Titel seiner Dissertationsschrift, hat er in den letzten vier Jahren viel Aufmerksamkeit gewidmet. Neben seiner Promotion an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg forscht der Dreißigjährige im Geschäftsfeld Prozess- und Anlagentechnik am Fraunhofer IFF.

Dr.-Ing. Christoph Wenge wurde in Haldensleben in Sachsen-Anhalt geboren. Bis zum Ende der achten Klasse lebte er in dem für seine barocke Schlossanlage bekannten Hundsburg inmitten der Magdeburger Börde. Nach zweijährigem Auslandsaufenthalt mit seinem Vater in der Dominikanischen Republik kehrte er nach Deutschland zurück und absolvierte sein Abitur an einem Fachgymna-

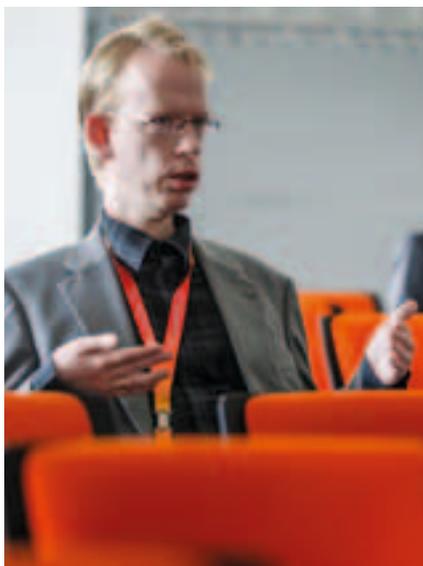
sium für Bautechnik in Magdeburg. 2003 studierte er in der Landeshauptstadt Elektrotechnik. Nach dem Abschluss 2009 begann der junge Wissenschaftler die Promotion bei Prof. Styczynski am Lehrstuhl Elektrische Netze und Alternative Elektroenergiequellen (LENA). Den Lehrstuhl und das Fraunhofer IFF verbindet seit Jahren eine enge Zusammenarbeit. In vielen Projekten, so z. B. Harz.EE.-mobility und RegModHarz, forschen die Wissenschaftler, darunter auch Dr. Wenge, gemeinsam zu Fragestellungen der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) in den intelligenten Netzen der Zukunft (Smart Grids), zu erneuerbaren Energien sowie der Elektromobilität. Seine Diplomarbeit führte ihn 2009 an das Fraunhofer IFF.

Die »polnische Schule« an der Uni hat Dr. Wenge geprägt. Mit seinem Doktoranden- und IFF-Kollegen Bartłomiej Arendarski verbindet ihn nicht nur die Promotion und die gemeinsame Forschungsarbeit, sondern auch eine Freundschaft. So weiß er inzwischen die



Dr.-Ing. Christoph Wenge (mitte) mit seinem Doktorvater (links) Prof. Zbigniew A. Styczynski von der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und Dr.-Ing. Przemyslaw Komarnicki vom Fraunhofer IFF.

polnische Spezialität »Barszcz z Uszkami«, eine Rote-Beete-Suppe, zu schätzen und macht mit einigen Kollegen den Fischereischein, um an Gewässern der Umgebung gemeinschaftlich zu angeln. (akw) ■



Simon Adler aus dem Geschäftsfeld Virtual Engineering am Fraunhofer IFF hat promoviert.

Simon Adler hat es geschafft. Der frischgebäckene Doktor sprüht nur so vor Tatendrang und Freude. Durchaus berechtigt ist diese Freude, konnte der 34-Jährige doch im Februar 2014 seine Promotion »Entwicklung von

## Karriere mit Fraunhofer: Vom Spiele-Entwickler zum Dokortitel

Verfahren zur interaktiven Simulation minimal-invasiver Operationsmethoden« mit dem Prädikat »magna cum laude« verteidigen.

Geboren in Bargteheide, in Schleswig-Holstein, besuchte Simon Adler ein Fachgymnasium für Wirtschaft. Sein Studium zum Diplom-Medieninformatiker an der FH Wedel beendete er 2005, machte sich im Bereich Modellierung selbstständig und arbeitete als Entwickler und Projektleiter von Computerspielen. Die Idee der Promotion ließ ihm jedoch keine Ruhe und so entschied er sich, dafür nach Magdeburg an die Otto-von-Guericke-Universität für ein aufbauendes Masterstudium zu gehen. Als studentische Hilfskraft kam er dann auch 2006 an das Fraunhofer IFF, weil die anwendungsorientierte Forschung ihn begeisterte. Im Anschluss an das Masterstudium widmete er sich hier seit 2008 seinem Promotionsthema, der interaktiven medizinischen Simulation. Seit 2012 sind mobile Assistenzsysteme mit Virtual- und Augmen-

ted-Reality-basierten Visualisierungen für die Produktionstechnik ein zusätzlicher Schwerpunkt für ihn geworden. So entwickelte er beispielsweise mit seinen Kollegen für das Magdeburger Maschinenbau-Unternehmen VAKOMA ein AR-gestütztes Assistenzsystem für die Werkerassistenz (siehe Beitrag ab S. 32).

In Magdeburg fühlt sich der junge Doktor sehr wohl: »Es ist so schön grün hier. Ich wohne zehn Minuten entfernt von der Elbe. Versuch das mal in Hamburg!«, erzählt Adler mit einem fröhlichen Lächeln. Aber bleibt neben der Familie, der Forschung im Bereich der Medizintechnik und der Arbeit an mobilen Assistenzsystemen noch Zeit für Hobbies? Dr. Adler sieht das ganz gelassen: »Was ich mache, ist mein Hobby. Ich programmiere zu Hause und probiere eine Menge aus. Einiges davon findet den Weg in meine Arbeit am Institut. Es gibt immer wieder neue knifflige Aufgaben die mich neugierig machen und nicht in Ruhe lassen.« Das passt! (akw) ■



Bernd Zorn (rechts), Inhaber von Zorn Instruments, beglückwünscht Dr. Blümel.



Dr. Rolf Küster, ehemaliger Leiter des TBZ Magdeburg, mit Prof. Burkhard Scheel, Vorsitzender des Kuratoriums des Fraunhofer IFF.



Prof. Peter Lorenz lehrte Informatik an der Technischen Hochschule Magdeburg. Er ließ es sich nicht nehmen, seinem ehemaligen Studenten zum 60sten zu gratulieren.

Dr. Achim Globes, Geschäftsführer des RKW Sachsen-Anhalt, und Dr. Bernhard Beckmann, Geschäftsführer des Europäischen Bildungswerks Sachsen-Anhalt, im Gespräch.

## IFF gratuliert Dr. Eberhard Blümel zum 60sten!

Dr. rer. nat. Eberhard Blümel gehört zur Gründergeneration des Fraunhofer IFF und damit seit 22 Jahren zu dessen prägenden Persönlichkeiten. Am 7. Oktober 2013 feierte er seinen 60. Geburtstag. Grund genug für aktuelle und ehemalige Kollegen, Partner und Freunde, ihm herzlich zu gratulieren!

Der Diplommathematiker Blümel promovierte 1985 an der Fakultät für Naturwissenschaften der Technischen Universität Magdeburg. 1992 ist er Mitarbeiter im gerade gegründeten Fraunhofer IFF. Seit dem wirkte der Spezialist für Virtual Reality, Simulation und Digital Engineering für Produktion und Logistik in verschiedenen Führungspositionen und Forschungsbereichen des Instituts und gestaltete dessen Geschicke maßgeblich mit. Seit 2012 ist Dr. Eberhard Blümel Leiter des EU-Office des Fraunhofer IFF. Hier bringt er seine große Erfahrung im nationalen und internationalen Technologietransfer ein. Im gleichen Jahr wurde ihm der Ehrendokortitel der Technischen Universität Riga, Lettland, verliehen. (mar) ■



Kollegen, Partner und Freunde - die versammelte Gratulantschar bei der Festansprache durch Prof. Michael Schenk.

Reiner Storch, Geschäftsführer der AEM Dessau und langjähriger Partner des Fraunhofer IFF, überreicht ein Präsent.



Richard Smyth, Vizepräsident Airbus a.D. und Kurator des Fraunhofer IFF, bei der Begrüßung.

# Impressum

IFFocus 1/2014

Herausgeber: Fraunhofer-Institut für  
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF  
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult.  
Michael Schenk

Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg  
Telefon +49 391 4090-0  
Telefax +49 391 4090-596  
ideen@iff.fraunhofer.de  
www.iff.fraunhofer.de

Redaktion:  
Anna Mahler, M.A. (akw), René Maresch,  
M.A. (mar), Dr. Janine van Ackeren, Manfred  
Schulze, Daniela Martin (dm), Maxi Schneider  
(ms), Teresa Franke (tf)  
presse@iff.fraunhofer.de

Layout: Ina Dähre

Fotos:  
Soweit nicht anders angegeben, liegen alle  
Nutzungsrechte beim Fraunhofer IFF.  
Titel/U 1– U 3: Dirk Mahler; U4: Dirk Mahler  
(1–2), itestro/Fotolia.com; Seite 1: Dirk Mah-  
ler; Seite 2: Bernd Liebl, Monkey Business/Fo-  
tolia.com, 3 Dirk Mahler; Seite 3: Daimler AG,  
Dirk Mahler; Seite 4: Viktoria Kühne; Seite 5:  
Handwerkskammer Magdeburg, MEV Ver-  
lag; Seite 6: Anna Mahler; Seite 7: Vikto-  
ria Kühne, Dirk Mahler; Seiten 8 – 9: Viktoria  
Kühne; Seite 11: Daimler AG; Seite 12 – 13:  
Bernd Liebl; Seite 14 – 15: Markus Fritzsche;  
Seite 16 – 17: Nataliya Hora/Fotolia.com;  
Seite 18: Bernd Liebl; Seite 20 – 21: Monkey  
Business/Fotolia.com; Seite 22: Kadmy/Foto-  
lia.com; Seite 23: Kolbus GmbH & Co. KG;  
Seite 24 – 27: Erik Trostmann; Seite 28 – 31:  
Dirk Mahler; Seite 32 – 34: Alexander Gshi-  
bowski/VAKOMA GmbH; Seite 35: Simon Ad-  
ler (1); Seite 36 – 37: KUKA; Seite 38 – 39:  
Dirk Mahler; Seite 40 – 41: MTU Reman Tech-  
nologies GmbH; Seite 42: Dirk Mahler; Seite  
43: Daniela Martin, Dirk Mahler; Seite 44:  
Andriy Telesh, Daniela Martin; Seite 45: Dani-  
ela Martin; Seite 46: Toralf Winkler, Dirk Mah-  
ler; Seite 47: Daniela Martin

Herstellung: Harzdruckerei GmbH

Bibliografische Information der Deutschen  
Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbi-  
bliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte  
bibliografische Daten sind im Internet über  
www.dnb.d-nb.de abrufbar.

ISSN 1862-5320

© by Fraunhofer-Verlag, 2014,  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum  
und Bau IRB  
Postfach 800469 | 70504 Stuttgart  
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-2500  
Telefax +49 711 970-2508  
verlag@fraunhofer.de  
www.verlag.fraunhofer.de

Alle Rechte vorbehalten.  
Für den Inhalt der Beiträge zeichnen die Au-  
toren verantwortlich. Dieses Werk ist ein-  
schließlich aller seiner Teile urheberrechtlich  
geschützt. Jede Verwertung, die über die en-  
gen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hin-  
ausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung  
des Verlages und des Herausgebers unzuläs-  
sig und strafbar. Dies gilt insbesondere für  
Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikro-  
verfilmungen sowie die Speicherung in elek-  
tronischen Systemen. Die Wiedergabe von  
Warenbezeichnungen und Handelsnamen in  
dieser Veröffentlichung berechtigt nicht zu  
der Annahme, dass solche Bezeichnungen im  
Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-  
Gesetzgebung als frei zu betrachten wären  
und deshalb von jedermann benutzt werden  
dürften. Soweit in diesem Werk direkt oder  
indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Rich-  
tlinien (z. B. DIN, VDI) Bezug genommen oder  
aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag  
keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit  
oder Aktualität übernehmen.

# Ausblick

Auf diesen Veranstaltungen treffen Sie die For-  
scher des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb  
und -automatisierung IFF.

## 3. Mai 2014

AUTOMATICA – Internationale Fachmesse für  
Automation und Mechatronik, München

## 3. Mai 2014

MAINTAIN – Internationale Fachmesse für in-  
dustrielle Instandhaltung, München

## 19. – 23. Mai 2014

CeMAT – Weltleitmesse für Intralogistik, Han-  
nover

## 16. – 19. Juni 2014

10. Europäischer ITS-Kongress, Helsinki

## 17. – 19. Juni 2014

transport logistic China – Internationale Fach-  
messe für Logistik, Telematik und Transport,  
Shanghai

## 23. – 26. Juni 2014

22nd European Biomass Conference and  
Exhibition, Hamburg

## 24. – 26. Juni 2014

17. IFF Wissenschaftstage, Magdeburg

## 16. – 17. Juli 2014

Embedded Systems Symposium, München

## 23. – 26. September 2014

SECURITY 2014 – Weltleitmesse für Sicherheit  
und Brandschutz, Essen

## 6. – 8. Oktober 2014

EXPO REAL – Internationale Fachmesse für  
Immobilien und Investitionen, München

## 7. – 8. Oktober 2014

Digital Plant Kongress, Würzburg

## 15. – 16. Oktober 2014

Fraunhofer Allianz Vision Technologietage,  
München

## 22. – 24. Oktober 2014

31. Deutscher Logistik-Kongress BVL, Berlin



Foto: Fraunhofer IFF

## MEISTERN SIE DIE ENERGIEWENDE MIT UNS!



Energie und Rohstoffe in der Produktion effektiver und effizienter einsetzen – bei diesem Vorhaben unterstützen wir Sie. Als Technologiepartner analysieren wir für Unternehmen Prozesse, Fertigungstechnologien und Produkte bis hin zur energetischen Infrastruktur. Darauf aufbauend entwickeln und implementieren wir Lösungen für eine energieoptimierte Produktion über den gesamten Lebenszyklus – und heben damit Synergien, auch in vernetzten Produktionswelten.

[www.mehr-wert-produzieren.de](http://www.mehr-wert-produzieren.de)



## 17. IFF-WISSENSCHAFTSTAGE

24. – 26. JUNI 2014

Wie lässt sich der Einsatz von Energie und Rohstoffen in Produktion und Logistik reduzieren? Diskutieren Sie auf den 17. IFF-Wissenschaftstagen mit Fachexperten aus Wirtschaft und Wissenschaft über aktuelle Forschungen und Lösungen aus der Praxis.

[www.iff.fraunhofer.de](http://www.iff.fraunhofer.de)

 **Fraunhofer**  
IFF