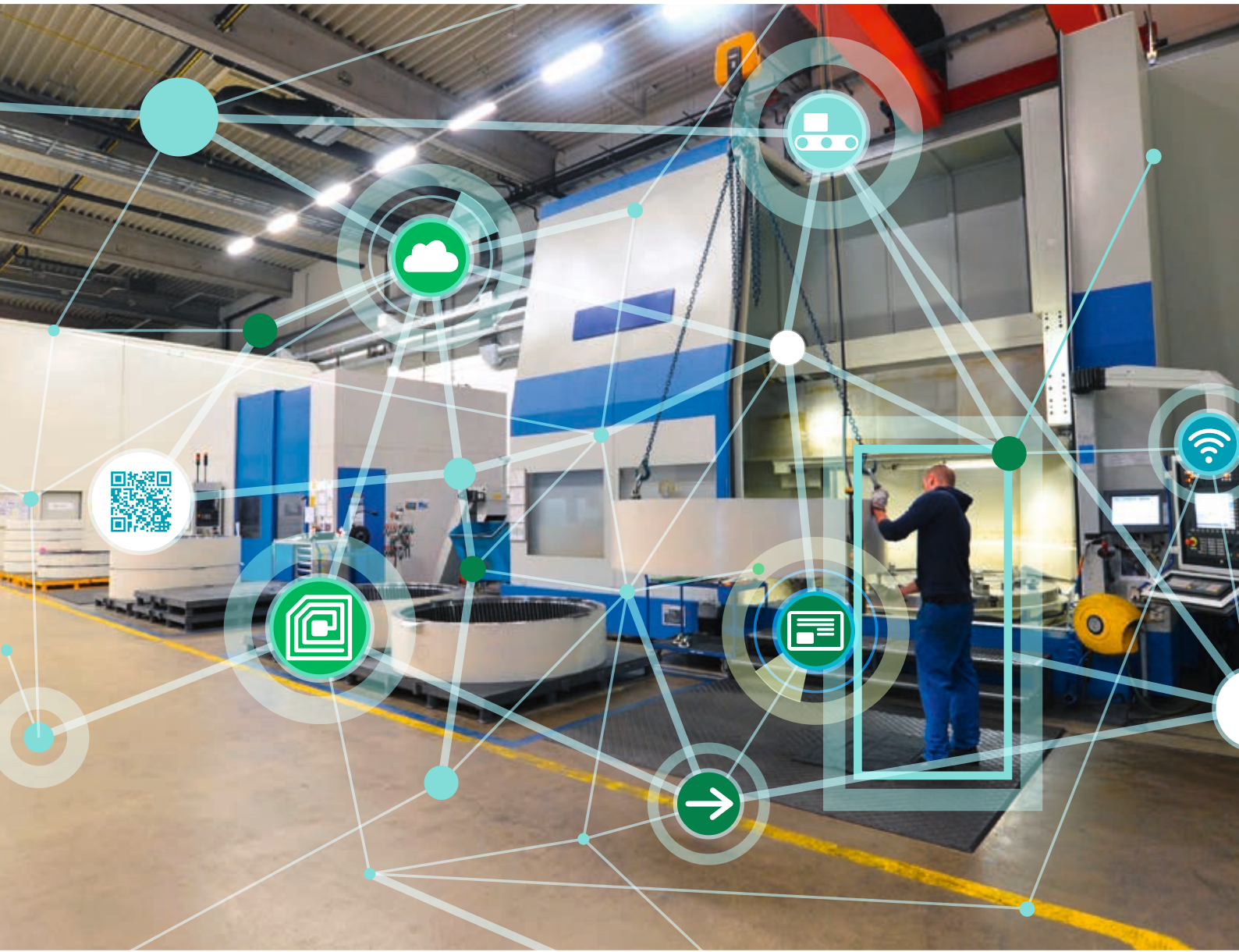


FUTUR

Vision Innovation Realisierung

Vernetzung in der Produktion



Wie aus einem Guss

Fraunhofer IPK auf der Hannover Messe 2018

Daten punktgenau erfassen

Sensorik in additiv gefertigten Bauteilen

Inhalt

- 04** Wie aus einem Guss – Fraunhofer IPK auf der Hannover Messe 2018
- 06** Smarte Produktionsumgebung – Digital integrierte Technologien
- 08** ADAPT – Intelligente Fertigungsumgebung
- 10** DigiMA – Digitale Produktions- und Maintenance-Assistenz
- 12** VR-Twin – Monteurgerechte Anlagenumplanung
- 14** SMART – Sensorbasierte Wartung und Instandhaltung
- 16** Daten punktgenau erfassen – Sensorik in additiv gefertigten Bauteilen
- 18** Smart Service Customization – Datenanalyse für individuelle Dienstleistungen
- 20** Aber sicher! Informationssicherheit in der vernetzten Produktion
- 22** Interview: Luftfahrt 4.0, Heiko Witte, Rolls-Royce
- 24** Firmenporträt: Alfred Jäger GmbH
- 25** Maschinenporträt: Höchstleistung für mehr Qualität – Jäger-Schnellfrequenzspindel Z-Line
- 26** Ereignisse und Termine
- 32** PTZ im Überblick

Editorial

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

liest man derzeit die Fachpresse aus dem Gebiet der Produktionstechnik, lässt sich leicht der Eindruck gewinnen, dass alles »smart«, »intelligent«, »cloudbasiert« und ohnehin »cyber« ist. Dies geht uns mit unserem Magazin FUTUR nicht anders. Dabei sollte aber nicht vergessen werden, dass nach wie vor neue Entwicklungen im Bereich der Maschinen-Hardware mehr als erforderlich sind.

Trotz aller IT und ihrer Vernetzung, die im vorliegenden Heft zur Hannover Messe natürlich eine große Rolle spielt, hat es eine Schnellfrequenzspindel für eine 3-Achs-Hochpräzisionsfräsmaschine ins Heft geschafft. Hohe Spindeldrehzahlen sowie sehr gute Rund- und Planlauf Eigenschaften helfen uns bei der Fertigung hochpräziser Werkstücke – ganz klassisch.

Die Notwendigkeit einer durchgehenden Digitalisierung der Prozessketten ist unbestritten: Überall wird aber immer noch gefräst, gedreht oder gebohrt. Und es gibt immer noch die Probleme, die schon unsere Vorfahren vor mehr als 100 Jahren hatten. Es schwingt, es verschleißt und es verändern sich Werkzeuge und Bauteile in thermischer Abhängigkeit. Nur wissen wir heute dank der Sensorik in den Anlagen viel besser darüber Bescheid und können geeignete Maßnahmen dagegen treffen – vor allem mithilfe der zuvor genannten »cleveren« Systeme. Häufig können wir mittels Simulation vorab genau sagen, was passieren sollte – die Wahrheit zeigt sich dann aber immer noch auf der Maschine.

Wie aber werden Bauteile oder Maschinen smart? Ein schönes Beispiel bieten die Verfahren der additiven Fertigung. Sie ermöglichen es, Sensoren an den Stellen einzubauen, an denen sie wirklich gebraucht werden – dort in der Maschine, wo es



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

»heiß hergehen« kann. Details hierzu finden Sie in dieser FUTUR.

Dass unsere Expertise in diesem Zusammenspiel von Hardware, Sensorik und Software auch international gefragt ist, zeigt aktuell unsere neue Kooperation in Brasilien im Rahmen des Berliner Leistungszentrums »Digitale Vernetzung«. Mit dem Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) in São Paulo, einem der größten brasilianischen Forschungsinstitute, werden wir in den nächsten fünf Jahren gemeinsam Themen wie Industrie 4.0, Smart Cities und Sustainable Cities adressieren. Dass hier ein besonders hoher FuE-Bedarf besteht, hat auch die erste Industrie-4.0-Konferenz unseres Fraunhofer Project Centers for Advanced Manufacturing @ ITA Anfang März in São José dos Campos gezeigt, zu der wir rund 280 hochrangige Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft begrüßen konnten.

Wie die digitale Vernetzung von einzelnen Hardware-Komponenten oder ganzen Maschinen und Anlagen Mehrwerte für die Fertigung schafft, zeigen wir auf der Hannover Messe. Eine Vorschau finden Sie hier im Heft und ich lade Sie herzlich ein, sich vor Ort von unseren Technologien zu überzeugen.

Eckart Uhlmann

Impressum

FUTUR 1/2018
20. Jahrgang
ISSN 1438-1125

Herausgeber

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

Mitherausgeber

Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl
Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger
Prof. Dr.-Ing. Michael Rethmeier
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
Saskia Waldenburger

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

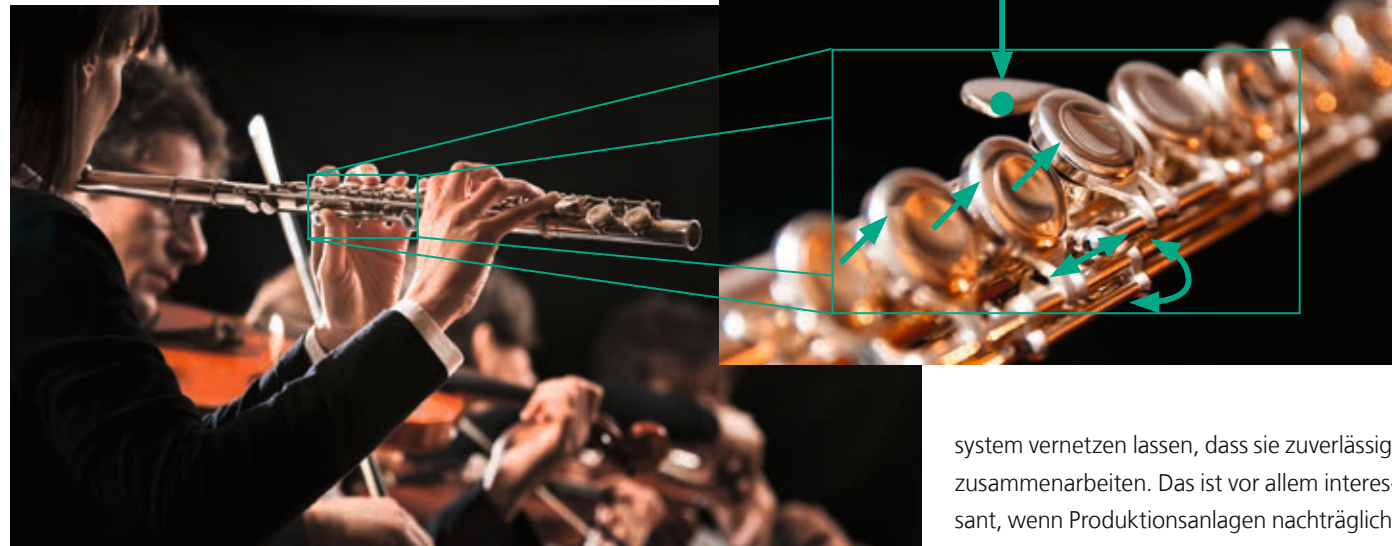
Alfred Jäger GmbH: 24
Fotolia / Industrieblick: 1, 5
Fraunhofer IPK / Steffen Pospischil: 29 unten
Fraunhofer IPK / Angela Salvo: 28 unten
Fraunhofer IPK / Katharina Strohmeier:
29 oben
IPT: 28 oben
iStockphoto / Kinwun: 6
ITA / Beatriz Grassi: 27
Dr. Inken Vogt: 26 unten

Vernetzung in der Produktion

Wie aus einem Guss

Fraunhofer IPK auf der Hannover Messe 2018

Orchestermusik: Viele Einzelteile wirken zusammen, um ein wohlklingendes Ganzes zu formen. Denkt man darüber nach, wie in der Musik ein harmonisches Klangbild entsteht, so gilt der naheliegende erste Gedanke den Individuen des Orchesters: Nur wenn der einzelne Musiker, das einzelne Instrument sich stimmig in die Komposition einfügt, entsteht ein runder Gesamteindruck. Darüber vergisst man leicht, dass auch jedes Instrument für sich ein Netzwerk aufeinander abgestimmter Komponenten ist, die zunächst perfekt in sich funktionieren müssen, ehe sie sich in das größere Ganze einfügen können. Diesem Gedanken folgen die beiden Exponate, mit denen sich das Fraunhofer IPK auf der Hannover Messe 2018 präsentiert. Auf zwei Fraunhofer-Ständen befassen wir uns in verschiedenen Zoomstufen mit dem Thema Vernetzung in der Produktion.



system vernetzen lassen, dass sie zuverlässig zusammenarbeiten. Das ist vor allem interessant, wenn Produktionsanlagen nachträglich ergänzt werden sollen.

Unser Demonstrator nimmt das Beispiel einer Kunststoffbauteil-Fertigung aus dem letzten Jahr auf – doch 2018 können Besucher die Produktion mit personalisierten Parametern anstoßen und das fertige Produkt freigeben und mitnehmen. In dem Exponat arbeiten eine Bearbeitungszelle und ein Handlingsystem zusammen – als Beispiel, wie Fertigungstechnologien über verschiedene Hersteller und Standards hinweg variabel vernetzt werden.

Unser dienstebasiertes Vernetzungskonzept betrachtet jeden Teilablauf als gekapselte Einheit. Diese können flexibel zu immer neuen

ponenten schon in einer einzigen Maschine Mehrwerte für die Fertigung schafft.

► Synchronisierung heterogener Produktionssysteme

Vernetzte Produktionsanlagen sind selten »aus einem Guss«. Ein Bearbeitungszentrum steht neben einer Produktionszelle eines anderen Herstellers und Steuerbausteine weiterer Anbieter müssen integriert werden. Auf dem **Stand des Verbunds Produktion in Halle 17** zeigen wir, wie sich solche heterogenen Anlagen mit überschaubarem Aufwand so zu einem Gesamt-

► Ein Bild, zwei Ausschnitte

Beim Verbund Produktion betrachten wir die größeren Zusammenhänge. Hier zeigen wir, wie heterogene Anlagen so orchestriert werden können, dass sie reibungslos und effizient zusammenarbeiten – über Hersteller und Standards hinweg. Enger ist der Blickwinkel unseres Exponats auf dem Fraunhofer-Hauptstand. Gemeinsam mit unseren Partnern im Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« (LZDV), den Fraunhofer-Instituten FOKUS, HHI und IZM, eröffnen wir den Blick in das Innere einer Anlage. Hier wird deutlich, wie die Vernetzung von Kom-



Vernetzung und digitale Integration von Produktionssystemen sind die Themen des Fraunhofer IPK auf der Hannover Messe 2018.

Abläufen kombiniert werden, um auftragsindividuelle Prozesse zu kreieren. Vorhandene – auch ältere – Anlagen werden mithilfe einer Bibliothek virtueller Adapter eingebunden. Die Adapter werden als Soft-SPS den Anlagen vorgelagert, ein direkter Zugriff auf deren Steuerung ist nicht nötig. Die Vernetzung kann über eine Cloud erfolgen.

Neueinrichtungen oder Erweiterungen von Produktionsprozessen werden mit einem digitalen Zwilling abgesichert. Dazu werden mit Originaldaten Abläufe simuliert und Machbarkeiten geprüft. Im Produktionsablauf werden die erforderlichen Prozessschritte über einen Informationsmanagement-Monitor ausgelöst und überwacht.

► Smarte Produktionsumgebung

Das LZDV präsentiert auf dem **Fraunhofer-Hauptstand in Halle 2** mit dem Exponat »Smarte Produktionsumgebung« eine Anwendungslösung des digital vernetzten Arbeitens in der Produktion. Am Beispiel einer Roboteranlage zur Bearbeitung von Werkstücken wird gezeigt, wie Digitalisierungslösungen mit integrierter Bereitstellung von Anlagen- und Prozessassistenz ein schnelles Einrichten der Bearbeitungsaufgabe unterstützen. Durch digitale Assistenz und angepasste Mensch-Technik-Kooperation wird Produktionsarbeit neu gestaltet und der Einsatz von Robotern für Fertigungsaufgaben erleichtert.

Mittelpunkt des Demonstrators ist ein Robotersystem, das die Zukunftstechnologien – gestenbasierte Roboterprogrammierung, digitale Assistenzsysteme, Simulation und Synchronisation mit dem digitalen Zwilling, Informationsvisualisierung in der Anlagenumgebung durch Augmented Reality sowie Überwachung durch Sensorik und Edge-basiertes Zustandsmonitoring zur durchgängigen Unterstützung der Produktionsarbeit demonstriert.

In unserem Szenario für mobiles kontextbasiertes Arbeiten von Werker und Instandhalter werden multimediale Interaktion und Kooperation mit dem Anlagensystem demonstriert. Die Kopplung der Anlage und Prozesse mit ihren virtuellen Abbildern und Modellen erfolgt in Echtzeit. Mit AR-Visualisierungstechniken wird Assistenz in die Arbeitsumgebung integriert. Dabei werden insbesondere die mobile Bereitstellung kontextbasierter Informationen für Mitarbeiter in ihrer jeweiligen Aufgabensituation und in der Umgebung sowie Möglichkeiten der multimedialen und multimodalen Interaktion und Kooperation mit den Anlagensystemen selbst thematisiert. Wesentliche Funktionen sind die Einbettung und der Abgleich der virtuellen digitalen Abbilder und Modelle mit den Anlagen und Prozessen der realen Welt. Durch Echtzeitanbin-

dung vielfältiger Sensorinformationen werden das reale Anlagenverhalten und die begleitenden Prozesse digital erfasst, zeitnah ausgewertet und mit den virtuellen Modellen korreliert. Die Ergebnisse aus der Prozess- und Simulationsauswertung werden mit geeigneten Visualisierungstechniken direkt in die Arbeitssituation und reale Umgebung eingebettet. ■

Fraunhofer IPK auf der Hannover Messe 2018

Besuchen Sie uns

- auf dem Stand des Fraunhofer-Verbunds Produktion: Halle 17, Stand C18
- auf dem Fraunhofer-Hauptstand: Halle 2, Stand C22

Ort: Messe Hannover

Datum: 23. bis 27. April 2018

Öffnungszeiten: Täglich 9:00 bis 18:00 Uhr

www.ipk.fraunhofer.de/hm18

Ihre Ansprechpartnerin

Katharina Strohmeier
Telefon: +49 30 39006-140
katharina.strohmeier@ipk.fraunhofer.de

Smarte Produktionsumgebung

Digital integrierte Technologien

Der Mehrwert der digitalen Vernetzung lässt sich nur dann nutzen, wenn die Systeme verschiedenster Fachdomänen von Soft- und Hardwareentwicklung bis zu Funk- und Vernetzungstechnik als integrierte Gesamtlösung funktionieren. Das Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« macht mit modularen und skalierbaren Lösungen deutlich, dass das Internet der Dinge und Industrie 4.0 für Unternehmen jeder Größe ökonomisch umsetzbar sind – vom Start-up über den Mittelstand bis zum Großkonzern. In unserem Exponat auf dem Fraunhofer-Hauptstand greifen Technologien und Lösungen aller beteiligten Partner zuverlässig ineinander.

Die Digitalisierung und die damit einhergehenden Vernetzungsmöglichkeiten von Maschinen- und Anlagenkomponenten, Systemen und Prozessen zwischen unterschiedlichsten Akteuren eröffnen für die Produktion eine Vielzahl neuer Chancen. Die Vernetzung als Kernthema von Industrie 4.0 erschließt neue Möglichkeiten und Wege für die Überwachung und Optimierung von Produktionsabläufen bis hin zur autonomen selbstorganisierenden Fertigungsplanung und -steuerung. Alle Produktionsmittel und Produkte sind miteinander vernetzt, sie sind

identifizierbar und lokalisierbar. Maschinen, Werkstücke, Werkzeuge und Transportmittel kommunizieren, tauschen autonom miteinander Daten aus, sie initiieren und beeinflussen Fertigungsschritte und logistische Prozesse. Produktionsabläufe können auf diese Weise intelligent aufeinander reagieren. Diese Ansätze steigern die Flexibilität in der Produktion bis hin zur bauteilgetriebenen Einzelfertigung und machen die damit einhergehende Komplexität der Abläufe beherrschbar.

Vernetzung in der Produktion

Wie digitale Transformation gelingen kann, zeigen wir auf der Hannover Messe anhand einer smarten Produktionsumgebung. In deren Zentrum steht ein Robotersystem, das mit unterschiedlichsten IoT-Technologien verknüpft ist.

► Gestenbasierte Roboterprogrammierung

Der Messedemonstrator verwendet eine hochautomatisierte Programmerzeugung. Dies ermöglicht eine schnelle Parametrisierung der Roboterbahn. Mit SPS und einem passend entwickelten Softwareinterface wird ein älteres Robotermodell in die moderne Fertigungsumgebung eingebunden. Dies erlaubt die Integration neuer, in Hochsprachen entwickelter Bildverarbeitung und stellt die Grundlage für die präsentierte gestenbasierte Programmierumgebung.

► Digitale Produktions- und Maintenance-Assistenz

In Produktion und Service behindern sowohl zu wenige als auch zu viele Informationen effiziente Prozesse. Assistenzsysteme, die Mitarbeiter kontextbezogen und interaktiv unterstützen, machen Prozesse effizienter. Sie entlasten von nichtwertschöpfenden Tätigkeiten und führen zielgerichtet durch den Prozess. Auf der Messe führt ein mobiles Assistenzsystem den Besucher interaktiv durch den Showcase und nutzt dabei Informationen von allen beteiligten Systemen.

► Virtueller Fabrikzwilling

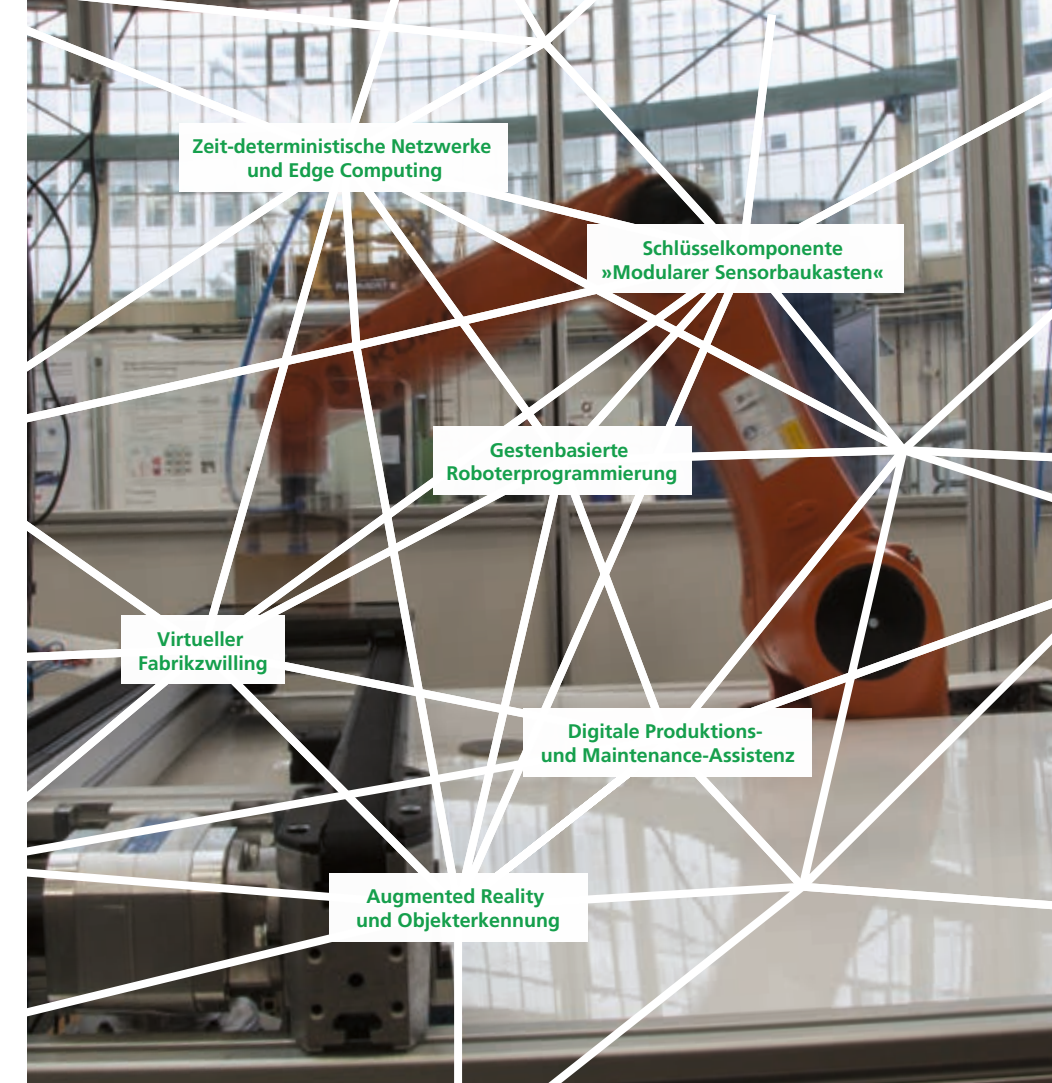
Die Erweiterung des digitalen Fabrikzwillings durch Virtual-Reality-Komponenten ermöglicht die Integration eines weiteren systemrelevanten Faktors: den Menschen. Durch die Spiegelung des Fabrikzwillings in eine virtuelle Umgebung wird die Anlage für den Anlagenplaner begehbar, erlebbar und interaktiv bedienbar. Das ermöglicht neben der Absicherung von Human Factors, wie Montierbarkeit und Sicherheitsüberprüfungen, eine visuelle Analyse des Anlagenverhaltens und der Werkstückverarbeitung.

► Augmented Reality und Objekterkennung

Wir verwenden die Technologie der Augmented Reality (AR) in Verbindung mit Interaktion und Objekterkennung. Das System erkennt in unserem Exponat die exakte Lage eines Werkstücks, die AR-Projektion reichert das Werkstück und die Arbeitsfläche mit Informationen an, und der Nutzer kann per Fingerzeig auf das Objekt definieren, an welcher Stelle das Werkstück vom Roboter bearbeitet werden soll.

► Schlüsselkomponente »Modularer Sensorbaukasten«

Zur einfachen und schnellen Erprobung von Hardware-Prototypen steht ein modularer Sensorbaukasten zur Verfügung. Angepasst an den konkreten Anwendungsfall werden aus voll funktionstüchtigen Modulen autonome Sensoren kostengünstig und in kürzes-



ter Zeit aufgebaut. Dabei können auch sehr spezifische Sensoren, zum Beispiel Radarsensoren, in das modulare System eingebunden und nutzbar gemacht werden. Über eine intuitiv bedienbare Nutzerschnittstelle können notwendige Konfigurationen an den Modulen vorgenommen und die Systeme in Betrieb genommen werden.

► Zeit-deterministische Netzwerke und Edge Computing

Time-Sensitive Networking (TSN), ein offener Standard für deterministische, zeit-synchrone Netzwerke, hält Einzug in die Fabrik. Damit wird der Einsatz vieler verschiedener proprietärer Feldbussysteme obsolet. Im Exponat erlaubt TSN die direkte Anbindung der Produktionsumgebung an Cloud- und Edge-Plattformen (für den Einsatz von MES- und ERP-Systemen) – mit niedriger Latenz und als einheitliches Netz. ■

Digitale Vernetzung

Das Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« (LZDV) entwickelt Technologien und Lösungen, die der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung aller Lebensbereiche Rechnung tragen. Im LZDV forschen die vier Fraunhofer-Institute FOKUS, HHI, IPK und IZM an Technologien für die Anwendungsbereiche »Vernetzte Industrie & Produktion«, »Vernetzte Mobilität & Zukunftstadt«, »Vernetzte Gesundheit & Medizin« und »Vernetzte kritische Infrastrukturen & Energie«. Dabei kooperieren die Institute mit Industriepartnern und öffentlichen Einrichtungen.

www.digitale-vernetzung.org

Ihr Ansprechpartner

Transferzentrum Industrie 4.0 Lab

Eckhard Hohwieler

Telefon: +49 30 39006-121

eckhard.hohwieler@ipk.fraunhofer.de

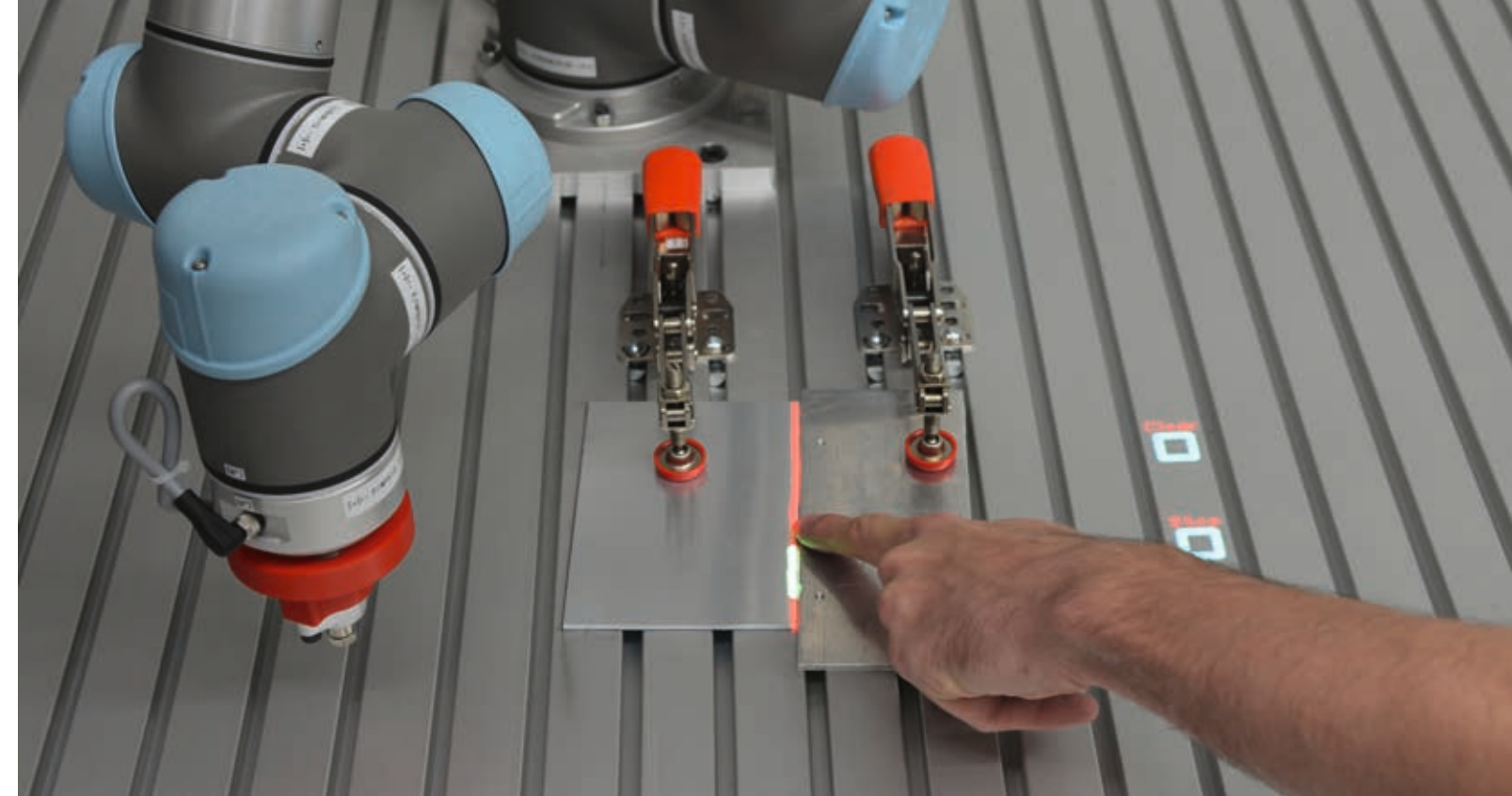
www.industrie40-berlin.de

ADAPT

Intelligente Fertigungsumgebung

Die Fertigung von unterschiedlichsten kundenindividuellen Produkten erfordert ein regelmäßiges und schnelles Umrüsten von Fertigungsanlagen. Industrieroboter erscheinen aufgrund ihrer Flexibilität als das geeignete Mittel der Wahl in Ergänzung zu herkömmlichen Werkzeugmaschinen. Ihre Programmierung stellt jedoch eine komplexe und zeitaufwändige Aufgabe dar. Insbesondere bei sinkenden Stückzahlen je Los sind die hohen Kosten für die Programmierung wirtschaftlich nicht tragbar. Im Teilprojekt »Production Environments« des Leistungszentrums »Digitale Vernetzung« bündeln Fraunhofer HHI, Fraunhofer FOKUS und Fraunhofer IPK Kompetenzen und Technologien mit dem Ziel, eine intelligente und intuitiv nutzbare Fertigungsumgebung unter Einsatz von Industrierobotern zu schaffen.

Vernetzung in der Produktion



Intuitive Bedienung mittels Geste und Augmented Reality

Im Rahmen des Leistungszentrums »Digitale Vernetzung« bündeln Fraunhofer HHI, Fraunhofer FOKUS und Fraunhofer IPK Know-how und Technologien mit dem Ziel, eine intelligente und intuitiv nutzbare Fertigungsumgebung zu schaffen. Durch ein einfach zu bedienendes System sinkt, so die Annahme, das notwendige Expertenwissen zur Bedienung.

Das Fraunhofer IPK steuert hierzu mit ADAPT eine intuitive Programmierumgebung für Industrieroboter bei. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler folgen dabei der Maxime, eine möglichst natürliche Interaktion mit dem System zu gestalten. Dies gelingt zum einen mittels einer gestenbasierten Eingabe, zum anderen über eine Mensch-Maschine-Kommunikation auf Basis von Augmented Reality. Benutzer werden über einfache, in die Umgebung projizierte Knöpfe, Dreh- und Schieberegler durch die Anwendung geführt. Ebenso wird das Interface genutzt, um die geplante Roboterbahn darzustellen. Im Zusammenspiel von Gesten und Projektion ergibt sich so eine sehr intuitive Bedienumgebung.

► Intelligente Bildverarbeitung und Algorithmen

Ein zentrales Element des Systems ist Augmented Reality als Schnittstelle zwischen

Mensch und Maschine. Hierfür projizieren zwei am Aufbau angebrachte Projektoren relevante Informationen direkt auf die Tisch- und Werkstückoberfläche. Mittels eines eigens entwickelten Kalibrierungsverfahrens errechnen die Projektoren hierfür ihre Position relativ zum Arbeitstisch. Anschließend kann auf dieser Basis ein Ausgangsbild für die Projektoren berechnet werden, so dass auch komplexe dreidimensionale Geometrien korrekt angeleuchtet werden.

Für die hochauflösende, robuste und verdeckungsfreie Erkennung von Objekten und Fingerspitze kommen zwei 2D-Kamera-paare zum Einsatz. In einem ersten Schritt werden die aufgenommenen Bilder vorverarbeitet und Objektinformationen sowie menschliche Hand segmentiert. In einem zweiten Schritt berechnet dann eine eigens dafür entwickelte Software die Position der Fingerspitze auf Grundlage der vorhandenen Bildinformationen. Die Fingerspitze kann so auf wenige Millimeter genau detektiert werden.

Für die Programmierung vieler industrieller Prozesse ist die so erzielte Genauigkeit jedoch unzureichend. Deshalb fließt zusätzlich Wissen über den Prozess in das System ein. Dies erlaubt es, die Gesten des Benutzers in ihrem Kontext zu interpretieren. Im Falle einer Schweißanwendung kann das

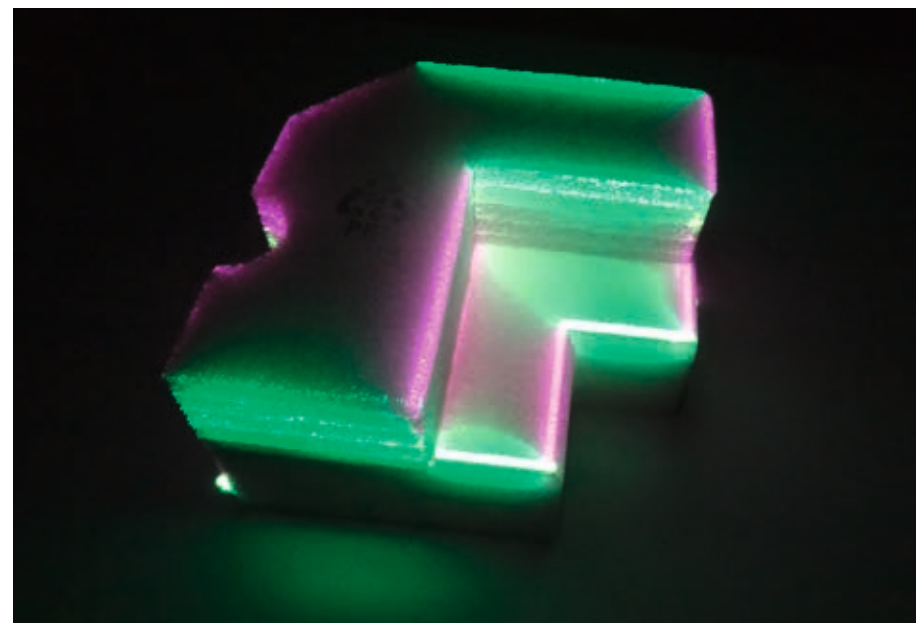
System beispielsweise schlussfolgern, dass eine Geste sich auf eine naheliegende Kante beziehen soll. Aufgrund ihrer statischen Position im Bild lässt sich diese deutlich höher auflösen und als Grundlage für die Bahnplanung verwenden. Die Roboterbahn wird anschließend durch parametrisierbare Funktionsbausteine automatisch erzeugt. Diese besteht aus sicheren An- und Abfahrbewegungen sowie der eigentlichen Prozessbahn.

► Intuitive Programmierung von Schweißanwendungen

Im Rahmen des Projekts entsteht ein Demonstrator, welcher verdeutlicht, wie die entwickelten Technologien die Programmierung von Schweißanwendungen vereinfachen können. Die Anwendung erlaubt es Benutzern, eine Schweißbahn in wenigen Schritten zu definieren. In einem ersten Schritt werden dazu die entsprechenden Bauteile wie gewohnt auf dem Werkstisch fixiert. Nun detektiert das System die Bauteile und identifiziert auf dieser Basis mögliche Schweißnähte. Die so gewonnenen Informationen werden dann vom Projektor direkt auf das Bauteil projiziert. Mithilfe eines Fingers können nun einzelne Teile der detektierten Nahtkandidaten ausgewählt werden. In ebenfalls auf den Tisch projizierten Menüs können Benutzer jetzt noch Geschwindigkeiten und andere Prozessparameter einstellen.

Das System erzeugt abschließend ein geeignetes Programm und überspielt dieses zur Ausführung auf den Roboter.

Der Programmieraufwand sinkt merklich. Mithilfe der im Projekt entwickelten Technologien wird die Zeit, welche für die Programmierung von Industrierobotern notwendig ist, deutlich reduziert. Der Demonstrator beweist das eindrucksvoll: Die Programmierung für die Schweißanwendungen ist in wenigen Minuten abgeschlossen. Die integrierte Logik für die Bahnplanung und Roboteransteuerung erlaubt es zudem auch Anwendern mit geringen Erfahrungen im Bereich Robotik das System zu bedienen. Damit wird es zukünftig möglich, dass auch kleine Losgrößen wirtschaftlich mit Industrierobotern bearbeitet werden können. ■



Positionsgetreue Projektion von Informationen im 3D-Raum

► Digitale Vernetzung

Klassische Programmiermethoden für Industrieroboter haben diverse Defizite. Für das einfach zu bedienende Teach-In-Verfahren am Roboter benötigen Anwender viel Zeit, in der der Roboter nicht im Produktivbetrieb einsetzbar ist. Die sogenannte Offline-Programmierung mithilfe einer Simulationssoftware ermöglicht es, die Roboter abseits der eigentlichen Fertigungsstraße virtuell in Betrieb zu nehmen. Die Bedienung der Software setzt jedoch eine hohe Expertise des Nutzers voraus. Zusätzlicher Aufwand ent-

steht, um sicherzustellen, dass die simulierte und die reale Arbeitsumgebung identisch sind. Das ist notwendig, um zum Beispiel Kollisionen zu verhindern, welche die kostspieligen Roboter oder die Peripherie beschädigen. Vor allem bei kleinen Losgrößen sind die Kosten für den Robotereinsatz deshalb häufig wirtschaftlich nicht tragbar. Kleinere Unternehmen stehen außerdem vor der Herausforderung, die notwendigen aber teuren Fachkräfte über relativ kleine Produktionsvolumen finanzieren zu können.

Ihre Ansprechpartner

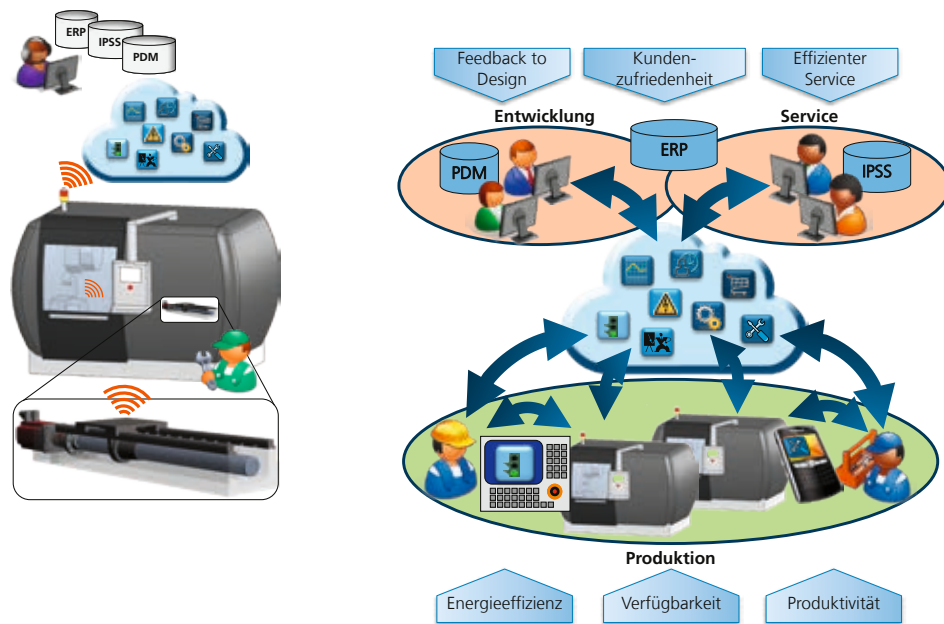
Johannes Hügler
Telefon: +49 30 39006-198
johannes.huegler@ipk.fraunhofer.de

Oliver Heimann
Telefon: +49 30 39006-327
oliver.heimann@ipk.fraunhofer.de

DigiMA

Digitale Produktions- und Maintenance-Assistenz

Der Mensch ist und bleibt aktiver Bestandteil bei der Durchführung von Prozessen in Produktion und Instandhaltung. Bestimmte menschliche Fähigkeiten lassen sich auch im Zeitalter von Industrie 4.0 aus den unterschiedlichsten Gründen nicht automatisieren. Um die von Menschen durchzuführenden Arbeitsschritte effizient und nachhaltig zu gestalten, wird es in Zukunft umso wichtiger, den Menschen bei seinen operativen Aufgaben mit geeigneten Assistenzsystemen zu unterstützen. Ein zentraler Punkt dabei ist die Bereitstellung relevanter Informationen im Kontext der jeweiligen Arbeitsschritte.



Vernetzung von Daten im Condition Monitoring in der Cloud

Wie jedoch können Daten in Produktion und Instandhaltung nachhaltig digital zu solchen relevanten Informationen verknüpft werden? Für die Produktions- und Serviceplanung in Unternehmen ist es ausschlaggebend, den Zustand einer Anlage und deren weitere Entwicklung genau zu kennen. Dabei spielt die Anlagen- und Servicehistorie eine große Rolle. Mitarbeitende können nur dann effektiv und effizient agieren, wenn ihnen diese Informationen bedarfsgerecht und intuitiv bereitgestellt werden. Fraunhofer-Forscher entwickeln deshalb Methoden zur cloud-

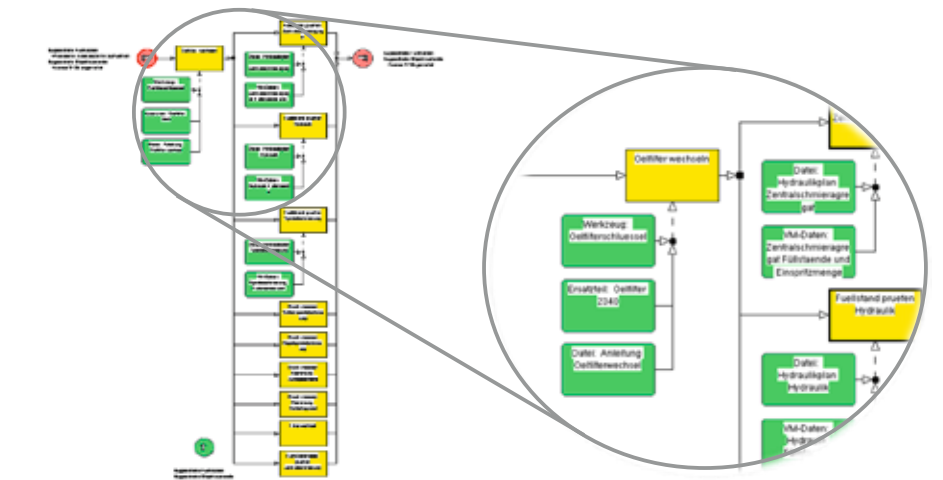
basierten Erfassung des Anlagenzustands sowie zur Erstellung interaktiver Handlungsanweisungen für eine mobile digitale Produktions- und Wartungsunterstützung, welche den Anlagenzustand mit einbezieht.

► Condition Monitoring in der Cloud

Für das Condition Monitoring in der Cloud wurde ein Konzept zur Ermittlung des aktuellen Verschleißzustands funktionsrelevanter Komponenten entwickelt. Das Konzept basiert auf anlagenspezifischen Selbsttests, die derart gestaltet sind, dass mit den ein-

gesetzten Sensorknoten die verschleißbedingten Veränderungen im Anlagenverhalten optimal detektiert werden können. Ein wesentlicher Vorteil solcher Selbsttests ist, dass bei deren Durchführung störende Fremdeinflüsse weitestgehend ausgeschlossen werden können. Dadurch wird die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus der Zustandserkennung sichergestellt.

Derzeit erarbeitet das Fraunhofer IPK gemeinsam mit dem Fraunhofer FOKUS die Spezifikation für die Systemarchitektur zur



App für die mobile Instandhaltungsunterstützung (links), Mo²Go-Modell zur Generierung interaktiver Handlungsanweisungen (rechts)

Datenerfassung in einem verteilten Sensornetzwerk. Diese Architektur sieht vor, dass die von den Sensorknoten erfassten und ausgewerteten Daten über ein Gateway an einen Server gesendet werden, von wo aus sie für weitere Analysen, z. B. Trendanalysen zur Vorhersage der zukünftigen Zustandsentwicklung, genutzt werden können. Neben den Sensordaten werden auf diesem Server zusätzliche Informationen zur aktuellen Anlagenkonfiguration und zu Service-Einsätzen verwaltet und für die Planung und operative Durchführung von Prozessen in Produktion und Instandhaltung bereitgestellt. Mit dieser Verlinkung unterschiedlicher Daten stehen erstmals alle für eine effiziente Prozessdurchführung notwendigen Informationen gebündelt zur Verfügung.

► Prozessmodelle für interaktive Handlungsanweisungen

Als Basis für die interaktiven Handlungsanweisungen dienen Prozessmodelle, welche die durchzuführenden Arbeitsschritte mit all den dafür notwendigen Ressourcen beschreiben. Zu den Ressourcen zählen neben klassischen Dokumenten auch Kommunikationsaufrufe, um mit den beteiligten Systemen wie Cloud-Server und Anlagensteuerung situationsangepasst interagieren zu können. Die Erstellung der Prozessmo-

delle erfolgt nach der Methode der integrierten Unternehmensmodellierung mit dem am Fraunhofer IPK entwickelten Softwaresystem Mo²Go. Für die Umsetzung des mobilen interaktiven Unterstützungssystems wurde eine Spezifikation für die Überführung von Mo²Go-Modellen in eine interaktive GUI mit Handlungsanweisungen entwickelt. Diese Spezifikation beschreibt die Logik, nach der ein Mo²Go-Modell erstellt werden muss, um von der »GUI-Engine« interpretiert werden zu können. Um dem Gedanken der digital integrierten Produktion im Sinne von Industrie 4.0 gerecht zu werden, wurde eine webbasierte Systemarchitektur entworfen. Diese ermöglicht es zum einen, Mo²Go-Modelle aus der Cloud zu laden und zum anderen mit dem Cyber-physischen Produktionssystem zu interagieren.

► Maintenance 4.0

Für den operativen Service und die Produktionsplanung und -durchführung stehen häufig nicht die notwendigen verteilten Informationen bereit oder sie sind aufgrund von Medienbrüchen nicht auf einfache Weise nutzbar. Mit DigiMA soll die Unterstützung von Produktion und Instandhaltung durch Erfassung, Verknüpfung und Bereitstellung relevanter Daten von Produktionsanlagen in einem mobilen interaktiven Assis-

tenzsystem ermöglicht werden. Die Einbeziehung innovativer IoT-Technologien sowie von Augmented und Virtual Reality garantiert dabei die zielorientierte Bereitstellung von intelligent verknüpften Daten aus verteilten Systemen. ■

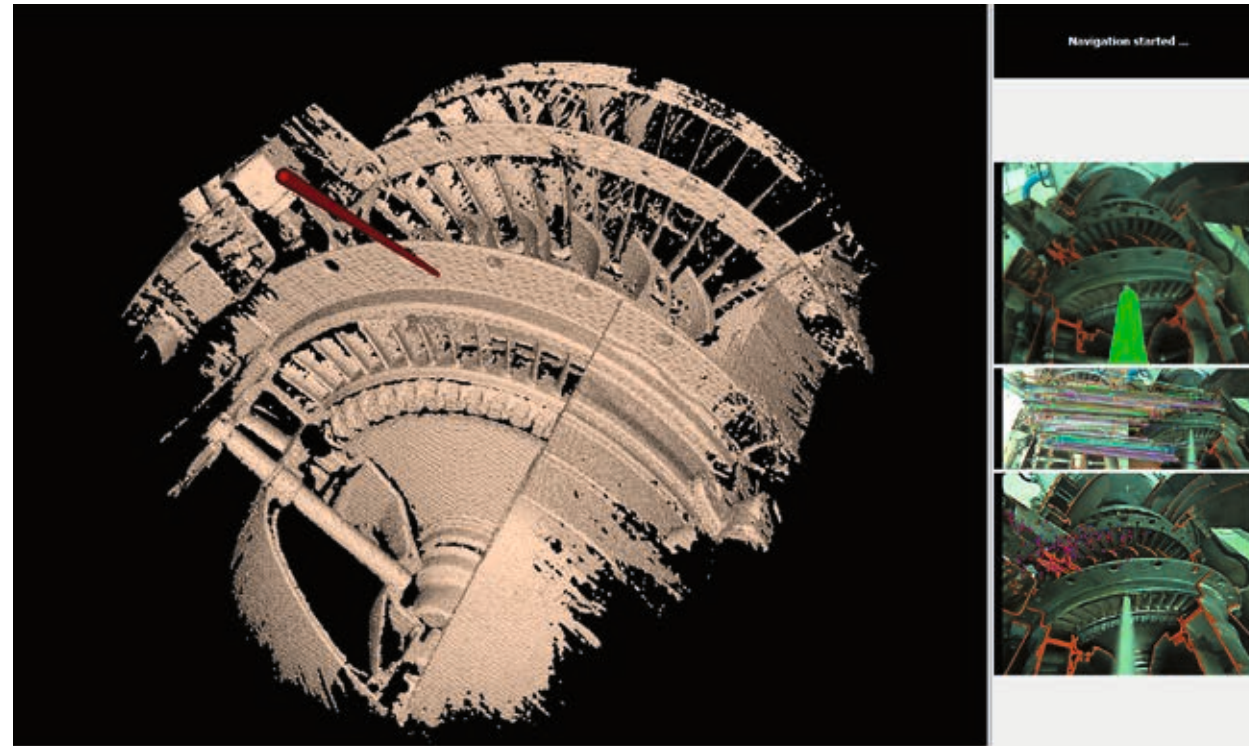
Ihr Ansprechpartner

Claudio Geisert
Telefon: +49 30 39006-133
claudio.geisert@ipk.fraunhofer.de

SMART

Sensorbasierte Wartung und Instandhaltung

Industrie 4.0 macht auch vor Wartung und Instandhaltung nicht halt. Zwar werden Menschen in diesem durch manuelle Aufgaben geprägten Bereich auch zukünftig eine zentrale Rolle spielen. Sie werden aber auch hier zunehmend durch intelligente Werkzeuge und Assistenzsysteme unterstützt. Ein interdisziplinäres Forschungsteam am Fraunhofer IPK entwickelt intelligente Werkzeuge und Methoden, um Shopfloor-Mitarbeitende bei ihren Montage- und Demontageaufgaben effizient zu unterstützen und so die Stabilität von Instandhaltungsprozessen zu steigern.



Orientierungshilfe für den Monteur: Visuelle Navigation ermöglicht die Darstellung der Position des Werkzeugs (rot) innerhalb von 3D-Daten.

► Digitale Unterstützung für Instandhaltungsprozesse

Manuelle Tätigkeiten in der Fertigung und der Instandhaltung bergen ein hohes Maß an Flexibilität für die Prozesskettengestaltung und den Einsatz von Mitarbeitern. In Zeiten der Ressourceneffizienz wird die Rolle der Instandhaltung – neben der Herstellung neuer, stark individualisierter Produkte – zukünftig noch stärker an Bedeutung gewinnen. Die Digitalisierung von Instandhaltungsprozessen und -werkzeugen ist besonders für kostenintensive Investitionsgüter inte-

ressant. Prozesse lassen sich dann intelligenter und sicherer gestalten; damit wird auch die Instandhaltungsqualität insgesamt erhöht. Gleichzeitig birgt die Digitalisierung das Potenzial Montagefehler, Montagezeiten und Schulungsaufwand zu verringern, während die Qualität und Lebensdauer der Produkte steigt.

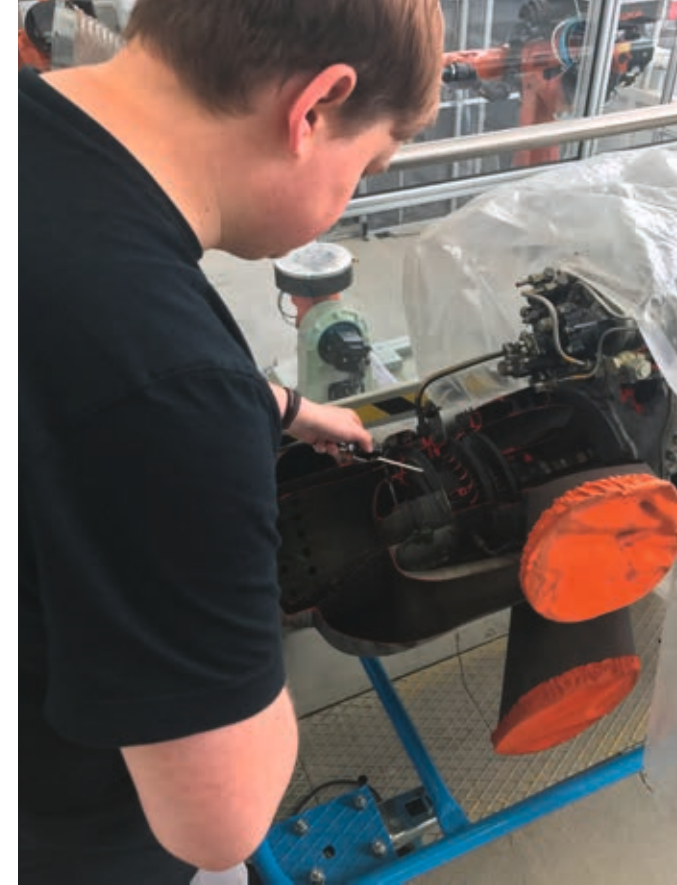
► Intelligente Montagewerkzeuge

Das Ziel des Projekts SMART am Fraunhofer IPK ist es, Bedienfehler bei primär manuellen Montage- und Demontageaufgaben zu

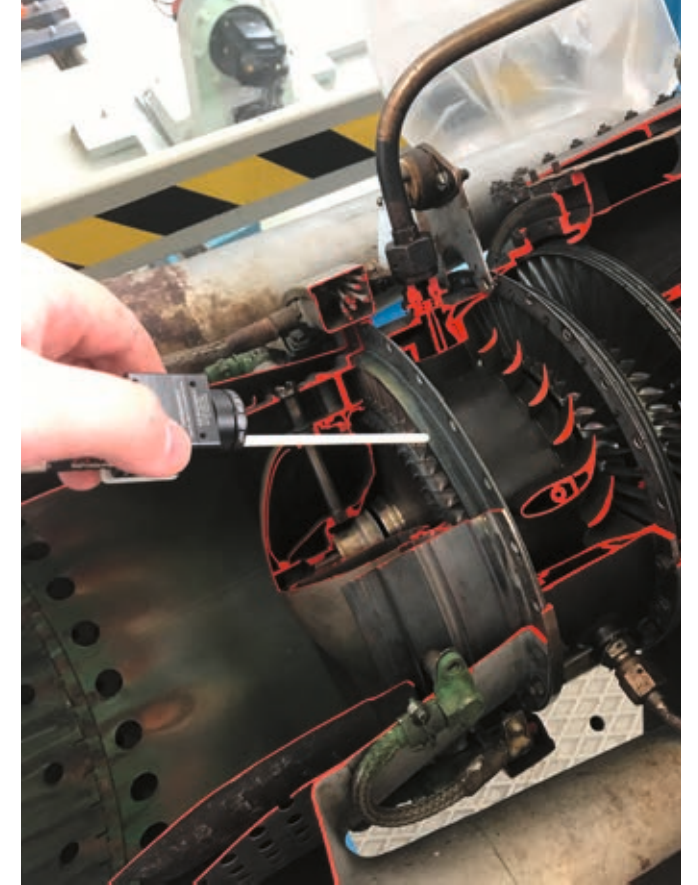
vermeiden und so die Stabilität von Instandhaltungsprozessen zu steigern. Ein interdisziplinäres Forschungsteam entwickelt dafür intelligente Werkzeuge und Methoden zur Führung und Anleitung von Werkern.

Die neuen Technologien sind so universell modelliert, dass sie sowohl in der Reparatur als auch in der Erstmontage angewendet werden können. Dafür werden sie mit verschiedenen Sensoren versehen: Ortungsdienste wie GPS gewährleisten die Werkzeuganwendung an der richtigen Stelle und

Vernetzung in der Produktion



Werkzeug mit integrierter Miniaturkamera



zur richtigen Zeit. Spezielle Brillen projizieren Arbeitsanweisungen und exakte Ortsangaben für die Werkzeugplatzierung mithilfe von Augmented Reality. Optische Sensoren und ausgeklügelte Algorithmen erkennen Bauteile und deren Merkmale – Gerätefunktionen können dann kontextspezifisch und bedarfsgerecht freigeschaltet werden. Einer fehlerhaften Aufgabenausführung wird dadurch vorgebeugt. Gleichzeitig sorgt eine kontinuierliche Aufzeichnung von Werkzeugdaten wie Drehzahl, Drehmoment, Wärmeentwicklung, Stöße und Vibrationen für eine durchgängige, ortsgenaue Dokumentation zur Qualitätssicherung. Diese kann intern ebenfalls genutzt werden, um Handhabungsfehler zu analysieren.

Diese Vorteile kommen vor allem in sicherheitsrelevanten Anwendungsszenarien im Automobil- und Schienenfahrzeugbau sowie in der Luftfahrt zur Geltung. So können Montageprozesse in der Triebwerksinstandhaltung besser erfüllt, gesteuert und dokumentiert werden, in dem bereits kleinere Standardwerkzeuge wie ein Drehmomentschlüssel mit GPS, Sensorik zur Maschinendatenaufnahme sowie bildverarbeitenden Technologien ausgestattet werden.

► Visuelle Navigation

Dafür nutzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ein neuartiges, bildbasiertes Ortungsverfahren, bei dem ein eigens entwickeltes Miniaturkameranäsystem in Werkzeuge integriert wird. Die Visuelle Navigation, kurz »VINA«, wurde ursprünglich für die Medizintechnik entwickelt und wird jetzt für den Einsatz in der industriellen Produktion adaptiert. Anhand kontinuierlich verarbeiteter Videodaten wird mit VINA eine 3D-Karte des Arbeitsgebiets generiert. Zeitgleich bestimmen modernste Algorithmen aus Robotik und maschinellem Sehen die Lage eines Werkzeugs, zum Beispiel des Drehmomentschlüssels, in dieser 3D-Karte. Die Kombination mit CAD-Daten des Arbeitsgebiets ermöglicht schließlich die Korrelation zwischen Werkzeug-, Umgebungs- und Planungsdaten und bildet die Basis von Augmented Reality.

So wird Werkern mit Hilfe von VINA visualisiert, an welchen Stellen sie den Drehmomentschlüssel bereits eingesetzt hatten – und wo sie eine Schraube möglicherweise vergessen haben. In Kombination mit den aufgezeichneten Werkzeugdaten ist außerdem für jede Schraube das verabreichte Drehmoment darstellbar. Darüber hinaus

wird Werkern die Platzierung des Werkzeugs auch an schlecht einsehbaren Bereichen erheblich erleichtert.

Das Fraunhofer-Team möchte mit VINA vor allem die Gebrauchstauglichkeit von digitalen Technologien auf ein neues Niveau heben. Denn deren Anwendung an wechselnden Objekten mit einer Vielzahl von Ausprägungen ist die größte Herausforderung für die industrielle Produktion. Mit den I4.0-Werkzeugen des Fraunhofer IPK wird die anforderungsgerechte Montage auch ohne Vorkenntnisse oder langjährige Erfahrung prozesssicher und reproduzierbar ermöglicht. ■

Ihre Ansprechpartner

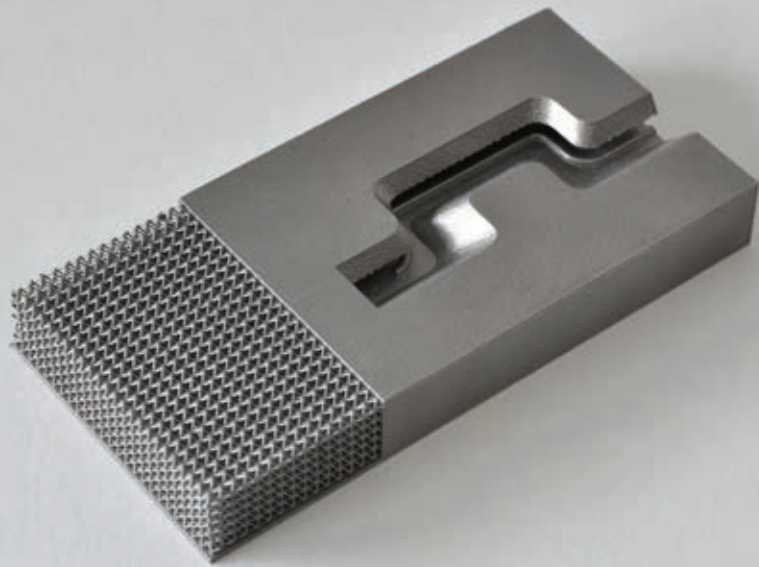
Felix Fehlhaber
Telefon: +49 30 39006-226
felix.fehlhaber@ipk.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Sascha Reinkober
Telefon: +49 30 39006-326
sascha.reinkober@ipk.fraunhofer.de

Daten punktgenau erfassen

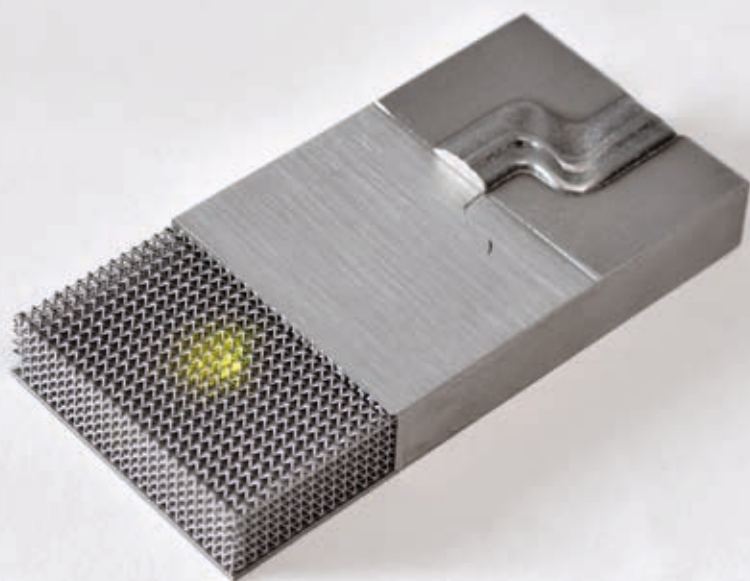
Sensorik in additiv gefertigten Bauteilen

Additive Verfahren bieten das Potenzial, Sensoren und Aktoren wirkstellennah und funktional in Bauteile zu integrieren. Das ist ein entscheidender Vorteil gegenüber heutigen Lösungen, in denen elektromechanische Komponenten nachträglich am Bauteil platziert werden oder intelligente Systeme nur durch das Fügen unzähliger Einzelkomponenten realisiert werden können. Forscher des Fraunhofer IPK entwickeln deshalb Lösungen für die Einbettung von Sensorik in additiv gefertigte Bauteile und qualifizieren additive Verfahren für die Herstellung von sicherheitskritischen Strukturbauteilen aus der Luft- und Raumfahrt und hochbelasteten Funktionselementen der Energietechnik.



Im Pulverbettverfahren (SLM) gefertigter Grundkörper des Demonstrators mit Kabelkanal

Demonstrator mit per Auftragschweißen geschlossenem Kanal – der Nachweis der Funktion erfolgt durch eine LED.



Die Erfassung von Zustandsdaten wird angesichts der steigenden Funktionalisierung und Automatisierung von Bauteilen und Anwendungen in Zeiten von Industrie 4.0 zu einem immer wichtigeren Faktor. So sind beispielsweise Turbinen mit unzähligen Sensoren ausgestattet, um kritische Drücke, Temperaturen und Schwingungen zu erfassen. Mit dem Monitoring dieser Daten lassen sich Rückschlüsse auf die Performance der Bauteile ziehen. Instandhaltungsprozesse können so bedarfsgerechter geplant und sicherheitskritische Situationen vermieden werden. Dies senkt Kosten und erhöht die Anlagenrobustheit.

In vielen Fällen können solche Daten aber nur indirekt erfasst werden. Verschlossene Turbinenbrenner und Schaufeln erzeugen Singularitäten im Temperaturfeld oder Vibrationen, die dann mit Messsystemen in der Brennkammer detektiert werden. Damit kann jedoch nur sehr bedingt ein Rückschluss auf das genaue Schadensbild der kritischen Bauteile getroffen werden. So behilft man sich meistens mit sehr eng getakteten Wartungsintervallen und demontiert oft die komplette Maschine, um diese Komponenten in Augenschein zu nehmen.

Viel effizienter wäre jedoch die Möglichkeit, Daten wirkstellennah, also direkt an oder innerhalb einer kritischen Komponente zu erfassen. Dies ließe eine viel präzisere

Abschätzung des Bauteilzustandes zu. In vielen Prozessumgebungen ist es allerdings nicht möglich, Sensoren an Bauteilen zu platzieren – sei es aus Mangel an Platz, um die Aerodynamik nicht zu negativ zu beeinflussen, aufgrund hoher Temperaturen, starker mechanischer Beanspruchung oder aggressiver chemischer Medien.

Das Fraunhofer IPK entwickelt deshalb derzeit Verfahren, um elektronische Komponenten wie Sensoren und Aktoren in metallische Bauteile zu kapseln. Dazu werden mit dem Selektiven Laserstrahlschmelzen (SLM) und dem Laser-Pulver-Auftragschweißen (LPA) moderne additive Fertigungsverfahren angewendet. Mit diesen Technologien können völlig neue, funktionale Designvarianten realisiert werden. Der schichtweise Aufbau ermöglicht es, elektronische Komponenten bereits während des Bauprozesses zu integrieren. Der Ingenieur kann somit die Position der Sensoren auf Grundlage des Messzwecks wählen, um die Datenerfassung zu verbessern und eine valide Auswertung zu ermöglichen. Bei klassischen Fertigungsverfahren ist die Anbringung solcher Sensoren im Regelfall erst nach Abschluss des geometriegebenden Formgebungsprozesses möglich. Hierdurch kommt es zu Einschränkungen bei der Positionierung und eine wirkstellennahe Zustandsmessung ist häufig nicht gegeben.

Ziel ist es, Synergieeffekte des 3D-Drucks und innovativer IoT-Ansätze zu nutzen, um neue, smarte Produktlösungen zu generieren. Im Bereich der Turbine ist beispielsweise denkbar, Schaufeln mit integrierten Messsonden zu bestücken, welche die Temperaturen direkt an der Schaufelspitze – eines der kritischsten Bauteilbereiche – aufnehmen. Auch sind gekapselte Schwingungssensoren, RFID-Chips zur Identifizierung oder Datenspeicher zum Mitschreiben der lebenszyklusrelevanten Informationen vorstellbar. In einer ersten Versuchsreihe ist es dem Fraunhofer IPK gelungen, Thermoelemente in additiv gefertigte Bauteile einzubringen. Die Kombination von SLM und LPA zeigt hierbei ihr hohes Potenzial. Das SLM-Verfahren wird genutzt, um einen Grundkörper mit einem komplexen Kabelkanal zu fertigen. In diesem wurde dann die elektrische Zuleitung implementiert. Anschließend konnte der Kanal unter Einsatz des LPA-Verfahrens metallurgisch fest verschlossen werden. Eine technologische Herausforderung bestand darin, die Elektronik vor der prozessbedingt hohen Temperatur zu schützen, um eine Zerstörung dieser zu verhindern. Dazu müssen das Design des Kabelkanals und die Schweißstrategie beim Pulverauftragschweißen optimal aufeinander abgestimmt werden. Zudem muss die Elektronik keramisch gekapselt und die Energie des Lasers sehr sorgfältig gesteuert werden.

Die Übertragbarkeit auf Hochleistungswerkstoffe wie die Nickelbasislegierung Inconel 718 konnte bereits gezeigt werden. In einem nächsten Schritt sollen die erarbeiteten Erkenntnisse genutzt werden, um eine komplexe Turbinenschaufel mit Temperaturmesspunkten zu bestücken.

Mit diesem innovativen Ansatz der wirkstellennahen und damit hochpräzisen Überwachung von Betriebszuständen soll ein Beitrag zur Effizienzsteigerung von Produkten in einer Vielzahl von Branchen wie der Energietechnik, der Luftfahrt, der Chemieindustrie oder dem Bergbau geliefert werden. Das Projekt wird innerhalb des Fraunhofer-Leistungszentrums »Digitale Vernetzung« verwirklicht. Darin werden die Kompetenzen von vier Berliner Fraunhofer-Instituten gebündelt, um gemeinsam Lösungen für die Herausforderungen auf dem Weg zu Industrie 4.0 zu entwickeln. ■

Ihre Ansprechpartner

Torsten Petrat
Telefon: +49 30 39006-365
torsten.petrat@ipk.fraunhofer.de

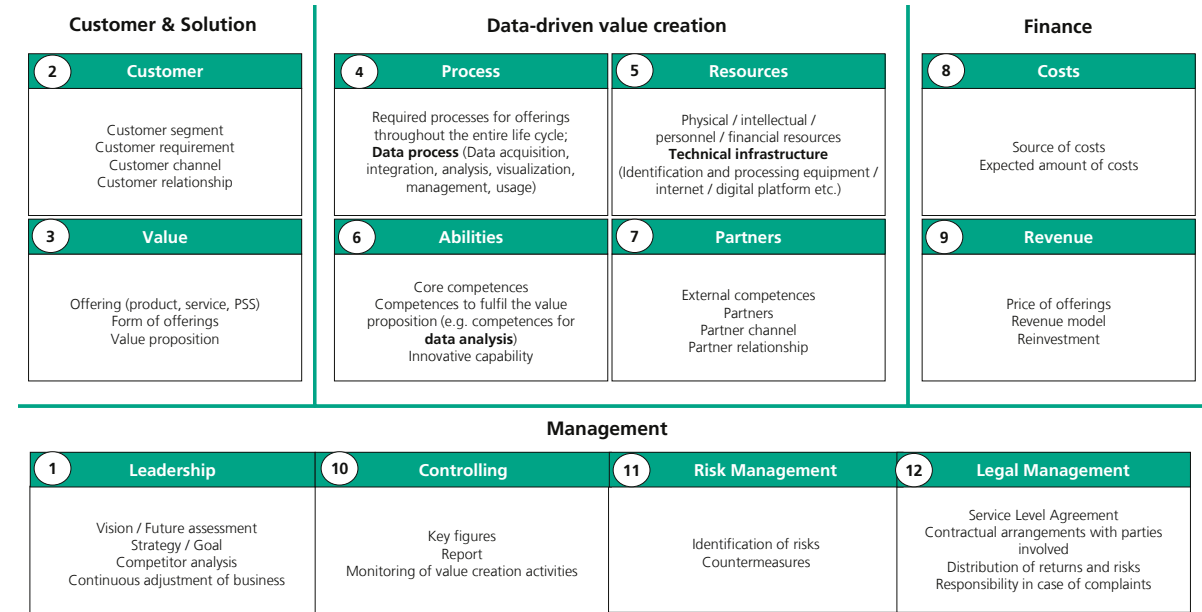
Robert Kersting
Telefon: +49 30 39006-355
robert.kersting@ipk.fraunhofer.de

Vernetzung in der Produktion

Smart Service Customization

Datenanalyse für individuelle Dienstleistungen

Durch die fortschreitende Digitalisierung von Prozessen und Diensten in Unternehmen entsteht eine immer größere Zahl an Daten entlang des gesamten Produkt- und Dienstleistungslebenszyklusses – von der Entwicklung über die Produktion bis zur Nutzungs- und Pflegephase. Da sie äußerst heterogen sind, stellen die systematische Analyse und Verwertung der Daten viele Unternehmen vor große Herausforderungen. Im Projekt »Smart Service Customization« entwickeln Fraunhofer IPK und Fraunhofer FOKUS Smart Services für die nächste Generation von kundenindividuellen Produkten und Dienstleistungen, die die gesamte Verwertung von Lebenszyklusdaten berücksichtigen.



Data Analytics – Datenintegrationsplattform

► **Herausforderung**
Digitale Transformation

Durch die beschleunigte Entwicklung und Integration von Industrie-4.0-Lösungen steigt die Anzahl und Komplexität von Daten entlang des gesamten Produktlebenszyklus – von der Entwicklung über die Produktion bis zur Nutzungsphase. Zentrale Herausforderungen sind dabei die systematische Erfassung, Umwandlung und Aufbereitung der Daten zu Smart Data zur Optimierung des Produktlebenszyklusmanagements sowie die systematische Nutzung der aufbereiteten Informationen für die Entwicklung von individuellen Dienstleistungen.

► **Methodenbaukasten**
für smarte Dienstleistungen

Das Projekt »Smart Service Customization« bietet Methoden und Werkzeuge, die den kundenindividuellen Zuschnitt von Produkten und Dienstleistungen erleichtern und letztlich zur Entwicklung von Smart Services führen. Um Unternehmen effektiv bei der systematischen Entwicklung von Smart Services zu unterstützen, stellen Fraunhofer IPK und Fraunhofer FOKUS einen Methodenbaukasten bereit. Er besteht aus zwei Komponenten: einer Integrationsplattform zur Analyse, Integration und Auswertung von heterogenen Datenquellen sowie

einem Smart Service Cockpit zur Generierung kundenindividueller Prozess- und Dienstleistungsmodulen für datengetriebene Geschäftsmodelle.

Der Baukasten ist von einer Vielzahl von Branchen adaptierbar und ermöglicht es, den kundenindividuellen Zuschnitt von Produkten und Dienstleistungen zu erleichtern. Die Fraunhofer-Experten begleiten und unterstützen dabei ihre Projektpartner bei der Analyse und Definition der Anforderungen und Schnittstellen, der Integration der Daten auf einer Plattform, dem Ableiten höherwertiger Informationen sowie der

Datengetriebenes Geschäftsmodell

Entwicklung von Smart Services bis hin zur Umsetzung von Prototypen.

► **Datengetriebene Geschäftsmodelle**

Datengetriebene Geschäftsmodelle tragen zwei herausragenden Wirtschaftstrends Rechnung: zum einen der wachsenden Bedeutung von Dienstleistungen sowie deren professionalisierter Entwicklung, zum anderen der kontinuierlichen Automatisierung und Digitalisierung von Industrie und Gesellschaft. Die Modelle beschreiben dabei in einem ganzheitlichen Ansatz die auf intelligenten Produkten oder Produktionssystemen und den dort generierten Daten beruhende Wertschöpfung. In vier Kategorien und zwölf Dimensionen werden ausgehend von einer Unternehmensstrategie zunächst die bisher nicht formulierten oder adressierten Kundenbedürfnisse und Kundenanforderungen identifiziert und mittels neuer Nutzungsmuster in ein Nutzen- und Leistungsversprechen transferiert. Darauf aufbauend erfolgt die eigentliche Beschreibung der Wertschöpfung und wertschöpfungs begleitender Dimensionen. Diese stehen daher auch im Zentrum des Modells. Dazu werden die notwendigen Prozesse, z. B. Datenflüsse oder Service-Prozesse, sowie erforderliche Ressourcen wie Produkte, Infrastrukturen oder Mitarbeiter zugeordnet. Zudem werden

Fähigkeiten und externe Partner identifiziert, die zum Anbieten der Leistung benötigt werden. Weiterhin werden neue Formen von Erlösmodellen und Strategien des Managements definiert. Ein Beispiel ist das Konzept »Power by the hour« von Rolls-Royce, bei dem Unternehmen nicht eine Turbine, sondern deren Flugstunden kaufen.

► **Data Analytics am Beispiel Rolls-Royce**

Um eine hohe Verfügbarkeit von Produkten bei optimaler Wartung über den gesamten Lebenszyklus sicherzustellen, ist eine systematische und zielgerichtete Auswertung der Daten kritisch und notwendig. Nur so lassen sich Risiken und Kosten für Kunde und Anbieter reduzieren. An einem von Rolls-Royce frei zur Verfügung gestellten Datensatz simulieren die Fraunhofer-Experten im Rahmen des Projekts die Abnutzung von Turbofan-Flugzeugmotoren. Der Datensatz ist in vier Trainings- und Testdatensätze mit insgesamt 708 Motoren aufgeteilt. Zu jeder Turbine sind 26 Werte gegeben: eine Turbinen-ID, ein Zyklus, der angibt, wie viele Arbeitszyklen seit Beginn der Messungen ausgeführt wurden, drei Settings und 21 Sensormesswerte. Der Abnutzungsgrad zum Zeitpunkt des ersten gemessenen Arbeitszyklus ist unbekannt und von Motor zu Motor unterschiedlich. Auf Basis der Daten lässt

sich der Gesundheitszustand der Motoren in Echtzeit auswerten und somit beispielsweise für optimierte Wartungspläne nutzen.

► **Von Smart Data zu Smart Services**

Mit der Modellierung und Beschreibung datengetriebener Wertschöpfungsprozesse wollen die Fraunhofer-Forscher Unternehmen nicht nur bei der Optimierung ihres Produktlebenszyklusmanagements, sondern auch bei der Strategiefindung und systematischen Entwicklung individueller Dienstleistungen unterstützen. Smart Services helfen außerdem auch bei Überlegungen, die sich bei der Überarbeitung von Produkten im Hinblick auf das Design ergeben. So kann z. B. bereits in der Produktentwicklung berücksichtigt werden, welche Komponenten für einen einfachen Austausch im Wartungsfall stärker modularisiert werden sollten.

Ihre Ansprechpartner

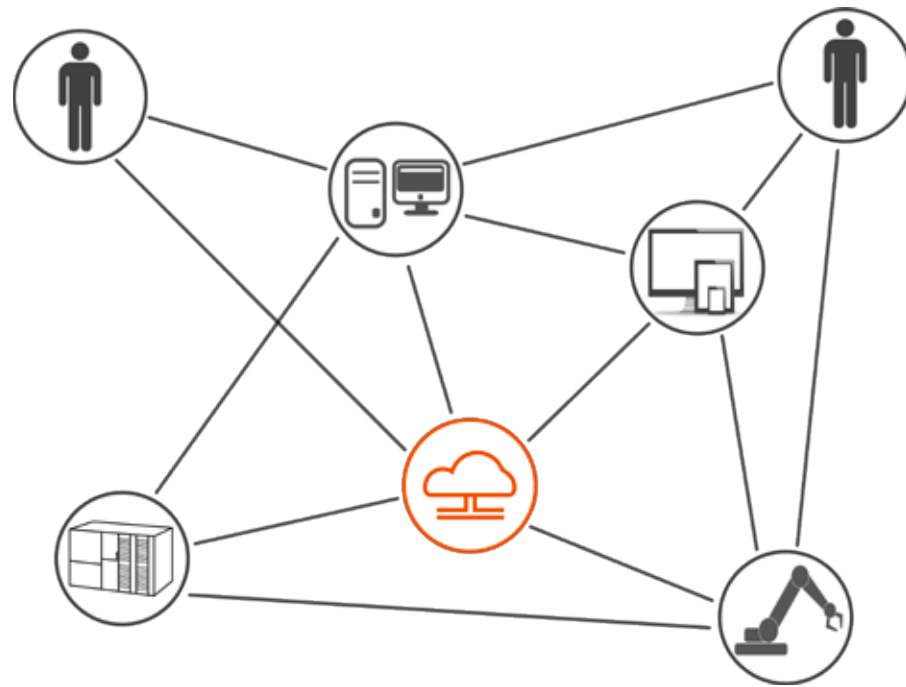
Konrad Exner
Telefon: +49 30 39006-247
konrad.exner@ipk.fraunhofer.de

Adrian Paschke
Telefon: +49 30 3463-7228
adrian.paschke@fokus.fraunhofer.de

Aber sicher!

Informationssicherheit in der vernetzten Produktion

Automatisierung und Produktion wandeln sich gegenwärtig zu stark vernetzten Infrastrukturen. Unternehmen stehen vor ganz neuen Herausforderungen insbesondere in Bezug auf die Informationssicherheit. Eine Gruppe von IT-Sicherheitsexperten am Fraunhofer IPK steht den Unternehmen bei der Absicherung ihrer Infrastrukturen zur Seite. Alleinstellungsmerkmal ist das vorhandene Know-how aus wegweisenden Projekten im Kontext Industrie 4.0 sowie in der Domäne der Automatisierung und Produktion selbst.



Vernetzung der Elemente einer Automatisierungsinfrastruktur mit der Cloud

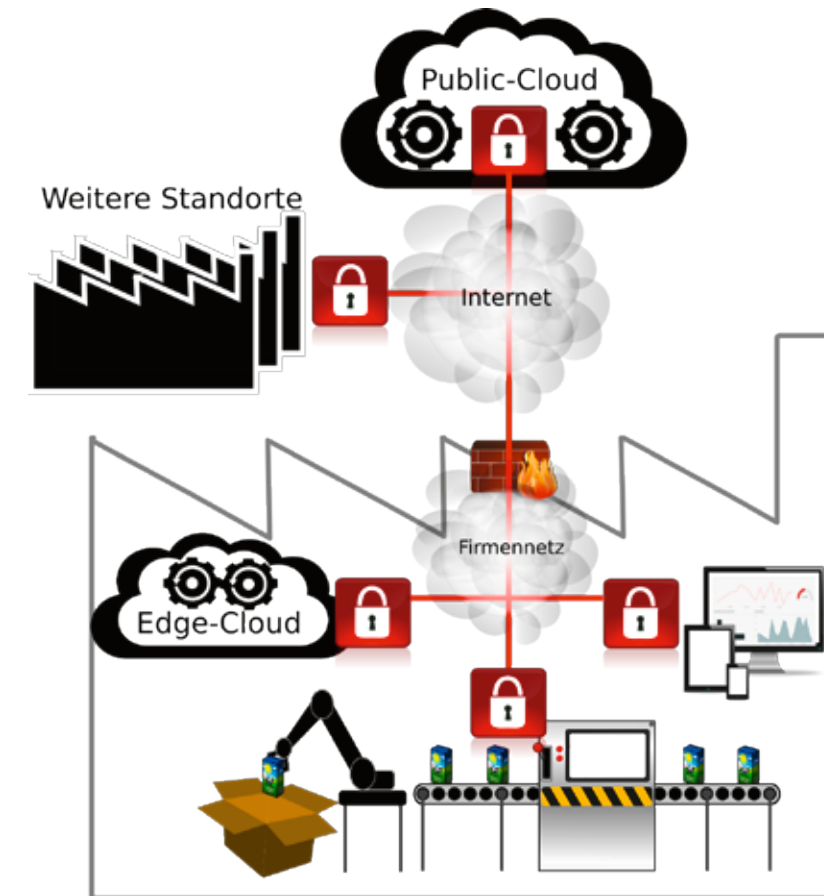
Die zunehmende Vernetzung und Integration von für die Automatisierungswelt neuartigen Technologien wie beispielsweise Virtualisierung oder Consumer-Technologien wie Tablets und Smartphones versprechen Effizienz-, Kosten- und Wettbewerbsvorteile. Auf der anderen Seite erhöht sich dadurch aber auch das Risikopotenzial hinsichtlich Angriffen, Manipulation, Fehlbedienung oder einer technischen Störung. Die aktuellen Sicherheitslücken Meltdown und Spectre verdeutlichen dies gerade für die Virtualisierung besonders auffallend. Verantwortlich dafür sind die gestiegene Komplexität der

Gesamtsysteme, die Heterogenität in den technischen Systemen und Protokollen selbst sowie eine vergrößerte Angriffsfläche und neue Angriffsvektoren. Zusätzlich werden Aufwand und Know-how-Bedarf für einen potenziellen Angreifer durch viele neue frei verfügbare, gut dokumentierte und leicht zu bedienende Angriffswerkzeuge wie beispielsweise das Metasploit-Framework geringer. Die Durchführung eines erfolgreichen Angriffes erfordert heutzutage keinen Computerexperten mehr, jeder Laie wäre nach kurzer Einarbeitung dazu in der Lage.

Um den neuen technologischen Möglichkeiten und den gestiegenen Anforderungen an die IT-Sicherheit gerecht zu werden, muss ein Mindeststandard im Unternehmen sowohl in den technischen Voraussetzungen, als auch in den Sicherheitskonzepten geschaffen werden. Klassische Sicherheitskonzepte für Automatisierungsinfrastrukturen, bei denen Isolation und »Security by Obscurity«, also Sicherheit durch Unverständlichkeit, im Vordergrund stehen, sind nicht mehr ausreichend.

Diese Konzepte stammen aus einer Zeit, in der Geräte und Anlagen direkt mit ihren Steuerungen hart verdrahtet wurden. Die Steuerungen selbst wurden dann nur in lokalen und isolierten Umgebungen mit speziellen und nicht offenen Protokollen und an bestimmten Knotenpunkten miteinander vernetzt. Eine Anbindung der Automatisierungssysteme und -netze an Weitverkehrsnetzwerke wie das Internet wurde zu diesem Zeitpunkt nicht berücksichtigt.

Im Allgemeinen setzen Unternehmen auf bekannte präventive IT-spezifische Security-Maßnahmen wie Firewalls, Gateways, Segmentierung in Sicherheitszonen oder Perimeter Defense. Auch Maßnahmen zur physischen Sicherung der Datenkommunikation wie SIL-Stufen und Datentunnel werden eingesetzt. Allein reichen diese Maßnahmen jedoch nicht aus. Weitere Möglichkeiten sind reaktive Sicherheitswerkzeuge wie Intrusion Detection und Krisenmanagement.



Abstraktes Beispiel für kundenorientierte Sicherheit

Auch die Risikoanalyse einzelner Systeme ist zur Aufdeckung aller Schwachstellen unzureichend, da ein Großteil der existierenden Sicherheitslücken durch das Zusammenwirken komplexer Systeme entsteht. Nicht zu unterschätzen sind auch mögliche Rückwirkungen, die ein bestimmtes Sicherheitswerkzeug auf eine Automatisierungsinfrastruktur haben kann. Diese können von unbeabsichtigt ausgelösten Bewegungen eines Roboters bis hin zu Stillständen in der gesamten Produktionsanlage reichen.

Diese Herausforderungen stellen neue Anforderungen an den Schutzbedarf, insbesondere in Produktionsinfrastrukturen. Darum sind neben den IT-spezifischen Security-Maßnahmen neue innovative Verfahren der »Systemhärtung« zur Verhinderung und insbesondere zur Bewältigung von IT- und Cyberangriffen erforderlich, die sich auf die Erhöhung der Robustheit, die Qualität und Rückwirkung der Security-Produkte sowie die digitale Autonomie von automatisier-

ten Systemen beziehen. Dem kann nur ein methodisches Vorgehen zur Herstellung der Informationssicherheit maßgeschneidert auf den Kunden gerecht werden.

Hilfe bei der Absicherung der Automatisierungsinfrastrukturen bekommen Unternehmen dabei von IT-Sicherheitsexperten des Fraunhofer IPK. Das Angebot gliedert sich dabei in drei verschiedene Bereiche. Der Bereich »Beratung und Analyse« umfasst beispielsweise die Durchführung von Struktur- oder Schwachstellenanalysen und Risikomanagementprozessen. Der Bereich »Sicherheitskonzepte und Technologien« beinhaltet vorwiegend Entwicklungsleistungen wie die Erarbeitung von anwendungsorientierten Sicherheitskonzepten, die Nutzwertermittlung von Sicherheitstechnologien oder die Auftragsforschung für spezielle Sicherheitswerkzeuge. Im dritten Bereich »Integration und Evaluation« steht die praktische Anwendung mit Methoden wie Penetrationstests zur Erforschung neuer Schwachstellen in

Automatisierungssystemen und Härtung von Prototypen oder Produkten in Zusammenarbeit mit Herstellern im Vordergrund.

Ein industrieller Partner profitiert bereits in der Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPK neben dem Know-how im Bereich der Produktion vor allem von der umfangreichen Erfahrung in der anwendungsorientierten Forschung im Unternehmensauftrag und der wegweisenden Forschung im Themenkomplex Industrie 4.0. Die Verbindung von domänenspezifischem Wissen der Automatisierungstechnik und Produktion mit Kompetenzen in der IT-Sicherheit sowie Erfahrungen in der methodischen Erarbeitung von anwendungsorientierten Sicherheitskonzepten und der Erforschung von neuartigen Sicherheitswerkzeugen zur Detektion von Angriffen auf Maschinen und Anlagen im Shopfloor sind dabei ein Alleinstellungsmerkmal. ■

Ihr Ansprechpartner

Christian Horn
Telefon: +49 30 39006-417
christian.horn@ipk.fraunhofer.de

Luftfahrt 4.0

Rolls-Royce Deutschland ist der einzige deutsche Flugzeugtriebwerkshersteller mit Zulassung für die Entwicklung, Herstellung und Instandhaltung moderner ziviler und militärischer Flugtriebwerke. Am Standort Dahlewitz bei Berlin befindet sich die Entwicklung und Endmontage aller BR700 Triebwerke. Als Kompetenzzentrum für Zweiwellentriebwerke innerhalb der Rolls-Royce Group ist der Standort Dahlewitz außerdem für die Triebwerksbaureihen Tay, Spey und Dart verantwortlich. Außerdem wird seit 2017 in Dahlewitz auch das Großtriebwerk Trent XWB montiert. Insgesamt unterstützt Rolls-Royce Deutschland weltweit rund 8 000 im Dienst befindliche Triebwerke. Welche Rolle Industrie 4.0 und Internet of Things (IoT) bei Rolls-Royce spielen, darüber sprachen wir mit Heiko Witte, Head of Engineering Improvement and Quality in Dahlewitz.

FUTUR: Herr Witte, Sie koordinieren bei Rolls-Royce die Digitalisierungsprojekte in Engineering und Montage – welchen Ansatz verfolgen Sie dabei?

Heiko Witte: Unsere Digitalisierungsprojekte bei Rolls-Royce orientieren sich zunächst an den wichtigsten Prioritäten am Standort und in unserem Geschäftsbereich – der zivilen Luftfahrt. Hier verändert die Digitalisierung – wie in anderen Industrien auch – die internen Abläufe ebenso wie sie es uns erlaubt, wesentlich mehr Daten über unser Produkt zu erfassen und auszuwerten. Bei der Auswahl der Projekte verfolgen wir den Value Stream-Ansatz, das heißt anhand des Wertstromprinzips Verbesserungspotenziale durch die Verbindung von Lean-Prinzipien mit Digitalisierungskonzepten zu erreichen. Dabei geht es um ein besseres Verständnis unserer Produkte – beim Triebwerk und Serviceverhalten – sowie um eine Erhöhung der Effizienz in Entwicklung und Produktion. Somit sollen unsere Projekte vor allem das System Engineering unterstützen, also über die Ausgestaltung des digitalen Zwillings dabei helfen, das systemübergreifende Produktverhalten umfangreicher zu verstehen und bewerten zu können.

FUTUR: Welche Industrie-4.0-Technologien setzen Sie im Unternehmen ein?

Witte: Zunächst konzentrieren wir uns auf die Datenanalytik, also auf die Entwicklung neuer Methoden und Algorithmen bei der Analyse von Daten aus Entwicklung und Serviceverhalten unserer Produkte. Hier haben wir innerhalb unseres Unternehmens den Bereich »R2 Data Labs« als Entwicklungszentrum für Dateninnovation ins Leben gerufen. Innerhalb von R2 Data Labs werden wir uns auch auf Methoden der Künstlichen Intelligenz konzentrieren.

Darüber hinaus setzen wir zunehmend Augmented und Virtual Reality (AR / VR) ein. AR und VR helfen uns, eine systemübergreifende Zusammenarbeit zwischen Entwicklung, Montage und Service zu ermöglichen, und System Engineering effizient und kompetent bei Rolls-Royce umsetzen zu können. Kollaborative Roboter werden uns in Zukunft helfen, in Fertigung und Montage Aspekte von Ergonomie, Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit noch besser berücksichtigen zu können.

FUTUR: In Partnerschaft mit dem Fraunhofer IPK arbeiten Sie am Forschungsprogramm »Cockpit 4.0«. Worum geht es hier genau?

Witte: Bei Cockpit 4.0, welches wir zusammen mit dem Fraunhofer IPK und der BTU Cottbus-Senftenberg umsetzen, geht es um

die Entwicklung und Anwendung von innovativen Technologien in Entwicklung und Montage. Beispielsweise entwickeln wir ein Modell für die automatische Generierung von digitalen Montageanweisungen, mit dem in Zukunft die optimale Montage von neuen Triebwerken kollaborativ zwischen Konstrukteuren und Monteuren definiert werden kann. Außerdem wollen wir Fertigungs- und Montagedaten möglichst effizient und informationsreich in das Designmodell zurückführen, um Daten realer Bauteile in der Simulation berücksichtigen zu können.

FUTUR: Mit »Power by the hour« hat Rolls-Royce bereits 1962 ein Konzept eingeführt, das heute als Vorreiter für datengetriebene Geschäftsmodelle gilt. Wie sind Sie aktuell im Bereich Data Analytics aufgestellt?

Witte: Im Bereich Data Analytics haben wir im Servicebereich bereits viele Kompetenzen aufgebaut. Die Auswertung und Interpretation vieler verschiedener Daten aus Betrieb und Service von Flugtriebwerken ist sozusagen unser Kerngeschäft. Mit unserem Bereich R2 Data Labs gehen wir nun neue Wege in Hinsicht Innovation von Data Analytics. Hier wollen wir auch Start-up-Unternehmen einbinden, die uns bei Entwicklung und Umsetzung innovativer Algorithmen unterstützen können.

FUTUR: Wo sehen Sie zukünftig die größten Potenziale für Industrie 4.0 und IoT?

Witte: Bei Rolls-Royce gewinnen wir viele Daten und Informationen aus Entwicklung und Service. Große zusätzliche Potenziale sehen wir nun vor allem in der größeren Nutzung von Daten aus Fertigung und Montage – und aus dem Zusammenführen der Daten und Informationen über den gesamten Value Stream. Das alles verfolgen wir mit dem Ziel, die Eigenschaften unseres Produktes – Triebwerk und Triebwerksservice – besser vorherzusagen zu können und damit die Grundlage zu schaffen, unser Geschäftsmodell weiterzuentwickeln. Außerdem sehen wir in der Einführung von agilen Entwicklungsmethoden – zusammen mit der Digitalisierung der Abläufe – erhebliche Potenziale für die Effizienz und Innovationsfähigkeit. ■



Zur Person

Heiko Witte ist seit 1997 bei BMW Rolls-Royce / Rolls-Royce Deutschland tätig und verantwortete hier verschiedene Bereiche, u. a. Triebwerksversuch, Projektmanagement, Produktentwicklung, Kontinuierliche Verbesserung und Digitalisierung. Er war Projektleiter seitens Rolls-Royce bei der Produkteinführung des V2500Select-Triebwerks. Seit 2009 ist er Head of Engineering Improvement and Quality und koordiniert und leitet in dieser Rolle seit 2017 auch die Digitalisierungs- und Industrie-4.0-Projekte am Standort Dahlewitz. Heiko Witte verfügt über weitreichende Erfahrungen bei der Entwicklung und Umsetzung von Kanban (Flowline)- und Agiler Methodik in der Entwicklungsumgebung. Der Luft- und Raumfahrtexperte ist gern gesehener Referent auf internationalen Konferenzen in Deutschland und Europa, z. B. der Product Innovation – PI und der London Tech Week.

Kontakt

Heiko Witte
Telefon: 49 33708 6-1607
heiko.witte@rolls-royce.com

Alfred Jäger GmbH

Qualität und Wirtschaftlichkeit

Ein Höchstmaß an Qualität, Leistungsdichte, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit – das erwarten die Endkunden von ihren Werkzeugmaschinenherstellern. Um solche Maschinen bauen zu können, um höchste Qualität und Zuverlässigkeit bei möglichst überschaubaren Kosten zu erreichen, benötigt der Werkzeugmaschinenbau starke, leistungsfähige Partner: Partner, wie die Alfred Jäger GmbH aus Ober-Mörlen.



Jäger-Schnellfrequenzspindeln Z-Line (© Alfred Jäger GmbH)

1967 als Einzelunternehmen vom Namensgeber Alfred Jäger gegründet, beliefert die heutige Alfred Jäger GmbH seit mehr als 50 Jahren weltweit namhafte Werkzeugmaschinenhersteller mit HF-Spindeln, inklusive Zubehör für anspruchsvolle und hochgenaue Zerspanungsaufgaben in den Baugrößen von 33 mm bis 150 mm Außendurchmes-

ser und bis zu 67 Kw Spitzenleistung. 2001 wurde das Unternehmen und die Geschäftsführung von Alfred Jäger an seinen Sohn, Bernd Jäger, übergeben.

► Leistungsfähige Mannschaft

Die Alfred Jäger GmbH beschäftigt weltweit circa 160 Mitarbeiter, davon rund 140 in Deutschland. Die anderen Mitarbeiter verteilen sich auf die Standorte in China und USA (mit eigenem Reparaturshop), Japan und Italien. Zudem arbeitet das Unternehmen in allen anderen relevanten Maschinenbaumärkten mit eigenständigen Verkaufspräsentanzen für den Vertrieb und Service der Produkte zusammen.

► Zwei Säulen für den Erfolg

Im Jahr 2011 hat sich die Alfred Jäger GmbH, die ihre HF-Spindeln unter dem Logo »Jäger High Performance Spindles« vertreibt, auf ihre Wurzeln besonnen. Firmengründer Alfred Jäger war ein gelernter »Ankerwickler«: Mit eigens konstruierten Blechschnitten und dem Einsatz hochleitfähiger Materialien entwickelte und baute er hochleistungsasynchrone Motoren, die seit 50 Jahren in den hauseigenen Produkten zum Einsatz kommen. Seit 2011 entwickelt, produziert und vertreibt die Alfred Jäger GmbH gleichermaßen unter dem Logo »Jäger Powertrain Technologies« DC/AC-Motoren für die unterschiedlichsten Märkte. Zurzeit ist das Unternehmen stark im Bereich Vakuumkompressoren und E-Antriebe für weltweit namhafte Hersteller tätig, aber entwickelt auch nach wie vor Hochleistungsmotoren für den eigenen HF-Spindelbereich.

► Qualitätssicherung

Die Alfred Jäger GmbH steht für hervorragende Produktqualität und Professionalität sowie Zuverlässigkeit in der Projektentwicklung. Unsere Qualität basiert auf dem hohen Qualitätsbewusstsein unserer Mitarbeiter und einem Wissensstand, der durch gezielte Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen auf höchstem Niveau gehalten wird. Bei der Umsetzung der Qualitätsgrundsätze in der Produktion und im Projektgeschäft nutzen wir die etablierten »Jäger-Standards« bzw. unser »Jäger-Qualitätsmanagementsystem«. Zudem ist die Alfred Jäger GmbH ein vom TÜV Rheinland nach ISO 9001, ISO 14001 und BS OHSAS 18001 zertifiziertes Unternehmen.

Kontakt

Alfred Jäger GmbH
Siemensstraße 8
61239 Ober-Mörlen
Telefon: +49 6002 9123-0
www.alfredjaeger.de

Höchstleistung für mehr Qualität

Jäger-Schnellfrequenzspindel Z-Line

Im Oktober 2017 konnte im Fraunhofer IPK durch die Integration einer neuen Schnellfrequenzspindel in eine 3-Achs-Hochpräzisionsfräsmaschine die Qualität spanend hergestellter Werkstücke deutlich verbessert werden. Die Spindel der Modellreihe Z wurde durch das Unternehmen Alfred Jäger aus Ober-Mörlen speziell für Forschungs- und Entwicklungszwecke zur Verfügung gestellt.

Die neue Spindel bietet dem Fraunhofer IPK im Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik durch ihren durchdachten und technisch ausgereiften Aufbau eine Vielzahl an Vorteilen. Insbesondere die sehr guten Rundlauf- und Planlaufeigenschaften bei Spindeldrehzahlen bis $n = 60.000$ 1/min sowie einer Nennleistung von $P = 1,8$ kW können gezielt für die Forschung und Entwicklung zur Elektrodenherstellung sowie zur Bearbeitung von spröden und harten Werkstoffen mit Härten bis zu $H = 64$ HRC eingesetzt werden. Dabei ermöglicht die Schnellfrequenzspindel eine Reduzierung von geometrischen Abweichungen an den Werkstücken sowie eine deutliche Steigerung der zu erzeugenden Oberflächenqualität im Vergleich zu der bisher eingesetzten Spindel.

Die Fraunhofer-Forscher werden die Jäger-Schnellfrequenzspindel zukünftig vor allem für ihre FuE-Arbeiten im Bereich der Mikrozerspanung einsetzen. Die Anwendungen konzentrieren sich hier auf die weiterführende Prozessoptimierung zur Erzeugung von Mikrostrukturen, die Fertigung hochpräziser Formwerkzeuge sowie die Herstellung von Mikrofluidiken und Senkelektroden.



Jäger-Schnellfrequenzspindel Z-Line in der 3-Achs-Hochpräzisionsfräsmaschine WISSNER GAMMA 303 HIGH PERFORMANCE

Spezifikationen der Spindel der Modellreihe Z-Line

Spindeldrehzahl n	60.000 1/min
Nennleistung P _{nenn}	1,8 kW
Frequenz f	1.000 Hz
Rundlauf Innenkegel aR	< 1 µm
Planlauf aP	< 1 µm
Kühlung	Flüssigkeitsgekühlt
Lagerung	Hybridkugellager (4 Stück)
Schmierung	Lebensdauerfettsschmierung (wartungsfrei)

Ihr Ansprechpartner

Maximilian Wiesner
Telefon: +49 30 39006-107
max.wiesner@ipk.fraunhofer.de

► Amtsantritt

Dirk Oberschmidt ist Professor an der TU Berlin

Im Februar 2018 hat Prof. Dr.-Ing. Dirk Oberschmidt die Leitung des Fachgebiets »Mikro- und Feingeräte« am IWF der TU Berlin übernommen. Oberschmidt, der zuvor die Abteilung Mikroproduktionstechnik am Fraunhofer IPK leitete, möchte den Studierenden Grundlagenwissen im anwendungsorientierten Zusammenhang vermitteln. Forschungsschwerpunkt im Fachgebiet ist insbesondere die Lösung von Problemstellungen in komplexen optischen Mikrosystemen. Das Fachgebiet beschäftigt sich speziell mit Grundlagen und angewandten Aufgaben in Bezug auf Design, Teilefertigung und Montage im Grenzbereich zwischen Mikro- und Nanotechnik. Die angestrebten Systemlösungen bieten vielfältige Einsatzmöglichkeiten beispielsweise in der optischen Analytik für klassische Messtechnik, Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt sowie Verkehrstechnik.

Prof. Oberschmidt absolvierte zunächst eine klassische Berufsausbildung als Landmaschinenschlosser. Danach studierte er an der ehemaligen Fachhochschule für Technik und Wirtschaft (FHTW) Maschinenbau mit Schwerpunkt Fertigungstechnik und schloss dem FH-Diplom ein Aufbaustudium als Diplom-Ingenieur im Fach Produktionstechnik an der TU Dresden an. Zur Zeit des Studiums arbeitete er als Betriebsschlosser, Werkstattleiter sowie später als Laboringenieur



und Versuchsfeldleiter an der FHTW sowie an der TU Berlin. Während der Promotion arbeitete er am IWF sowie am Fraunhofer IPK als wissenschaftlicher Mitarbeiter zum Thema »Ultrapräzisionszersetzung« und leitete die Gruppe Mikroproduktionstechnik an der gleichnamigen Außenstelle beider Institute in Adlershof.

■ Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Dirk Oberschmidt
Telefon: +49 30 314-22006
dirk.oberschmidt@tu-berlin.de

► Kulturgüter sichern

Rekotechnik im Saarland vorgestellt

Ende Februar waren Experten des Fraunhofer IPK einer Einladung des Saarländischen Museumsverbandes in den Archäologiepark Römische Villa Borg gefolgt, um ihre Technologien zur Digitalisierung und Rekonstruktion kultureller Güter vorzustellen. Dr. Bertram Nickolay und Jan Schneider präsentierten die Fraunhofer-Digitalisierungs- und Rekonstruktionstechnologie, die 2013 mit dem europäischen Innovationspreis EARTO gekürt wurde. Anschließend diskutierten sie mit aus dem Saarland, Rheinland-Pfalz und Luxemburg angereisten Archäologen, Restauratoren, Museumsmitarbeitern, Archivaren, Bibliothekaren und Digitalisierungsspezialisten deren Anwendungspotenziale. Auf besonderes Interesse stießen die technischen Möglichkeiten des ePuzzlers, des Herzstücks der Technologie, sowie neue Scantechnologien für Schriftgut und mehrdimensionale Kulturgüter. Im Zusammenspiel mit Digitalisierungs- und Restaurierungsmodulen lassen sich so kulturell und historisch wertvolle Schätze retten, langfristig sichern und zukünftig erleben. Bestes Beispiel dafür sind bereits durchgeführte Projekte mit der Gottfried Wilhelm Leibniz Bibliothek in Hannover, dem Kölner Stadtarchiv und der Erbbegräbnisstätte Buchholz in Bredereiche. Ziel des



v.l.: Jan Schneider und Dr. Bertram Nickolay vom Fraunhofer IPK, Dr. Bettina Birkenhagen, Villa Borg, Rainer Raber, Saarländischer Museumsverband und Dr. Marc von der Linden, Muster-Fabrik Berlin (© Dr. Inken Vogt)

Workshops war es, im Jahr des kulturellen Erbes der EU mit richtungsweisenden Projekten die Region Saar-Lor-Lux zu präsentieren.

■ Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. Bertram Nickolay
Telefon: +49 30 39006-201
bertram.nickolay@ipk.fraunhofer.de

► Fraunhofer Project Center in Brasilien

FPC@ITA mit Industrie-4.0-Konferenz feierlich eröffnet

Am 6. März 2018 wurde das Fraunhofer Project Center for Advanced Manufacturing @ ITA, kurz FPC@ITA, in São José dos Campos feierlich eröffnet. Rund 280 hochrangige Gäste aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft waren aus diesem Anlass der Einladung zur ersten gemeinsamen »Fraunhofer and ITA Conference on Industrie 4.0« gefolgt. Das äußerst umfangreiche Vortragsspektrum umfasste mehr als 20 Präsentationen von Vertretern der beteiligten Universitäten und Forschungseinrichtungen, brasilianischer Ministerien und Industrieverbände sowie ortsansässiger Unternehmen. Aktuelle Trends aus Forschung, Entwicklung und industrieller Anwendung in den Bereichen Automobilbau, Luftfahrt sowie der petrochemischen und metallverarbeitenden Industrie standen im Zentrum der Vorträge. Höhepunkt der Konferenz war die Ernennung des Board of Trustees des neuen Project Centers, zu dessen 14 Mitgliedern Vorstände und Manager u. a. von General Motors, Siemens, ThyssenKrupp sowie SENAI, Brasiliens Nationalem Ausbildungsdienst für die Industrielehre, und der brasilianischen Entwicklungsbank BNDES zählen.

Industrie 4.0, das zentrale Thema der Konferenz, ist gleichzeitig auch der FuE-Schwerpunkt von FPC@ITA. »Fraunhofer IPK und ITA bieten zukünftig gemeinsam Technologien für eine digital integrierte Produktion an,« so FPC@ITA-Geschäftsführer Dr. David Carlos Domingos. Dazu gehören nachhaltige Lösungen für die Bereiche Unternehmensmanagement, Produktentwicklung, Produktionssysteme sowie Fertigungs- und Automatisierungstechnik. Fraunhofer IPK und ITA kooperieren bereits seit 2009 und bündeln erfolgreich Kompetenzen und Dienstleistungen zur Akquisition und Durchführung von industriellen Forschungsprojekten in Brasilien. Partner und Kunden des Project Centers profitieren nun von einem noch umfangreicheren Produkt- und Serviceportfolio, das speziell auf den brasilianischen Markt und die Industrie vor Ort, einschließlich deutscher und europäischer Unternehmen mit brasilianischen Niederlassungen, ausgerichtet ist.

■ Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. David Carlos Domingos
Telefon: +49 30 39006-413
david.carlos.domingos@ipk.fraunhofer.de

FPC@ITA wurde mit einer Industrie-4.0-Konferenz feierlich eröffnet. Höhepunkt der Konferenz war die Ernennung der Mitglieder des Board of Trustees (m.). (© ITA / Beatriz Grassi)



► Memorandum of Understanding

Neue Vereinbarung zur Stärkung der Zusammenarbeit mit Brasilien

Am 9. März wurde ein Memorandum of Understanding zwischen dem Berliner Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« und dem Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) aus Brasilien in São Paulo vereinbart. Unterzeichner waren auf Seiten des Leistungszentrums dessen Sprecher Professor Manfred Hauswirth, Professor Eckart Uhlmann, Leiter des Fraunhofer IPK, sowie Nikolai Schmeißer und Dr. Christina Treeger als Vertreter der Fraunhofer-Gesellschaft. Auf Seiten des IPT unterzeichneten Geschäftsführer Fernando José Gomes Landgraf und Betriebsleiter Mário Boccalini Júnior. Mit dem Ziel, für beide Seiten vorteilhafte Synergien im Bereich Forschung und Entwicklung zu ermöglichen, wurde für eine Laufzeit von fünf Jahren die Förderung und Erleichterung der technischen Zusammenarbeit zwischen den Partnerinstituten beschlossen. LZDV und IPT vereinbarten einen zukünftigen Austausch in Forschung und Entwicklung sowie die Initiierung gemeinsamer Projekte, Dienstleistungen und anderer Aktivitäten vor allem in den Bereichen Industrie 4.0, Smart Cities und Sustainable Cities.



v.l.: IPT-Geschäftsführer Fernando José Gomes Landgraf, Professor Eckart Uhlmann, Institutsleiter des Fraunhofer IPK, Alessandro Santiago dos Santos, FuE-Manager des IPT, Dr. David Carlos Domingos, Geschäftsführer FPC@ITA am Fraunhofer IPK (© IPT).

Das IPT ist mit zwölf Technologiezentren eines der größten Forschungsinstitute Brasiliens und bietet Lösungen und Dienstleistungen für den öffentlichen und privaten Sektor in einer Vielzahl von Bereichen wie städtischer Infrastruktur, Transport und Sicherheit an.

■ Ihr Ansprechpartner

Dr.-Ing. David Carlos Domingos
Telefon: +49 30 39006-413
david.carlos.domingos@ipk.fraunhofer.de

► Erfolgreiche Konferenz

I-ESA'18 am Fraunhofer IPK

Vom 19. bis 23. März war das Fraunhofer IPK Gastgeber der »International Conference on Interoperability for Enterprise Systems and Applications – I-ESA«. Die Konferenz verbindet weltweit führende Forscher und Anwender von Enterprise Interoperabilität sowie verwandten Bereichen, einschließlich Interoperabilitätsaspekten von Unternehmenssystemen und -anwendungen. Die über 150 Gäste aus Israel, Japan, den USA und den Europäischen Staaten konnten an internationalen Keynotes, Präsentationen aktueller Forschungsprojekte und einem Doktorandensymposium teilnehmen. Insbesondere Beiträge zu den Bereichen IoT, Blockchain und Kommunikationssicherheit boten die Gelegenheit zum Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaftlern, Dienstleistern, Unternehmern und industriellen Interessensgruppen und führten zu einer Stärkung der internationalen Kontakte zwischen Forschung und Industrie. Im Vorfeld wurde die Konferenz von zehn interaktiven Workshops begleitet. In 51 Beiträgen wurden hier Themen wie industrielle Big Data- und Cloud-Plattformen zur Bereitstellung von Smart Services im Kontext von Industrie 4.0, digitaler Transformation und Smart Factory diskutiert.



Die interaktiven Workshops im Vorfeld der Konferenz waren gut besucht.

■ Ihr Ansprechpartner

Frank-Walter Jaekel
Telefon: +49 30 39006-174
frank-walter.jaekel@ipk.fraunhofer.de

► Zu Gast im Transferzentrum »I4.0 Lab«

11. Netzwerktreffen »Industrie 4.0 Leitfabriken«

Am 14. März 2018 begrüßte das Fraunhofer IPK zusammen mit Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie und dem Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« 20 Gäste aus dem Netzwerk »Leitfabriken Industrie 4.0« im Transferzentrum »I4.0 Lab«. Mit dem Ziel, die Zusammenarbeit beider Initiativen voranzutreiben, wurden die Ziele und Angebote des Leistungszentrums sowie die Forschungsfelder des Transferzentrums »I4.0 Lab« vorgestellt. In einer Versuchsfeldführung lernten die Gäste Lösungen aus Bereichen wie dem Lifecycle Monitoring, der roboterbasierten Bearbeitung und der modularen Shopfloor IT kennen. Während des Treffens ergaben sich vielfältige Anknüpfungspunkte zur weiteren Zusammenarbeit und erste Folgetreffen wurden vereinbart. Das von Berlin Partner initiierte Netzwerk »Leitfabriken Industrie 4.0« wurde Anfang 2016 gegründet, um im konkreten persönlichen Austausch die Herausforderungen der Digitalisierung anzunehmen. Anders als andere Initiativen in diesem Bereich orientiert sich das Netzwerk an den Bedürfnissen seiner Unternehmen und fokussiert die Themen der digitalen Transformation in der Produktion mit Schlüsseltechnologien für Industrie 4.0.



Fraunhofer IPK-Experte Claudio Geisert stellt aktuelle FuE-Ergebnisse zum Thema Smart Maintenance vor.

■ Ihr Ansprechpartner

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

► Digitalisierung für Südkorea

Besuch der Sonderkommission Industrie 4.0 der koreanischen Nationalversammlung

Am 17. Januar 2018 besuchten hochrangige Gäste aus Südkorea das Fraunhofer IPK. Die Besucherinnen des 4th Industrial Revolution Forum, Sonderkommission Industrie 4.0 der koreanischen Nationalversammlung informierten sich zu den Themen Industrie 4.0, Smart Factories sowie den Angeboten des Berliner Leistungszentrums Digitale Vernetzung. Bei den Besucherinnen handelte es sich um Frau Kyung-mee Park, Vorsitzende des Forums aus der Democratic Party of Korea, Frau Hee Kyoung Song, Abgeordnete des Forums aus der Liberty Korea Party und um Frau Yong-hyeon Shin, Abgeordnete des Forums aus der People's Party. In ihrer Begleitung befanden sich drei weitere Stabschefs der Kommission.



Rundgang durch das Versuchsfeld (v. l. n. r.): Eckhard Hohwieler im Gespräch mit Yong-hyeon Shin, Hee Kyoung Song und Kyung-mee Park.

Hintergrund des Besuches sind die Bemühungen der neuen Regierung um Präsident Moon Jae-in, die die Digitalisierung der koreanischen Wirtschaft vorantreiben will. Bereits die alte Regierung Park hatte den Bau von Smart Factories gefördert, um die sogenannte »vierte industrielle Revolution« auch in Korea umzusetzen. Deutschland gilt in diesem Zusammenhang als Vorbild.

■ Ihr Ansprechpartner

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

► Forschung zum Anfassen

Lange Nacht der Wissenschaften am 9. Juni 2018

Am 9. Juni 2018 von 17 bis 24 Uhr öffnen ca. 70 wissenschaftliche Einrichtungen in Berlin und auf dem Potsdamer Telegrafenberg ihre Türen. Orte, die sonst nicht zugänglich sind, werden live erlebbar. Zahlreiche Experimente, Vorträge, Workshops und Mitmachaktionen bringen die Forschungsthemen Erwachsenen und Kindern näher. Im Jahr 2017 kamen mehr als 34 000 Interessierte zur Langen Nacht. Allein im Produktionstechnischen Zentrum Berlin, dem Dach von Fraunhofer IPK und IWF der TU Berlin, gibt es dieses Jahr 20 Demonstrationen. Vom 3D-Druck über Dreh- und Fräsverfahren bis hin zu Robotern zum selber Programmieren können die Gäste eine Nacht »in den Stand der Technik« abtauchen und erleben, woran unsere Forscherinnen und Forscher arbeiten.



Weitere Informationen und das Gesamtprogramm finden Sie unter www.langenachtderwissenschaften.de

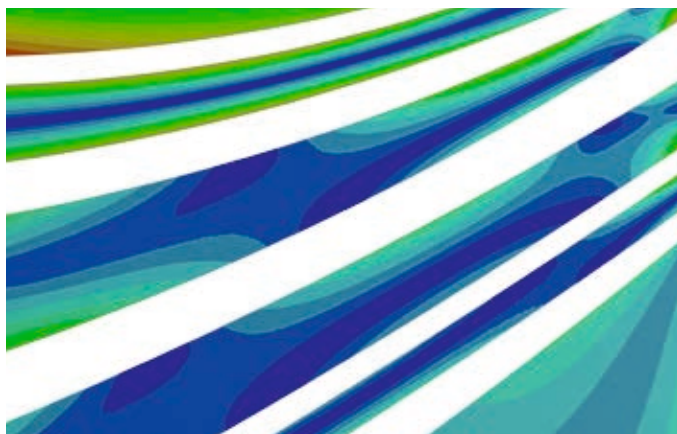
■ Ihr Ansprechpartner

Steffen Pospischil
Telefon: +49 30 39006-140
steffen.pospischil@ipk.fraunhofer.de

► Simulationsbasierte Produktentwicklung

Industrieworkshop am 7. Juni 2018 in Berlin

Wer nicht simuliert, baut zweimal. Warum die Simulation der Grundstein erfolgreicher Prozesse ist, zeigen wir in unserem Industrieworkshop. Er richtet sich insbesondere an Simulationsneulinge und -interessierte aus kleinen und mittelständischen Unternehmen. Wir geben einen Einblick in die Möglichkeiten verschiedener Simulationstypen und zeigen, wie Sie durch Simulation aktuelle Probleme lösen und neue Produkte zielgerichtet entwickeln können. Im Vergleich mit konventionellen Ingenieursmethoden verdeutlichen Referentinnen und Referenten aus Industrie und Forschung, wie effizient und kostensparend die Produktentwicklung mittels Simulationen ist. Darüber hinaus informieren wir Sie über Fördermöglichkeiten, um Ihnen einen risikofreien Einstieg in die Welt der Simulation zu ermöglichen. In Ergänzung zu unserem Vortragsprogramm bieten wir Ihnen außerdem eine individuelle und unverbindliche Beratung durch unsere Simulationsexperten an, für die wir Sie auf Wunsch gern vormerken. Weitere Informationen und Anmeldung:



www.ipk.fraunhofer.de/weiterbildung

■ Ihr Ansprechpartner

Mario Epping
Telefon: +49 30 39006-298
mario.epping@ipk.fraunhofer.de

► Termine

Mehr Können – Veranstaltungen 2018

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.

19. April 2018	Industriearbeitskreis: Keramikbearbeitung
23. – 27. April 2018	Hannover Messe
03. – 04. Mai 2018	Seminar: Wissensbilanz – Made in Germany
07. Juni 2018	Workshop: Simulationsbasierte Produktentwicklung – Trends und industrielle Lösungen
15. Juni 2018	Workshop: Lifecycle Monitoring
21. Juni 2018	Workshop: Virtual Reality in der industriellen Anwendung
02. – 05. Juli 2018	Seminar: Projekt- und Veränderungsmanagement »spielend erleben«
14. September 2018	Seminar: Wissensmanagement im Kontext der ISO 9001:2015
27. September 2018	Technologietag: Smart Quality
Oktober 2018	M.Sc. Global Production Engineering
11. Oktober 2018	Technologietag: Digital integrierte Produktion – Konkrete Lösungen für die Praxis
23. – 25. Oktober 2018	parts2clean
08. – 09. November 2018	Seminar: Wissensbilanz – Made in Germany
27. November 2018	Konferenz: Berliner Requirements Engineering Symposium
29. – 30. November 2018	Kantenworkshop

Detaillierte Informationen zu allen Veranstaltungen und Möglichkeiten zur Anmeldung finden Sie unter

www.ipk.fraunhofer.de/weiterbildung

TIPP ► Ressourceneffizienz vor Ort

VDI-Netzwerk am 8. Mai 2018 zu Gast im PTZ

Innerhalb der Produktentwicklung werden wesentliche Entscheidungen getroffen, die die Ressourceneffizienz eines Produkts in der Produktion und entlang des weiteren Lebensweges festlegen. Unklar ist dabei oftmals jedoch für viele Unternehmen, wie dieses Potenzial gewinnbringend genutzt werden kann. Im Rahmen der Veranstaltung »Ressourceneffizienz vor Ort« des Netzwerks Ressourceneffizienz soll einerseits das Bewusstsein über die zur Verfügung stehenden Mittel der Produktentstehung zur Beeinflussung der Ressourceneffizienz erhöht werden. Zum anderen werden beispielhaft innovative FuE-Ergebnisse des IWF der TU Berlin sowie des Fraunhofer IPK präsentiert. Das Netzwerk Ressourceneffizienz ist ein offenes Dialogforum für Akteure aus Industrie, Dienstleistung, Wissenschaft und Politik und wird vom VDI Zentrum Ressourceneffizienz koordiniert. Das Netzwerk arbeitet eng mit Partnern vor Ort zusammen, um Regionalveranstaltungen direkt für Unternehmensvertreter anzubieten. Weitere Informationen und Anmeldung:

www.nerness.de



■ Ihr Ansprechpartner

Tom Buchert
Telefon: +49 30 39006-358
tom.buchert@ipk.fraunhofer.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 3104-1550
michael.rethmeier@ipk.fraunhofer.de

Beschichtungstechnik (IWF)

Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Rupprecht
Telefon: +49 30 314-25176
rupprecht@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. Jörg Krüger (komm.)
Telefon: +49 30 39006-181
joerg.krueger@ipk.fraunhofer.de

Qualitätswissenschaft

Prof. Dr.-Ing. Roland Jochem
Telefon: +49 30 314-22004
roland.jochem@tu-berlin.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. André Bergmann
Telefon: +49 30 39006-107
andre.bergmann@ipk.fraunhofer.de

Numerische Simulation von Produkten, Prozessen

Sebastian Uhlemann
Telefon: +49 30 39006-124
sebastian.uhlemann@ipk.fraunhofer.de

Reinigungstechnik

Dr.-Ing. Sascha Reinkober
Telefon: +49 30 39006-326
sascha.reinkober@ipk.fraunhofer.de

SysWasser

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

Verkehr

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

Arbeitskreise

Berliner Runde (Werkzeugmaschinen)

Simon Thom, M. Sc.
Telefon: +49 30 314-24456
simon.thom@iwf.tu-berlin.de

Keramikbearbeitung

Alexander Eulitz, M. Sc.
Telefon: +49 30 314-24963
eulitz@iwf.tu-berlin.de

Mikroproduktionstechnik

Dr.-Ing. Mitchel Polte
Telefon: +49 30 39006-434
mitchel.polte@ipk.fraunhofer.de

Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe

Kristin Kropidlowski
Telefon: +49 30 314-21235
kristin.kropidlowski@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. Julian Polte
Telefon: +49 30 39006-433
julian.polte@ipk.fraunhofer.de

Benchmarking

Dr.-Ing. Ronald Orth
Telefon: +49 30 39006-171
ronald.orth@ipk.fraunhofer.de

PDM/PLM

Dr.-Ing. Kai Lindow
Telefon: +49 30 39006-214
kai.lindow@ipk.fraunhofer.de

Prozessmanagement

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

Simulation und Fabrikplanung

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

dip – Digital Integrierte Produktion

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

Veranstaltungsmanagement MEHR KÖNNEN

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

Virtual Reality Solution Center (VRSC)

Dipl.-Sporting. Andreas Geiger
Telefon: +49 30 39006-109
andreas.geiger@ipk.fraunhofer.de

Wissensmanagement

Dr.-Ing. Ronald Orth
Telefon: +49 30 39006-171
ronald.orth@ipk.fraunhofer.de

Zentrum für Innovative Produktentstehung (ZIP)

Dr.-Ing. Kai Lindow
Telefon: +49 30 39006-214
kai.lindow@ipk.fraunhofer.de