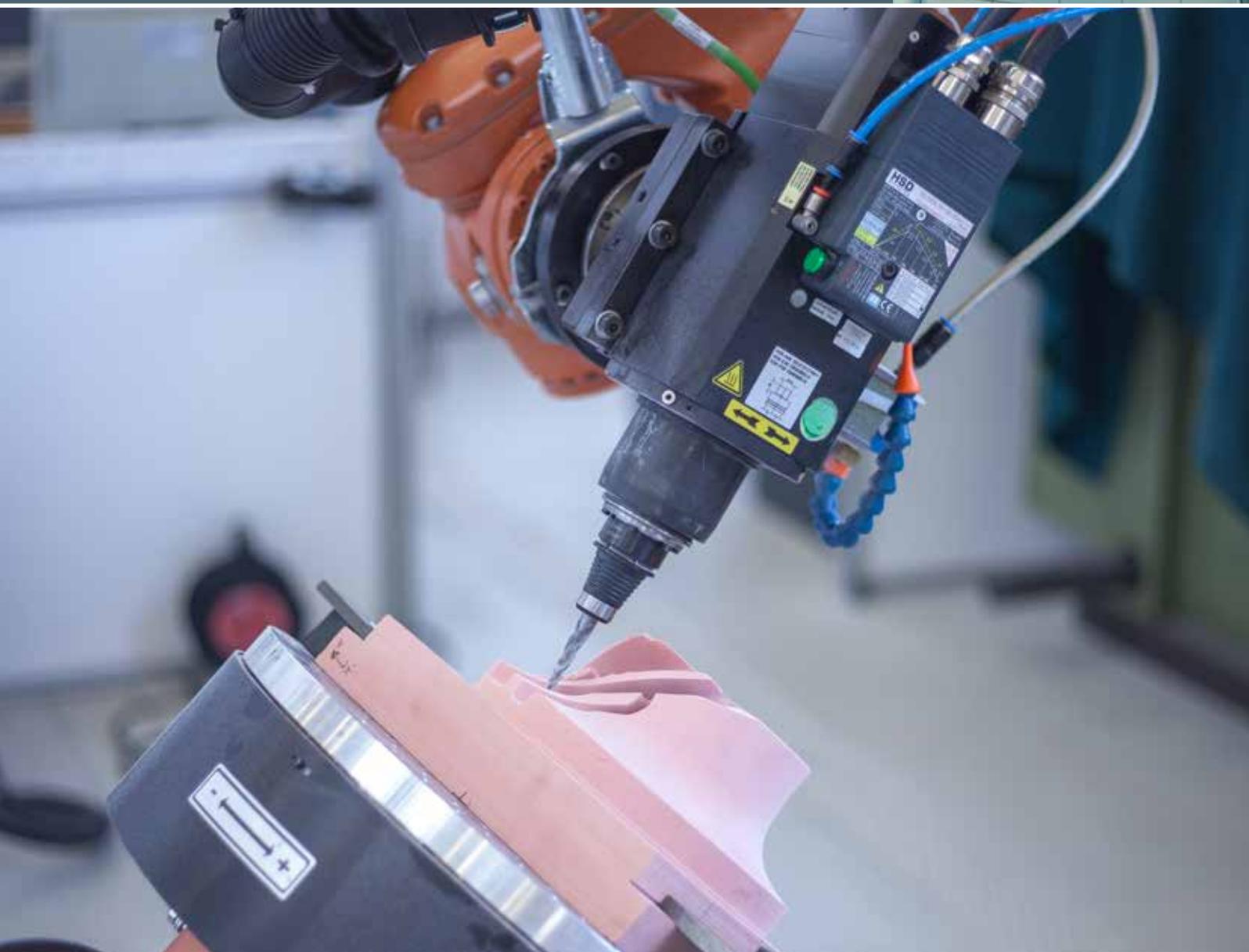


# FUTUR

Vision Innovation Realisierung

## Robotik



**Ohne Schutzzaun**

Mensch-Roboter-Interaktion in der Montage

**Stabile Prozesse sichern**

Fräsbearbeitung mit Industrierobotern

# Inhalt

Impressum

**FUTUR** 2/2014  
16. Jahrgang  
ISSN 1438-1125

## Herausgeber

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann

## Mitherausgeber

Prof. Dr.-Ing. Roland Jochem  
Prof. Dr.-Ing. Erwin Keeve  
Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger  
Prof. Dr.-Ing. Michael Rethmeier  
Prof. Dr.-Ing. Günther Seliger  
Prof. Dr.-Ing. Rainer Stark

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und  
Konstruktionstechnik IPK

Institut für Werkzeugmaschinen und  
Fabrikbetrieb (IWF) der TU Berlin

## Chefredaktion

Steffen Pospischil

## Redaktion

Claudia Engel  
Elisabeth Mandl

## Satz und Layout

Ismaël Sanou

## Kontakt

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und  
Konstruktionstechnik IPK  
Institutsleitung  
Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann  
Pascalstraße 8–9  
10587 Berlin  
Telefon +49 30 39006-140  
Fax +49 30 39006-392  
info@ipk.fraunhofer.de  
http://www.ipk.fraunhofer.de

## Herstellung

Ruksaldruck GmbH + Co. KG

## Fotos

*Berliner Zentrum für Mechatronische Medizin-  
technik BZMM: 12*  
*BYTEFOREST/ Sascha Nolte: 27*  
*Fraunhofer/ Jacek Ruta: 28, 29*  
*Fraunhofer IPK/ Gerald Kaeding: 16, 17*  
*Fraunhofer IPK/ Xenia Udalova: 1*  
*Fraunhofer IZM: 14*  
*TRUMPF: 11*

- 04** HEPHESTOS – Technologieplattform für die robotergestützte Bearbeitung
- 06** Ohne Schutzzaun – Mensch-Roboter-Interaktion in der Montage
- 08** Stabile Prozesse sichern – Fräsbearbeitung mit Industrierobotern
- 10** Stille Helfer für Chirurgen
- 12** Routenplaner im OP – Instrumentennavigation für minimal-invasive Eingriffe
- 14** Mehr Energie fürs Personal – Eine aktive Weste zur Unterstützung in der Pflege
- 16** Bilder verstehen – Werkzeuge für die intelligente Bildrecherche
- 18** Smarte Robotiklösungen für eine flexible Produktion  
Interview mit Stefano Ocleppo, Comau Deutschland GmbH
- 20** Partnerunternehmen: Comau
- 21** Maschinenporträt: Handhabungsroboter für die Mikrofertigung
- 22** Ereignisse und Termine

© Fraunhofer IPK

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vollständiger Quellenangabe und nach Rücksprache mit der Redaktion.  
Belegexemplare werden erbeten.

# Editorial

**Liebe Leserinnen, liebe Leser,**

erinnern Sie sich noch an die falsche Maria, Robby oder C-3PO und R2-D2? Tauchten Roboter vor knapp hundert Jahren zuerst als Science Fiction in Literatur und Film auf, haben sie heute einen festen Platz in unserer Arbeits- und Lebenswelt. Ob in der Produktion, in der Medizin oder im Pflegebereich – überall gehen sie dem Menschen zur Hand. In unserer neuen Ausgabe der FUTUR gewähren wir Ihnen einen Blick hinter die Kulissen, um in der Filmsprache zu bleiben, und zeigen Ihnen, an welchen Themen wir aktuell in Forschung und Entwicklung im Bereich Robotik arbeiten.

Als produktionstechnisches Institut liegt unser Schwerpunkt naturgemäß auf Robotiklösungen für Fabriken. Die Bandbreite unserer Kompetenzen reicht hier von innovativen Kinematiksystemen mit neuen Antriebs- und Steuerungsverfahren bis hin zur übergeordneten Prozessleittechnik und Technologien zur Unterstützung des Bedienpersonals. Unsere Spezialität sind kraftgezielte Robotersysteme und die Mensch-Roboter-Kooperation. Unser Ziel dabei ist eine humanzentrierte Automatisierung. Dort, wo die Vollautomatisierung an ihre Grenzen stößt, bieten wir Robotiklösungen an, die menschliche Fähigkeiten nicht nachbilden, sondern optimal ergänzen. Das Ergebnis sind Automatisierungssysteme mit deutlich reduzierter Komplexität, die eine schnelle Einarbeitung und kostengünstige Gesamtsystemlösungen ermöglichen.

Noch relativ neu ist unser Ansatz, Industrierobotern Aufgaben zu übergeben, die bisher Werkzeug- oder speziellen Bearbeitungsmaschinen vorbehalten waren. Wir stellen Ihnen in dieser FUTUR Forschungsarbeiten zum roboterbasierten Fräsen sowie eine



*Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann*

Technologieplattform vor, die wir gemeinsam mit europäischen Partnern für die roboterunterstützte Bearbeitung von Großbauteilen entwickeln. Einsatzpotenziale und Grenzen der Roboteranwendung für Bearbeitungsaufgaben zu ermitteln, ist dabei eine unserer Expertisen.

Neben der Produktion werden unsere Robotikentwicklungen auch in der Medizin und im Rehabereich eingesetzt. Hier konzentrieren wir uns u. a. auf Technologien, die chirurgische Interventionen sicherer und effizienter machen. Ein Beispiel dafür ist ORBIT, ein 3D-Röntgensystem für die Bildgebung im OP, das wir gemeinsam mit der Charité – Universitätsmedizin Berlin und der Ziehm Imaging GmbH entwickeln. In unserem Arbeitsgebiet Rehabilitationsrobotik entstehen roboterunterstützte Übungsgeräte, die den Therapieerfolg z. B. beim Wiedererlernen der Bewegungsfähigkeit von Patienten deutlich verbessern. Dabei gilt unsere Aufmerksamkeit auch dem Reha- und Pflegepersonal. Mit »CareJack« stellen wir künftig eine Art intelligente Weste zur Verfügung, die Pflegekräfte bei körperlich stark belastenden Tätigkeiten unterstützt.

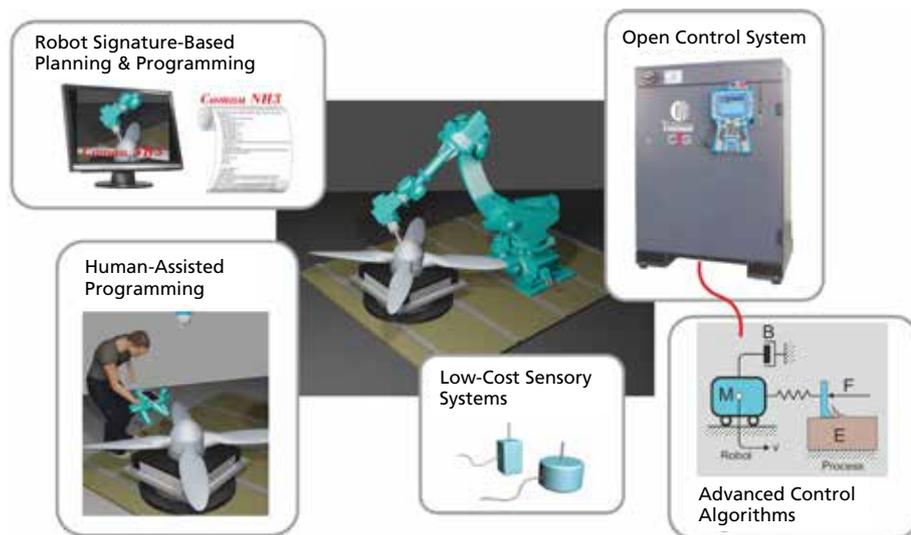
Ich wünsche Ihnen wie immer eine interessante Lektüre.

Ihr

# HEPHESTOS

## Technologieplattform für die robotergestützte Bearbeitung

Im September 2012 startete das europäische Verbundvorhaben »Hard Material Small-Batch Industrial Machining Robot – HEPHESTOS« unter Federführung des Fraunhofer IPK. Bis 2015 entwickeln hier Forschungspartner, Roboter- und Sensorhersteller, Planungs- und Simulationssystementwickler sowie Systemintegratoren Steuerungs- und Regelungsverfahren sowie Werkzeuge für die robotergestützte Bearbeitung von harten Materialien. Dabei werden Standard-Industrieroboter und offene Systemschnittstellen eingesetzt, die anwendungsbezogene Anpassungen und Erweiterungen ermöglichen. Ziel des Projekts ist es, eine für kleine Losgrößen und auf die Bedürfnisse von KMU ausgerichtete Technologieplattform mit offenen Softwarewerkzeugen und Robotersystemen zu entwickeln.



FuE-Bereiche im Projekt HEPHESTOS

### ► Roboter statt Werkzeugmaschine

Der Ansatz, Industrieroboter auf gleiche Weise wie Werkzeugmaschinen einzusetzen, stößt insbesondere bei der Bearbeitung von harten Materialien sehr schnell an Grenzen. Werkzeugmaschinen sind für solche Bearbeitungsprozesse optimiert und zeichnen sich durch hohe Präzision und Steifigkeit aus. Bei Industrierobotern dagegen stehen hohe Flexibilität und universell nutzbare, kostengünstige Kinematikstrukturen im Vordergrund. Vor allem hinsichtlich ihrer Steifigkeit und Positioniergenauigkeit weisen Roboter jedoch deutliche Nachteile auf. Eine Verbesserung dieser Systemeigenschaften durch

Hardwarelösungen, z. B. durch verstärkte Mechaniken oder zusätzliche Messsysteme, ist wiederum mit höheren Kosten verbunden und schränkt das Anwendungspotenzial ein.

Im HEPHESTOS-Projekt wird deshalb auf die Verwendung von verfügbaren Standard-Industrierobotern und den Einsatz von preisgünstigen Sensorsystemen gesetzt. Dafür werden intensiv modellgestützte Verfahren, sprich softwareorientierte Lösungen, genutzt. Auf diese Weise sollen Offline-Planung und Online-Steuerungsverfahren unter Einbeziehung der Erfahrung des Benutzers und seiner Prozesskenntnisse optimal miteinander

kombiniert werden. Die Grundlage dafür bildet eine offene Integrationsplattform für Planung, Programmierung und Steuerung. Die für die mechanische Bearbeitung relevanten Kennwerte wie Abtragsleistung und Oberflächenqualität sollen durch Verfahrenskombinationen und Prozessketten für die Roboterbearbeitung, z. B. Fräsen, Schleifen und Polieren, erzielt werden.

### ► FuE-Schwerpunkte

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Projekt HEPHESTOS decken vier Kernbereiche ab. Im ersten Bereich »Planungs- und Programmierwerkzeuge« wird die CAD/CAM-Verfahrenskette zur Offline-Programmierung um Modelle des Roboter- und Prozessverhaltens sowie um interaktive Komponenten erweitert. Dies ermöglicht bereits in der Planungsphase die Eigenschaften des individuellen Robotersystems zu berücksichtigen, d. h. eine sogenannte robotersignaturbasierte Planung und Programmierung durchzuführen. Beispiele hierfür sind die Berücksichtigung der konfigurationsabhängigen Robotersteifigkeiten und die Ermittlung von Bahnkorrekturen.

Für den Bereich »Steuerungstechnologien« werden fortgeschrittene Regelungsverfahren in Verbindung mit offenen Steuerungskonzepten entwickelt. Hier werden insbesondere Verfahren der Kraft- und Nachgiebigkeitsregelung für Bearbeitungsprozesse



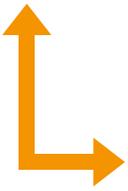
C4G Open Controller



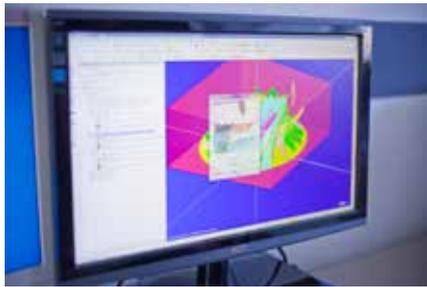
Roboterkinematik



Prozess



Regelung  
- Sprach-Ebene  
- Servo-Ebene



Externer Steuerungs-PC mit IPK-Modulen



dafür bildet die Robotersteuerung Comau C4G Open. Ihre offenen Echtzeit-Schnittstellen in verschiedenen Steuerungsebenen – bis zu einer Millisekunde Taktrate auf Servo-Ebene – bieten die Möglichkeit eigene Steuerungsmodul zu integrieren. Damit lassen sich neue Prozessstrategien und Regelungsverfahren sehr flexibel auf einem externen Steuerungs-PC realisieren und am realen Industrieroboter testen. Hierbei greifen die IPK-Experten auf eigene erprobte Steuerungsmodul zur Kraft- und Nachgiebigkeitsregelung zurück. ■

#### Entwicklungsplattform am Fraunhofer IPK

untersucht. Der Zugriff auf spezifische Steuerungsfunktionen und Modelle eines Roboters wird durch offene Schnittstellen realisiert. In der »Sensorik« liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung anwendungsorientierter und somit kostengünstiger Kraft-/Momenten-Sensorsysteme für die Prozessfassung und Regelung des Roboters. Weiterhin werden Sensoren für die manuelle Führung und Online-Programmierung von Robotern entworfen. Der Bereich »Mensch-Maschine-Schnittstelle« beschäftigt sich ergänzend zur CAD/CAM-basierten Programmierung mit manuellen, sensorgestützten Programmierverfahren und deren Integration in den Arbeitsablauf. Unterstützt durch multimediale Eingabegeräte sollen hier insbesondere auch für kleine Losgrößen oder Einzelteilfertigungen wirtschaftliche Programmierverfahren bereitgestellt werden.

#### ► Roboterzelle für Großbauteile

Zur Erprobung der HEPHESTOS-Technologieplattform wird gegenwärtig bei einem der beteiligten Systemintegratoren ein integriertes Demonstrationssystem einer flexib-

len Roboterbearbeitungszelle aufgebaut. Im Anwendungsfokus steht hier die Bearbeitung von großen Bauteilen mit komplexen Oberflächen wie Gasturbinenbauteile oder Schiffspropeller.

Ein Schwerpunkt der Forschungsarbeiten am Fraunhofer IPK ist die Entwicklung und Optimierung von Steuerungs- und Regelungsverfahren für die robotergestützte Bearbeitung. Dafür untersuchen die Wissenschaftler Verfahren der Kraft-/Nachgiebigkeitsregelung. Neben der Entwicklung von neuen, adaptiven Prozessstrategien gilt es, ein stabiles Systemverhalten bei der Roboter-Prozess-Interaktion zu erzielen. Eine wesentliche Rolle dabei spielen die in der Robotersteuerung realisierten Echtzeitkorrekturen zur Verbesserung der Positionier- und damit Bearbeitungsgenauigkeit. Hier werden beispielsweise Gelenkelastizitäten, Bearbeitungskräfte oder Drehrichtungsänderungen einzelner Achsen berücksichtigt. Für die Verfahrensentwicklung und -erprobung wurde am Fraunhofer IPK eine eigene Entwicklungsplattform aufgebaut, die mittlerweile in mehreren Roboterzellen zur Verfügung steht. Die Grundlage

#### HEPHESTOS Projektpartner

- Comau, Italien
- EasyRob, Deutschland
- Fraunhofer IPK, Deutschland, Projektkoordinator
- G-Robots, Ungarn
- JOT Automation Oy – MAG, Finnland
- ME Messsysteme, Deutschland
- Universidad Politecnica de Madrid – UPM, Spanien
- Universitet i Agder – UiA, Norwegen

Das HEPHESTOS-Projekt wird von der Europäischen Union im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms (FP7/2007-2013) unter Nr. FP7-ICT-314739 gefördert.

🌐 [www.hephestosproject.eu](http://www.hephestosproject.eu)

#### Ihre Ansprechpartner

Gerhard Schreck

Telefon: +49 30 39006-152

E-Mail: [gerhard.schreck@ipk.fraunhofer.de](mailto:gerhard.schreck@ipk.fraunhofer.de)

Dr. Dragoljub Surdilovic

Telefon: +49 30 39006-172

E-Mail: [dragoljub.surdilovic@ipk.fraunhofer.de](mailto:dragoljub.surdilovic@ipk.fraunhofer.de)

# Ohne Schutzzaun

## Mensch-Roboter-Interaktion in der Montage

Als Automobilhersteller in den USA und Deutschland 2013 erstmals Roboter ohne trennende Schutzeinrichtungen einsetzten, löste das weltweit enorme Faszination und Interesse aus. In Forschung und Entwicklung war lange an der Vision von Robotern, die frei mit Werkern in der Produktion agieren, gearbeitet worden. Arbeitssicherheitsorganisationen warnen nachwievor vor überhöhter Euphorie und verlangen strengere Sicherheitsmaßnahmen als die bisher geltenden Standards nach ISO 10218. Wissenschaftler am Fraunhofer IPK erforschen deshalb neue Ansätze für eine sichere Interaktion, Kollaboration und Kooperation mit schutzzaunlosen Robotern in der Industrie und setzen sie im internationalen Projekt ROBO-PARTNER prototypisch um.

### ► Sicherheit geht vor

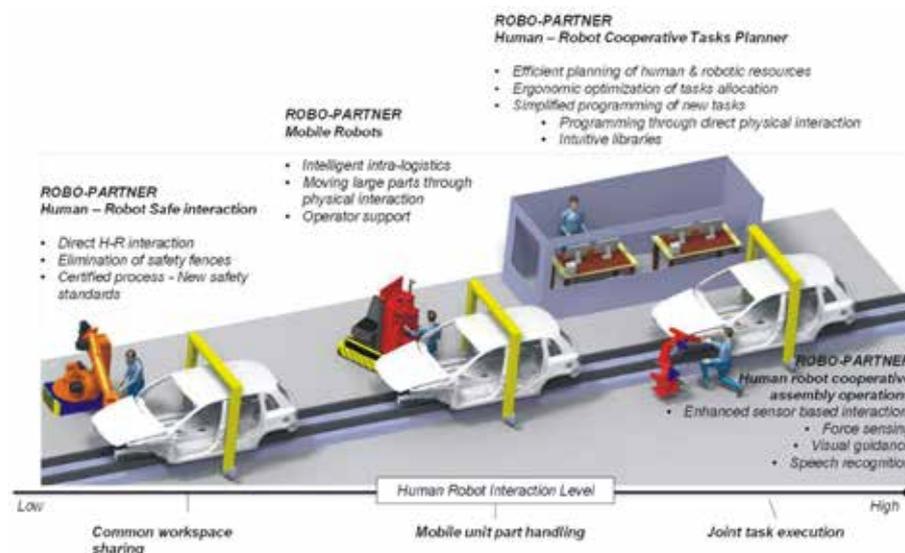
Die 2006 erstmals veröffentlichten Robotersicherheitsstandards ISO 10218 begrenzen die maximale Geschwindigkeit von Robotern auf 0,25 Meter pro Sekunde, also circa einen Kilometer pro Stunde, wenn sich Menschen im Roboterraum befinden. Generell verlangt die Norm eine detaillierte Risikoanalyse für jede spezifische Mensch-Roboter-Interaktion. Ein Roboter muss den Eintritt eines Menschen in seinen Arbeitsraum sicher erkennen, den Abstand zum Mensch überwachen und dementsprechend reagieren können. Entweder reduziert

er seine Bewegungsgeschwindigkeit, hält einen sicheren Abstand, nimmt eine sichere Position ein oder stoppt, wenn erforderlich, komplett. Für physische Kontakte mit Menschen sieht der ISO-Standard ebenfalls eine Reihe von Maßnahmen vor. Dazu gehört z. B. die Einschränkung der Kräfte und der mechanischen Leistung des Roboters, die er während der Interaktion auf den Mensch ausüben darf.

Der erste Einsatz von Robotern ohne Schutzzaune in der Produktion von BMW in Spartanburg, USA, und bei VW in Salzgitter

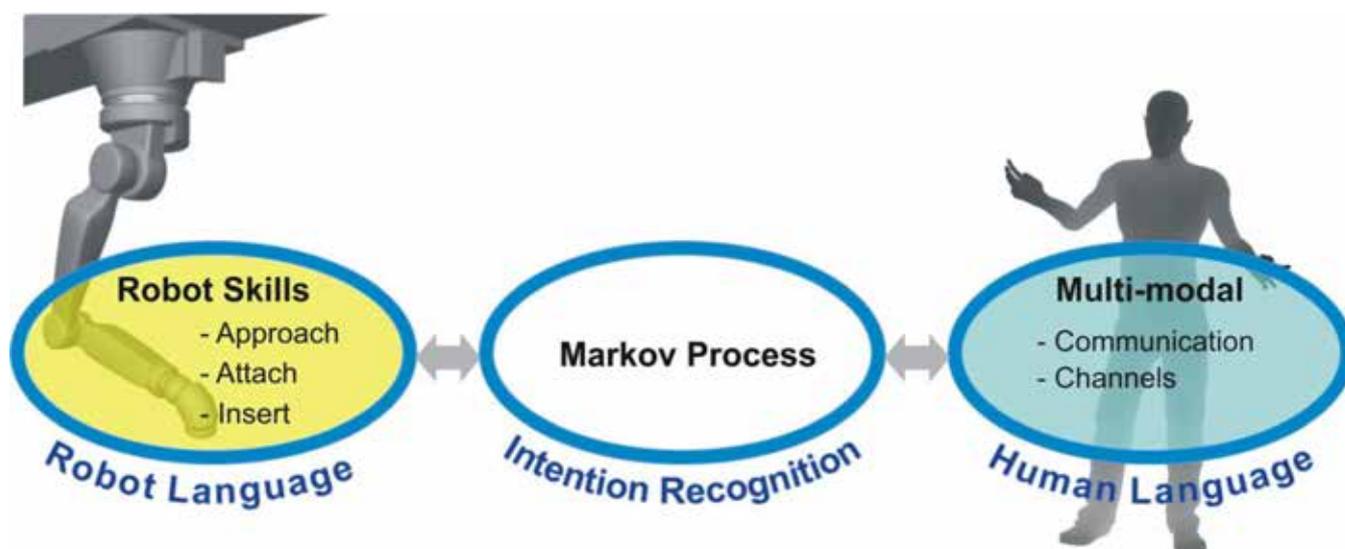
wurde entsprechend der ISO-Norm 10218 von Sicherheitsexperten begleitet und in umfangreichen Risikoanalysen dokumentiert. Hier arbeiten jetzt Werker und Roboter ohne eine Arbeitsraumtrennung neben- und miteinander: im BMW-Werk Spartanburg in der Türenmontage und im VW-Werk Salzgitter beim Einpassen von Glühstiftkerzen in Zylinderkopfbohrungen. Die Automobilhersteller setzen UR5 bzw. UR10 Roboter von Universal Robots ein, die eine sichere Überwachung von Motorströmen und externen Kräften, die durch einen Kontakt mit Menschen entstehen könnten, gewährleisten. Die Kombination menschlicher Intelligenz mit der Kraft, Geschwindigkeit und Genauigkeit von Robotern bietet den Herstellern eine höhere Produktionsflexibilität. So können kollaborierende Roboter den Menschen bei ergonomisch ungünstigen und monotonen Arbeiten entlasten. Damit auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) von diesen Vorteilen profitieren, bedarf es preisgünstiger Lösungen vor allem im Bereich der Arbeitsraumsicherung.

*Entlang einer Montagelinie in der Automobilindustrie arbeiten Menschen und schutzzaunlose Roboter auf mobilen Plattformen zusammen.*



### ► ROBO-PARTNER

In jüngster Zeit wurden zahlreiche Einzelösungen für die Erhöhung der Sicherheit bei der Mensch-Roboter-Interaktion entwickelt und prototypisch eingesetzt. Dazu zählen sensorische Soft-Skin-Roboter, Bodenschutzmatten und Kamerasysteme zur Raumüber-



Drei Komponenten eines neuen robusten Programmierungssystems :  
Robotersprache, menschliche Sprache und Intentionserkennung

wachung und Sicherung von Schutzräumen. Im Gegensatz zu diesen partiellen Lösungen verfolgen die Robotik-Experten des Fraunhofer IPK einen holistischen Ansatz. Im von der Europäischen Union geförderten Projekt »Seamless Human-Robot Cooperation for Intelligent, Flexible and Safe Operations in the Assembly Factories of the Future«, kurz »ROBO-PARTNER«, entwickeln sie zusammen mit dreizehn internationalen Partnern aus Forschung und Industrie eine integrierte Lösung für den Einsatz von konventionellen, mobilen und Portalrobotern in der industriellen Montage.

Ziel des Projekts ist es, nutzerfreundliche Interaktionstechnologien für eine sichere Kooperation von Werkern mit autonomen und adaptiven Robotersystemen bereitzustellen. Dafür werden intuitive Schnittstellen für die Mensch-Roboter-Kooperation in der Montage auf der Basis von Sensortechnologien, visueller Regelung, Spracherkennung sowie Steuer- und Regelungsalgorithmen entwickelt. Darüber hinaus arbeitet das Projektteam u. a. an modernsten Sicherheitsstrategien und -einrichtungen für Montagezellen ohne Schutzgitter, der Einführung von robusten Planungsmethoden und -software für Montage- und Demontageoperationen sowie an einer flexiblen Integrations- und Kommunikationsarchitektur als Bindeglied für die verschiedenen Schlüs-

seltechnologien. »Robot Operating System (ROS)« heißt die neue Middleware, die Bibliotheken und Werkzeuge im Web bereitstellt, mit denen Softwareentwickler unterschiedlichste Module für Roboteranwendungen auswählen und kombinieren können. Dazu werden auch echtzeitfähige ROS-Module für die Robotersteuerung entwickelt.

Ein FuE-Schwerpunkt der IPK-Wissenschaftler im Projekt ist die offene Roboter-Steuerung und Echtzeit-Integration von Sensoren und Verfahren, wie z. B. den am IPK entwickelten robusten Kraft- und Nachgiebigkeitsregelungsverfahren. Außerdem entwickeln sie eine interaktive, instruktive aufgabenorientierte Roboterprogrammierung, die in der Mensch-Roboter-Interaktion eine besondere Rolle spielt. Sie ermöglicht, dass der Mensch direkt mit dem Roboter kommunizieren und ihm – ähnlich wie seinem menschlichen Arbeitskollegen – Anweisungen geben kann. Mit Hilfe einer neuen universalen C++ Roboter Programmierungssprache kann das Bedienpersonal neue Befehle wie »APPROACH«, »ATTACH« oder »INSERT« einfach über multimodale Schnittstellen, z. B. Sprache, Gestik oder Augmented Reality, an den Roboter übertragen. Pragmatismus und Kostenbewusstsein stehen dabei an oberster Stelle, schließlich sollen die ROBO-PARTNER-Lösungen auch kleinen und mittelständischen Unternehmen zugute kommen. ■

#### ROBO-PARTNER Projektpartner

- Centro Ricerche Fiat, Italien
- Comau, Italien
- Debbache-Lagios, Griechenland
- Electrolux, Italien
- Fraunhofer IPK
- Fundacion Tekniker, Spanien
- Instituto de Desenvolvimento de Novas Tecnologias (UNINOVA), Portugal
- Intrasoft International, Luxemburg
- Jatorman, Spanien
- Laboratory for Manufacturing Systems and Automation (LMS), Griechenland
- PILZ Industrieelektronik, Spanien
- ROBOSOFT, Frankreich
- Trimek, Spanien
- Turk Otomobil Fab. A.S (TOFAS), Türkei

Das ROBO-PARTNER-Projekt wird von der Europäischen Union im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms gefördert.

[www.robopartner.eu](http://www.robopartner.eu)

#### Ihre Ansprechpartner

Dr. Dragoljub Surdilovic  
Telefon: +49 30 39006-172  
E-Mail: dragoljub.surdilovic@ipk.fraunhofer.de

Jelena Radojicic  
Telefon: +49 30 39006-172  
E-Mail: jelena.radojicic@ipk.fraunhofer.de

[www.robopartner.eu](http://www.robopartner.eu)

# Stabile Prozesse sichern

## Fräsbearbeitung mit Industrierobotern

Industrieroboter haben sich in den letzten Jahrzehnten für zahlreiche Aufgaben in der industriellen Produktion bewährt. Neben den klassischen Anwendungsgebieten wie der Materialhandhabung und dem Schweißen werden sie auch im Bereich der mechanischen Bearbeitung eingesetzt, z. B. zum Schleifen, Polieren, Entgraten und zunehmend auch zur Fräsbearbeitung. Aufgrund der geringeren Investitionskosten, ihrem großen Arbeitsraum und ihrer hohen Beweglichkeit lohnt es sich, Bearbeitungsaufgaben, für die bislang noch Werkzeugmaschinen zum Einsatz kommen, an Industrierobotern durchzuführen. Einige Hersteller bieten als Reaktion auf die gestiegene Nachfrage nach roboterbasierten Fertigungslösungen Roboterzellen an, die alle Komponenten zum Einsatz eines Industrieroboters als Bearbeitungsmaschine enthalten. Ein solches Fräsrobotersystem steht am Fraunhofer IPK für Untersuchungen zur Verfügung.

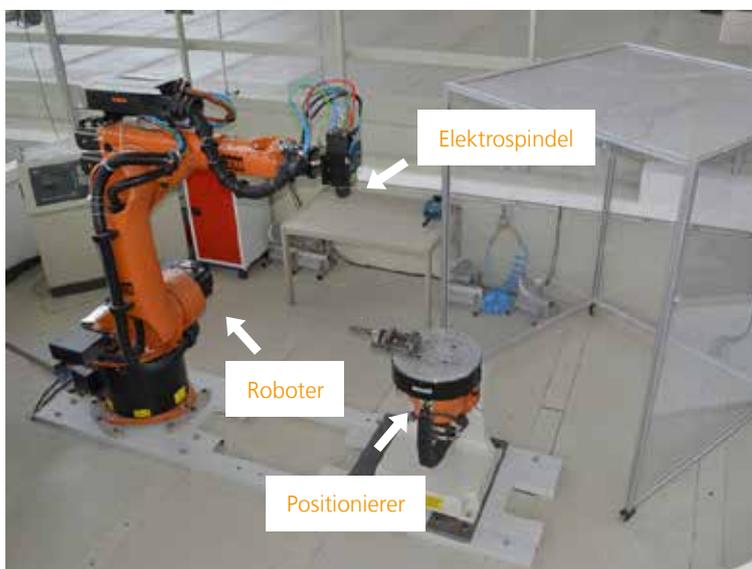
### ► Herausforderungen für die Forschung

Trotz der Fortschritte seit den ersten Forschungsvorhaben in den 1990er Jahren bestehen nach wie vor zwei Hauptprobleme bei der spanenden Bearbeitung mit Industrierobotern. Zum einen führt ihre geringe Steifigkeit im Vergleich zu Werkzeugmaschinen zu einer statischen Abdrängung des Werkzeugs von der einprogrammierten Sollbahn und dadurch zu einer verringerten Maßhaltigkeit des Bauteils. Zum anderen treten Werkzeug- und Maschinenschwin-

gungen auf, die sich nicht nur negativ auf die Oberflächenqualität, sondern auch auf das Verschleißverhalten des Werkzeugs und die Lebensdauer des Maschinensystems auswirken können. Die größte Bedeutung kommt dabei den selbsterregten Schwingungen zu, die aus der dynamischen Wechselwirkung zwischen Zerspanprozess und der nachgiebigen Maschinenstruktur resultieren. Die beiden maßgeblichen Anregungsmechanismen sind Lagekopplung und Regenerativeffekt. Diesen Mechanismen wurde bisher noch keine große Aufmerksamkeit

bei der roboterunterstützten Fräsbearbeitung gewidmet. Infolge des fehlenden Systemverständnisses werden zur Vermeidung dieser sogenannten Ratterschwingungen konservative Schnittparameter gewählt, wodurch die nutzbare Leistungsfähigkeit der Anlage nicht vollständig ausgeschöpft wird. Dies greifen die im folgenden vorgestellten Untersuchungen auf, die in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Darmstadt, Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik, am Fraunhofer IPK durchgeführt wurden.

Gesamtansicht des Fräsrobotersystems am Fraunhofer IPK



### ► Schwingungsverhalten des Fräsrobotersystems

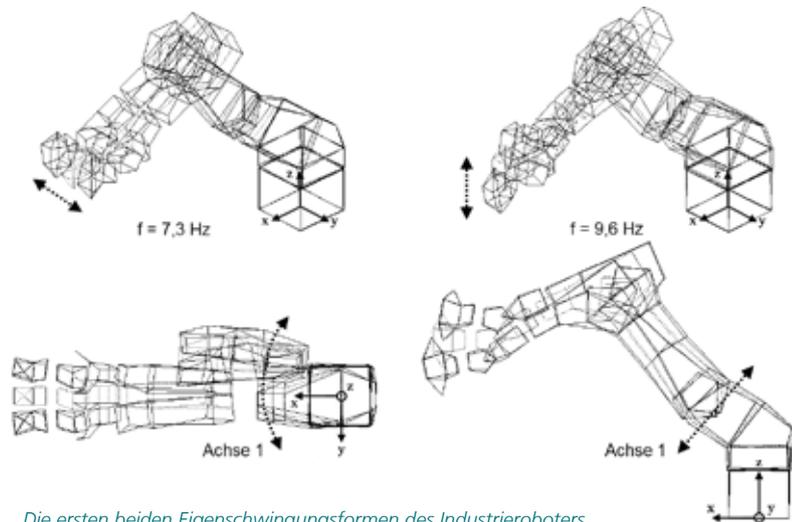
Im Sinne einer ganzheitlichen Systemanalyse müssen neben dem Industrieroboter auch die Elektroschneidspindel und der Positionierer in die Untersuchungen einbezogen werden. Diese haben als im Kraftfluss liegende Komponenten eine entscheidende Rolle bei der in der Zerspanstelle auftretenden Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück. Während bei konventionellen Werkzeugmaschinen die ersten Eigenfrequenzen in der Regel zwischen 50 und 75 Hertz auftreten, liegt der untersuchte Knickarmroboter vom Typ KUKA KR 60 in einer Hauptbearbeitungspose bei 7,3 und 9,6 Hertz. Die zugehörigen Schwingungsformen sind durch

ein auf die Getriebe- und Lagernachgiebigkeit zurückzuführendes Drehen bzw. Kippen des Roboterarms um das Grundgestell charakterisiert. Im Zerspanprozess können diese Eigenformen miteinander gekoppelt werden und zu großen Schwingungsamplituden des Industrieroboters führen. Der Positionierer hingegen weist eine geringere Nachgiebigkeit auf und besitzt daher höhere erste Eigenfrequenzen bei 30,5 und 37,5 Hertz. Seine statische und dynamische Schwachstelle ist die konstruktive Gestaltung des Grundgestells als hohlwandiger Kragbalken. Die dominanten Eigenfrequenzen der Elektroschindel liegen dagegen bei hohen Frequenzen zwischen 1000 und 2000 Hertz.

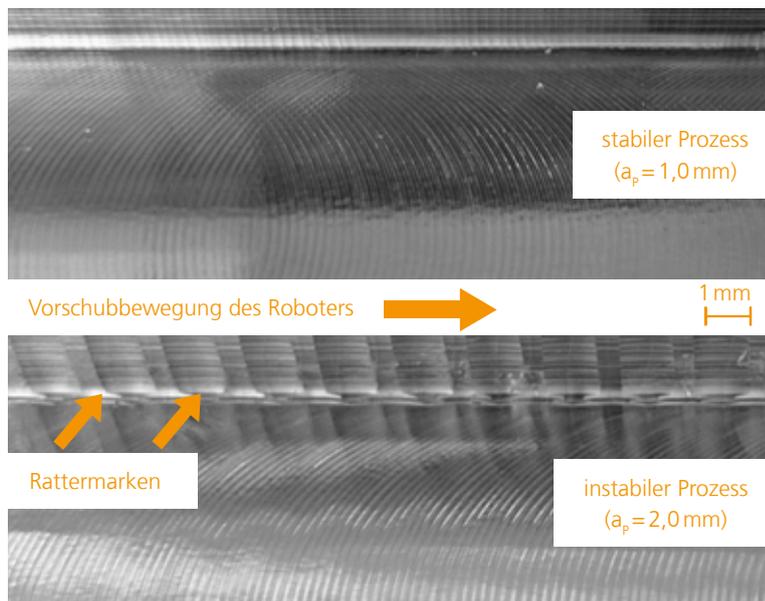
### ► Schwingungsanalyse im Fräsprozess

Zur Charakterisierung des Gesamtsystemverhaltens im Fräsprozess wurden Bearbeitungsversuche mit der Aluminiumlegierung 7075 durchgeführt. Am Beispiel einer erzeugten Werkstückflanke wird das Auftreten eines instabilen Prozesses infolge des Regenerativeffekts deutlich. Während beim stabilen Prozess die Bearbeitungsspuren dem Zahnvorschub aus dem unterbrochenen Schnitt zugeordnet werden können, treten bei einer Schnitttiefe von zwei Millimetern deutliche Rattermarken auf.

Das Werkzeug schwingt dabei phasenverschoben zum Zahneingriff in einer Eigenfrequenz, die nicht dem Industrieroboter, sondern dem Spindelsystem zugeordnet werden kann. Die Folge ist dennoch eine niederfrequente Welligkeit der Werkstückflanke, da die Schwingung mit der größten Amplitude, welche genau der Differenzfrequenz zwischen Werkzeugschwingung und Zahneingriffsfrequenz entspricht, den Bearbeitungsfehler dominiert. Das drehzahlabhängige Stabilitätsverhalten beim Regenerativeffekt wird graphisch in sogenannten Stabilitätsdiagrammen dargestellt. Die durch die Schwingungsanalyse erlangte Kenntnis der zur Prozessinstabilität führenden Eigenfrequenz des Systems erlaubt die gezielte Änderung der Drehzahl, so dass mit höheren Schnitttiefen gefräst werden kann.



Die ersten beiden Eigenschwingungsformen des Industrieroboters



Werkstückflanke für einen stabilen (oben) und instabilen Prozess (unten)

### ► Zukünftiger Forschungsbedarf

Neben der aus der Literatur bekannten Prozessinstabilität infolge der Lagekopplung treten bei der robotergeführten Fräsbearbeitung auch regenerative Ratterschwingungen auf. Im Rahmen der durchgeführten Bearbeitungsversuche zeigte sich, dass das dynamische Verhalten der Elektroschindel maßgeblichen Einfluss auf die Prozessstabilität bei der Aluminiumbearbeitung hat. Der Einsatz von Stabilitätsdiagrammen, wie sie bereits von Werkzeugmaschinen bekannt sind, bietet die Möglichkeit, stabile Prozessparameter auszuwählen und dadurch die Leistungsfähigkeit des Fräsrobotersystems besser auszunutzen zu können. In zukünftigen Forschungsvorhaben sollte daher verstärkt ein Augenmerk auf das dynamische Verhalten der Werkzeugspindel gelegt werden. Weiterhin weisen die

Konstruktion von Roboter und Positionierer Merkmale auf, die nicht für eine Anwendung zur Fräsbearbeitung optimiert sind. Hier ist es an den Roboterherstellern, ihre Standardsysteme für den wachsenden Markt der Bearbeitung mit Industrierobotern anzupassen und zu verbessern. ■

Text: David Schylla

Ihre Ansprechpartner

Sascha Reinkober

Telefon: +49 30 39006-326

E-Mail: sascha.reinkober@ipk.fraunhofer.de

Marcel Manthei

Telefon: +49 30 39006-245

E-Mail: marcel.manthei@ipk.fraunhofer.de

# Stille Helfer für Chirurgen

**Sie halten Lampe und Endoskop, bewegen Tisch und Röntgenscanner: Roboter im Operationssaal machen sich auf zurückhaltende Weise nützlich.**  
von Christopher Schrader

Ganz am Ende des Flurs liegt ein besonderer Operationssaal. Ein bisschen weg vom Versorgungstrakt, die Chirurgenteams müssen also ihre Geräte weiter schieben, die Materialien weiter tragen als in andere Säle, wenn sie Eingriffe vorbereiten. Normalerweise würde das dazu führen, dass die Auslastung des Raumes sinkt, sagt Erwin Keeve, der für den OP verantwortlich ist. Tatsächlich aber ist der Raum ausgebucht. Neuro-, Kopf- und Handchirurgen wechseln sich ab, andere Mediziner kommen wegen der guten Möglichkeiten zur Schlüsselloch-Chirurgie her. Seiner Hightech-Ausstattung zuliebe nehmen die Ärzte am Virchow-Klinikum der Berliner Charité den erhöhten Aufwand bei der Vorbereitung in Kauf.

Keeve ist darauf erkennbar stolz. Er ist Professor am Hauptstadt-Klinikum, aber kein Mediziner, sondern Ingenieur. Sein Fachgebiet heißt Navigation und Robotik. Der Operationssaal ist so etwas wie ein Labor, das für chirurgische Eingriffe dient. »Was wir hier entwickeln, muss sich sofort im Klinikalltag bewähren«, sagt er. Außerdem soll der Saal zeigen, auf welche Weise die Apparaturen intelligent zusammenarbeiten und einen Zusatznutzen entfalten können. Darum hängt hier zum Beispiel eine innovative OP-Leuchte, die über eine Kamera in der Mitte die Distanz zum Patienten misst und Helligkeit und Fokus automatisch justiert. Dass ihre Bilder auf großen Monitoren auf der Wand oder per Internet auf der anderen Seite der Welt zu sehen sind, ist schon Standard. Um darüber hinaus zu gehen, installiert Keeve in dem Saal lauter robotische Helfer.

Helfer, wohlgemerkt, keine Robo-Chirurgen. Noch vor einigen Jahren schwärmten

technikbegeisterte Mediziner und medizinbegeisterte Techniker von Robotern, die als vollwertige Operateure arbeiten, frei von Ermüdung und viel präziser im Umgang mit Skalpell und Bohrer als Menschen. Die Zeiten sind vorbei, sagt Keeve. Es gab bei den Versuchen zu viele unerwartete Nebenwirkungen und Wundinfektionen. In Deutschland zum Beispiel schlossen sich Hunderte Patienten zu einer Initiative zusammen, die eine Maschine namens Robodoc für Komplikationen nach der Implantation eines künstlichen Hüftgelenks verantwortlich machten und deren Hersteller verklagten.

Die Ingenieure, sagt der Ingenieur Keeve, mussten erst lernen, dass jeder Mensch verschieden ist und dass sich die Prozesse aus der industriellen Fertigung nicht eins zu eins in die Medizin übertragen lassen. Nasen, Hüftknochen, Herzklappen – lauter Sonderanfertigungen. Ein geübter Chirurg ist da kaum von einer Maschine zu ersetzen, der man schließlich in jedem einzelnen Fall genau sagen muss, was sie tun und vor allem lassen soll. Das Erfahrungswissen des Arztes lässt sich schwer in exakte Regeln pressen. Darum halten in Keeves Operationssaal die Roboter nicht mehr das Skalpell, sondern Endoskop und Lampe. Sie bewegen keine Knochensäge, sondern den Operationstisch oder einen Röntgenscanner. Alles entweder auf gesprochene Kommandos, durch Befehle auf einem iPad oder sanftes Schieben oder Ziehen des Mediziners; die Maschine unterstützt und ergänzt dann die Bewegung des Arztes und bringt den Großteil der nötigen Kraft auf. »Das alles muss für unterschiedliche Teams funktionieren«, sagt der Entwickler. Schließlich haben Chirurgen nicht nur verschiedene Gewohnheiten, sondern auch verschiedene Körpermaße.

► **Um schnell ein 3-D-Röntgenbild aufzunehmen, muss der OP-Tisch nicht mehr freigeräumt werden**

Der Roboter, der Keeves Aufmerksamkeit zurzeit am meisten beansprucht, heißt Orbit, ein neuartiges Gerät für dreidimensionale Röntgenaufnahmen. Er ist noch nicht in seinem Operationssaal in der Charité eingebaut, aber die Anschlüsse in der Decke sind für ihn bereits vorgesehen. Einige Kilometer weiter, im Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, wo Keeve den Bereich Medizintechnik leitet, arbeitet Orbit als Prototyp. Er ist montiert auf einen konventionellen Industrieroboter. »Der kann viel mehr als wir brauchen, aber ich wollte mich auf keinen Fall mit den Limitationen der Maschine herumärgern müssen«, sagt der Ingenieur.

Oben auf dem Ausleger sitzt ein Kasten mit einer Röntgenquelle, die sich über dem Operationstisch frei bewegen kann; ein Röntgendetektor fährt unten die Bewegungen gegengleich nach, sodass er das beim Durchleuchten erzeugte Bild optimal auffangen kann. Die Liege muss dafür aus Kohlefaser und metallfrei sein, sonst gibt es Schatten auf den Aufnahmen. Wenn Orbit genügend Bilder aus verschiedenen Winkeln aufgezeichnet hat, kann ein angeschlossener Computer daraus ein räumliches Bild erzeugen.

Der Clou dabei ist: Der Arzt kann dem Roboter seine Bewegungen einfach vormachen. Er packt den zunächst noch ausgeschalteten Röntgenkopf an einem Handgriff und führt ihn zum Beispiel um den Kopf oder Thorax des Patienten herum – überall dorthin, wo er Platz zwischen Lampen, dem Anästhesieturm, Geräten und Wagen mit

Operationsbesteck findet. »So ein Operationsaal ist ja voll«, sagt Keeve, »mit Orbit muss das Team nicht erst alle Geräte wegräumen.« Der Mediziner führe den Roboter durch das Gewimmel, »und das System meldet ihm ständig zurück, ob er schon genügend Winkel gefunden hat«. Erst wenn es grünes Licht gibt, tritt das Operationsteam vom Tisch zurück, und der Roboter fährt mit eingeschalteter Röntgenquelle die gezeigten Punkte ab.

Der Ingenieur verspricht sich davon eine deutliche Verbesserung und Beschleunigung der Bildgebung. Bisher musste das Ärzteteam nämlich seine Arbeit länger unterbrechen, wenn ein sogenanntes C-Bogen-Röntgengerät über dem Patienten positioniert oder dieser in einen Tomografen geschoben wurde. Keeves Röntgenroboter soll stattdessen immer über dem Operationstisch hängen. Und zwar nicht nur in den Sälen, wo geplante Operationen gemacht werden. »Unser Ziel ist der Schockraum«, sagt er. »Hier müssen sich die Ärzte bei einem gerade eingelieferten Patienten, der zum Beispiel einen schweren Autounfall hatte, schnell einen Überblick über die Verletzungen verschaffen.« Eine längere Pause für die Bildgebung kann da lebensgefährlich sein.

Die räumlichen Bilder des Patienten können dem Arzt später auch dabei helfen, ihre minimalinvasiven Instrumente besser im Körper auszurichten. Der Computer im Operationssaal vermag nämlich die Position der Instrumente in die Röntgenaufnahmen einzublenden. Dazu muss das Operationsbesteck mit entsprechenden Markierungen ausgestattet sein, die eine Kamera in der OP-Lampe auffängt. Dann können die Ärzte praktisch durch den Körper des Patienten hindurch verfolgen, wo die Spitze des Instruments gerade steckt. ■

Text: Christopher Schrader,  
Süddeutsche Zeitung, 30. April 2014



Robotik-Operationssaal am Virchow-Klinikum der Charité – Universitätsmedizin Berlin (Bild: TRUMPF)



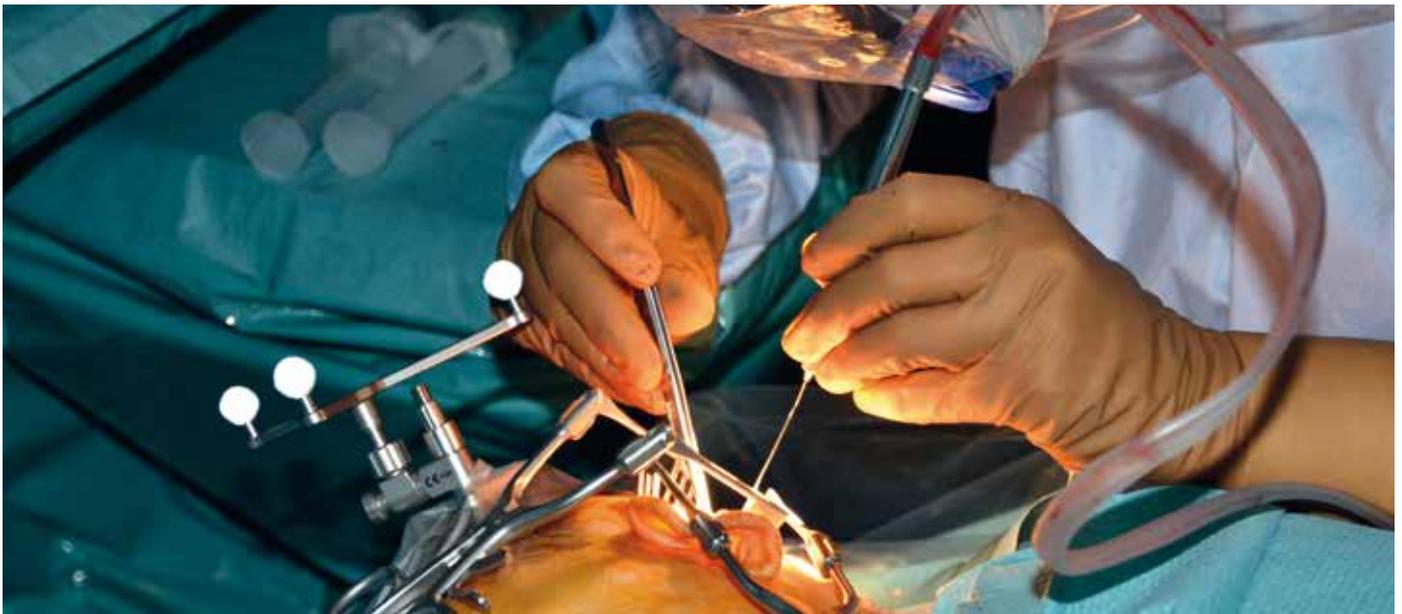
Prototyp des offenen 3D-Röntgenscanners ORBIT am Fraunhofer IPK (Bild: Fraunhofer IPK)

Ihr Ansprechpartner  
Prof. Dr.-Ing. Erwin Keeve  
Telefon: +49 30 39006-120  
E-Mail: erwin.keeve@ipk.fraunhofer.de

# Routenplaner im OP

## Instrumentennavigation für minimal-invasive Eingriffe

Minimal-invasive Techniken gehören mittlerweile zum Standard in der Chirurgie. Dabei operieren Ärzte über sogenannte »Schlüsselloch-Einschnitte«, die nur wenige Zentimeter groß sind und in der Regel schnell verheilen. Für die Patienten bedeutet das: Sie haben geringere postoperative Schmerzen und genesen rascher. Für den Operateur hingegen sind minimal-invasive Eingriffe technisch schwieriger und erfordern eine gewisse Erfahrung. Ein Hauptproblem ist die Orientierung im Operationsfeld im Körperinneren der Patienten. Hier erleichtern optische Instrumente, beispielsweise Endoskope und Bronchoskope, sowie chirurgische Navigationssysteme die Arbeit der Chirurgen. Vor allem die bislang verfügbaren Navigationssysteme weisen Defizite auf. Wissenschaftler am Fraunhofer IPK erforschen deshalb neuartige Verfahren für die Instrumentennavigation, die präziser, intuitiver und kostengünstiger als vergleichbare Systeme auf dem Markt sind.



Instrumentennavigation im klinischen Einsatz an der Charité – Universitätsmedizin Berlin

### ► Vor- und Nachteile der Instrumentennavigation

Die Instrumentennavigation ist ein flexibles Assistenzsystem, das dem Operateur die Lage der medizinischen Instrumente in den dreidimensionalen CT- oder MRT-Daten des Patienten anzeigt. So kann der Chirurg zielgenau zum Operationsgebiet navigieren und beispielsweise eine Tumorregion für eine Biopsie ausfindig machen.

Damit medizinische Instrumente im Operationsgebiet lokalisiert und visualisiert werden

können, müssen im Vorfeld einer OP 3D-Röntgenbilder des Patienten aufgenommen werden. Außerdem müssen die Lage des Patienten bzw. des Operationsgebiets und die Lage der jeweiligen chirurgischen Instrumente vermessen werden. Zwei Messprinzipien haben sich dafür etabliert: das optische und das elektromagnetische Tracking. Beim optischen Tracking vermisst ein externes stereoskopisches Kamera-Messsystem die Position von Reflektorkugeln, die am Instrument und am Patienten angeordnet sind, und bestimmt daraus die Relativ-

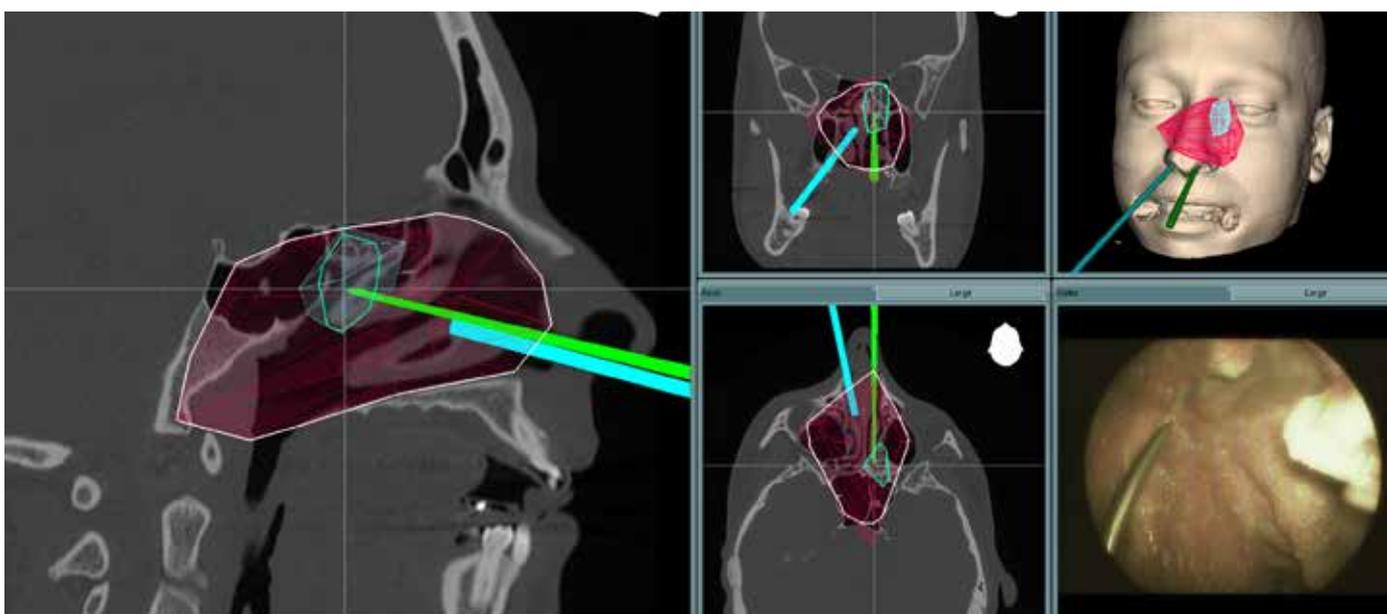
lage des Instruments zum Patienten. Als deutliche Nachteile dieses Verfahrens erweisen sich der eingeschränkte Zugang des OP-Personals zum Patienten aufgrund der zu berücksichtigenden Kamerasichtlinie (Line-of-Sight-Problem) und die hohen Investitionskosten bei der Anschaffung des Gesamtsystems.

Das zweite Verfahren, das elektromagnetische Instrumententracking, nutzt ein mit einem Feldgenerator erzeugtes Magnetfeld, um die Lage einer Sensorspule am

Instrument bzw. Operationsgebiet zu messen. Diese Spule gibt Aufschluss über die Position der medizinischen Instrumente und hilft bei der Orientierung im Operationsgebiet. Wesentliche Nachteile dieses Verfahrens liegen in der hohen Ungenauigkeit und der Störimpfindlichkeit gegenüber elektrisch leitfähigen oder ferromagnetischen Materialien. Bisher gelingt es zudem bei den Navigationsverfahren nicht, die spezifischen Bedürfnisse von Chirurgen für die verschiedenen Anwendungsfälle umfassend zu

Markt sind. Vor allem die Tatsache, dass bei den konventionellen Navigationssystemen auf Basis der Einzelmessungen von Patient und Instrument erst durch eine Landmarkenregistrierung eine direkte Beziehung zwischen Patient und Instrument erreicht wird, gilt als umständlich und technisch aufwändig. Darüber hinaus haben sich robotergestützte Assistenzsysteme wie das da Vinci®-Chirurgiesystem als äußerst kostspielig und in der praktischen Handhabung im OP als nicht ideal erwiesen. Die Fraunhofer-Wis-

glichen, wodurch sich die Lage der Instrumente relativ zum Patienten ergibt. Indem sie quasi optische Instrumente als Messtechnik nutzen, vereinfachen die Wissenschaftler sowohl die Handhabung von Navigationssystemen, als auch die Durchführung navigierter Eingriffe. Da außerdem die Anschaffung externer Messtechnik entfällt, wird eine deutliche Kostensenkung erreicht. Die Fraunhofer-Experten erhoffen sich dadurch auch, die Hemmschwelle der Kliniken beim Kauf und Einsatz von Navigationssystemen



Grafische Benutzeroberfläche (GUI) des IPK-Instrumentennavigationssystems

erfüllen. Dass sie deshalb bislang nicht in vollem Umfang zum Einsatz kommen, liegt auch an Platz- und Kostenaspekten, vor allem aber an den komplizierten Vorbereitungsschritten und einem erforderlichen technischen Verständnis des ärztlichen Personals.

#### ► Kamerabasierte Navigation

Die IPK-Experten greifen die bestehenden technischen Defizite auf und entwickeln neuartige kamerabasierte Navigationsverfahren, die präziser, intuitiver und kostengünstiger als vergleichbare Systeme auf dem

senschaftler verfolgen daher den Ansatz, kostenintensive und aufwändige Messtechnik durch eine Softwarelösung zu ersetzen. Als Basis dienen im OP standardmäßig genutzte optische Kamerasysteme wie Video-Endoskope oder Visualisierungskameras, mit deren Hilfe sie Navigationsinformationen gewinnen. Dazu entwickeln sie Algorithmen, mit denen sie aus den Videobildern die Oberfläche im aktuellen Sichtfeld der Kamera rekonstruieren. Diese Oberfläche wird kontinuierlich mit einem 3D-Datensatz, z. B. dem CT-Modell, abge-

zu reduzieren. Vor allem jedoch käme die neue Technologie den Patienten zugute, denn eine größere Anzahl an schonenden minimal-invasiven Eingriffen würde kürzere Genesungszeiten und damit kürzere Krankenhausaufhalte mit sich bringen. ■

Ihr Ansprechpartner  
Manuel Katanacho  
Telefon: +49 30 39006-367  
E-Mail: manuel.katanacho@pk.fraunhofer.de

# Mehr Energie fürs Personal

## Eine aktive Weste zur Unterstützung in der Pflege

Die tägliche Arbeit von Pflegern ist vor allem körperlich sehr belastend. Tätigkeiten wie Aufstehhilfen, Mobilisierung, Bewegung sowie Umlagerung der Patienten führen nach heutigem Erkenntnisstand zu einem Frühverschleiß des Bewegungsapparats und damit zur Beeinträchtigung der Gesundheit des Personals. Das Ziel der Forscher im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojekt »CareJack« ist die Realisierung eines softrobotischen Oberkörper-Assistenzsystems in Form einer aktiven Weste zur Unterstützung der Pflegekräfte. Dadurch soll mittelbar das Personal entlastet werden und dem Pflegebetrieb so länger voll einsatzfähig erhalten bleiben.

### ► Aktive Orthese

Im Projekt »CareJack« arbeiten Wissenschaftler des Fraunhofer IPK mit Partnern aus Industrie und Forschung gemeinsam an einer körperlichen Unterstützung des Pflegepersonals durch eine sehr einfach anzulegende, aktive Orthese. Dieses medizinische Hilfsmittel mit Stützfunktion wird beispielsweise in Form einer stabilen Weste realisiert, die die häufigsten Pflegeszenarien aktiv in deren Bewegungsverlauf unterstützt und dabei die Pflegekräfte vor allem in den hochbelasteten anatomischen Bereichen

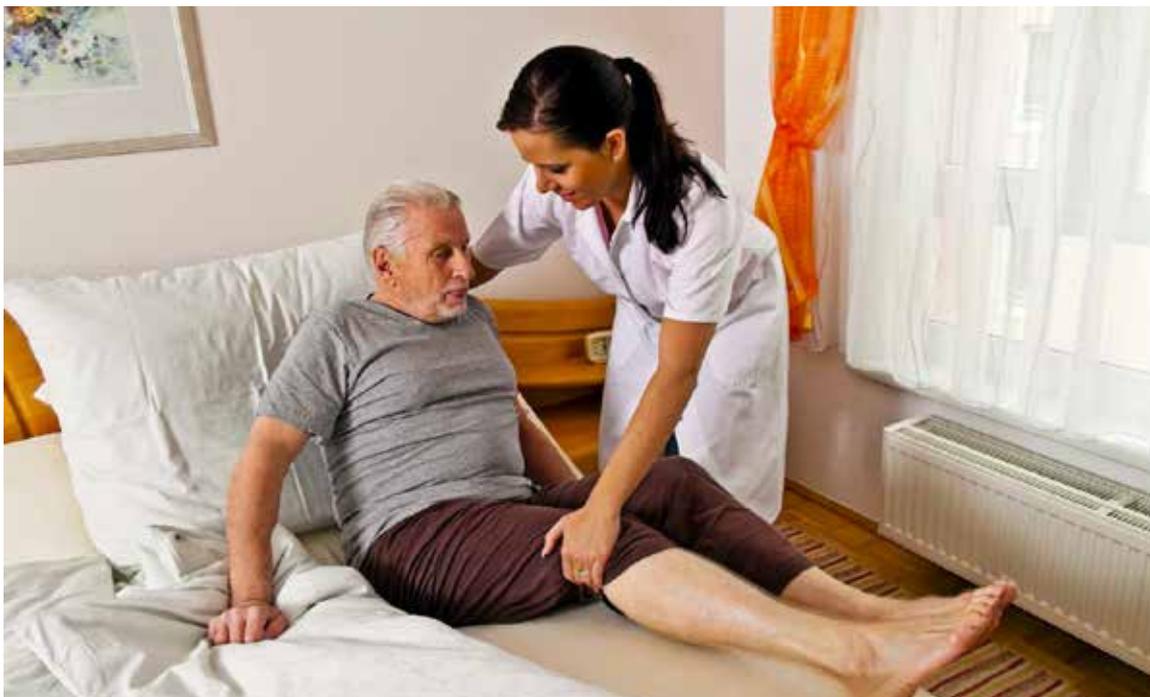
entlastet. Besonders großen Wert legen die Forscher darauf, dass keine voluminösen Motoren mit hohem Leistungsbedarf verwendet werden, um den Einsatzzeitraum auf für die ambulante Pflege notwendige Szenarien anzupassen.

### ► Zwischenspeicherung von Energie

Im Projekt wird die Unterstützung des Pflegepersonals durch Zwischenspeicherung von Energie, z. B. in gebremsten Federmechanismen, und deren gezielte Wiederfreisetzung unter einem Assist-As-Needed-

Paradigma sichergestellt. Die Bewegung, die der eigentlichen pflegerischen Aktivität vorgelagert ist, wird als mechanische Energie in das System zur Speicherung eingebracht. Die Idee dahinter ist, ohnehin anfallende Bewegungen, wie z. B. die Annäherung an den Patienten, zu dynamisieren und die so nutzbare Mehrenergie ins System einfließen zu lassen. Diese Energie wird dann in den pflegerischen Bewegungsablauf eingebracht und erlaubt somit eine effektive, kontrollierte Unterstützung der Bewegung.

*Das Drehen oder Heben von Pflegebedürftigen ist eine für Pflegekräfte körperlich sehr anstrengende Tätigkeit.*



### ► Optimierung der Orthesenfunktion

Die aktive Orthese muss im Hinblick auf Leichtbau, Komfort, mechanische Stabilität, Fail-Safe-Bedienung sowie intelligente Energie(Rück-)Gewinnung und -freigabe konstruiert werden. Anatomisch kritische Fehlbewegungsabläufe werden dabei ebenso verhindert wie Gefährdungspotenziale für Pfleger und Patient durch ungewollte Energiefreisetzung. Wesentlich hierfür ist u. a., dass die Bereitstellung des Unterstützungsumfangs immer im Rahmen des durch die Pflegekraft vollständig beherrsch- und kontrollierbaren Maßes erfolgt. Somit wird immer eine signifikante Eigenaktivität der Pflegekraft bedingt und die Energie nur im Sinne eines Assist-As-Needed-Ansatzes zur Vermeidung von kritischen Belastungsbedingungen freigesetzt. Intelligente mechatronische Konzepte werden hierfür vorab modellbasiert generiert und erlauben die rasche Optimierung der Orthesenfunktion ohne langwierige und kostenintensive Trial-Error-Betrachtungen.

### ► Verwendung als Lehr- und Lernobjekt

Das im Verbundprojekt entwickelte Konzept beinhaltet auch die Möglichkeit, optimale Bewegungsabläufe kontrolliert und unter Monitoring der muskulären Belastung für Lern- und Lehrzwecke in der Aus- und Weiterbildung zu vermitteln. Hierbei können die Pflegekräfte regelmäßig unter Berücksichtigung von Erkenntnissen des motorischen Lernens eine durch das System bereitgestellte haptische Unterstützung zur Erlernung der Bewegung nutzen. Diese entbürokratisierte Schulungsoption wird sich besonders im professionellen Umfeld der ambulanten und stationären Pflege effizienzsteigernd und kostenreduzierend auswirken. Dies ist vor allem möglich durch fertigungsintegrierte miniaturisierte Kontrollelemente wie bioverträgliche EMG-Elektroden und Winkel-/Positions-/Kraft-Sensoren sowie die Vorverarbeitung von Signalen mittels Flex/Starrflex-Schaltungsträgern bzw. integriert im Carbonverbundwerkstoff der Orthese. Ebenso trägt die modulare Ausle-



*Konstruktionsprinzip der softrobotischen Oberkörperweste »CareJack«*

gung der Systembestandteile zum Leichtbaukonzept wie auch zur Kosteneffizienz in der Realisierung der aktiven Orthese bei. Dies betrifft sowohl die Marktakzeptanz in der ambulanten und klinischen Pflege als auch später die private Pflege durch Angehörige. Konzeptionell wird eine hohe Individualisierbarkeit durch den Modulansatz, ein Schalen/Schienen-System mit dynamischer Verriegelung, sichergestellt, der auch in der Situation eines häufig wechselnden Nutzers den komfortablen Einsatz des Unterstützungssystems erlaubt. Der Effizienznachweis der Orthese wird dreistufig in kontrollierter, klinisch-pflegerischer Umgebung sowie auch in einer ambulant-pflegerischen Umgebung demonstriert. Die Eignung als Lehr- und Lernobjekt zum Einstudieren der optimalen Bewegungsabläufe wird im klinisch-pflegerischen Umfeld erprobt. ■

#### CareJack Projektpartner

- Arbeiter-Samariter-Bund KV Lübben
- Fraunhofer IPK
- Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM
- iXtronics
- Klinikum Stadt Soest
- O.T.W.-Orthopädiotechnik Winkler
- Reha-Zentrum Lübben
- Würth-Elektronik

Ihr Ansprechpartner  
Henning Schmidt  
Telefon: +49 30 39006-149  
E-Mail: [henning.schmidt@ipk.fraunhofer.de](mailto:henning.schmidt@ipk.fraunhofer.de)

# Bilder verstehen

## Werkzeuge für die intelligente Bildrecherche

**Mit dem Siegeszug der digitalen Fototechnik in den vergangenen zehn Jahren wuchs die Menge der aufgenommenen Fotos schlagartig an. Im Gegensatz zur analogen Fotografie ist das Anfertigen einer Bildkopie nunmehr eine Sache von Sekunden. Für professionelle Bildagenturen hat sich dadurch ein Markt entwickelt, der neue Chancen und Möglichkeiten, aber auch Herausforderungen mit sich bringt. Am Fraunhofer IPK arbeiten Wissenschaftler daher an Lösungen auf Basis automatisierter Bildverarbeitung.**

### ► Neue Herausforderungen für Bildagenturen

Für professionelle Bildagenturen bedeutet die digitale Fotografie Erleichterung und Herausforderung zugleich: Auf der einen Seite profitieren sie von schnelleren Verarbeitungs-, Vervielfältigungs- und Verbreitungsmöglichkeiten. Auf der anderen Seite ist es schwieriger geworden, die Masse an Aufnahmen sinnvoll zu verwalten und angemessen zu präsentieren. Meist werden Bilder anhand von Schlagworten und Metainformationen sortiert. Diese sagen jedoch nur wenig über den eigentlichen Inhalt, das Layout oder die Qualität einer Aufnahme aus. Die automatisierte Bildverarbeitung kann eine unterstützende Rolle einnehmen, indem sie die Indexierung vereinfacht und den Benutzern mit neuen Werkzeugen bei der Suche weiterhilft.

### ► Prüfung des Bildes vor der Indexierung

Direkt nach Übertragung eines Bildes in eine Datenbank ermöglicht die automatisierte Bildverarbeitung eine erste Bewertung und Vorselektion. Dabei können Kennzahlen zu technischen Merkmalen erhoben werden, zu denen die Messung von Blockartefakten und Bildrauschen sowie der Bildschärfe zählen. Auch Eigenschaften, die die ästhetische Wahrnehmung betreffen, sind messbar. So lassen sich zum Beispiel Aussagen zu Farbharmonien und Layout treffen.



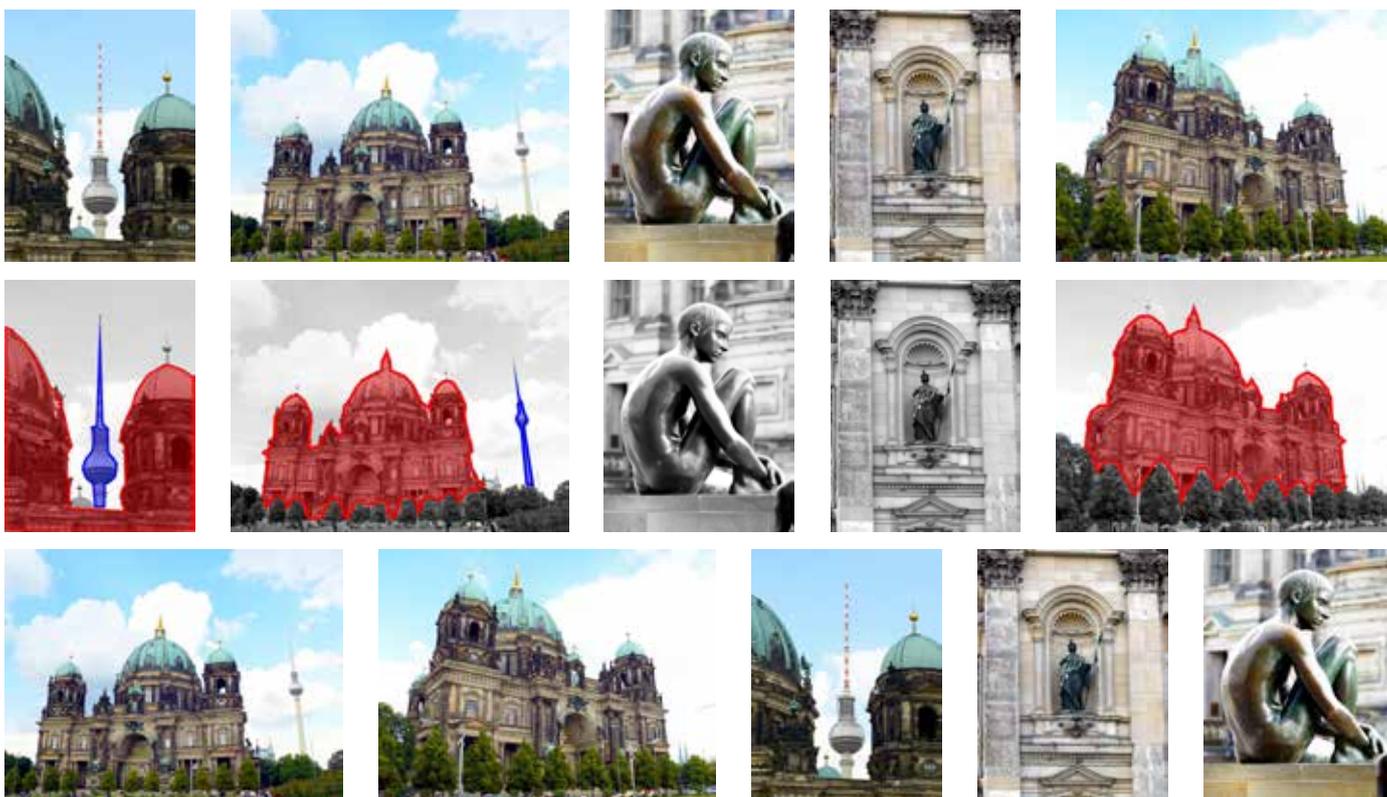
*Erste Bewertung eines Bildes durch Kennzahlen zu Rauschen, Unschärfe und Blockbildung*

### ► Automatische Erstellung von Schlagworten

Um Bilder für eine spätere Suche in eine Datenbank aufzunehmen, ist es notwendig, die richtigen Schlagworte zu bestimmen. Manchmal werden diese direkt vom Fotografen mitgeliefert. Ist dies nicht der Fall, lassen sich leistungsfähige Konzeptklassifikatoren nutzen. Dabei wird für jedes Bild ein Merkmalsvektor berechnet, der statistische Informationen über Layout, Farbe und Struktur enthält. Diese Herangehensweise ermöglicht die Berechnung von Modellen einzelner Bildklassen, die zur Klassifikation genutzt werden können. So lassen sich Aufnahmen den gängigsten Kategorien wie

»Porträt«, »Landschaftsaufnahme« oder »Stadtzene« zuordnen.

Mit Hilfe von hochskalierbaren Image-Retrieval-Systemen ist es dagegen möglich, Datenbestände von mehreren Millionen Bildern zu durchsuchen. Passend zu einem Anfragebild werden Aufnahmen gesucht, deren visuelle Inhalte die gleiche Szene zeigen. Die Schlagworte der so ermittelten Bilder werden dann auf das Anfragebild übertragen. Solche Systeme arbeiten sehr präzise und können Bildstörungen wie Verdeckungen, Verschiebungen und perspektivische Transformationen zum Teil ausgleichen.



oben: Suchergebnis für die Begriffe »Berliner Dom«, mittig: Erkennung gleicher Bildinhalte, unten: Umsortierung auf Basis gemeinsamer Bildinhalte

► **Unterstützung bei der Bildersuche**

Um Benutzer direkt bei der Suche zu unterstützen, kommen ebenfalls die Methoden von Image-Retrieval-Systemen zum Einsatz. Sie ermöglichen eine sinnvolle Aufbereitung und Vorsortierung von Suchergebnissen. Dabei werden zwei Ansätze verfolgt. Zum einen gibt ein direkter Bildvergleich die Möglichkeit, Bilder zu gruppieren, deren visueller Inhalt weitestgehend identisch ist. Anstelle der Darstellung aller Ergebnisse ist es dadurch möglich, pro Gruppe nur ein Ergebnis anzuzeigen. Die Benutzer bekommen so einen besseren Überblick über die Vielfalt der Suchergebnisse und können selbstständig durch die einzelnen Gruppen navigieren.

Diesem Ansatz gegenüber steht die Möglichkeit, aus der Ergebnismenge Bilder zu selektieren, auf denen identische Szenen zu finden sind und nur diese anzeigen zu lassen. Dadurch können Unschärfen bei textuellen Suchanfragen ausgeglichen sowie eine homogenere Ergebnismenge präsentiert werden. In beiden Fällen bieten inhaltsbasierte Bildvergleiche deutlich bessere Möglichkeiten der Suche sowie neue Werkzeuge, um schneller zu finden wonach man sucht.

► **Herausforderungen für die Forschung**

Die genannten Möglichkeiten basieren auf Ansätzen, die identische Inhalte finden, indem zwei aus den Bildern errechnete Signale direkt miteinander verglichen werden. Geht es jedoch um die Suche nach semantisch ähnlichen Bildern wird es schwieriger. Für den Computer ist ein Bild lediglich eine Menge von einzelnen Farbwerten. Daher müssen zunächst Merkmale extrahiert werden, die eine Beschreibung einer Bildregion ermöglichen. Zu diesen zählen Struktur-, Farb- und Konturmerkmale. Sie bilden das Fundament eines jeden Klassifikations- und Retrieval-Systems und müssen daher sehr aussagekräftig sein. Ein Forschungsthema am Fraunhofer IPK ist deshalb die Erarbeitung von Bildmerkmalen, die invariant gegenüber Beleuchtungsänderungen sind und dabei auch Farbe effizient kodieren. Gradientenbasierte lokale Merkmale sind sehr populär, arbeiten jedoch meist nur auf Grauwertbildern. Die direkte Übertragung auf Farbbilder ist nicht so einfach und wird meist dadurch gelöst, dass die Merkmale für jeden Farbkanal einzeln berechnet werden. Dabei handelt es sich aber nur um eine indirekte Beschreibung von Farbinformation.

Es müssen folglich für diese Problematik noch Lösungsansätze entwickelt werden.

Im Gegensatz zum Computer kategorisiert der Mensch Bildinhalte und sieht diese nicht als eine statistische Häufung von Struktur- oder Farbmerkmalen. Damit ein semantisches Retrieval-System die Erwartungen eines Menschen an das System erfüllen kann, ist es nötig Kategorien anzulernen. Dies wäre einfach, wenn z. B. Häuser immer gleich aussehen würden. Diese können jedoch die unterschiedlichsten Formen haben und ihr Erscheinungsbild variiert in Abhängigkeit von Aufnahmeperspektive und Lichtverhältnissen. Das Gesamtziel der Forschung am Fraunhofer IPK ist daher, Lösungsansätze für diese Probleme hervorzubringen. ■

Ihr Ansprechpartner  
 Gerald Kaeding  
 Telefon: +49 30 39006-144  
 E-Mail: gerald.kaeding@ipk.fraunhofer.de

# Smarte Robotiklösungen für eine flexible Produktion

**Egal ob es um die robotergestützte Bearbeitung mit Industrierobotern oder die Mensch-Roboter-Kooperation in Montagefabriken der Zukunft geht, ein Name taucht in den großen europäischen Verbundprojekten zur Roboterforschung immer auf: Comau. Das italienische Unternehmen und Fraunhofer IPK verbindet eine langjährige enge Partnerschaft in der Robotikentwicklung, die Anfang der 1990er Jahre mit Arbeiten für die Europäische Weltraumorganisation ESA begann. FUTUR sprach mit Stefano Ocleppo, dem neuen Vertriebsleiter Deutschland, über aktuelle Aufgaben und künftige Herausforderungen in der Robotik. Der Italiener ist erst seit kurzem am Comau-Standort im hessischen Dreieich tätig und hat unsere Fragen deshalb auf Englisch beantwortet.**

**FUTUR:** Herr Ocleppo, Sie sind erst kürzlich von Comau Italien nach Deutschland gewechselt – worin unterscheiden sich der deutsche und der italienische Robotik-Markt?

**Ocleppo:** The most evident is for sure the size. Despite the fact that the German and Italian robotics market developed in the same period, the German one took advantage of the presence of a larger number of big car makers. The robot demand generated by some of the world's biggest automobile producers pushed the growth of the German robotics market up to four times the size of the Italian one. The other difference is the shrinkage of the Italian internal demand by robot end users due to limited access to credit for small and medium-sized companies and consequent investment postponement or cancellation in the last five to six years. The reduction of the internal market is compensated in number of sold units by the strong export capacity of the Italian integrator, but determines a profit reduction for the Italian robot producers which have to support the line builder in its competitions and installations abroad more often.

**FUTUR:** Welche Philosophie steht hinter den robotergestützten SMART-Lösungen von Comau?

**Ocleppo:** As part of a big manufacturing group the dominant philosophy behind the

development of our integrated solution is the one that brings the highest standard of productivity, while as a part of one of the worldwide largest line builders, Comau Robotics is driven by the need to provide manufacturing equipment with certain installation costs and timing. Translated in terms of robotics products, our philosophy expresses itself through the design of dedicated machines and application packages with extremely competitive life cycle costs and overall equipment efficiency. Our hollow wrist smart solution for spot welding, running since the end of the 1990s in several thousands of pieces, can be taken as an example to put in evidence the application of the above described philosophy. The revolutionary patented design of a mechanical articulated arm able to host all cables and pipes for the resistance welding application is bringing to the end user of our robots a significant number of direct and indirect efficiency. The protection given by the mechanics to the cables reduces dramatically the maintenance cost in a body shop and increases the technical availability of the equipment. But these are only some of the benefits. The absence of unpredictable cable positions in combination with a very high accuracy of this robot enables a 100 percent off-line programming that gives enormous advantages to the line builder at installation and commissioning time and to the end user at every start of production of

a new model. Besides, such characteristics give more flexibility to the production line for future retooling and enable the design of high density robotics cells with significant saving of floor space. Similar considerations could be described for the development of fully integrated application packages and dedicated robots such as those for the handling in the press shop equipped with double motor on axis one, or those for the remote laser welding where the laser beam is focalized through the robot arm up to 1000 mm from robot wrist, or machines able to exceed the benchmark in their category of speed performances such as the high speed RACER robot.

**FUTUR:** Comau hat mit C4GOpen bzw. C5GOpen als einer der wenigen Hersteller offene Steuerungen im Angebot. Warum haben Sie sich dafür entschieden?

**Ocleppo:** The push to introduce an open version of the Comau controller comes from the propensity of our company to work with very advanced integrators, research centers and machine builders. As we got aware of the need of these players to have their own motion controlled solution, we decided to catch the opportunity to provide them with an open controller in order to bind our name and strengthen the relationship with partners with high inclination to research and development of distinctive solutions. Very

soon this value proposition was recognized by our customers as the best option available on the robotics market and, as an unexpected side effect, this solution was adopted by a number of schools and research institutions so that we are now counting hundreds of installations. For this reason there were no doubts to extend the open version to the C5G, too.

**FUTUR:** Die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter steht schon seit Jahrzehnten im Mittelpunkt von Forschung und Entwicklung. Welche Trends sehen Sie hier in der industriellen Anwendung?

**Ocleppo:** Yes, the man-robot cooperation has been at the center of the R&D of most robotics players for a long time and Comau belongs to those that were deeply involved in it since the earliest stage. The Comau expectation for the future of the man-robot cooperation is its large extension to most of the known industrial applications. Unfortunately, it might still take a while. Although the state of the art robots have reached full safety standards and although we already see on the market small »safe« machines cooperating with humans for some service applications, the ready-to-install robotized man-machine applications for production are not yet available on the market and the end users must still carry at their own charge the risk assessment of the installation. Due

to its exclusive focus on industrial application for production and its philosophy to provide plug and play integrated effective robot packages inclusive of tools, Comau belongs to those actors that are still strongly investing in research to reach a 100 percent safety of robotic applications.

**FUTUR:** Ihre Entwicklungsabteilung in Turin arbeitet eng mit unseren Robotik-Experten zusammen. Welche Vorteile ziehen Sie aus der Zusammenarbeit mit externen Forschungspartnern?

**Ocleppo:** The vocation of Comau to innovation has always brought our company to work very close to the best research institutions in the world as a way to get access to the most up-to-date knowledge and a way to get fresh ideas from teams having a different perspective compared to the more utilitarian vision of the industrial R&D. Besides the large number of disciplines and technologies that our Research and Development must master for the development of our high-tech products, there are also very different fields with which Comau enters into contact as a provider of process solutions to a broad range of industries. Only the cooperation with structured and strong organizations such as Fraunhofer IPK gives us the opportunity to develop those tested, proven, sustainable and distinctive solutions that must give that competitive advantage requested by our customers.



#### Zur Person

Following a master's degree in Engineering at the POLITECNIC of TURIN in 1991 and before starting to work for the automation provider Comau, Stefano Ocleppo developed his professional background in two other companies: De Longhi, the Italian producer of house appliances, where he was responsible for the product compliance to technical and quality standards, and the Swedish SAB WABCO, now acquired by the French FAIVELEY TRANSPORT, supplier of brakes systems for train companies, where he started as Quality Assurance Manager and ended up seven years later as Operation Manager. These ten years of experience in products and processes in a mass production company as well as the experience in quality, engineering and operations at a system supplier gave him knowledge and expertise that he brings as added value to Comau's customers in his current position of Business Development and Sales Manager for Robotics and Service at Comau Deutschland GmbH.

#### Kontakt

Stefano Ocleppo

Telefon: +49 6103 3103512

E-Mail: stefano.ocleppo@comau.com

# Comau: Tradition, Kompetenz und Spitzentechnologie

**Comau kann auf mehr als 40 Jahre Erfahrung im Bereich hoch entwickelter Fertigungsanlagen zurückblicken und ist Marktführer für nachhaltige Automatisierungs- und Servicelösungen. Nach seiner langjährigen Tätigkeit in der Automobilindustrie diversifiziert das Unternehmen aus dem Piemont heute seine Kompetenzen. Es setzt sein Know-how für die Tätigkeit in neuen Bereichen und die Herstellung neuer Anwendungen ein, die von der industriellen Automation zum Karosseriebau, von mechanischen Bearbeitungsanlagen über den Zusammenbau bis hin zu Industrierobotern reichen. Das Comau-Netzwerk umspannt 15 Länder mit 25 Niederlassungen und 15 Produktionsstätten weltweit.**

Die Palette an Lösungen aus dem Hause Comau, die von Bearbeitungs- und Montagemodulen zu Karosserieschweißsystemen, von Montagelinien bis zu integrierter Robotertechnik reicht, ist das Ergebnis langjähriger Erfahrung und einer unerreichbaren Marktkenntnis. Für Unternehmen ist Comau nicht ein Lieferant, sondern ein strategischer Partner, der den Kunden in allen Phasen vor und nach dem Kauf begleitet. Unsere Techniker bieten nicht nur Training, Unterstützung und Wartung, sondern implementieren auch individuell gestaltete strategische Services, um die geschäftliche Produktivität zu optimieren.

Durch bedeutende Investitionen im FuE-Bereich nahm Comau mit seinen Implementierungen auf zahlreiche auf Prozessautomatisierung basierende Lösungen und Anwendungen Einfluss, unter anderem in der Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie, der petrochemischen Industrie, der Militär- und Schiffbauindustrie und der Energieeffizienzberatung. Das Bemühen um die ständige Verbesserung von Produkten, Prozessen und Services garantiert die Festlegung neuer



zukunftsorientierter Qualitäts- und Innovationsstandards. Die Stärke von Comau liegt in der erfolgreichen Kombination von moderner technologischer Fachkompetenz und langjähriger Erfahrung. Aus diesem Grund haben sich weltweit Unternehmen jeder Größe und aus jedem Bereich für die Lösungen und Fachkenntnis von Comau entschieden.

Die globalen Aktivitäten von Comau sind in die sechs Geschäftsfelder Rohbauschweißanlagen, Powertrain Systems, Robotik, Adaptive Lösungen, eComau und Service gegliedert. Mit seinen SMART-Roboterlösungen bietet Comau eine vollständige Serie an modernen Industrierobotern und integrierten Lösungen, die sich durch ständige Innovation in Bezug auf Technologie, Leis-

tungen, Effizienz, Zuverlässigkeit und verringerte Wartungskosten auszeichnen. Die jüngste Generation an Comau-Robotern ist für alle Einsatzarten und Anwendungen in allen Fertigungsbereichen geeignet, von der Automobil- bis hin zur Allgemeinindustrie. Die Roboterzellen und prozessintegrierten Lösungen nutzen Spitzentechnologie und sichern schnelle und präzise Bewegungen, minimalen Platzbedarf sowie größere Arbeitsvolumen. Zugleich bieten sie Arbeitsflexibilität und die Möglichkeit zur individuellen Gestaltung, um den Anforderungen der einzelnen Kunden entgegenzukommen. Gängigste Einsatzbereiche für die Comau-Roboter sind Handhabung, Zusammenbau, Schweißen, Maschinenbeschickung, Palettierung und Versiegelung/Verklebung. ■

## Kontakt

Comau SpA, Headquarters

Via Rivalta, 30

10095 Grugliasco (TO) Italy

Telefon: +39 011 0049111

E-Mail: [press@comau.com](mailto:press@comau.com)

[www.comau.com](http://www.comau.com)

# Handhabungsroboter für die Mikrofertigung

**Neuzugang für das Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik (AMP):** Seit April 2014 steht hier das lineare Handhabungssystem »Chameleon« der Firma Zimmer und Kreim GmbH & Co KG, Brensbach. Laut Hersteller sollen vor allem kleine und mittlere Firmen des Werkzeug- und Formenbaus damit ihren gesamten Fertigungsprozess bis hin zum Trocknen und Reinigen durchgängig automatisieren können. Dafür ist Chameleon mit unterschiedlichen Greifern ausgestattet und integriert auch Maschinen anderer Hersteller. Im AMP verbindet das System eine Erodier- und eine Fräsanlage, um maschinenübergreifende Mikroproduktionsprozesse zu schaffen.

*Links: Erodier- und Fräsmaschinenkombination Chameleon im Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik AMP*



## Kennzahlen und Fakten

Steuerung	Indel Infolink-Steuerungssystem
Kapazität Magazin	105 Stellplätze (3R-System Macro)
Verfahrwege X-Y-Z	860 mm x 1200 mm x 1700 mm
Max. Transfergewicht	125 kg pro Palette
Verkettete Maschinen	Wissner Gamma 303 Mikrofräsmaschine und Z&K Genius 1000 Erodiermaschine

Eine wichtige Funktion des Handhabungsroboters ist der Aufbau maschinenübergreifender Prozessketten in der Mikrofertigung. Die Bearbeitung von Bauteilen mit mehreren Fertigungsverfahren in einer Aufspannung bringt große Zeitersparnisse und Genauigkeitsvorteile. Zimmer und Kreim bietet dafür mit Chameleon ein flexibles und erweiterbares Automatisierungssystem, das mit Maschinen unterschiedlicher Hersteller kompatibel ist. Es ist mit hochgenauen Paletten und Spannfuttern für Elektroden und Werkstücke, variablen Magazinebenen zur Lagerung verschiedener Elektrodenhalter- und Palettentypen sowie der RFID-Technologie zur Identifikation von Elektrodenhaltern und Werkstückpaletten ausgestattet. Das Doppelgreifersystem des Roboters ermög-

licht ein zeitsparendes Wechseln von Elektroden oder Werkstücken, ohne mehrfaches Anfahren. Die große Reichweite des Roboterarms ist zudem optimal für die automatisierte Bestückung der am AMP kombinierten Erodier- und Fräsmaschinen.

Außerdem wird Chameleon im Projekt »Wertschöpfungssteigerung im Maschinen- und Anlagenbau durch ganzheitliche Mensch-Maschine-Interaktion – Integration von Maschinendaten in Produktions- und Serviceprozesse«, kurz WeiMA, genutzt. Ziel des Projekts, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird, ist es, Instandhaltungsprozesse durch die situationsbezogene Unterstützung von Servicetechnikern zu optimieren.

Dazu entwickeln die IPK-Experten ein digitales Handbuch, das durch die Einbindung von Steuerungs- und Maschinendaten Entscheidungshilfen bei der Diagnose und Durchführung von Serviceeinsätzen liefert. Zur Evaluierung des Handbuchs wird Chameleon herangezogen: Mittels vormodellierter Prozesse und an Chameleon implementierten Diagnose- und Wartungsfunktionen können Servicetechniker strukturiert unterstützt und Serviceberichte automatisch generiert werden.

## ► Vorhang auf

### Vorpremiere des ZDF-Spielfilms »Zwischen den Zeiten«

Gemeinsam mit der Stiftung für MINT-Entertainment-Education-Excellence lud das Fraunhofer IPK am Abend des 13. Mai zur Veranstaltung »Zwischen den Zeiten: Geschichtsvermittlung und Wissenschaftskommunikation im fiktionalen Fernsehen«. Im Mittelpunkt stand dabei die Voraufführung des gleichnamigen, am Fraunhofer IPK gedrehten ZDF-Spielfilms. »Mit Zwischen den Zeiten wollten wir einen Film über das System der Staatssicherheit und seine Auswirkungen bis in die heutige Zeit erzählen. Dabei hat uns die virtuelle Aktenrekonstruktion als Ausgangspunkt für eine komplexe Beziehungsgeschichte fasziniert. Wissenschaft und neueste deutsche Geschichte, auch für jüngere Zielgruppen erlebbar zu machen, war dabei unser Anliegen«, so der Produzent Ivo-Alexander Beck, Ninety Minute Film GmbH. Der Film erzählt eine Geschichte rund um die Rekonstruktion von Stasiunterlagen durch den am Fraunhofer IPK entwickelten ePuzzler. Die Software wertet zuvor gescannte Schnipsel aus, sucht passende Teile und setzt das Puzzle anschließend virtuell zusammen. Um das Material filmisch umsetzen zu können, arbeitete Produzent Beck sowohl mit dem Projektinitiator und Abteilungsleiter am IPK, Dr. Bertram Nickolay, sowie dem Bundesbeauftragten für die Stasi-Unterlagen, Roland Jahn, zusammen. Die Vorpremiere am Originalschauplatz stattfinden zu lassen,

schuf einen passenden Rahmen, um mit Autoren und Darstellern, Produzent und Regisseur sowie der ZDF-Redaktion zu diskutieren, wie aus Geschichte und Wissenschaft eine spannende Geschichte wird. Die an die Voraufführung anschließende Gesprächsrunde widmete sich daher der Frage, welche Potenziale Geschichtsvermittlung und Wissenschaftskommunikation in Fiction-Formaten bietet, um neue Zielgruppen zu erreichen und das Bewusstsein für die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für die politische Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu schärfen. Die Drehbuchentwicklung von Sarah Schnier und Carl-Christian Demke wurde durch ein BMBF gefördertes MINTiFF-Fellowship unterstützt. Wissenschaftler des Fraunhofer IPK haben die Entwicklung zudem beratend unterstützt. Der Stoff wurde von Hansjörg Thurn inszeniert, die Redaktion lag bei Alexander Bickel und Anna Bütow. Für alle, die nicht an der Veranstaltung teilnehmen konnten: Offizieller Sendetermin ist September/Oktober 2014 im ZDF.

#### ■ Ihr Ansprechpartner

Dr. Bertram Nickolay  
 Telefon: +49 30 39006-201  
[bertram.nickolay@ipk.fraunhofer.de](mailto:bertram.nickolay@ipk.fraunhofer.de)

*Am 13. Mai diskutierten Filmschaffende im Versuchsfeld des PTZ über die Möglichkeiten der Geschichtsvermittlung im fiktionalen Fernsehen.*



## ► Lange Nacht der Wissenschaften

### Experimente rund um den Kickertisch und Berliner Bären per Wasserstrahl

Wie kann man einen Berliner Bären mithilfe von Wasser schneiden und was hat Tischfußball eigentlich mit Fertigungstechnik zu tun? »Schau rein, schlau raus«: Unter diesem Motto fand am 10. Mai die diesjährige und mittlerweile 14. Lange Nacht der Wissenschaften in Berlin und Potsdam statt. 14 800 Wissenshungrige wurden an den Türen der 70 teilnehmenden Einrichtungen gezählt. Mit dabei war in diesem Jahr auch das Fraunhofer IPK. Im Versuchsfeld konnten die Besucher zuschauen, Fragen stellen und vor allem viel experimentieren. So gab es Mitmach-Stationen, an denen man einen Roboter durch einen Hindernisparcours steuern, mit ihm kommunizieren und Industrieroboter durch den Raum führen konnte. Außerdem zeigten Mitarbeiter des IPK, wie man sein Fahrrad ohne technische Vorkenntnisse selbst reparieren und in Selbsthilfe-Werkstätten an individuelle Wünsche anpassen kann. Sehr beliebt waren auch die Berliner Bären zum Mitnehmen, die ein Wasserstrahl zuvor mit einem Druck von bis zu 6000 Bar ausgeschnitten hatte. Eine Live-Vorführung zur Fertigung und Reparatur von Figuren für den heimischen Kickertisch rundete das Erlebnis der Langen Nacht für die 644 Besucher im Versuchsfeld und 112 Gäste im AMP ab.



*Ein starker Wasserstrahl schneidet aus Metall Berliner Bären zum Mitnehmen.*



*Mit Gesten Roboter steuern – eine Besucherin probiert es aus.*

#### ■ Ihr Ansprechpartner

Steffen Pospischil

Telefon: +49 30 39006-140

steffen.pospischil@ipk.fraunhofer.de

## ► Berliner Firmenlauf

### Mit Sambarhythmen durch Berlin

Am 28. Mai, dem Tag vor Himmelfahrt, trafen sich 11 500 Mitarbeiter aus Berliner Unternehmen und Institutionen zum 13. Berliner Firmenlauf. Das gemeinsame Team der Berliner Fraunhofer-Institute war auch dabei und so groß wie noch nie – 70 Mitarbeiter stellten sich der sechs Kilometer langen Strecke, die vom Brandenburger Tor zum sowjetischen Ehrenmal auf der Straße des 17. Juni führte. Genau wie die Teilnehmer der Leichtathletik-Weltmeisterschaft 2009 passierten unsere Läufer Holocaustdenkmal, Wilhelmstraße, Landesvertretungen, Potsdamer Platz, Nordische Botschaften, Tiergarten, Siegessäule, Großer Stern, Schloss Bellevue und den Reichstag. Neben den traditionellen Disziplinen Skaten, Walken und Laufen wurden dieses Jahr auch drei neue Wettbewerbe im Rollstuhlfahren, Handbiking und Einradfahren angeboten. Jeweils drei Läufer bildeten eine Mannschaft, die beste Fraunhofer-Platzierung in der Mannschaftswertung war der 7. Platz, in der Einzelwertung schaffte es ein Läufer vom IPK auf Platz 18. Entlang der Strecke spornten Zuschauer, Sambarhythmen und Trommelwirbel die Teilnehmer gehörig an. Und auch wenn das Wetter nicht wirklich brasilianisch angenehm war, hatten alle trotz Regen und Kälte einen Riesenspaß.



*Mit 70 Teilnehmern war das Berliner Fraunhofer-Team beim Firmenlauf so groß wie noch nie.*

#### ■ Ihre Ansprechpartnerin

Heike Hühns-Krieger

Telefon: +49 30 39006-103

heike.huehns-krieger@ipk.fraunhofer.de

## ► Weitere Zusammenarbeit mit Brasilien

### Neuer Vertrag mit SENAI bis Mai 2019

Gemeinsam mit dem Nationalen Dienst für industrielle Ausbildung Brasiliens, SENAI, plant und implementiert das Fraunhofer IPK derzeit 24 Forschungsinstitute für die angewandte Forschung in Brasilien. Das Projekt läuft bereits seit Juni 2012, am 21. Mai wurde ein neuer Vertrag für weitere fünf Jahre unterschrieben.

Das Fraunhofer IPK berät die brasilianischen Partner bei der strategischen Planung und Implementierung von Forschungseinrichtungen, der Entwicklung einer Zentrale in Brasília zur Unterstützung dieser Institute sowie der Entwicklung und Implementierung eines Evaluationssystems für das entstehende Forschungsnetzwerk. Weitere 15 Fraunhofer-Institute hat das IPK bisher als Technologieexperten in das SENAI-Projekt einbezogen. Als regionale Außenstelle gibt es seit dem 1. Juli 2014 das IPK-Projektbüro in Brasília, geleitet von Dr. Markus Will. Aufgabe des Projektbüros ist es, deutsch-brasilianische Kooperationen für das IPK im Bereich der angewandten Forschung zu stärken. Das Fraunhofer IPK verbindet dafür seine Kompetenzen aus deutschen und europäischen Forschungsprojekten mit der Erfahrung aus zahlreichen internationalen Projekten zur Entwicklung von regionalen Innovationssystemen in Schwellenländern.

Das Projektvolumen der ersten zwei Jahre belief sich auf 2,2 Millionen Euro. Der neue Vertrag bis 2019 beinhaltet ein Budget von

weiteren 6 Millionen Euro. Vier SENAI-Institute wurden in Brasilien bereits feierlich eröffnet. Am 28. Juli absolvierten die zukünftigen Direktoren der SENAI-Institute ein Management-Training am Fraunhofer IPK.

Auch bei einem Treffen zwischen Bundeskanzlerin Angela Merkel und der Präsidentin der Föderativen Republik Brasilien, Dilma Rousseff, am 15. Juni in Brasília war die Installierung der Referenzzentren durch das Fraunhofer IPK und SENAI ein Thema auf der bilateralen Agenda. Rousseff lobte die gute Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Gesellschaft bei der Strukturierung der Forschungs- und Innovationsinstitute in Brasilien. Merkel erklärte: »Wir sollten strategisch gerade diese Kooperation zwischen unseren Ländern ausbauen.«

#### ■ Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl

Telefon: +49 30 39006-233

holger.kohl@ipk.fraunhofer.de

*Unterzeichneten den Vertrag über die weitere Zusammenarbeit: Prof. Holger Kohl, Prof. Eckart Uhlmann (beide Fraunhofer IPK), Prof. Gustavo Leal, Director of Operations, SENAI und Prof. Jefferson Gomes, Executive Manager of Innovation and Technology, SENAI (v. l. n. r.)*



## ► Gelungener Auftritt

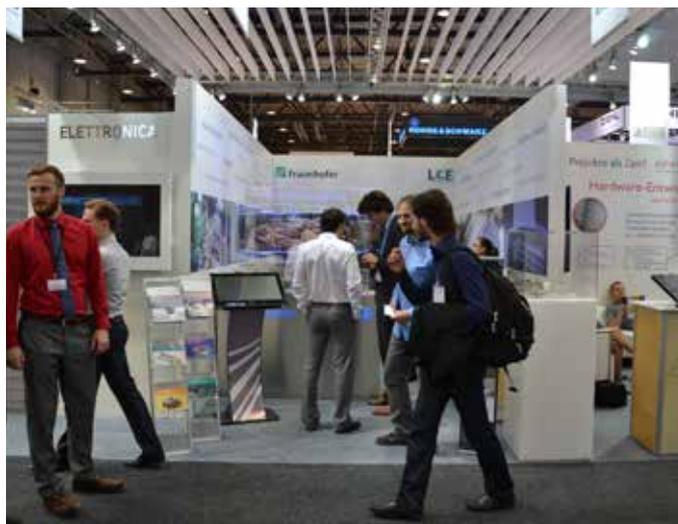
### Fraunhofer-Innovationscluster LCE auf der ILA Berlin Airshow 2014



Die ILA Berlin Air Show ist eine der größten und wichtigsten Luft- und Raumfahrtmessen der Welt. Auch in diesem Jahr präsentierte sie sich vom 20. bis 25. Mai auf dem Gelände des Flughafens Schönefeld wieder als Leistungsschau für alle Geschäftsfelder der Aerospace-Industrie sowie als starker Publikumsmagnet. 227 000 Fach- und Privatbesucher nahmen teil und mit der zweithöchsten Beteiligung in ihrer Geschichte zeigten 1203 Aussteller aus 40 Ländern ihre aktuellen High-Tech-Produkte sowie Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Darunter waren auch die Experten des Fraunhofer-Innovationsclusters LCE, die auf der Messe neueste Konzepte, Technologien und Forschungsthemen der Luft- und Raumfahrttechnik vorstellten.

Das wichtigste Forschungsinteresse liegt momentan darin, Turbomaschinen energieeffizienter und ressourcenschonender zu bauen. Im Fraunhofer-Innovationscluster Life Cycle Engineering (LCE) für Turbomaschinen widmen sich Forscher und Industrieunternehmen dieser Herausforderung entlang aller Lebensphasen: Sowohl bei der Konstruktion, Produktion und Nutzung als auch bei der Wiederverwendung bzw. -verwertung der Rohstoffe gilt es, ökonomische, ökologische und technische Randbedingungen mit einzubeziehen. Auf der ILA Berlin Airshow in Halle 2, Stand 2208 zeigten Mitarbeiter des Clusters Technologien für Turbomaschinen aus aktuellen Forschungsprojekten in den vier Innovationsfeldern »Produktstrategien«, »Digitale Modellbildung und Informationsmanagement«, »Prozess- und Bearbeitungstechnologien« und »Life Cycle Monitoring«.

Aktuelle Ergebnisse des Innovationsclusters, Trends aus der Turbomaschinenforschung und Berichte aus der Praxis wurden außerdem am 21. Mai auf dem Fachforum Turbomaschinen in Fachvorträgen



*Der Fraunhofer-Innovationscluster LCE präsentierte sich erfolgreich auf der diesjährigen ILA mit Messestand und im Fachforum.*

vorgestellt. Über 70 Führungskräfte und Fachleute der Industrie sowie Zulieferer und Kunden nahmen daran teil. In den Präsentationen wurden Technologien entlang des Lebenszyklus von Turbomaschinen von Industriepartnern und Wissenschaftlern vorgestellt und gemeinsam mit dem Publikum diskutiert.

#### ■ Ihre Ansprechpartnerin

Jeannette Baumgarten

Telefon: +49 30 39006-351

jeannette.baumgarten@ipk.fraunhofer.de

## ► Exportschlager Nummer Eins

### Litauen ist an Stasi-Puzzle-Technologie interessiert

Anfang Juni war der Botschafter der Republik Litauen zu Gast im Fraunhofer IPK. S. E. Deividas Matulionis informierte sich in Begleitung von Dr. Gabriele Žaidyte, Kulturattachée der Botschaft, über das Projekt der virtuellen Rekonstruktion der Stasiakten. Die Kollegen der Abteilung Sicherheitstechnik um Dr. Bertram Nickolay sowie die Mitarbeiter des BStU, die im IPK die »gepuzzelten« Dokumente bearbeiten, erläuterten den Gästen aus Litauen das Verfahren. Im Gespräch erklärte der Botschafter sein Interesse an der Technologie, die auch in Litauen zur Rekonstruktion oder zur Digitalisierung zahlreicher Kulturgüter eingesetzt werden könnte. Im Nachgang zu dem Besuch hat die Botschaft bereits Kontakte zu bedeutenden kulturellen Einrichtungen in Litauen hergestellt. Dazu gehören das Zentrum zur Erforschung von Völkermord und Widerstand (Lietuvos gyventojų genocido ir rezistencijos tyrimo centras) sowie das Staatliche Zentralarchiv Litauens (Lietuvos centrinis valstybės archyvas).



Im Bild links der Botschafter, S. E. Deividas Matulionis, in der Mitte Dr. Gabriele Žaidyte, Kulturattachée der Botschaft, rechts Dr. Bertram Nickolay vom IPK

#### ■ Ihr Ansprechpartner

Dr. Bertram Nickolay

Telefon: +49 30 39006-201

bertram.nickolay@ipk.fraunhofer.de

## ► Exportschlager Nummer Zwei

### Canadian Federal Industry informiert sich über das Fraunhofer-Modell

Deputy Minister Knublely aus Kanada informierte sich Mitte Juli im Fraunhofer IPK über die Arbeit bei Fraunhofer und an der TU Berlin. In Begleitung von Richard Tarasofsky, Counsellor (Commercial) und Dr. Bruno Wiest, Science and Technology Trade Commissioner der Kanadischen Botschaft in Berlin, ließ er sich zunächst die Struktur und Finanzierung der Fraunhofer-Gesellschaft erklären. Im Vortrag von Institutsleiter Prof. Uhlmann folgten dann Informationen zum Produktionstechnischen Zentrum und den – auch internationalen – Projekten. Ein ausführlicher Rundgang durch die Versuchsfelder des Hauses führte zu den Stationen »Laser-Pulver-Auftragschweißen«, »Magnet-Impulsumformung«, »Trockeneisstrahlen«, »Roboter-gestützte Bearbeitungsstrategien« sowie ins Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik. Anknüpfungspunkte für eine mögliche Zusammenarbeit gibt es schon. So hat die Abteilung Füge- und Beschichtungstechnik Projektvorschläge mit Firmen und Einrichtungen in der Provinz Alberta erarbeitet.



Im Bild von links: Dr. Bruno Wiest, Science and Technology Trade Commissioner, Embassy of Canada, Prof. Eckart Uhlmann, Institutsleiter Fraunhofer IPK, Deputy Minister Knublely und Dr. Dirk Oberschmidt, Leiter Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik

#### ■ Ihr Ansprechpartner

Steffen Pospischil

Telefon: +49 30 39006-140

steffen.pospischil@ipk.fraunhofer.de

## ► Große Ambitionen

Berlin Brandenburg positioniert sich als Leitregion für Innovationen in Europa



IPK-Institutsleiter Prof. Eckart Uhlmann (links im Bild) war unter den Podiumsgästen des Berlin-Brandenburger Innovationsgipfels, hier zusammen mit Stefan von Schwander, Hüffermann Transportsysteme (mitte) und Nicolas Zimmer, TSB Technologiestiftung Berlin (rechts). (Foto: BYTEFOREST – Sascha Nolte)

Auf dem siebten Innovationsgipfel der Länder Berlin und Brandenburg diskutierten am 23. Juni 2014 rund 250 Entscheidungsträger aus Unternehmen, Wissenschaft, Politik und Verwaltung über die Entwicklung der Hauptstadtregion und die bisherigen Erfolge der gemeinsamen Innovationsstrategie (innoBB). Als einer der größten Forschungsstandorte in Deutschland will Berlin Brandenburg auch europaweit eine Vorreiterrolle übernehmen. Dazu wurden Möglichkeiten zur Verbesserung des Technologietransfers und der branchenübergreifenden Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung erörtert. In Workshops und Podiumsdiskussionen wurden u. a. neue Ansätze für das Innovationsmanagement, Methoden der Innovationsfinanzierung sowie Best Practices erfolgreicher Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Clustern vorgestellt.

Offiziell unterzeichnet wurde der Masterplan für das neue Cluster Optik, an dem auch das Fraunhofer IPK beteiligt ist. Zum innovativen Kern des Clusters gehören insgesamt 390 Technologieunternehmen sowie 10 Hochschulen und 26 außeruniversitäre Forschungseinrichtungen der Region Berlin und Brandenburg. Die im Cluster zusammengefassten Bereiche Optische Technologien und Mikrosystemtechnik gehören zu den wichtigsten Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts und zählen auch auf europäischer Ebene zu den fünf sogenannten »Key Enabling Technologies (KET)«. Ziel des Clusters ist es, Unternehmen und Forschungseinrichtungen den Zugang zu

Ressourcen wie Wissen oder Kapital, sowohl auf lokaler als auch auf internationaler Ebene, zu erleichtern.

Unter den Gästen der abschließenden Podiumsdiskussion war auch IPK-Institutsleiter Prof. Eckart Uhlmann. Zusammen mit Stefan von Schwander, Geschäftsführer der Hüffermann Transportsysteme GmbH, Nicolas Zimmer, Vorstandsvorsitzender der TSB Technologiestiftung Berlin und Prof. Dr. Babara Lenz, Sprecherin des Clusters »Verkehr, Mobilität und Logistik« resümierte er, welche Erfolge der innoBB bereits erkennbar sind. »Die kohärente Cluster-Politik von Berlin und Brandenburg ist eine notwendige Maßnahme zur Schärfung der Alleinstellungsmerkmale der Region. Es wird jetzt darauf ankommen, den Industriestandort Berlin Brandenburg in den Focus zu nehmen und diesen in einer langfristigen Strategie nachhaltig zu stärken. Eine Schlüsselaufgabe wird es sein, die leistungsstarken kleinen und mittleren Unternehmen durch Vernetzung zu Systemlieferanten zu entwickeln«, so Uhlmann.

### ■ Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann  
 Telefon: +49 30 39006-100  
 eckart.uhlmann@ipk.fraunhofer.de

## ► Fraunhofer und der MINT-Nachwuchs

MINT-interessierte SchülerInnen und Studierende können bei Fraunhofer verschiedene Nachwuchsförderprogramme durchlaufen. Viele kommen immer wieder, weil sie hier auf Gleichgesinnte treffen und sowohl Inspiration als auch Beratung für ihren Weg durch Abi und Studium finden. Dr. Bertram Nickolay vom Fraunhofer IPK stellte bei »Talent Take Off – Vernetzen 2014« Ende Juni in Berlin das Stasischnipsel-Projekt vor und beantwortete alle Fragen der Talents.

»Wie lange dauert die Rekonstruktion von ... sagen wir 100 Seiten?« »Wie viele Leute braucht man für so ein Projekt?« »Arbeiten bei Ihnen nur Mathematiker oder auch Physiker oder Ingenieure?« – die Fragen an Dr. Nickolay nahmen gar kein Ende am Abend des 26. Juni in der Tagungsstätte Wannseeforum. Dabei hatten die Organisatoren zuvor leise Zweifel, ob sie die Aufmerksamkeit der 53 SchülerInnen und Studierenden direkt nach dem letzten Gruppenspiel der Deutschen gegen die USA während der Fußballweltmeisterschaft überhaupt würden zurückgewinnen können. Die Sorge war unbegründet. Schließlich waren alle angereizt, um Neues zu erfahren, um ForscherInnen kennenzulernen und um Klarheit zu gewinnen: Welches Berufsbild oder Forschungsthema lässt ihr Herz höher schlagen?

Herausfinden konnten sie das über intensive Gespräche mit anderen Talents und Fraunhofer-Forschern wie Dr. Nickolay, die von ihren Erfahrungen und Projekten berichteten, oder in Workshops wie »Mathematische Modellierung«, »Auftrittskompetenz« oder »Wissenschaftliches Publizieren«. Dazu gab es praktische Beratung zu Themen wie Studienfinanzierung oder mögliche Einstiege bei Fraunhofer.

Viele Talents hatten zuvor bereits andere Fraunhofer-Nachwuchsprogramme absolviert: In der Oberstufe sind vor allem die dreitägigen Talent-Schools beliebt. Danach folgt für viele das Studienorientierungsprogramm »Talent Take Off« mit den Modulen »Einsteigen«, »Durchstarten« und »Vernetzen«, die unabhängig voneinander besucht werden können.

Lena, 22, war schon bei fünf Fraunhofer-Programmen. »Bei meinem ersten Workshop habe ich den ersten Ingenieur meines Lebens kennengelernt – und war fasziniert von dem, was er erzählt hat. Bis dahin dachte ich noch, ich würde Physik studieren, nun ist es also Maschinenbau geworden – und das gefällt mir sehr gut!« 11-Klässler Laurin ist dagegen zum ersten Mal dabei. »Ich überlege, was ich studieren will und wo es für mich hingehen soll. Richtig gut gefallen hat mir das Gespräch mit einer Fraunhofer-Expertin, die Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen studiert hat. Sie hat uns gezeigt, wie interessant und vielfältig das ist, besonders in Hinblick auf Spezialisierungs- und Jobmöglichkeiten.«

Nähere Infos zu den Fraunhofer-Nachwuchsprogrammen:

🔗 [www.fraunhofer.de/talents](http://www.fraunhofer.de/talents)

Text: Ines Bruckschen, Fotos: Jacek Ruta

### ■ Ihr Ansprechpartner

Michael Vogel

Telefon: +49 89 1205-2150

[michael.vogel@zv.fraunhofer.de](mailto:michael.vogel@zv.fraunhofer.de)

*Dr. Bertram Nickolay weckte viel Begeisterung für die IPK-Themen Sicherheitstechnik und Rekonstruktionstechnologie.*





Die 53 Teilnehmer des Fraunhofer Talent Take Off – Vernetzen 2014

#### Das Fraunhofer-Studienorientierungsprogramm »Talent Take Off«

Das Programm richtet sich an alle Schülerinnen, Schüler und Studierende, die sich für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften oder Technik (MINT) interessieren. Auf dem Weg in ein erfolgreiches Studium erhalten die Teilnehmer Einblicke in MINT-Studienfächer und -berufe, erfahren was angewandte Forschung eigentlich bedeutet und können sich mit anderen MINT-Talenten austauschen und bundesweit vernetzen. Am Programm teilnehmen sollten in erster Linie Jugendliche, die bereits an den Nachwuchsprogrammen der Fraunhofer-Gesellschaft und ihrer Kooperationspartner teilgenommen haben. Aber auch alle anderen können sich mit einem Motivationsschreiben bewerben. »Talent Take Off« besteht aus drei Modulen, die unabhängig voneinander besucht werden können.

#### »Talent Take Off – Einsteigen«

##### Studienwahlkurs für die Jahrgangsstufen 10 bis 13

- sechstägiger Kurs
- Technik-Workshops, Laborexperimente, Institutsbesuche und Gespräche mit Studierenden verschiedener Fächer, mit einem Studienberater sowie mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Industrie und Forschung
- Erarbeiten von eigenen Interessen, Stärken und Zielen in einem zweieinhalbtägigen Training mit Profis
- Kontakte knüpfen
- Teilnahmegebühr: 100 Euro, inkl. Unterkunft, Verpflegung, Bustransfers, Freizeitprogramm

#### »Talent Take Off – Durchstarten«

##### Einblick in die angewandte Forschung für Studienanfänger

- viertägiger Kurs
- authentische Einblicke ins Forscherleben
- Einstiegsmöglichkeiten für engagierte Studierende bereits im Bachelor
- Workshops zu Zeitmanagement und Lerntechniken
- Teilnahmegebühr: 50 Euro, inkl. Unterkunft, Verpflegung, Bustransfers, Freizeitprogramm

#### »Talent Take Off – Vernetzen«

##### Alumni-Event für die Jahrgangsstufen 10 bis 13 und Studierende

- viertägige Veranstaltung
- Kontaktknüpfen und Aufbau eines eigenen Netzwerks
- Treffen von MINT-Talenten verschiedener Fachrichtungen aus ganz Deutschland: Fraunhofer-Forscherinnen und Forscher, Studierende sowie Schülerinnen und Schüler
- Fachvorträge zu aktuellen Forschungen bei Fraunhofer und Workshops rund ums Studium und um Karrieren in Wissenschaft und Forschung
- Teilnahmegebühr: 100 Euro, inkl. Unterkunft, Verpflegung, Bustransfers, Freizeitprogramm

Weitere Informationen zu den MINT-Nachwuchsprogrammen der Fraunhofer-Gesellschaft gibt es auch unter: [www.mytalent-portal.de](http://www.mytalent-portal.de)

## ► Weiterbildung für die industrielle Bauteilreinigung

### Praxisseminar zur Teilereinigung und Forum Strahltechnik

Der November am Fraunhofer IPK steht ganz im Zeichen der praktischen Weiterbildung in der Reinigungstechnik. Am 12. November bereiten wir Teilnehmer des Praxisseminars »Industrielle Teilereinigung mit Kohlendioxid« auf den anwendungsgerechten und effizienten Einsatz unterschiedlicher CO<sub>2</sub>-Technologien vor. Das Trockeneis- und CO<sub>2</sub>-Schneestrahlen oder das Reinigen mit flüssigem und überkritischem Kohlendioxid sind eine umweltfreundliche und wirtschaftliche Alternative zu chemischen und mechanischen Reinigungsmethoden. In Vorträgen und praktischen Übungen vermitteln wir grundlegenden Verfahrensprinzipien und geben Einblicke in die Anlagentechnik.

Vom 13. bis 14. November stehen aktuelle Berichte aus Forschung und Industrie, praktische Demonstrationen neuester technologischer Anwendungen und die Diskussion spezieller Problemstellungen im Mittelpunkt des Forum Strahltechnik (ehemals IAK Trockeneisstrahlen). Gemeinsam mit Strahlanlagenherstellern, Strahlmittelproduzenten, Dienstleistern, Endanwendern und FuE-Einrichtungen werden Themen wie CO<sub>2</sub>-Strahlen, Druck-, Schleuder- und Wasserhochdruckstrahlen diskutiert sowie aktuelle Forschungsergebnisse, Marktdaten und Trends vorgestellt. Anmeldungen und weitere Informationen zu beiden Veranstaltungen:

🔗 [www.ipk.fraunhofer.de/weiterbildung](http://www.ipk.fraunhofer.de/weiterbildung)



#### ■ Ihr Ansprechpartner

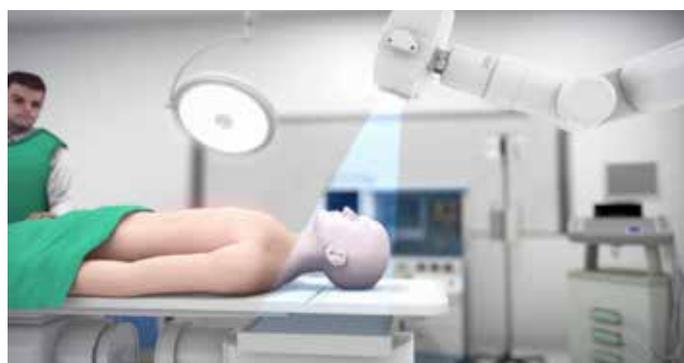
Dipl.-Ing. Simon Motschmann

Telefon: +49 30 39006-269

[simon.motschmann@ipk.fraunhofer.de](mailto:simon.motschmann@ipk.fraunhofer.de)

## ► ORBIT goes International

### Fraunhofer IPK auf der RSNA in Chicago



Nach sehr erfolgreichen Messeauftritten auf der MEDICA in den letzten drei Jahren wagen die Medizintechnikexperten des Fraunhofer IPK jetzt den Sprung über den großen Teich: Während der 100. Jahrestagung der Radiological Society of North America (RSNA) vom 30. November bis 5. Dezember 2014 in Chicago stellen sie ihr BMBF-Prestige-Projekt ORBIT erstmals auf dem amerikanischen Kontinent vor. Rund 700 Aussteller aus aller Welt werden zur

Technologiemesse der RSNA erwartet, darunter auch fünf weitere Fraunhofer-Institute. Mit mehr als 26 000 Teilnehmern ist die RSNA-Jahrestagung einer der weltgrößten Radiologenkongresse. »ORBIT ist das weltweit erste offene 3D-Röntgensystem. Wir sind dankbar, dass wir diese Innovation mit Unterstützung des BMBF und der beteiligten Projektpartner entwickeln konnten und stolz, sie auf der 100. RSNA einem breiten Publikum vorstellen zu dürfen. Wir beabsichtigen ORBIT im Rahmen des Förderprogramms 'Medizintechnische Lösungen bei Multimorbidität', das sich aus den Handlungsempfehlungen des Nationalen Strategieprozesses 'Innovationen in der Medizintechnik' ableitet, anwendungsspezifisch weiter zu entwickeln«, so Prof. Erwin Keeve, Leiter des Geschäftsfeldes Medizintechnik am IPK.

#### ■ Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Erwin Keeve

Telefon: +49 30 39006-120

[erwin.keeve@ipk.fraunhofer.de](mailto:erwin.keeve@ipk.fraunhofer.de)

## ► Termine

### Mehr Können – Veranstaltungen 2014

Unsere Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung präsentieren wir regelmäßig auf Messen, Konferenzen, Technologietagen, Industrieworkshops und in Seminaren. Wo und wann Sie mit uns ins Gespräch kommen können, verrät Ihnen unser Terminkalender.

01.–05. September 2014	Seminar: Six Sigma Green Belt (Teil 1), Berlin
11. September 2014	4. Berliner Requirements Engineering Symposium, Berlin
22.–23. September 2014	Workshop: Abtragende Verfahren in der Mikroproduktion, Berlin
22.–26. September 2014	Seminar: Six Sigma Black Belt (Teil 1), Berlin
23. September 2014	Seminar: Wissensmanagement mit Social Media, Berlin
24.–26. September 2014	Grundlagenseminar Reinigungstechnik, Dresden
25.–26. September 2014	Wissensbilanz-Intensivseminar für ModeratorInnen, Stufe 1, Frankfurt a. M.
29.–30. September 2014	Seminar: Geschäftsprozessmanagement für Einsteiger, Berlin
01. Oktober 2014	International Master (M.Sc.) Global Production Engineering, Berlin
13.–17. Oktober 2014	Seminar: Six Sigma Green Belt (Teil 2), Berlin
03.–07. November 2014	Seminar: Six Sigma Black Belt (Teil 2), Berlin
12. November 2014	Seminar: Industrielle Teilereinigung mit Kohlendioxid, Berlin
12. November 2014	Workshop: Ressourceneffizienz in der Turbomaschinenentwicklung, Berlin
13.–14. November 2014	Forum Strahltechnik, Berlin
13. November 2014	Seminar: Globales Qualitätsmanagement, Berlin
14. November 2014	Workshop: PLUG-IN VR, Berlin
24. November 2014	Seminar: Best Practice Manager, Berlin
24.–25. November 2014	Seminar: Six Sigma Yellow Belt, Berlin
25.–28. November 2014	EuroMold, Frankfurt a. M.
01.–02. Dezember 2014	Seminar: Qualitätsmanagement in der Produktanlaufphase, Berlin

Weitere Informationen zu den Veranstaltungen und Möglichkeiten zur Anmeldung finden Sie unter

☞ [www.ipk.fraunhofer.de/weiterbildung](http://www.ipk.fraunhofer.de/weiterbildung)

## TIPP

### 4. Berliner Requirements Engineering Symposium, 11. September 2014, Hotel Waldorf Astoria, Berlin

Requirements Management & Engineering (RM&E) ist ein integraler Bestandteil der Entwicklungsprozesse in global agierenden sowie kleinen und mittelständischen Unternehmen. Die effektive Erfassung, Strukturierung, Analyse und Verwaltung von Anforderungen stellt die Basis für den Projekterfolg dar. Mittlerweile haben sich in der Praxis unterschiedliche Prozesse und IT-Lösungen mit einem variierenden Umfang und Detaillierungsgrad für RM&E etabliert. Das Berliner Requirements Engineering Symposium findet bereits zum vierten Mal statt und widmet sich unter dem Motto **»Anforderungsmanagement erfolgreich umgesetzt!«** den

Prozessen und IT-Lösungen aus dem RM&E-Alltag. Sie erfahren in praxisnahen Vorträgen, wie andere Unternehmen ihre Herausforderungen bewältigen und welche Erfahrungen sie dabei gemacht haben. Darüber hinaus bietet die Tagung eine interessante Plattform zur Vertiefung, Vernetzung und zum Meinungsaustausch zwischen der Industrie, den Dienstleistungsanbietern und den IT-Werkzeugherstellern.

Weitere Informationen finden Sie hier:

☞ [www.berliner-re-symposium.de](http://www.berliner-re-symposium.de)

## Kurzprofil

### Produktionstechnisches Zentrum (PTZ) Berlin

Das Produktionstechnische Zentrum PTZ Berlin umfasst das Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF der Technischen Universität Berlin und das Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK.

Im PTZ werden Methoden und Technologien für das Management, die Produktentwicklung, den Produktionsprozess und die Gestaltung industrieller Fabrikbetriebe erarbeitet. Zudem erschließen wir auf Grundlage unseres fundierten Know-hows neue Anwendungen in zukunftsreichen Gebieten wie der Sicherheits-, Verkehrs- und Medizintechnik.

Besonderes Ziel des PTZ ist es, neben eigenen Beiträgen zur anwendungsorientierten Grundlagenforschung neue Technologien in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft zu entwickeln. Das PTZ überführt die im Rahmen von Forschungsprojekten erzielten Basisinnovationen gemeinsam mit Industriepartnern in funktionsfähige Anwendungen.

Wir unterstützen unsere Partner von der Produktidee über die Produktentwicklung und die Fertigung bis hin zur Wiederverwertung mit von uns entwickelten oder verbesserten Methoden und Verfahren. Hierzu gehört auch die Konzipierung von Produktionsmitteln, deren Integration in komplexe Produktionsanlagen sowie die Innovation aller planenden und steuernden Prozesse im Unternehmen.



### Ihre Ansprechpartner im PTZ Berlin

#### Unternehmensmanagement

Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl  
Telefon +49 30 39006-233  
holger.kohl@ipk.fraunhofer.de

#### Virtuelle Produktentstehung, Industrielle Informationstechnik

Prof. Dr.-Ing. Rainer Stark  
Telefon +49 30 39006-243  
rainer.stark@ipk.fraunhofer.de

#### Produktionssysteme, Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann  
Telefon +49 30 39006-101  
eckart.uhlmann@ipk.fraunhofer.de

#### Füge- und Beschichtungstechnik (IPK)

Prof. Dr.-Ing. Michael Rethmeier  
Telefon +49 30 8104-1550  
michael.rethmeier@ipk.fraunhofer.de

#### Füge- und Beschichtungstechnik (IWF)

Prof. Dr.-Ing. Rainer Stark (komm.)  
Telefon +49 30 314-25415  
rainer.stark@tu-berlin.de

#### Automatisierungstechnik, Industrielle Automatisierungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger  
Telefon +49 30 39006-181  
joerg.krueger@ipk.fraunhofer.de

#### Montagetechnik und Fabrikbetrieb

Prof. Dr.-Ing. Günther Seliger  
Telefon +49 30 314-22014  
guenther.seliger@mf.tu-berlin.de

#### Qualitätsmanagement, Qualitätswissenschaft

Prof. Dr.-Ing. Roland Jochem  
Telefon +49 30 39006-118  
roland.jochem@ipk.fraunhofer.de

#### Medizintechnik

Prof. Dr.-Ing. Erwin Keeve  
Telefon +49 30 39006-120  
erwin.keeve@ipk.fraunhofer.de

### Fraunhofer- Innovationscluster

#### LCE Life Cycle Engineering

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann  
Telefon +49 30 39006-100  
eckart.uhlmann@ipk.fraunhofer.de

#### Next Generation ID

Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger  
Telefon +49 30 39006-183  
joerg.krueger@ipk.fraunhofer.de

### Fraunhofer-Allianzen

#### AdvanCer

Hochleistungskeramik  
Christian Schmiedel  
Telefon +49 30 39006-267  
christian.schmiedel@ipk.fraunhofer.de

#### autoMOBILproduktion

Dipl.-Ing. Eckhard Hohwieler  
Telefon +49 30 39006-121  
eckhard.hohwieler@ipk.fraunhofer.de

#### Generative Fertigung

Dipl.-Ing. Benjamin Graf  
Telefon: +49 39006-374  
benjamin.graf@ipk.fraunhofer.de

#### Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Dipl.-Ing. Raphael Thater  
Telefon +49 30 39006-375  
raphael.thater@ipk.fraunhofer.de

#### Reinigungstechnik

Dr.-Ing. Martin Bilz  
Telefon +49 30 39006-147  
martin.bilz@ipk.fraunhofer.de

#### SysWasser

Dipl.-Ing. Gerhard Schreck  
Telefon +49 30 39006-152  
gerhard.schreck@ipk.fraunhofer.de

#### Verkehr

Dipl.-Ing. Werner Schönewolf  
Telefon +49 30 39006-145  
werner.schoenewolf@ipk.fraunhofer.de

### Arbeitskreise

#### Berliner Runde (Werkzeugmaschinen)

Dipl.-Ing. (FH) Lukas Prasol, M. Sc.  
Telefon +49 30 314-23568  
prasol@iwf.tu-berlin.de

#### Keramikbearbeitung

Dipl.-Ing. Florian Heitmüller  
Telefon +49 30 314-23624  
heitmueller@iwf.tu-berlin.de

#### Mikroproduktionstechnik

Dr.-Ing. Dirk Oberschmidt  
Telefon +49 30 39006-159  
dirk.oberschmidt@ipk.fraunhofer.de

#### Strahltechnik

Simon Motschmann  
Telefon +49 30 39006-269  
simon.motschmann@ipk.fraunhofer.de

#### Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe

M. Sc. Dipl.-Ing. (FH) Paul Fürstmann  
Telefon +49 30 314-21791  
paul.fuerstmann@iwf.tu-berlin.de

### Kompetenzzentren

#### Additive Fertigung

Dipl.-Ing. André Bergmann  
Telefon: +49 39006-107  
andre.bergmann@ipk.fraunhofer.de

#### Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik (AMP)

Dr.-Ing. Dirk Oberschmidt  
Telefon +49 30 39006-159  
dirk.oberschmidt@ipk.fraunhofer.de

#### Benchmarking

Dipl.-Wirt.-Ing. Oliver Riebartsch  
Telefon +49 30 39006-262  
oliver.riebartsch@ipk.fraunhofer.de

#### Elektromobilität

Dipl.-Ing. Werner Schönewolf  
Telefon +49 30 39006-145  
werner.schoenewolf@ipk.fraunhofer.de

#### Mehr Können – Veranstaltungen 2014

Claudia Engel  
Telefon +49 30 39006-238  
claudia.engel@ipk.fraunhofer.de

#### PDM/PLM

Dr.-Ing. Haygazun Hayka  
Telefon +49 30 39006-221  
haygazun.hayka@ipk.fraunhofer.de

#### Prozessmanagement

Dr.-Ing. Thomas Knothe  
Telefon +49 30 39006-195  
thomas.knothe@ipk.fraunhofer.de

#### Simulation und Fabrikplanung

Dr.-Ing. Thomas Knothe  
Telefon +49 30 39006-195  
thomas.knothe@ipk.fraunhofer.de

#### Self-Organising Production (SOPRO)

Dipl.-Ing. Eckhard Hohwieler  
Telefon +49 30 39006-121  
eckhard.hohwieler@ipk.fraunhofer.de

#### Virtual Reality Solution Center (VRSC)

Dr.-Ing. Johann Habakuk Israel  
Telefon +49 30 39006-109  
johann.habakuk.israel@ipk.fraunhofer.de

#### Wissensmanagement

Dipl.-Kfm. Ronald Orth  
Telefon +49 30 39006-171  
ronald.orth@ipk.fraunhofer.de

#### Zentrum für Innovative Produktentstehung (ZIP)

Dr.-Ing. Haygazun Hayka  
Telefon +49 30 39006-221  
haygazun.hayka@ipk.fraunhofer.de