

FUTUR

Vision Innovation Realisierung

Digitale Vernetzung



Industrie 4.0

Digital Integrierte Produktion

Showcase

Lifecycle Monitoring mit dem Digitalen Zwilling

Inhalt

Impressum

FUTUR 3/2017
19. Jahrgang
ISSN 1438-1125

Herausgeber

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

Mitherausgeber

Prof. Dr.-Ing. Roland Jochem
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

CNI – Confederação Nacional da Indústria: 28 unten
Connect Limburg: 33
CONTACT Software: 21
Fraunhofer FOKUS: 4, 8, 9, 30
Fraunhofer FOKUS / Tom Maelsa: 5
Fraunhofer HHI: 10, 11
Fraunhofer IPK / Ismaël Sanou: 7
Fraunhofer IPK / Katharina Strohmeier: 6
Fraunhofer IZM: 12, 13
iStock: 34 oben
ITA / Raquel Caratti Piani: 31
IWF TU Berlin / Jens Lamprecht: 1, 26

- 04** Leistungszentrum Digitale Vernetzung –
Gebündelte FuE-Kompetenz für Berlin-Brandenburg
- 06** Industrie 4.0 – Digital Integrierte Produktion
- 08** Internet of Things – Demonstrations-, Entwicklungs- und Testzentrum
für IoT-Technologien
- 10** 5G Testbed – Datentransport mit Höchstgeschwindigkeit
für die Anwendungen der Zukunft
- 12** Hardware for Cyber Physical Systems (CPS) –
Mikrosysteme als unverzichtbare Brücke zwischen realer und virtueller Welt
- 14** Intelligente Fertigungstechnologien – in der Digital Integrierten Produktion
- 16** Digitale Fabrik – Durchgängige Datenmodelle und Datenanalyse
in der Produktentstehung
- 18** Cloudbasierte Mehrwertdienste –
Flexible Automatisierung für Produktion und Logistik
- 20** Showcase – Lifecycle Monitoring mit dem Digitalen Zwilling
- 22** Showcase – Industrie-4.0-Anwendungszentrum in China
- 24** Interview: TT, NN, CONTACT Software
- 26** Laborporträt: Smarte Technologien im Industrie 4.0 Lab
- 28** Ereignisse und Termine
- 36** PTZ im Überblick

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

Editorial

Liebe Leserinnen, liebe Leser, unser Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« hat Fahrt aufgenommen. Nach dem erfolgreichen Start im März 2017 unterstützen wir die in Berlin und Brandenburg ansässige Wirtschaft auf dem Weg zur Digitalisierung. Schon in einer früheren Studie für den Berliner Senat hatten wir die Potenziale von Industrie 4.0 für die Hauptstadtregion analysiert. Das Ergebnis war eindeutig: Mit der hier vorhandenen IT-Wirtschaft, der produzierenden Industrie sowie Wissenschaft und Forschung bietet sich Berlin-Brandenburg die Chance, sich in diesem Thema als attraktiver und kompetenter Innovationsstandort zu etablieren.

Gemeinsam mit den anderen Berliner Fraunhofer-Instituten FOKUS, HHI und IZM bündeln wir Kompetenzen in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologien, Datenverarbeitung, Produktion und Mikroelektronik und bringen IKT-Anbieter und Automatisierungsausrüster mit der produzierenden Industrie zusammen. Unser erklärtes Ziel ist es, gemeinsam Technologien und Lösungen zu entwickeln, die der fortschreitenden Digitalisierung und Vernetzung in Industrie und Produktion, Mobilität und Infrastruktur sowie den Life Sciences Rechnung tragen. Gefördert wird das Leistungszentrum vom Regierenden Bürgermeister von Berlin, Senatskanzlei – Wissenschaft und Forschung, und aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). Welche FuE-Projekte wir im ersten Dreivierteljahr bereits auf den Weg gebracht haben, erfahren Sie in dieser Ausgabe unserer FUTUR.

Dazu gehören in erster Linie vier Transferzentren, die wir an den beteiligten Instituten eingerichtet haben, um in unterschiedlichen Szenarien Anwendungslösungen des digital vernetzten Arbeitens in der Produktion und an Anlagen zu erproben und erlebbar zu



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

machen. So stellen wir in unserem Industrie 4.0 Lab am Fraunhofer IPK Produktionsmaschinen, Robotersysteme sowie IoT- und Cloud-Plattformen zur Verfügung, mit denen Unternehmen prototypische Lösungen in produktionsnaher Umgebung testen und optimieren können. In Plug-and-Play-fähiger IT-Umgebung können außerdem Werkzeuge für das virtuelle Entwickeln und die intuitive Interaktion in VR-Umgebungen integriert und qualifiziert werden. Und wir zeigen anhand ganz konkreter Showcases, wie digitale Transformation erfolgreich gelingen kann. Ein Szenario für die IoT-basierte Wartung und Instandhaltung von Werkzeugmaschinen und Anlagen präsentieren wir ebenfalls in diesem Heft.

Mit solchen modularen und skalierbaren Lösungen möchten wir im Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« vor allem auch deutlich machen, dass Internet der Dinge und Industrie 4.0 für Unternehmen jeder Größe ökonomisch umsetzbar sind – vom Start-up über den Mittelstand bis zum Großkonzern. Überzeugen Sie sich selbst – wir laden Sie herzlich ein, uns im Leistungszentrum zu besuchen und unser Wissen und unsere praktische Erfahrung für Ihren digitalen Transformationsprozess zu nutzen.

Ihr

Eckart Uhlmann

Digitale Vernetzung

Leistungszentrum Digitale Vernetzung

Gebündelte FuE-Kompetenz für Berlin-Brandenburg

Die Zukunft kommt – automatisch. Und sie ist digital. Denn die Digitalisierung und die damit einhergehenden Vernetzungsmöglichkeiten der Geräte eröffnen eine Vielzahl neuer Chancen. Für den gesellschaftlichen Fortschritt ebenso wie für die Industrie. Nahezu alle Bereiche werden durch sie beeinflusst: Die Medizin ebenso wie Mobilität und die Produktion. Das Fraunhofer Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« bietet Unternehmen – vom Start-up über den Mittelstand bis zum Großkonzern – umfassende Forschungs- und Umsetzungskompetenz aus einer Hand.



Anwendungsbereiche des Leistungszentrums »Digitale Vernetzung« (© Fraunhofer FOKUS)

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. Planung, Realisierung und Administration von Digitalisierungsprojekten sind also vielschichtig und komplex. Die vier Institute Fraunhofer FOKUS, Fraunhofer HHI, Fraunhofer IPK und Fraunhofer IZM haben deshalb ihre Kompetenzen in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Datenverarbeitung, Produktion und Mikroelektronik gebündelt und decken damit die gesamte technologische Kette der Digitalen Transformation ab – von der Mikroelektronik für Sensoren und Aktoren über Fog-, Edge- und Cloudbasierte Vernetzungsplatfor-

men sowie wissensbasierte Datenanalyse in Echtzeit bis hin zur Automatisierung kooperativer Wertschöpfungsprozesse. Im Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« entwickeln sie Technologien und Lösungen, die der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung aller Lebensbereiche Rechnung tragen und forschen entsprechend an Basis- und Querschnittstechnologien für die Anwendungsbereiche »Vernetzte Industrie und Produktion«, »Vernetzte Mobilität und Zukunftstadt«, »Vernetzte Gesundheit und Medizin« sowie »Vernetzte kritische Infrastrukturen und Energie«. Ziel des Leistungszentrums ist es, die Institute und Berlin als Standort mit der scharf abgegrenzten und strategisch wichtigen Kernkompetenz der digitalen Vernetzung in Deutschland und international als führend zu etablieren. Hier-

durch wird langfristig die für die weltweite Wirtschaft strategisch wichtige IKT-Kompetenz klar am Standort gestärkt und mit Berlin verbunden. Das Leistungszentrum wird vom Regierenden Bürgermeister von Berlin, Senatskanzlei – Wissenschaft und Forschung, und aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.

► Die Transferzentren

Als Wegbegleiter der Digitalen Transformation bietet das Berliner Leistungszentrum die Möglichkeit, mit Innovationen schnell konkrete Ergebnisse zu erzielen. Das Angebot reicht von der Unterstützung bei der Implementierung sicherer cyberphysikalischer Systeme und der Realisierung von Anwendungsszenarien mit der neuen 5G-Technologie bis hin zu der Entwicklung passgenauer Industrie-4.0-Lösungen und innovativer IoT-Geschäftsmodelle. Die vier Transferzentren an den beteiligten Fraunhofer-Instituten forschen zu den technologischen Schwerpunkten CPS-Hardware, 5G-Kommunikation, Industrie 4.0 und Internet of Things. Hier werden die in den Projekten entwickelten Technologien in prototypischen Anwendungen demonstriert und können von Unternehmen getestet werden.

Cyber Physical Systems (CPS) sind die unverzichtbare Brücke zwischen realer und virtueller Welt. Im »Hardware for CPS Lab« am Fraunhofer IZM können Firmen gemeinsam mit den Fraunhofer-Spezialisten passgenaue



Eröffnung des Leistungszentrums im März 2017 (v.l.n.r.): Prof. Dr. Eckart Uhlmann (Fraunhofer IPK), Prof. Dr. Ina Schieferdecker, Prof. Dr. Manfred Hauswirth (Fraunhofer FOKUS), Prof. Dr. Reimund Neugebauer (Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft), Björn Böhning (Chef der Senatskanzlei Berlin und Staatssekretär für Medien), Prof. Dr. Thomas Wiegand (Fraunhofer HHI), Prof. Dr. Angela Ittel (TU Berlin), Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang (Fraunhofer IZM) (© Fraunhofer FOKUS / Tom Maelsa)

Sensoren und Aktoren für ihre Digitalisierungsprojekte realisieren. Sie profitieren dabei von dem am Fraunhofer IZM entwickelten Modul-Baukasten und dem Experten-Know-how für die Weiterentwicklung von Produkten und Prozessen für Cyber Physical Systems.

Eine leistungsfähige Datenkommunikation ist das Rückgrat der digitalen Vernetzung. Unter der Leitung des Fraunhofer HHI entsteht in Berlin eine Infrastruktur für Entwicklungen und Tests mit dem Mobilfunkstandard der 5. Generation. Im »5G Testbed Lab« können die künftigen Luftschnittstellen und Netzzugänge bereits heute genutzt werden, um neue Anwendungen zu erproben und Lösungen und Produkte fit zu machen für die Funk- und Datennetze von morgen.

Im »Industrie 4.0 Lab« zeigen die Expertinnen und Experten des Fraunhofer IPK neue Digitalisierungslösungen von der virtuellen Produktentwicklung und der Planung und Steuerung der Produktion bis hin zur Zusammenarbeit mit Geschäftspartnern. Zu den kundenspezifischen Umsetzungskonzepten gehört ein »Industrie-4.0-Koffer«, der Digitalisierungschancen direkt in Unternehmen bringt.

Das »IoT Lab« am Fraunhofer FOKUS steht ganz im Zeichen des Internet of Things und präsentiert Beispiele für den Einsatz von IoT in Produktionsanlagen und Logistikunternehmen, IoT-Konzepte für Smart Cities und den Gesundheitssektor sowie Anwendungslösungen für den Consumer- und Medienbereich. Vom Erkennen und Verstehen über Strategieentwicklung bis hin zur Umsetzung und Integration von IoT-Lösungen werden Unternehmen unterstützt.

Für den Transformationsprozess in die Digitale Vernetzung haben die vier Transferzentren ein umfangreiches Leistungs- und Servicepaket geschnürt. In Labtoren, Expertengesprächen und Beratungsworkshops bieten sie Interessenten einen Einstieg in die unterschiedlichen Technologieebenen. Konkrete Entwicklungs- und Projektkooperationen bis hin zur Umsetzung und Erprobung von Pilotlösungen sowie Zertifizierungsunterstützung runden den Wissens- und Technologietransfer für Start-ups und mittelständische Unternehmen ebenso wie für Großunternehmen ab. ■

Industriebeirat und Wissenschaftlicher Beirat beraten Leistungszentrum »Digitale Vernetzung«

Unternehmen, Städte und öffentliche Verwaltungen finden im Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« einen neutralen und herstellerunabhängigen Partner, der alle Phasen und technologischen Ebenen der Digitalisierung abdeckt. Bei der bedarfsgerechten Gestaltung und Weiterentwicklung seines Angebots wird das Leistungszentrum von einem Industriebeirat unterstützt, der am 6. September 2017 zu seiner ersten konstituierenden Sitzung zusammenkam. Zu den Gründungsmitgliedern gehören Alexandra Horn, BVMW – Bundesverband mittelständische Wirtschaft e.V., Peter Krause, First Sensor AG, Dan Negrea, AEMtec GmbH, Dr. Marc Sielemann, BMW AG und Dirk Slama, Bosch Software Innovations GmbH. Am 12. Dezember kam der Wissenschaftliche Beirat des Leistungszentrums »Digitale Vernetzung« mit seinen Gründungsmitgliedern Prof. Dr. Karl Aberer, École polytechnique fédérale de Lausanne, Prof. Dr. Odej Kao, Technische Universität Berlin, Prof. Dr. Christoph Meinel, Hasso-Plattner-Institut Potsdam und Prof. Dr. Ulrich Panne, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung zu seiner ersten konstituierenden Sitzung zusammen. Mit ihrer wissenschaftlichen Expertise unterstützen die Beiräte das Leistungszentrum bei der bedarfsgerechten Gestaltung und Weiterentwicklung technologischer Innovationen. Sie beraten das Leistungszentrum darin, seine wissenschaftliche Exzellenz und seine Technologie- und Dienstleistungsangebote für Industriepartner so auszurichten, dass der Wirtschaftsstandort Deutschland mit seinen Unternehmen auf dem Weg der Digitalen Transformation optimal begleitet wird.

Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr. Manfred Hauswirth
Sprecher des Leistungszentrums
»Digitale Vernetzung«
Telefon: +49 30 3463-7204
manfred.hauswirth@fokus.fraunhofer.de
www.digitale-vernetzung.org

Industrie 4.0

Digital Integrierte Produktion

Das Transferzentrum Industrie 4.0 am Fraunhofer IPK bringt Anbieter aus den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnik sowie Automatisierungsaus-rüster mit der produzierenden Industrie zusammen. Es unterstützt und koordiniert Kunden bei der Identifikation von relevanten Entwicklungs- und Forschungsthemen, bei der Durchführung von gemeinsamen Projekten zur Schaffung innovativer Lösungen und der Umsetzung in Anwendungen in der Industrie.



Digitale integrierte Technologien – vom unternehmensweiten Auftragsmanagement über die Fertigungsorganisation bis zur Arbeit an der einzelnen Maschine – sorgen für den nötigen Durchblick in einer flexibel organisierten Produktion.

Am Fraunhofer IPK steht neben der Produktionstechnologie die Informations- und Kommunikationstechnik bei der Entwicklung von innovativen Lösungen schon immer im Fokus der Forschungstätigkeit. Dies reicht von der Steuerungs- und Automatisierungstechnik für Anlagen über die Fertigungsplanung und -steuerung bis hin zu einer vollständigen Digitalisierung des Produktentstehungsprozesses durch virtuelle Techniken und Simultaneous Engineering.

► Flexible Produktion

Für die Transformation hin zu Industrie 4.0 ist die Neugestaltung und Weiterentwicklung der Produktion erforderlich. Dabei gilt es, für das Zusammenspiel von Fertigungsprozessen sowie Maschinen- und Anlagenkomponenten in übergreifenden Prozessketten Lösungsbeiträge zu Produktionstechnik, Maschinenbau, Anlagenautomatisierung sowie Sensor- und Aktor-Technologien unter Einbindung innovativer Informations- und

Kommunikationstechnik voranzutreiben und diese als elementare Bausteine für die effiziente Realisierung von auftragsindividuellen Prozessen zu nutzen.

Die Forschungsaktivitäten zur Digitalisierung in der Industrie, insbesondere der digital integrierten Produktion für die Industrie 4.0 folgen dem Leitbild des Fraunhofer IPK, die Industrie umfassend entlang der Wertschöpfungskette der industriellen Produktion zu



Digitale integrierte Produktion: Prozessvariationen werden über eine modulare Shopfloor IT direkt von der Auftragsannahme in die Fertigung gespielt und vor der Ausführung im Digitalen Zwilling auf Konflikte geprüft. Für eine zuverlässige Ausführung sorgt die Steuerung aus der Cloud.

unterstützen: von der virtuellen Produktentwicklung, der Planung und Steuerung der Produktion, der Maschinen und Technologien der Teilefertigung, der Automatisierung bis hin zu den damit verbundenen Prozessen im Unternehmen und mit seinen Partnern. Aufgabe des Fraunhofer IPK als Partner für die angewandte Forschung ist es dabei, Industrieunternehmen durch die Entwicklung von Visionen und Szenarien für Business Cases, die Erarbeitung und Erprobung von Schlüsseltechnologien sowie die Bereitstellung von Serviceangeboten und Werkzeugen bei der digitalen Transformation zu begleiten. Dabei werden Anbieter in der Bereitstellung von Industrie 4.0-Lösungen und Anwender bei deren Implementierung unterstützt.

► Neues Kompetenz- und Anwendungszentrum

Zur Bündelung der Aktivitäten sowie koordinierten Entwicklung und Verankerung der digital integrierten Produktion im Sinne von Industrie 4.0 als nachhaltigem Technologieschwerpunkt wird am Fraunhofer IPK das Kompetenz- und Anwendungszentrum »Digital Integrierte Produktion« etabliert. Es hat die Aufgabe, die zielgerichtete Entwicklung von Technologien für den Anwen-

dungsbereich der vernetzten Industrie und Produktion voranzutreiben. Dafür werden relevante Entwicklungs- und Forschungsthemen identifiziert und gemeinsame Projekte mit Industriepartnern initiiert. Ziel ist es, dabei Anbieter der Informations- und Kommunikationstechnik sowie der Automatisierung mit der produzierenden Industrie zusammenbringen. Hierzu gehören auch der Aufbau und die Bereitstellung von Infrastrukturen für die Erprobung vorhandener Lösungen und die Optimierung bestehender Systeme sowie die Entwicklung von Schlüsseltechnologien.

Das Fraunhofer IPK hat zusammen mit Partnern aus der Industrie bereits in mehreren Verbundprojekten erfolgreich Lösungen für die digital integrierte Produktion entwickelt. Dazu gehören Projekte zur selbstorganisierenden Werkstattfertigung, zur Steuerung und Überwachung von Anlagen und Prozessen über deren Cloud-Anbindung, zur digitalen Unterstützung bei der kooperativen Entwicklung von Cyber-physischen Anlagen und zur virtuellen Absicherung durch Smart Hybrid Prototyping. Darüber hinaus wurden Methoden zur Unterstützung von Unternehmen bei der schrittweisen Transformation hin zur intelligenten und vernetzten

Produktion und für das Retrofitting bereits existierender Anlagen in Industrie-4.0-Umgebungen realisiert.

Innerhalb des Leistungszentrums »Digitale Vernetzung« werden am Fraunhofer IPK in zukunftsweisenden Szenarien Anwendungslösungen des digital vernetzten Arbeitens in der Produktion und an Anlagen entwickelt und in Demonstratorlösungen zusammengeführt. Sie veranschaulichen, wie neueste IuK-Technologien sowie virtuelle Assistenz für unterschiedliche Aufgaben genutzt werden können. Für Industriepartner besteht die Möglichkeit, im Rahmen von Forschungsprojekten mit den Fraunhofer-Instituten zu kooperieren und so an deren Innovationen teilzuhaben. ■

Ihr Ansprechpartner

Transferzentrum Industrie 4.0 Lab
Eckhard Hohwieler
Telefon: +49 30 39006-121
eckhard.hohwieler@ipk.fraunhofer.de
www.industrie40-berlin.de

Internet of Things

Demonstrations-, Entwicklungs- und Testzentrum für IoT-Technologien

Das Internet der Dinge ist der Wegbereiter für die Digitalisierung, Transformation und Integration ganzer Wertschöpfungsketten. Schon heute erfassen unzählige über das Internet vernetzte Sensoren und Messinstrumente den Alltag sowohl im Privatleben als auch in der Wirtschaft. Daten werden gesammelt und analysiert. Geräte und Maschinen werden autonom gesteuert. Das Internet of Things (IoT) ermöglicht ein breites Spektrum neuer Dienste, Anwendungen und Geschäftsmodelle. Im Transferzentrum IoT erklären und demonstrieren Expertinnen und Experten von Fraunhofer FOKUS IoT-Systeme und unterstützen Kunden von der Strategieentwicklung bis hin zur Implementierung, zum Testen und zur Integration von IoT-Lösungen.



Die Fabrik der Zukunft im Transferzentrum IoT: Individualisierte Produktion mittels Industrie-4.0-Verwaltungsschale und zeitsynchronen Netzen (TSN) © Fraunhofer FOKUS

► Starten Sie sofort, egal wo Sie stehen!

Steile Lernkurven, schneller Zugriff auf Technologien, umfangreiches Expertenwissen, kurze Entwicklungszyklen, schnelle Implementierung von »Minimal Viable Products«, Proof-of-Concepts, Alpha- und Betaverionen sowie umfangreiche IoT-Tests und Produktprüfungen helfen den IoT-Produkt-Rollout signifikant zu beschleunigen. Vom IoT-Know-how-Transfer über die IoT-Produktentwicklung bis hin zur Prüfung und Härtung von IoT-Lösungen – das Transfer-

zentrum IoT unterstützt IoT-Start-ups und Unternehmen egal, wo sie im Produktentwicklungszyklus stehen.

Mit seinen umfangreichen IoT-Schulungsprogrammen und Beratungsangeboten, vom Assessment bis zu IoT-Technologieauswahl und Umsetzungsstrategien, mit seinen direkt nutzbaren IoT-Geräten, Netzwerken, Plattformen, Anwendungen, Toolkits und Testbeds unterstützt das Transferzentrum IoT eine schnelle Umsetzung und Produktreifung.

► Technologiespektrum

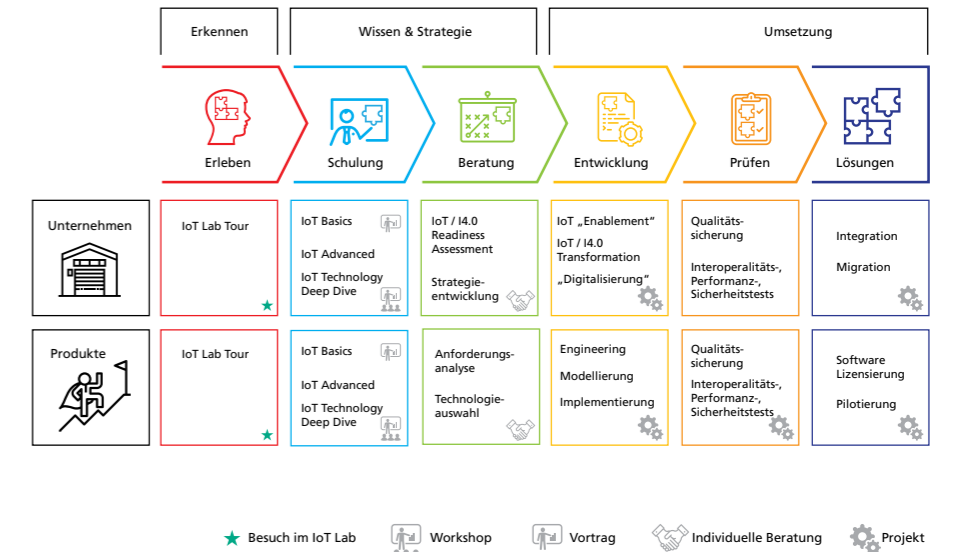
Das Transferzentrum IoT verfügt über ein breites Spektrum an Kommunikationstechnologien (u. a. 5G, TSN, LoRa, NB-IoT, etc.), die eine breite Palette von Geräten und Cyber-physischen Systemen (CPS) vernetzen, die unter anderem in der Produktion und Logistik (Industrie 4.0), im Verkehr, in intelligenten Städten, im öffentlichen Raum sowie im Energie- und Gesundheitsbereich verwendet werden. Fog-, Edge- und Cloud-basierte Maschine-zu-Maschine (M2M)-Kommunikationsplattformen, Geräte- und

Identitätsmanagementsysteme sowie diverse Datenanalyselösungen stehen zur Datenaggregation, Akteursteuerung und Wissensschaffung zur Verfügung. Unter anderem können im Transferzentrum IoT unterschiedlichste Sensoriken, Fog-, Edge-, und Cloud-basierte M2M, IoT und Open-Data-Plattformen, Industrie-4.0-Toolkits, Orchestringsplattformen, Datenanalyseplattformen sowie eine Vielzahl von 5G-Toolkits umgehend genutzt werden, um modernste IoT-Lösungen schnell zu implementieren.

► Vielseitige Anwendungen

Das Transferzentrum IoT stützt sich auf eine 30-jährige Erfahrung des Fraunhofer FOKUS im Bereich der digitalen Vernetzung. Mit Hilfe seiner Werkzeug- und Testumgebungen von der Netzwerk-, Plattform- und Datenanalyse bis hin zur Applikationsebene werden im Transferzentrum IoT selbst für komplexe Anforderungen maßgeschneiderte Lösungen entwickelt.

Unterschiedliche Anwendungsdomänen wie das Gesundheitswesen, der Verkehr, der öffentliche Raum, die Energie- und vor allem auch die Fertigungsindustrie profitieren vom Angebot des Transferzentrums IoT. Schon heute können im Transferzentrum IoT eine Vielzahl von IoT-Anwendungen hautnah erlebt werden. So stehen Demonstratoren aus dem Bereich der smarten Rehabilitation mit intelligenten Körpersensoriken und Assistenzsystemen, aus dem Bereich der smarten Städte intelligente Straßenmöbel wie Laternen, offene Datenplattformen, die echtzeitnah verteilte Umweltsensordaten aggregieren, sowie aus dem Bereich kritischer Infrastrukturen intelligente Energie-Monitoring und -Managementsysteme zur Verfügung. Aus dem Bereich Industrie 4.0 stehen deterministische, zeitsynchrone Fabriknetzwerke auf Basis des Time-Sensitive Networking (TSN) Standards, Demonstratoren zur VR-basierten Fernsteuerung von Robotern, Systeme für sensorbasiertes Zustandsmonitoring und Lösungen für die vorausschauende Wartung von industriellen Anlagen bereit. ■



Das Leistungsangebot des Transferzentrums IoT © Fraunhofer FOKUS

Angebote des Transferzentrums IoT

Unser Ziel ist es, unseren Kunden zu helfen, ihre IoT-Projektentwicklung, Implementierung und Markteinführung zu beschleunigen. Kunden profitieren von unserer Infrastruktur, unserem Testzentrum, unseren Softwareplattformen, Dienstleistungen und unserer tiefgreifenden Expertise. Darüber hinaus ist das Transferzentrum IoT der ideale Ort für Start-up-Kooperationen und erlaubt eine schnelle Vernetzung mit unseren Partnern. Unser Angebot umfasst:

- Touren durch unsere IoT-Labore und unseren IoT-Showroom mit praktischen Live-Demonstrationen von IoT-Lösungen aus Anwendungsbereichen wie Industrie 4.0, Mobilität, Smart City, eHealth, Energie, etc.
- IoT-Technologie-Trainingsprogramme von Basics bis Advanced, mit Deep-Dive-Kursen zu Industrial IoT, IoT Testing, IoT-Produktsicherung, IoT Security und IoT Analytics
- IoT-Beratungsangebote von Assessments, Strategieentwicklung, Technologieauswahl, IoT Analytics, IoT-Produktschutz und IoT in spezifischen Bereichen wie der öffentlichen Verwaltung, Industrie 4.0 und Smart Cities
- IoT-Entwicklung von der Vernetzung von IoT-Geräten über die Aggregation von Daten- und Steuerung von Aktorik, Datenharmonisierung, Datenanalyse bis hin zur Implementierung spezifischer IoT-Technologien wie Blockchain, Open Data, Machine Learning, etc.
- IoT-Testierung von IoT-Risikoabschätzung und -management bis hin zu Sicherheits-, Performance-, Konformitäts- und Interoperabilitätstests mit domänenspezifischen Testbeds in den Bereichen Automotive, Industrie 4.0, 5G, etc.
- Ready-to-use IoT-Lösungen, u. a. Fog-/Edge-/Cloud-basierte M2M / IoT-, Datenanalyse-, Open Data-, 5G Core-, SDN-, NFV- und Device-Management-Plattformen

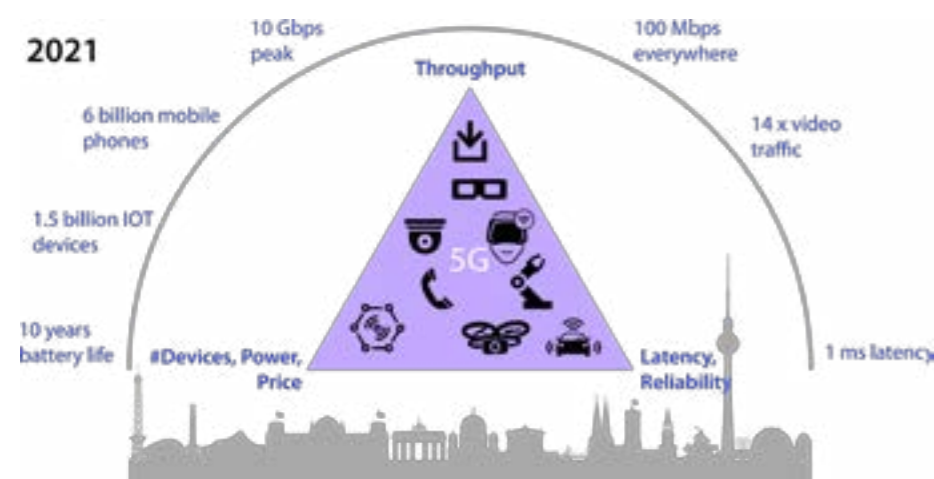
Ihr Ansprechpartner

Transferzentrum Internet of Things (IoT)
Dr. Florian Schreiner
Telefon: +49 30 3463-7174
florian.schreiner@fokus.fraunhofer.de
www.internet-of-things-lab.org

5G Testbed

Datentransport mit Höchstgeschwindigkeit für die Anwendungen der Zukunft

Die Mobilkommunikation hat seit der weltweiten Verfügbarkeit von mobilen Sprachdiensten und als Grundlage für das mobile Internet unsere Gesellschaft und unsere Art zu kommunizieren nachhaltig verändert und eine neue Dimension von Produktivitätssteigerung und Vernetzung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen seit der Nutzung des Internets ermöglicht. Im Transferzentrum »5G Testbed« des Fraunhofer HHI wird an Technologien rund um die nächste Generation der Mobilkommunikation und damit verbundener Anwendungsfelder geforscht. Dazu gehören neben der eigentlichen Anbindung der Endgeräte per Funk und optischer Kommunikation auch Technologien zur Absicherung der optischen Kernnetze und zur berührungslosen Steuerung von Endgeräten.



Anforderungen und Szenarios für 5G-Mobilkommunikation (© Fraunhofer HHI)

► 5G-Funkkommunikation

5G, die nächste Mobilfunkgeneration, wird mobile Datenkommunikation in neuen Bereichen ermöglichen und als eine Kommunikationsplattform der Digitalen Transformation dienen. 5G wird damit zum Türöffner für neue Möglichkeiten und Anwendungsfälle, von denen viele bis heute noch unbekannt sind. Bisherige Mobilfunkstandards ermöglichen die Konnektivität von Mobiltelefonen und insbesondere Smartphones, welche durch 5G eine noch höhere Datenrate erreichen werden. Neben der Vernetzung von Menschen wird 5G zudem die Vernetzung von intelligenten Objekten ermögli-

chen, wie zum Beispiel Autos oder Industrierobotern. Dabei ergeben sich für viele Anwendungsfälle spezielle Anforderungen an das Kommunikationsnetz in Bezug auf Datenrate, Zuverlässigkeit, Energieverbrauch und Latenz. Diese Diversität an Anwendungen und die entsprechenden Anforderungen erfordern ein skalierbares und flexibles Kommunikationsnetz sowie die Integration unterschiedlicher, zum Teil auch sehr heterogener Kommunikationslösungen. Im Transferzentrum wird daher an den Schlüsseltechnologien Mehrantennen-Übertragung und Millimeterwellen-Technologie geforscht.

Digitale Vernetzung

Unter Massive MIMO versteht man die deutliche Steigerung der Anzahl aktiver Antennenelemente an der Basisstation, so dass Datenraten deutlich über 1 GBit/s erreicht werden. Dies erfordert wesentliche Änderungen gegenüber dem bisherigen Standard, um einen kosteneffizienten Betrieb zu gewährleisten.

Die Verwendung des Spektrums oberhalb von 6 GHz, die so genannten Millimeterwellen, erfordert neuartige Technologien und Lösungen für Transceiver-Chips, Antennen-Design und Signalverarbeitung, um Komponenten energie- und kosteneffizient und massenmarktauglich zu entwickeln. Neben den Herausforderungen im Bereich der Technologieentwicklung ist das tiefe Verständnis des Ausbreitungsverhaltens der Funkwellen bei hohen Frequenzen wesentlich für ein nachhaltiges Systemdesign. Fraunhofer trägt mit einer Vielzahl von Funkfeldmessungen zum tieferen Verständnis der Wellenausbreitung für relevante Indoor- und Outdoor-Szenarien bei und liefert Kanalmodellierungsbeiträge in der 3GPP-Standardisierung.

► Optische 5G-Kommunikation

Eine logische Erweiterung für 5G stellt die Nutzung von Trägerfrequenzen im Terahertz-Bereich dar, in dem sich die elektromagne-



LED based Optical Wireless Backhaul Link (© Fraunhofer HHI)

tischen Wellen entweder sichtbar in Form von Licht oder im infraroten Wellenlängenbereich ausbreiten. Für die Erweiterung der 5G-Infrastruktur ist die Nutzung von LED-Beleuchtungselementen zur Informationsübertragung und Navigation sehr attraktiv, beispielsweise für Decken- oder Stehlampen im Indoor- sowie für Fahrzeugscheinwerfer, Straßenlaternen und Ampeln im Outdoor-Bereich. Die Kommunikation mit Licht, englisch »Optical Wireless Communication – OWC«, gilt als sicher, da sich die Information nur innerhalb von räumlich sehr begrenzten Lichtspots empfangen lässt. Der Durchmesser dieser Lichtspots kann durch die Wahl geeigneter Optiken, zum Beispiel preiswerte Plastiklinsen, in der Größe variiert werden, was die Anpassung an unterschiedliche Anwendungsszenarien ermöglicht. Durch die Realisierung von geeigneten Handover-Mechanismen zwischen mehreren optischen Spots und auch zu benachbarten Funkzellen kann eine mobile Kommunikation in der Fläche erreicht werden. Darüber hinaus bietet Licht eine hohe Robustheit gegenüber elektromagnetischer Störstrahlung und kann mit den gegenwärtigen 5G-Frequenzbereichen interferenzfrei genutzt werden.

Ein weiterer Vorteil der OWC-Technologie ist die interferenzfreie Implementierung in Umgebungen mit vorhandenen Funksystemen. Dies führt auch zu einer besseren Datensicherheit und somit zu interessanten Industrie-4.0-Anwendungen, welche nicht nur in der Fraunhofer HHI-Laborumgebung, sondern auch unter realen Produktionsbedingungen getestet werden.

Im Bereich der 5G-Mikrozellen-Installation ermöglichen OWC-Links ebenfalls robuste und schnelle Datenverbindungen. Insbesondere hybride funkoptische Links zeigen hohe Datenraten und komplementäre Eigenschaften bei schlechten Wetterbedingungen.

► Technologien für Kernnetze

Die PolyBoard-Technologieplattform des Fraunhofer HHI stellt einen hybrid-optischen »Baukasten« dar, mit dem optische Basiselemente zu komplexen und äußerst kompakten Funktionskomponenten integriert werden können, für Anwendungen im Bereich Telecom/Datacom, Sensorik und Analytik. Elemente der Plattform sind Wellenleiter, Mikrooptiken, Dünnelemente sowie optisch aktive Komponenten wie Laser- und Fotodioden.

Im Teilprojekt »SAVE – Photonics Enhanced Data Center« des Leistungszentrums »Digitale Vernetzung« werden abhörsichere optische Verbindungen untersucht und Komponenten entwickelt, die es gestatten, Abhörversuche zu detektieren, ohne dass der Netzbetreiber seine Netzwerkstruktur ändern muss. Schlüsselement ist ein Multiplexer zum verlustlosen Ein- und Auskoppeln von Prüfsignalen. Zur Abhörverhinderung wird ein optisches Interface entwickelt, das den Übergang von einer übertragungssicheren Multikernfaser (3D) in die Welt der planaren Wellenleiteroptik (2D) realisiert.

► Videodatenverarbeitung/HMI

Die Abteilung »Computer Vision und Visualisierung« des Fraunhofer HHI ist mit ihrer Kompetenz in den Bereichen Echtzeit-3D-Videoanalyse und berührungslose Interaktion im Teilprojekt »ProEnv – Intelligente und smarte Produktionsumgebung« involviert. Basierend auf dem Aufbau eines Multi-Kamera-Systems wird die 3D-Erfassung eines Werkstückes und eines Roboters umgesetzt. Die resultierende 3D-Information wird dann anderen Modulen des Demonstratorsystems zur Verfügung gestellt, um zum Beispiel in einer VR-Umgebung die aktuelle Situation in einer Roboterzelle zu visualisieren. Des Weiteren wird eine berührungslose Gestensteuerung für die Interaktion mit einem Digitalen Zwilling ebenfalls in einem VR-Szenario implementiert. Die berührungslose Gesteninteraktion wird zudem in der Roboterzelle eingesetzt, um dem Werker mit einfachen Gesten die intuitive Interaktion mit dem Roboter zu ermöglichen. ■

Ihr Ansprechpartner

Transferzentrum 5G Testbed
Dr.-Ing. Kim Mahler
Telefon: +49 30 31002-444
kim.mahler@hhi.fraunhofer.de
www.transferzentrum-5g.de

Hardware for Cyber Physical Systems (CPS)

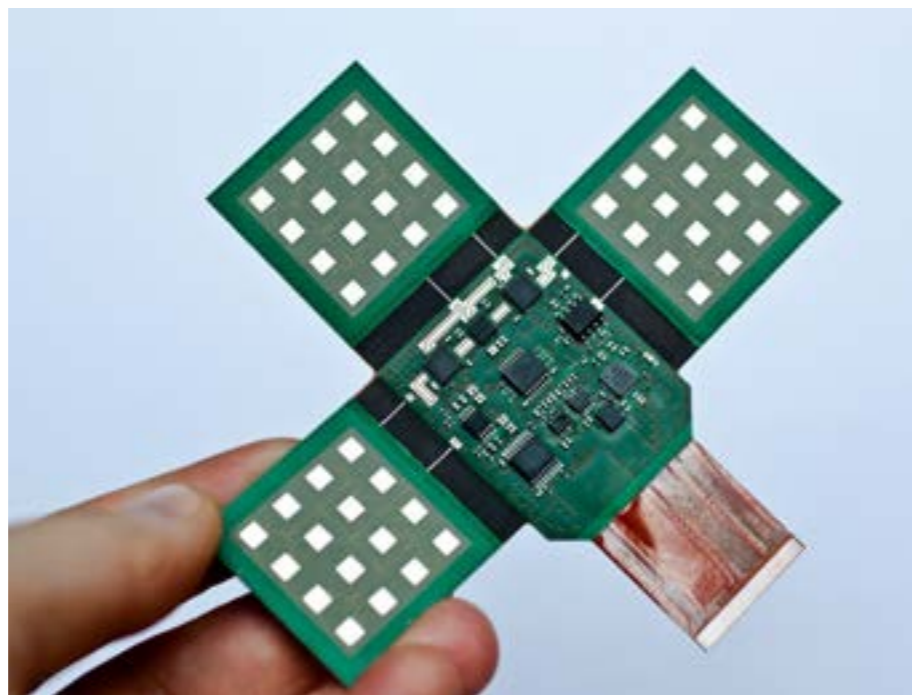
Mikrosysteme als unverzichtbare Brücke zwischen realer und virtueller Welt

Die Digitalisierung wird unser tägliches Leben in den kommenden Jahren in vielen Bereichen völlig verändern. Physische und virtuelle Welt wachsen zu Cyber-physischen Systemen zusammen, in denen laufend Daten erhoben, ausgetauscht und interpretiert werden. So werden beispielsweise Temperatur und Erschütterungen einer Maschine mittels Sensorik überwacht und die Daten in die virtuelle Welt, die Cloud, übertragen. Mit den ausgewerteten Daten kann wiederum über die Cloud gezielt in die Prozesse eingegriffen und zum Beispiel der Maschinenbelastung entgegengewirkt oder eine notwendige Wartung gemeldet werden.

Mikrosysteme bilden hierbei die Grundvoraussetzung für die Vernetzung und machen den Informationsaustausch erst möglich. Diese so miniaturisiert aufzubauen, dass sie in die Kaffeemaschine, auf die rotierende Welle einer Werkzeugmaschine oder sogar auf eine Kontaktlinse passen, ist die große Stärke des Transferzentrums »Hardware for Cyber Physical Systems«, das am Fraunhofer IZM angesiedelt ist. Das Transferzentrum arbeitet aber auch daran, Mikrosysteme als sogenannte »Smart Systems« als modulare Systeme flexibel zu gestalten und in unterschiedlichste Umgebungen zu integrieren und anschließend möglichst schnell den Unternehmen zur Verfügung zu stellen. Gemeinsam mit den anderen Instituten des Leistungszentrums können so Komplettsysteme für »Cyber Physical Systems« und für die digitale Vernetzung zur Verfügung gestellt werden.

► Klein, zuverlässig, leicht integrierbar

Ohne die Entwicklungen in den Bereichen Sensorik und Aktorik, wie sie im Transferzentrum vorangetrieben werden, wären viele Digitalisierungsprojekte gar nicht möglich. Ziel ist es, die Mikrosysteme so klein, so zuverlässig und so leicht integrierbar wie möglich aufzubauen. Mit seinen Aktivitäten und Angeboten möchte sich das Transferzentrum als Anlaufpunkt für interdisziplinäre



Flexibles Radarsystem für IoT-Anwendungen (Demonstrator mit Antennen-Arrays) (© Fraunhofer IZM)

Projekt- und Produktentwicklung auf dem Gebiet der CPS für die digitale Vernetzung etablieren.

► Leistungsangebot

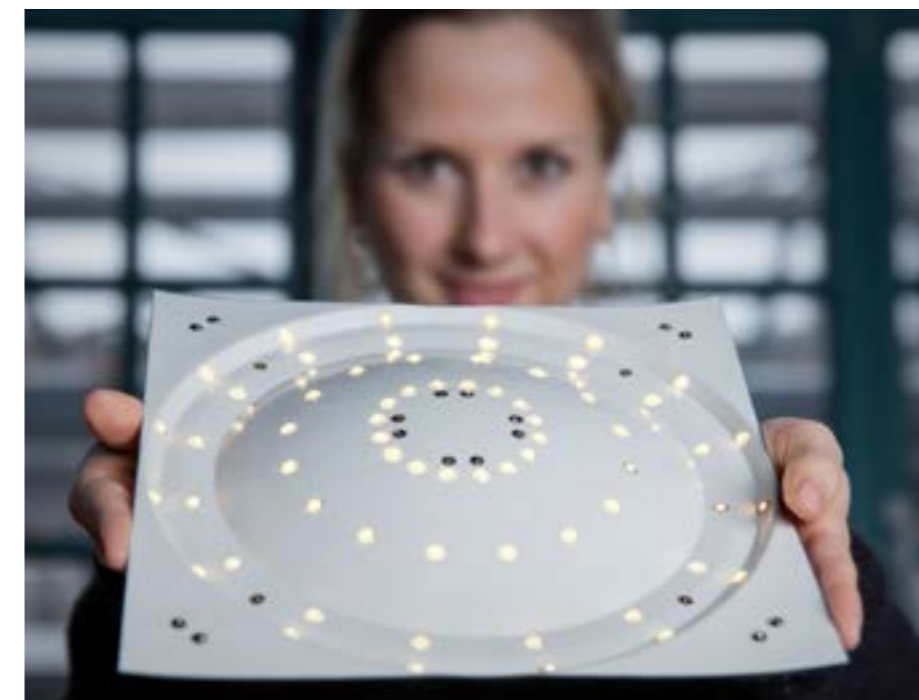
Das Transferzentrum »Hardware for CPS« unterstützt Unternehmen bei der Digitalisierung ihrer Prozesse und der Erprobung realer Testszenarien. Das Zentrum bietet eine umfangreiche technologische Beratung zu allen Aspekten der digitalen Vernetzung und möglicher Anwendungsfelder an. Außerdem

kann es von Unternehmen genutzt werden, um eigene Technologien als Angebot an Technologienachfrage zu präsentieren und Technologien im Rahmen von singulären oder kooperativen Projekten mit anderen Partnern des Zentrums weiterzuentwickeln. Damit der Einstieg in die digitale Vernetzung für die Unternehmen erleichtert wird, werden modulare Systeme über Plattformen bereitgestellt und damit eine effiziente Entwicklung von Hardware ermöglicht.

Technologieentwicklungen umfassen u. a. die Entwicklung und den Test für formangepasste Sensoren, zuverlässige Sensoren für raue Umgebungen oder auch flexible Radar-module für Bewegungs-, Abstands- und Geschwindigkeitsmessungen. Ergänzt wird das Angebot durch ein umfangreiches Workshop-Programm mit Tutorials, Lab-Courses und Technologietagen. Selbst kundenindividuelle Veranstaltungen sind möglich, um einen Know-how-Transfer sicherzustellen und sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Anwendungen von Cyber-physischen Systemen im Labor zu vermitteln. Angesprochen werden damit einerseits Firmen, die erst beginnen, sich mit der

kosten zur Verfügung. Angepasst an den konkreten Anwendungsfall werden aus voll funktionstüchtigen Modulen autonome Sensoren kostengünstig und in kürzester 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.

Auf diese Weise kann in realen Testszenarien erprobt werden, welche Potenziale sich aus dem Einsatz ergeben, bevor aufwändige Ent-



Dreidimensional geformtes elektronisches System nach der Heißverformung (© Fraunhofer IZM)

digitalen Vernetzung auseinanderzusetzen, andererseits ist das Programm auch für Firmen geeignet, die sich bereits intensiv mit der Digitalisierung beschäftigt haben und ihr Wissen vertiefen und Hardware und Prozesse weiter optimieren möchten.

► Schlüsselkomponente »Modularer Sensorbaukasten«

Zur einfachen und schnellen Erprobung von Hardware-Prototypen stellt das Transferzentrum einen modularen Sensorbau-

wicklungsprojekte gestartet werden. Unternehmen können so die zur Digitalisierung geeigneten Teilprozesse ermitteln und viel Zeit und wertvolle Ressourcen sparen.

► Schlüsselkomponente »Conformable Sensor Systems – dehn- und umformbare Elektronik«

In vielen Fällen müssen Sensorsysteme in unterschiedlichste Anwendungsumgebungen integriert werden und dort möglichst wenig auffallen. Das Projekt »Conformable

Sensor Systems« entwickelt Multi-Sensor-knoten, die sich in dünnen, elastischen Folien nahezu jeder Form anpassen lassen und damit höchst flexibel sind, aber rauen Umgebungsbedingungen trotzdem standhalten. Die Sensormodule sind modular aufgebaut und verfügen über mehrere drahtlose Schnittstellen wie Bluetooth LE und LoRa. Die Elektronik wird hierbei in eine homogene, mehrlagige, nicht trennbare Werkstoffmatrix eingebettet, die gleichzeitig sicher und flexibel ist und sich leicht an verschiedenste Oberflächenformen anpasst. Neben dem ursprünglichen Ansatz für Anwendungen in der Medizintechnik haben sich zunehmend weitere Einsatzmöglichkeiten entwickelt, etwa für textile Elektronik in Funktionstextilien und Bekleidung oder dreidimensional geformte Elektronik für Konsumgüter oder Automobilinnenräume. Im Transferzentrum wird hier eine Plattform aufgebaut, die für Unternehmen das benötigte Know-how und Anwendungsszenarien für dehnbare, umformbare Elektronikbausteine in einer Art Toolbox bereitstellt. ■

Ihr Ansprechpartner

Transferzentrum Hardware for CPS

Dr. Maik Hampicke

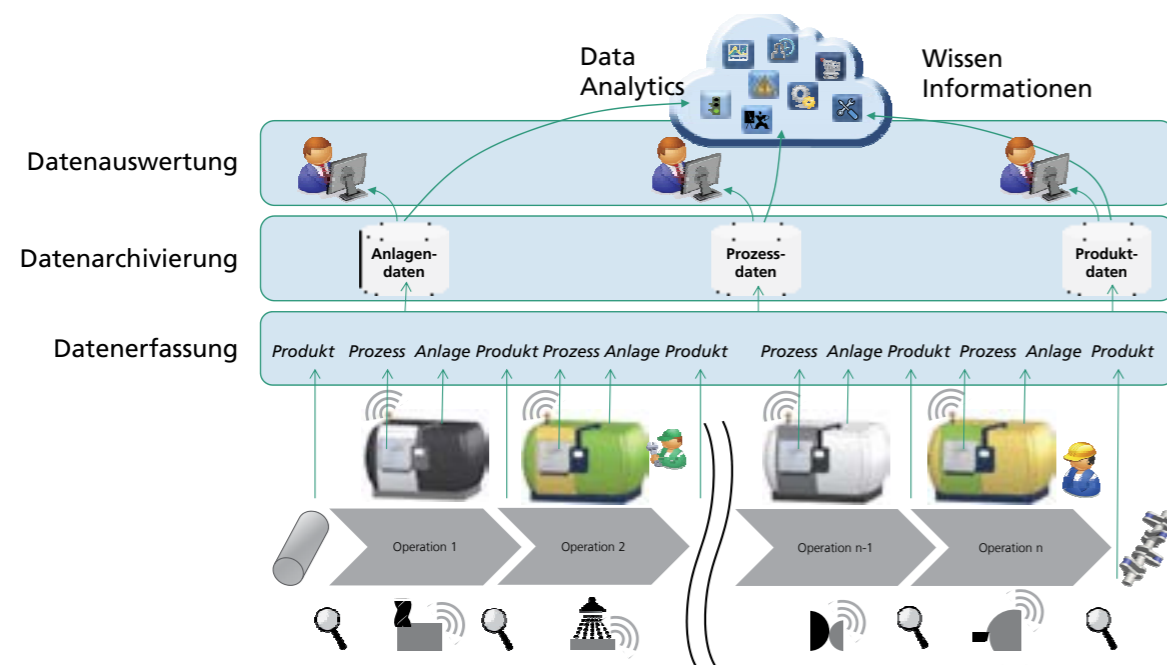
Telefon: +49 30 46403-683

maik.hampicke@izm.fraunhofer.de

www.hardware-for-cps-lab.org

Intelligente Fertigungstechnologien in der Digital Integrierten Produktion

Die digitale Vernetzung aller Daten, Prozesse und Personen sorgt für Transparenz und Reaktionsfähigkeit und optimiert ganzheitlich Geschäftsabläufe und Wertschöpfungsprozesse. Sie macht diese intelligent. Durch die Digitalisierung der industriellen Produktionsprozesse werden Produktivitätssteigerungen und eine höhere Flexibilität bei der Herstellung immer mehr individualisierter Produkte in kleiner werdenden Stückzahlen erwartet. Neben der Flexibilisierung durch Modularisierung und Selbstorganisation sind die Schaffung von Transparenz durch intelligente Datennutzung und -auswertung Gegenstand aktueller Forschungsarbeiten am Fraunhofer IPK.



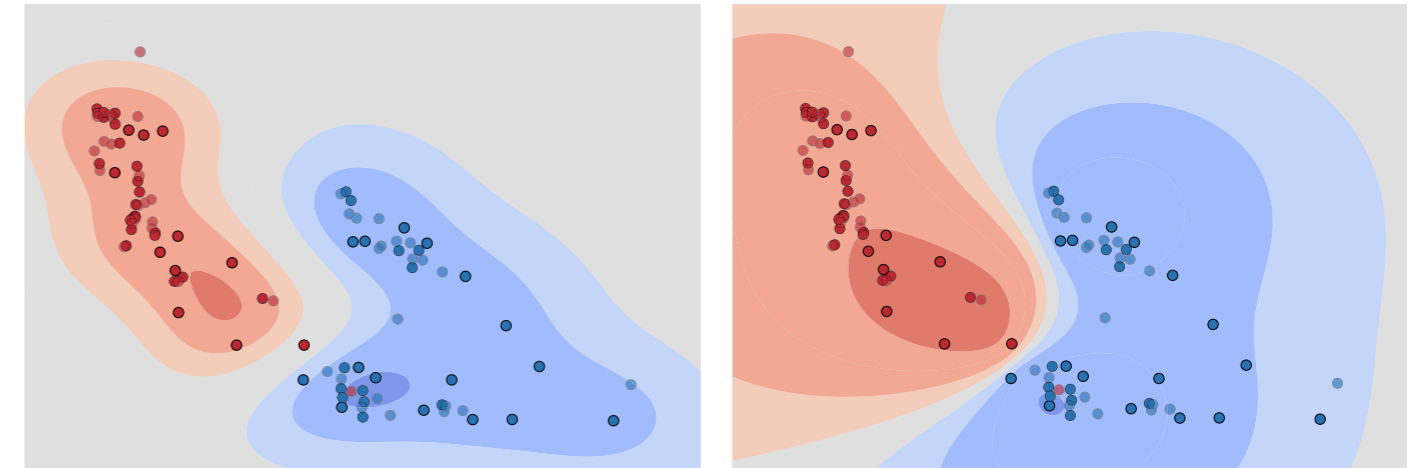
Durch Verbindung und Auswertung der Daten aus der Produktion Wissen zur Optimierung generieren

In Industrie 4.0 sind alle beteiligten Prozesse, Produktionsmittel und Produkte miteinander vernetzt. Intelligente Maschinen und Betriebsmittel tauschen untereinander Daten aus und steuern autonom Fertigungsschritte. Produktionsabläufe können intelligent aufeinander reagieren, Mitarbeiter informieren und in Entscheidungsprozesse einbeziehen. Neben dem Design, der Entwicklung und Produktion physischer Produkte werden effiziente Prozesse zur Datenerzeugung und -verknüpfung zu Wissen, dessen Austausch und Nutzung notwendig, insbesondere auch als Basis für daten- und

wissensorientierte Dienstleistungen im Rahmen zukünftiger neuer Geschäftsmodelle in der Industrie.

Durch das Vordringen von Internet-Technologien in die Fabrik gewinnt die Informationstechnik sowohl für die Produktion als auch für den Maschinen- und Anlagenbau eine immer größere und funktionsbestimmende Rolle und wird diese Bereiche nachhaltig verändern. Die smarte Fabrik erfordert auf allen Ebenen intelligente vernetzungsfähige Systeme und Komponenten. Auf der Ebene der Produktionsmittel müssen zukünftige

Produktionsmaschinen, Werkzeuge und Betriebsmittel die digitale Transformation hin zu einer Industrie-4.0-Produktion unterstützen. Dies beinhaltet die Integration erweiterter Funktionalitäten der Kommunikation zum Informationsaustausch und der Interaktion mit Maschinen und Menschen im direkten Umfeld sowie zur Vernetzung mit anderen Unternehmensbereichen. Die Maschinen selbst sollen zukünftig mit intelligenten Modulen und Komponenten bis hin zu Sensoren und Aktoren aufgebaut werden, die als Cyber-physische Systeme ihre Daten und Funktionen als Services im Netz



Klassifizierung von Prozesszuständen mit Machine-Learning-Verfahren

anbieten und die Anbindung der realen Welt an die virtuelle Welt unterstützen, in der ihr virtuelles Abbild mit Daten und Modellen bereitgestellt werden kann.

Die Vernetzung als Kernthema von Industrie 4.0 erschließt damit 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.

Neben der Modularisierung und Selbstorganisation der Fertigung steht die Entwicklung neuer Modelle und Verfahren zur prozesskettenübergreifenden multikriteriellen Bewertung und dynamischen Selbstoptimierung der Fertigungsschritte im Fokus aktueller Forschungsarbeiten. Über den erweiterten Zugang zu Daten aus dem Produktionsprozess und deren Auswertung mit Big-Data-Analyseverfahren in Kombination mit Machine Learning kann neues Produktionswissen generiert und über Assistenz-

systeme den unterschiedlichen Funktionsbereichen zur Verfügung gestellt werden. Dies erfolgt unter Nutzung und Berücksichtigung der jeweiligen Echtzeitinformationen über Zustände der beteiligten Prozesse, Produkte und Fertigungsressourcen. So lassen sich durch Korrelationsanalysen bei Problemen am Produkt Abhängigkeiten zwischen unterschiedlichen Parametern und Zuständen in Maschinen und Prozessen identifizieren. Innovative Methoden der Datenanalyse helfen besser zu verstehen, was im Produktionsprozess und warum es passiert. Mit diesen Werkzeugen lassen sich zukünftige Entwicklungen aufzeigen und beeinflussen. Erkenntnisse können für die geeignete Reaktion und Optimierung des Systems genutzt werden. Insgesamt wird damit eine Verbesserung der Produktivität und eine Erhöhung der Prozess- und Produktqualität angestrebt.

Durch die vernetzte Infrastruktur sowie die Ausstattung der Cyber-physischen Systeme mit Sensorik wird die Grundlage gelegt, um produktbegleitende Services über den Lebenszyklus der Systeme zu realisieren. Durch die stetige und frühzeitige Verfügbarkeit von Informationen aus Prozessen, Maschinen und Anlagen, ihrer intelligenten Verknüpfung und Auswertung kann die Transformation der Daten in Wissen erfolgen. Hierdurch ergeben sich Chancen zur Entwicklung von neuen Dienstleistungsangeboten. Entsprechende Serviceleistungen können unternehmensintern oder Partnern eines Wertschöpfungsnetzwerks angeboten und von ihnen genutzt werden. So kann

zusätzliche Wertschöpfung im Rahmen neuer Geschäftsmodelle generiert werden. Neben technologie- und prozessbezogenen Serviceangeboten stehen maschinen- und anlagenbezogene Dienste im Fokus. Für die Smart Factory ist die Sicherstellung der Produktionsverfügbarkeit von Maschinen und Anlagen ein entscheidender Erfolgsfaktor. Instandhaltungsmaßnahmen müssen vorhersehbar und dadurch planbar gemacht werden. Neben der Weiterentwicklung der Methoden zur Datenanalyse für die Vorhersage und Planung von Wartungsbedarfen ist das optimale Zusammenspiel der Bereiche Instandhaltung und Produktion sowie die Vernetzung der Informationssysteme zur Planung und Steuerung der Ressourcen unabdingbar. Hersteller von Maschinen und Anlagen müssen bereits während der Entwicklung ihrer Produkte die zugehörigen Dienstleistungsangebote konzipieren. Aus den im Lebenszyklus von Anlagen im Rahmen von Smart Maintenance bereitgestellten Daten lassen sich auch Informationen ableiten, wie Anlagen und Maschinen kontinuierlich zu verbessern sind. ■

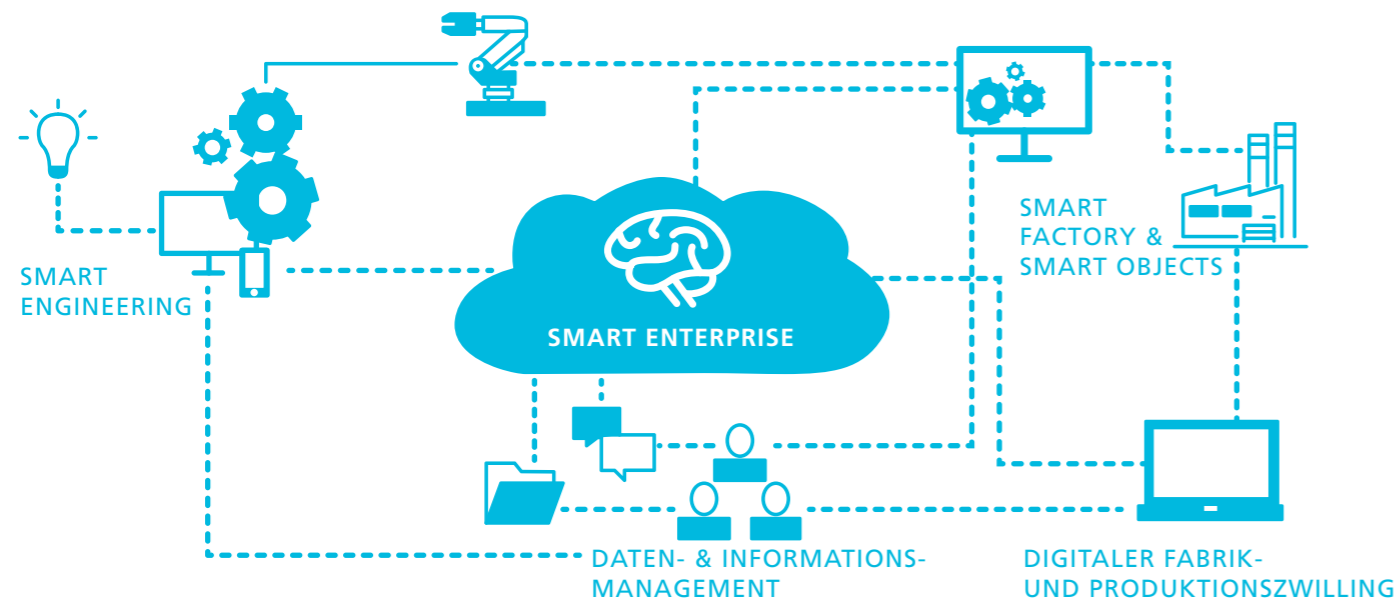
Ihr Ansprechpartner

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

Digitale Fabrik

Durchgängige Datenmodelle und Datenanalyse in der Produktentstehung

Cyber-physische Systeme (CPS) bilden in der Kombination von Produkt- und Produktionssystemen die Grundlage für die digitale Transformation in der Industrie 4.0. Die Verbindung von mechanischen, elektronischen und informationstechnischen Funktionen mit datenbasierten Dienstleistungen eröffnet produzierenden Unternehmen neue Handlungsspielräume. Dies führt zu einer Verlagerung des Kundennutzens vom reinen Gebrauch des hardwareseitig bereitgestellten Systems zum Nutzen von Dienstleistungen. Die dafür benötigten Technologien und Methoden werden am Fraunhofer IPK in Zusammenarbeit mit industriellen Partnern entwickelt und erprobt.



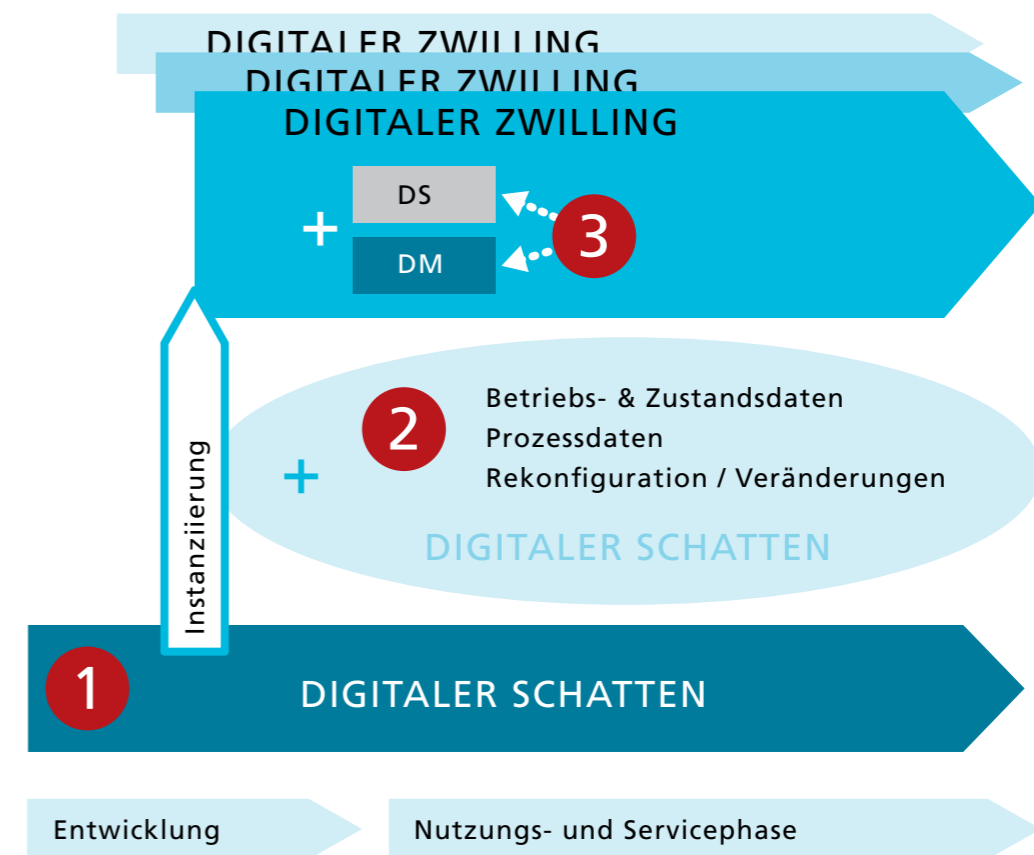
Überblick Smart Enterprise

Die digitale Transformation ist längst mit großen Schritten im Gang und es gibt kaum noch ein Unternehmen, das sich nicht mit ihr und ihren Folgen und Möglichkeiten auseinandersetzt. Grundsätzlich wird damit der zukünftige Umgang mit einer scheinbar unendlichen Menge an Daten verstanden, die es zu sortieren, analysieren, verstehen und zu nutzen gilt. Big Data und Data Mining gelten als Schlüsseltechnologien, mit denen Unternehmen neue Geschäftsmodelle entwickeln können.

Im Umfeld der Produktionstechnik eröffnen diese Schlüsseltechnologien insbesondere

in der Kombination mit der Digitalen Fabrik neue Möglichkeiten in der Auslegung und Steuerung von Produkt- und Produktionssystemen. Die Digitale Fabrik bildet den Oberbegriff für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen, Methoden und Werkzeugen zur Simulation und Visualisierung von Produktionsanlagen, Fabrikabläufen und Logistik. Dabei wird das Ziel verfolgt, eine ganzheitliche Planung, Evaluierung und kontinuierliche Verbesserung aller wesentlichen Strukturen, Prozesse und Ressourcen einer realen Fabrik in Verbindung mit ihrem Produkt zu ermöglichen.

Solche digitalen Fabrik- und Produktzwillinge gelten im Produktionsbereich als »Enabler« für Industrie 4.0. Sie bilden Cyber-physische Systeme über ihren gesamten Lebensweg ab und ermöglichen die Interaktion von Produkten mit Produktionsanlagen als Voraussetzung für ein »Smart Engineering«. Darüber hinaus können Digitale Zwillinge auch Betriebs- oder Nutzungszustände abbilden. Die Gesamtheit der Zustandsdaten verschiedener Cyber-physischer Systeme ermöglicht wiederum die Analyse und Bewertung derselben und eröffnet damit das neue Thema der datengetriebenen Geschäftsmodelle, die sich hinter Begriffen wie Smart Enterprise,



Verständnis eines Digitalen Zwillings

Smart Engineering, Smart Factory und Smart Objects verbergen. Grundlage für deren Interaktion ist ein geeignetes Daten- und Informationsmanagement.

Für ihren Digitalen Zwilling im Kontext von Smart Enterprise haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer IPK ein digitales Master Modell mit einem individuellen digitalen Schatten intelligent verknüpft. So kann beispielsweise der digitale Master ein CAD-Modell eines Produkts oder einer Produktionsanlage sein, während der entsprechende digitale Schatten die Zustandsdaten des Produkts oder die Betriebsdaten der Produktionsanlage abbildet. Werden diese beiden Elemente, also digitaler Master und digitaler Schatten über Simulationsmodelle oder Algorithmen verknüpft, erhält man einen Digitalen Zwilling. Dieser ermöglicht dann zum Beispiel eine produktindividuelle Fertigung nach Kundenvorgaben und bildet die Grundlage für das produktionstechnische Ziel der Losgröße 1.

Zukünftige Digitale Zwillinge setzen eine Intelligenz von Produkt- und Produktions-

systemen voraus. So müssen Informationen in Funksensorknoten so verarbeitet werden, dass sie eine Kommunikation zwischen Produkt und Produktionsanlage ermöglichen. In diesem Zusammenhang müssen zukünftig Werkstücke Bearbeitungsinformationen mit sich bringen, damit die Produktionsanlagen kommunizieren, kooperieren und entscheiden können. Eine Flexibilität durch produktgetriebene Fertigung wird somit zugelassen. Darüber hinaus kann bereits die Anlaufphase über die Digitale Fabrik mit Felddaten simuliert werden, während in der Betriebsphase die Produktionsanlagen über den Digitalen Zwilling gesteuert werden können.

Werden nicht nur Produktionsdaten erhoben, sondern auch weitere Betriebs- und Nutzungsdaten entlang des Digitalen Zwillings, ergeben sich über gezielte Datenanalysen innovative Geschäftsmodelle. Dafür lässt sich beispielhaft folgendes Szenario aufbauen: Produkte werden dank moderner IoT-Technologien smarter – ein Beispiel sind vernetzte Werkzeugmaschinen. In Analogie dazu werden klassische Dienstleistungen wie Wartung und Instandhaltung um daten-

getriebene Services in Form von Predictive Maintenance und Energiemanagement erweitert. Die Kombination von smarten Produkten und datengetriebenen Services erlaubt das Entwickeln innovativer Geschäftsmodelle wie Pay per Use oder Pay per Uptime, von denen Data-Mining-Anbieter und Wartungsanbieter profitieren. Somit können zukünftig hoch integrierte und adaptive Produkte und Produktionssysteme auf dem Markt etabliert werden. ■

Ihre Ansprechpartner

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

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

Cloudbasierte Mehrwertdienste

Flexible Automatisierung für Produktion und Logistik

Seit den 1980er Jahren ist in produzierenden Unternehmen die IT-Struktur – von der Feldebene bis zur Ebene der Fabriksteuerung – im Sinne der sogenannten Automatisierungspyramide hierarchisch geordnet. In dieser Architektur koordiniert eine übergeordnete Leitebene einzelne Maschinen oder Anlagenteile, die von ihrer lokalen Software gesteuert werden. Aus dem Consumer-Bereich kommen nun in Form von Cloud-Lösungen technologische Neuerungen, die neue Konzepte in die Industrie und speziell die Automatisierungstechnik bringen. Expertinnen und Experten des Fraunhofer IPK entwickeln in diesem Kontext kundenspezifische Dienste für die industrielle Automatisierungstechnik auf beliebigen Plattformen.

Cloud-Technologien erlauben es, die Hierarchien der Automatisierungstechnik aufzubrechen und einzelne Komponenten, von Maschinensteuerungen (CNC) und Robotersteuerungen (RC) bis hin zu Manufacturing Execution Systems (MES) und Enterprise Resource Planning (ERP), flexibel miteinander zu vernetzen. Dies ist ähnlich zu verstehen wie der zunehmende Übergang von lokalen Rechnern hin zu verteilten Diensten bei E-Mail oder auch Computerspielen. Dabei wird häufig zwischen Infrastruktur-, Plattform- und Software-as-a-Service unterschieden. Dieser strukturelle Ansatz wird als Anything-as-a-Service oder kurz XaaS bezeichnet. Wurden anfänglich nur Infra-

strukturdienste wie Rechenleistung oder Speicherplatz als Service angeboten, geht die Entwicklung jetzt über Plattformen hin zu Anwendungen, die von einem Anbieter betrieben werden und dem Nutzer als Dienst zur Verfügung stehen. Diese Entwicklungen lassen sich auch auf die industrielle Automatisierungstechnik projizieren.

► Dienste in der Logistik

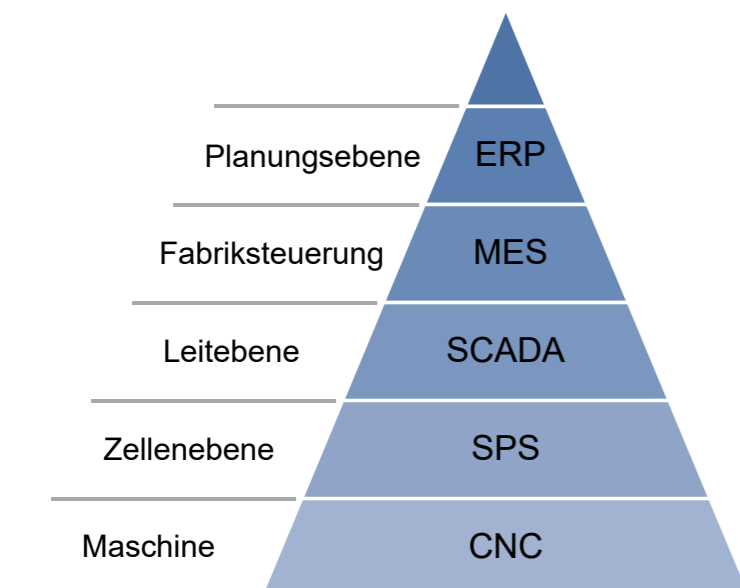
Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Fraunhofer IPK arbeiten an der Integration von Verfahren des maschinellen Lernens in der Ersatzteillistik. Dafür entwickeln sie bildbasierte Mehrwertdienste auf Grundlage einer offenen Plattform, welche die Verwal-

tung umfangreicher Bilddaten, inklusive eines Zugriffs- und Rechtenmanagements, realisiert. Für den einzelnen Mehrwertdienst werden dazu Bilddaten des Lagerguts erfasst und mit Hilfe von Verfahren des maschinellen Lernens verarbeitet und analysiert. Anwendungsszenarien können hier die Wiedererkennung von Objekten oder die Defektdetektion von Gebrauchtteilen sein.

Ziel der FuE-Arbeiten ist es, mit der Auswahl geeigneter Verfahren des maschinellen Lernens verschiedenste Anwendungen in der Logistik zu unterstützen und zu verbessern. Dazu erfolgt die Integration von Plattform und Diensten in bestehende Softwaresystemlösungen wie ERP, PPS und LMS. Zur Umsetzung der Mehrwertdienste werden geeignete Schnittstellen definiert und robuste, zuverlässige Mustererkennungs-algorithmen basierend auf maschinellem Lernen in einem App-Framework implementiert.

Dies ermöglicht zum Beispiel neuartige Prozesse in der Ersatzteilbestellung. Endkunden können beispielsweise mit einer mobilen App Aufnahmen eines defekten Bauteils anfertigen. Die Aufnahmen werden anschließend mithilfe einer strukturellen Mustererkennung untersucht – dies macht die Identifizierung des Bauteils möglich. Darauf folgt eine Abfrage im Lager, ob und in welchem Umfang das Bauteil als Ersatz vorhanden ist sowie in welchem Zeitraum mit der Lie-

Automatisierungspyramide: hierarchische Steuerungsstruktur der Fabrik



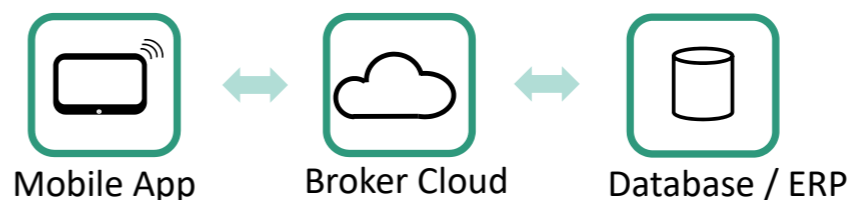
Demonstrator zur dienstebasierten Umsetzung des roboterbasierten Greifenszenarios

ferung gerechnet werden kann. Den letzten Schritt könnte eine direkte Bestellung aus der App darstellen. Bei diesem Szenario wird ein wesentlicher Bestandteil des Ersatzteilbeschaffungsprozesses zum Endanwender verlagert und gleichzeitig durch eine Software abgesichert, sodass Fehlbestellungen drastisch reduziert würden.

► Dienste in der Produktion

Dienstebasierte Architekturen stellen die Nutzung von Funktionalitäten als Dienst in den Mittelpunkt und sind damit grundsätzlich verteilte Systeme. Entscheidende Vor-

überwunden. Herausforderungen für die dienstebasierte Bereitstellung von Automatisierungsfunktionen sind dabei insbesondere die Komposition der Dienste, die Einhaltung von Echtzeitanforderungen sowie die Entkopplung der bereitgestellten Funktionen von spezifischer Hardware. Das Fraunhofer IPK forscht deshalb daran, wie Methoden aus der klassischen IT (z.B. SOA) für die Automatisierungstechnik industrietauglich adaptiert und erweitert werden können und entwickelt hierzu Demonstratoren, um die Bereitstellung und Ausführung der neuartigen Anwendungen erlebbar zu machen.



Kommunikation einer mobilen Anwendung mit klassischer Unternehmens-IT über eine Broker-Cloud

teile gegenüber monolithischen Anwendungen sind eine bessere Skalierbarkeit, die Entkopplung der Komponenten sowie eine Vereinfachung von Entwicklung, Test und Bereitstellung der Software. Die hierarchische Informations- und Kommunikationsstruktur weicht somit einer vernetzten Struktur; die klassische Trennung von der Feldebene über die Leitebene bis hin zur Fabrik- und Unternehmenssteuerung wird

Ein Beispiel hierfür stellt ein Palletier-Szenario dar, bei welchem die Werkstücke mittels Bildverarbeitung erkannt werden. Gerade bei Bildverarbeitungsaufgaben bietet die dienstebasierte Bereitstellung viele Vorteile. Durch mehr Rechenkapazität in der Cloud können leistungsfähigere Algorithmen eingesetzt werden, zum Beispiel zur Verarbeitung von 3D-Daten. Potenziell können auch komplexe Funktionen wie die optische Qua-

litätskontrolle von der Fähigkeit des maschinellen Lernens profitieren. Eine Bereitstellung des gelernten Wissens über mehrere Standorte wäre ohne Weiteres möglich.

► Dienste für die Automatisierung

Im Rahmen des Industrie 4.0 Labs erforschen die IPK-Expertinnen und Experten die Automatisierung mit cloudbasierten Mehrwertdiensten. Hierzu werden verschiedene Cloudplattformen – MS Azure, Amazon Web Services, Virtual Fort Knox – hinsichtlich ihrer Eignung für die industrielle Automatisierungstechnik evaluiert. Darüber hinaus werden ausgewählte Dienste, wie die Teileidentifikation oder Erkennung der Bauteillage zum automatisierten Greifen, prototypisch implementiert und gemeinsam mit Kunden und Industriepartnern getestet. So können anwendungsnahe Lösungen entwickelt werden, die nicht nur für große Konzerne, sondern auch für kleine und mittelständische Unternehmen praktikabel sind. ■

Ihre Ansprechpartner

Moritz Chemnitz
Telefon: +49 30 39006-127
moritz.chemnitz@ipk.fraunhofer.de

Matthias Blankenburg
Telefon: +49 30 39006-183
matthias.blankenburg@ipk.fraunhofer.de

Showcase

Lifecycle Monitoring mit dem Digitalen Zwilling

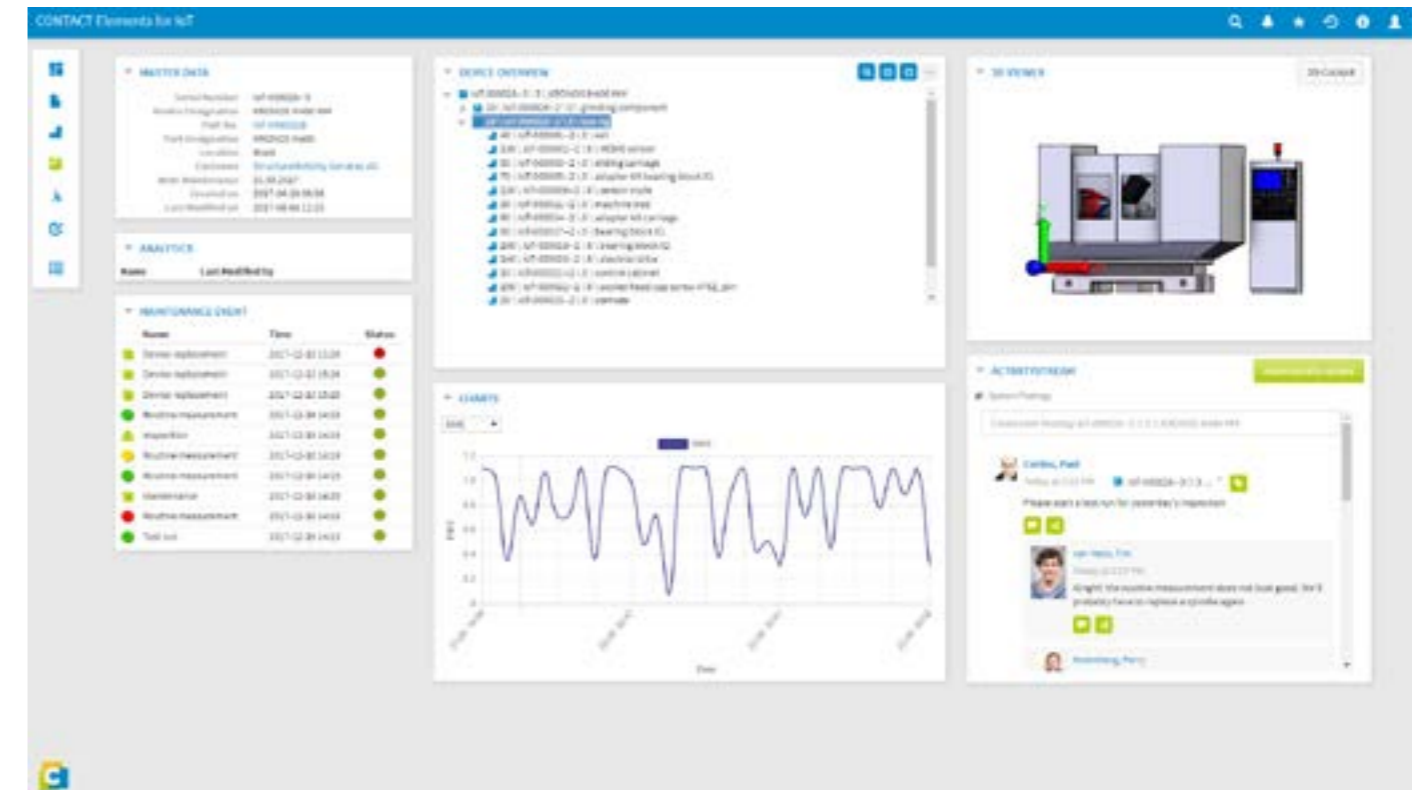
Gemeinsam mit CONTACT Software hat das Fraunhofer IPK einen Showcase entwickelt, der die Potenziale IoT-basierter Services für die industrielle Produktion erlebbar macht. Er wird im »Industrie 4.0 Lab« des Leistungszentrums »Digitale Vernetzung« gezeigt und ermöglicht über die Zustandsüberwachung einer Werkzeugmaschine anhand bestimmter Betriebsparameter eine vorausschauende Wartung durch den Betreiber oder Hersteller.

Der Digitale Zwilling einer Produktionsanlage stellt in der Regel ein abstrahiertes virtuelles Abbild der realen physischen Anlage oder ausgewählter Komponenten dar. Die Basis für solche Digitalen Zwillinge bilden sogenannte Cyber-physische Produktionssysteme (CPPS). Sie verfügen über Sensoren und Aktoren und sind über eingebettete Mikrocontroller in der Lage, Daten intelligent auszuwerten und mit anderen Systemen zu kommunizieren. Zum Einsatz kommen Digitale Zwillinge praktisch in allen Phasen des Lebenszyklus von Produktionsanlagen. In der Produktentstehungsphase können sie zum Beispiel dazu

verwendet werden, Fabrikprozesse erlebbar abzusichern noch bevor das physische Produkt überhaupt real existiert. Dazu werden die Konstruktionsdaten aus dem Produktdatenmanagementsystem verwendet und mittels Virtual Reality visualisiert. Ein ebenso spannendes Einsatzgebiet Digitaler Zwillinge stellt die Nutzungsphase einer Produktionsanlage dar, also wenn die Anlage beim Kunden in Betrieb ist. Hier werden neben den Daten aus dem Produktentwicklungsprozess auch Sensordaten, steuerungsinterne Daten, zum Beispiel aus Condition-Monitoring-Systemen, sowie Daten aus Serviceeinsätzen im Rahmen von Wartung und Instandhal-

tung erfasst, verarbeitet und miteinander in der Cloud verlinkt. Sie können dadurch dem Nutzer schnell Auskunft über die aktuelle und vergangene Konfiguration und über den Gesundheitszustand der Anlage geben.

Diese Informationen werden vom Anlagenhersteller im Rahmen sogenannter datengetriebener Geschäftsmodelle wiederum dazu genutzt, dem Kunden Mehrwerte zu schaffen, die über die reine Produktnutzung hinausgehen. Solche Geschäftsmodelle werden häufig unter dem Sammelbegriff »Pay per X« subsummiert. Der Kunde kauft dann nicht mehr das reine Produkt, sondern nur noch



Screenshot des Prüfstand-Szenarios in der neuen CONTACT Elements Plattform 15.2 (© CONTACT Software)

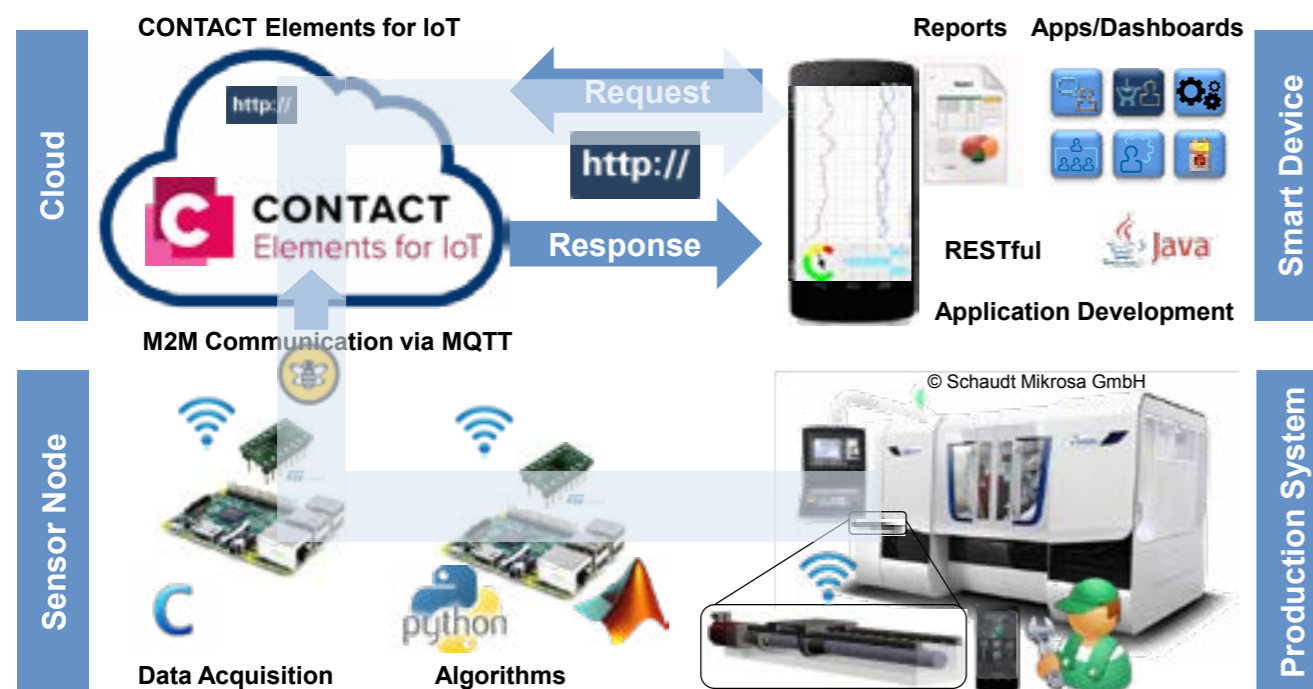
den von ihm gewünschten Mehrwert, den er damit erzielt. So kann beispielsweise durch die Überwachung von Produktionsanlagen und die Analyse der aufgezeichneten Daten frühzeitig ein sich abzeichnender Schaden im Digitalen Zwilling erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen in der Instandhaltung eingeleitet werden. Auf diese Weise kann die Ausfallzeit verringert und die technische Verfügbarkeit der Anlage gesteigert werden. Außerdem lassen sich die gewonnenen Erkenntnisse im Sinne eines »Feedback to Design« für zukünftige Produktentwicklungen nutzen.

Gemeinsam mit dem PDM/PLM-Anbieter CONTACT Software aus Bremen hat das Fraunhofer IPK in einem agilen Projektansatz einen Showcase entwickelt, der als Demonstrator für dessen neues Angebot »CONTACT Elements for IoT« für den Bereich der industriellen Produktion dient. Hierfür wurde ein auf einer realen Werkzeugmaschine basierender Achsprüfstand zu einem Cyber-physischen Produktionssystem erweitert, welches in der Lage ist, mittels einfacher aus dem Automotive- und Consumer-Bereich stammender Sensoren

und Einplatinen-Computer den Verschleißzustand der Vorschubachse zu erfassen und an die CONTACT IoT-Anwendung zu senden.

Wird ein kritischer Verschleißzustand detektiert, wird im entwickelten Showcase ein Serviceeinsatz ausgelöst, wobei der Service-Techniker vor Ort von der Cloud-Plattform beim Einsatz unterstützt wird. Dazu meldet er sich mit seinem mobilen Device bei der Plattform an, identifiziert zunächst mittels QR-Code die Anlage und gleicht die vorgefundene Konfiguration mit der im System hinterlegten ab. Stimmt diese überein, erfolgt der Austausch der schadhafte Anlagenkomponente. Im letzten Schritt wird die einwandfreie Funktionsfähigkeit über einen Selbsttest bestätigt und das Ersatzteil auch in der Cloud-Plattform als Änderung der Anlagenkonfiguration übernommen. Da die gesamte Historie der Anlage, quasi als Langzeitgedächtnis, im System erhalten bleibt, lassen sich mithilfe dieser im Digitalen Zwilling gespeicherten Daten weitere innovative Geschäftsmodelle, zum Beispiel auf Basis von Analysen mittels Machine-Learning-Methoden, entwickeln. ■

Systemstruktur und Informationsfluss im CONTACT Showcase



Ihre Ansprechpartner

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

Dr.-Ing. Patrick Müller
Telefon: +49 5823 9550707
patrick.mueller@contact-software.com

Showcase

Industrie-4.0-Anwendungszentrum in China

»Combine Chinese Speed with German Precision« – nach diesem Motto unterstützt das Fraunhofer IPK in den nächsten fünf Jahren den Aufbau eines Sino-German Intelligent Manufacturing Research Institute (SGIMRI) in Nanjing, China. Dieses Institut verfolgt einen integrierten Trainings-, Demonstrations- und Anwendungsansatz für chinesische und ausländische Unternehmen im Bereich der intelligenten Produktion.

Das privatwirtschaftlich organisierte Sino-German Intelligent Manufacturing Research Institute (SGIMRI) integriert in Nanjing Training, Demonstration und Anwendungsforschung zu einem modularen Gesamtangebot für Unternehmen in der Provinz Jiangsu. Das Fraunhofer IPK unterstützt die auf fünf Jahre angesetzte Planung und Implementierung strategisch, organisatorisch und technologisch. So wurde ein umfassendes Curriculum zum spezifischen Einsatz von Industrie 4.0 in China entwickelt und bereits in ersten Trainings zur Kompetenzentwicklung angewendet. Wesentlich dabei ist die Integration spezifischer Randbedingungen und unternehmenskultureller Aspekte in der chinesischen Wirtschaft. Die Trainings adressieren sowohl die in China besonders erforderlichen Änderungen im Bereich Führung und Strategie für das Management, als auch die Fähigkeiten zur Transformation auf den heute noch ausführenden Bereichen. Dabei entwickeln Expertinnen und Experten von Fraunhofer IPK und SGIMRI gemeinsam Konzepte, wie die in China vorherrschende technologiegeprägte Sicht mit der typisch deutschen Methodenorientierung für die chinesischen Herausforderungen mit einander verknüpft werden können.

Ziel des Fraunhofer IPK ist es, sich durch dieses Projekt noch intensiver mit der aufstrebenden chinesischen Wirtschaft zu vernetzen. Dazu entwickelt das Institut in enger Abstimmung mit SGIMRI neue Lösungen für den lokalen Markt. SGIMRI kombiniert dabei deutsches Engineering mit der buch-

stäblichen chinesischen Geschwindigkeit, um neue technologische Lösungen in innovative Geschäftsmodelle zu überführen. Die deutsche Wirtschaft profitiert dabei zweifach: Einerseits werden deutsche Maschinen und Anlagen in chinesischen Anwendungen eingesetzt, was zur Stärkung des Exports führt.

Andererseits erfahren deutsche Firmen in China durch das Angebot von SGIMRI Unterstützung bei der Optimierung ihrer Prozesse und Technologien entsprechend der lokalen Marktbedürfnisse. So entstehen Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung von schnellen Lösungen für Produktionsprototypen, mit denen lange Analyse- und Konzeptentwicklungsphasen überbrückt werden können.

Technologieorientierte Innovationsprojekte wurden bereits im ersten Jahr in Nanjing realisiert. Dabei stellte sich als ein wesentlicher Erfolgsfaktor das Zusammenspiel des interdisziplinären und interkulturellen Teams heraus, welches zum Beispiel innerhalb von nur drei Wochen ein neuartiges Fabrikkonzept zur Fertigung von Systemen zur Steuerung von Energienetzen entwickelte. Dieses Konzept, das in 2018 umgesetzt werden soll, kombiniert integrierte modulare Produktionssysteme bestehend aus Fertigungsanlagen und Shopfloor-IT mit intelligenten Lösungen zur Intralogistik. Die Realisierung soll unter anderem Durchlaufzeitverkürzungen um bis zu 60 Prozent ermöglichen. Mit ihrem integrierten Ansatz erfuhren Fraunhofer IPK und SGIMRI bereits große

nationale Aufmerksamkeit, unter anderem auf dem World Intelligent Manufacturing Summit in Nanjing und in einem halbstündigen Sonderbeitrag des chinesischen Staatsfernsehens im Dezember 2017. ■



Anwendungsforschung und Demonstratoren bei SGIMRI

Geplantes SGIMRI Trainingszentrum



Ihr Ansprechpartner

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

Smarte Produkte, smarte Geschäftsprozesse

Smarte Produkte, die intelligent und vernetzt sind, bestimmen die Geschäfte von morgen. Bis zu 11 Prozent der globalen Wirtschaftsleistung sollen im Jahr 2025 durch solche Produkte erzeugt werden, so eine Studie von McKinsey. Unternehmen, die anspruchsvolle und serviceintensive Produkte anbieten, profitieren davon in herausragender Weise, ist Karl Heinz Zachries, Gründer und Geschäftsführer von CONTACT Software, überzeugt. FUTUR sprach mit ihm über die Potenziale moderner IoT-Technologien und die Bedeutung klassischer PLM-Konzepte.

FUTUR: CONTACT versteht sich als führender Software-Anbieter für die Produktentwicklung und die digitale Transformation. Vor welchen Herausforderungen stehen Ihre Kunden?

Karl Heinz Zachries: Unsere Kunden erleben jeden Tag die Herausforderungen der global verteilten Entwicklung und Produktion, wo es gilt, hochgesteckte Qualitätsziele unter marktfähigen Kostenstrukturen zu erfüllen und die Innovationsführerschaft zu behalten. Was kommt durch die digitale Transformation hinzu? Dies sind vor allem neue Geschäftsmodelle, zunehmende Serviceorientierung und smarte Produkte. PLM, also das Product Lifecycle Management, gilt es nun, auf die nächste Stufe zu heben und die Prozesse der Produktentstehung und der Produktnutzung bestmöglich zu verzahnen.

Durch die Vernetzung von Produkten im Sinne des Internet of Things kann der Entstehungsprozess nun viel stärker mit den Felddaten aus dem Einsatz der Produkte rückgekoppelt werden. An dieser Stelle stehen Unternehmen vor der Herausforderung, die richtigen Digitalisierungsstrategien für ihre Produkte, ihre Kunden und den nachhaltigen geschäftlichen Erfolg zu identifizieren. Zeichnen sich Produkte »Made in Germany« vor allem durch ihre exzellenten physikalischen Eigenschaften etwa in Punkto Performance und Langlebigkeit aus, stehen die Unternehmen nun vor der Herausforderung, die Chancen zunehmend digital geprägter Produkte in Verbindung

mit neuen Geschäftsmodellen zu verstehen und entlang eigener Strategien zu nutzen. Hier unterstützen wir unsere Kunden durch offene Architekturen und die durch das Bausteinprinzip geprägte Elements-Software, die sie in die Lage versetzt, Ergebnisse schneller zu erreichen. Heute geht es nicht mehr um einen über Jahre vorbereiteten »Big Bang«, sondern agiles Vorgehen, dass sogar im Tagesgeschäft die etablierten Prozesse und IT-Lösungen mit innovativen Projekten verbinden kann. Ein Beispiel ist der Digitale Zwilling, wo sich die Daten aus Entwicklung und Betrieb im wahrsten Sinne des Wortes treffen.

FUTUR: In welchen Branchen sehen Sie das größte Potenzial für die digitale Transformation?

Zachries: Prinzipiell gibt es in allen Anwendungsfeldern Digitalisierungspotenziale, wie eindrucksvoll in den Medien zu sehen ist. Im Versicherungswesen, der Finanzwelt, Mobilität, Energieversorgung, Sicherheit – nehmen Sie, was Sie wollen. Das geht so weit, dass auch klassische Marktsegmente durch Spieler aus anderen Bereichen angegriffen oder bereichert werden. Beispiele dafür konnten wir in unserer Expertenstudie zur Zusammenarbeit in der Produktentwicklung, die wir mit dem Fraunhofer IPK durchführten, identifizieren.

Und natürlich ist die digitale Transformation auch in Schlüsselindustrien des Standorts Deutschland wie dem Maschinen- und

Anlagenbau und dem Automobilbau auf dem Vormarsch. Niemand sollte allerdings so tun, als wenn hier für die Unternehmen alles Neuland ist. Es wird an neuen Geschäftsmodellen, digitalisierten Service-Prozessen und smarten Produkten gearbeitet. Die große materielle und methodische Bindung an gewachsene Entwicklungs- und Produktionsstrukturen erschwert allerdings schnelleres, agiles Vorgehen.

FUTUR: Welche Lösungen bieten Sie für das Datenmanagement in der Industrie 4.0 an und welcher konkrete Nutzen ist damit für Ihre Kunden verbunden?

Zachries: CONTACT Elements ist ein modularer und offener Software-Baukasten, den wir für die Bedarfe der Industrie 4.0 und Unternehmen entwickelt haben, die mit dem industriellen Internet der Dinge Geld verdienen wollen. Elements unterstützt die Verbindung der bimodalen Paradigmen aus stabilen IT-Bestandslösungen und innovativen Komponenten. Deshalb ist Offenheit auch kein Marketing-Schlagwort, sondern Notwendigkeit. Leistungsfähige Gesamtlösungen können heute und mehr noch in Zukunft keine monolithischen Lösungen sein. Berücksichtigen Sie z. B. die führende Position, die Open-Source-Komponenten in vielen Bereichen erlangt haben, so wird klar, dass leistungsfähige Lösungen nur ein Produkt heterogener Bausteine und ihres Zusammenspiels entlang verlässlicher Standards und Schnittstellen sein können. Die CONTACT Elements Bausteine in den Bereichen Plattformtechnologie, Core Services und Fachanwendungen haben wir entsprechend dieser Kriterien entwickelt oder ausgewählt. Dahinter stehen mehr als 25 Jahre PLM-Erfahrung und unser Engagement in industriellen Forschungsprojekten und weltweit führenden Organisationen wie Eclipse und OMG.

Lassen Sie mich dies am Beispiel von Anwendungen für digitalisierte, smarte Produkte illustrieren: Sie können heute für Ihr Unternehmen quasi aus dem Stand IoT-Anwendungen realisieren, die Device Management, Customer Operations, Datenanalyse, Digitaler Zwilling und bei Bedarf auch die klassischen PLM-Prozesse verbinden. Statt den Schwerpunkt zunächst auf die Technologie legen zu müssen, können Sie sich unmittelbar auf die Konzeption der passenden Geschäftsmodelle und die Gestaltung der damit verbundenen Prozesse konzentrieren.

FUTUR: Welche neuen Technologien sind in Ihre eigene Produktentwicklung eingeflossen?

Zachries: Wir nutzen und unterstützen Technologien der Open Source Software Community. Ein wichtiges Beispiel ist die Sprache Python. Sie ist etwa im Bereich Data Science und Analytics defacto Standard und eröffnet die Nutzung von Bibliotheken wie Pandas oder TensorFlow™. Zur Verarbeitung von Geometriedaten wie etwa bei der Bau- raumanalyse und dem Modellvergleich integrieren wir weltweit führende Algorithmen und Verfahren von Technologiepartnern in unsere eigenen Bausteine wie 3D Connect.

Ein weiteres Beispiel ist die Integration neuer Protokolle zur Anbindung von Sensornetzwerken und Geräten in IoT-Szenarien. Mit Referenzimplementierungen zeigen wir unseren Kunden und Partnern, wie sie diese Protokolle einsetzen können. Auch mit dem Fraunhofer IPK in Berlin erarbeiten wir gemeinsam entsprechende Referenzimplementierungen.

FUTUR: Wie schätzen Sie die Bedeutung von PLM für Digitalisierung und Internet of Things (IoT) ein?



Zachries: PLM schafft die Grundlage für die Digitalisierung! Die Daten- und Prozessorganisation rund um das Produkt geht Hand in Hand mit dem Erfolg von Geschäftsmodellen durch das Internet of Things. Praktisch gesehen ist dabei der Digitale Zwilling der Treffpunkt im Rahmen des Gesamtprozesses. Datenzentrische Produkte und Dienstleistungen, die wie im Investitionsgüterbereich stark mit Entwicklungsdaten in Verbindung stehen, profitieren davon besonders. Zu beachten ist allerdings, dass PLM oft und manchmal auch zurecht als Synonym für eine starre oder sogar lähmende IT gilt. Wir wissen das und richten unser Angebot deshalb ausdrücklich am wachsenden Bedürfnis der Unternehmen aus, nicht morgen oder übermorgen, sondern heute Lösungen evaluieren und nutzen zu können.

FUTUR: Sie haben CONTACT 1990 selbst gegründet. Ganz kurz bitte in einem Satz: Welchen Tipp haben Sie für Gründer?

Zachries: Damals wie heute gilt: Man muss mit der richtigen Idee zum richtigen Zeitpunkt überzeugen können. ■

Zur Person

Karl Heinz Zachries, Jahrgang 1960, gründete kurz nach seinem Diplom als Informatiker mit Schwerpunkt Software Engineering 1990 die CONTACT Software GmbH. Aus einem Start-up mit anfangs drei Mitarbeitern und dem Fokus auf das CAD-Datenmanagement entwickelte er das Unternehmen zu einem der führenden PDM/PLM-Anbieter. Seine Leitmotive sind Unternehmertum, Verantwortung für seine Mitarbeiter, Verpflichtung gegenüber den Kunden und Beharrlichkeit in seinen Zielen. Er ist Geschäftsführer des Unternehmens. Karl Heinz Zachries ist verheiratet und Vater von fünf Kindern.

Kontakt

Karl Heinz Zachries
Telefon: +49 421 20153-0
info@contact-software.com

Smarte Technologien im Industrie 4.0 Lab

Das Industrie 4.0 Lab am Fraunhofer IPK ist eines von vier Transferzentren des Fraunhofer-Leistungszentrums »Digitale Vernetzung«. Mit seinen Forschungsarbeiten und Innovationsangeboten zur Digitalisierung der Industrie und insbesondere zur digital integrierten Produktion (DIP) unterstützt es die Industrie umfassend entlang der Wertschöpfungskette der industriellen Produktion: von der virtuellen Produktentwicklung, von der Planung und Steuerung der Produktion, den Maschinen und den Technologien für die Teilefertigung bis hin zur umfassenden Automatisierung und Vernetzung der Prozesse im Unternehmen.

Im Industrie 4.0 Lab entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IPK Visionen und Szenarien für Business Cases, erarbeiten und erproben Schlüsseltechnologien und stellen Services und Werkzeuge für die digitale Transformation bereit. Als Infrastrukturen für die Erprobung prototypischer Lösungen sowie die Applikation und Optimierung realer Systeme in produktionsnaher Umgebung stehen Produktionsmaschinen, Robotersysteme sowie IoT- und Cloud-Plattformen zur Verfügung. In Plug-and-Play-fähiger IT-Umgebung können Werkzeuge für das virtuelle Entwickeln und die intuitive Interaktion in VR-Umgebungen zur Digitalisierung des Produktentstehungsprozesses integriert und qualifiziert werden.



Roboterprogrammierung und Bahnmanipulation mittels Augmented Reality (© IWF, Jens Lambrecht)

► Ihr Einstieg in Industrie 4.0

Neueinsteigern in die Thematik bietet das Industrie 4.0 Lab mit seinem »Start DIP«-Programm umfassende Unterstützung:

- Mit Informations- und Qualifikationsangeboten macht es Unternehmen stark für die digitale Transformation.
- Status-quo- und Bedarfsanalyse: Im Lab wird gemeinsam mit Firmen erarbeitet, wie gut sie auf Industrie 4.0 vorbereitet sind, wie ihre digital integrierten Produktionsszenarien aussehen könnten und welche Maßnahmen sinnvoll für den Einstieg und die weitere Umsetzung sind.

- Prototypen zum »Anfassen« werden in kurzer Zeit entwickelt – für den Kompetenzaufbau in Unternehmen sowie zur Einbeziehung und Sensibilisierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.
- Einführungsunterstützung: Das Industrie 4.0 Lab erarbeitet Umsetzungsstrategien und begleitet die schrittweise Einführung von Prozessen und IT-Systemen.
- Lernfabriken vermitteln Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern notwendige Kompetenzen für eine intelligent vernetzte Produktion.

► Industrie 4.0-Koffer – Realisierung schneller Prototypen

Eines der aktuellen Projekte im Industrie 4.0 Lab ist der Industrie 4.0-Koffer. Er versetzt produzierende KMU in die Lage, ihre Wertschöpfung effizient und individuell nachverfolgen zu können. Dazu werden für diese Unternehmen die Investitionskosten und Zeiten zur Planung und Implementierung von Lösungen für die fertigungsnahe Steuerung reduziert und die Bereitstellung von auftragspezifischen Parametern auf Einzelteilebene ermöglicht. Mit Hilfe des Industrie 4.0-Koffers sollen KMU befähigt werden,



Steuerung und Überwachung von flexiblen Prozessnetzen für die kundenindividuelle Fertigung mit dem Industry Cockpit

Prototypen für die Vernetzung von Maschinen und Anlagen zur auftragsindividuellen Einplanung schnell und ad hoc zu implementieren und Sonderaufträge nachzuverfolgen.

► Digitaler Fabrikzwilling

Ziel dieses Projekts ist es, ein Testbed für digitale Fabrikzwillinge aufzubauen, das als virtuelle Interaktionsplattform für die Steuerung und Absicherung von Fabrikprozessen dient. Die Visualisierung und Interaktion wird auf Basis eines mobilen Virtual-Reality-Systems sowie eines Human-Machine-Interaction-Device erfolgen. Der Digitale Zwilling soll kontinuierlich mit Daten und Informationen angereichert werden, damit er den realen Ist-Zustand widerspiegelt. Er lässt Realität und Virtualität verschmelzen, schafft Transparenz innerhalb komplexer Engineering-Vorgänge und ist ein unerlässliches Werkzeug für die Entwicklung von Cyber-physischen Systemen. Das Testbed wird die Implementierung von praxisrelevanten Anwendungsfällen zur virtuellen Inbetriebnahme oder für Re-Engineering ermöglichen.

► Digitale Assistenz in smarterer Produktionsumgebung

Zunehmende Variation in Produkten erfordert höhere Flexibilität und kürzere Reaktionszeiten in der Produktion. Das Einrichten

und Optimieren muss verkürzt, Komplexität reduziert werden. Durch die Digitalisierung und Industrie 4.0 eröffnen sich neue Möglichkeiten der Mensch-Technik-Kooperation zur Steigerung der Effizienz bei der Arbeit an Anlagen. Durch die Integration innovativer Technologien aus unterschiedlichen Bereichen wie der Projektion von Anlagen- und Prozessinformationen in die reale Produktionsumgebung in der jeweiligen Arbeitssituation, durch die Nutzung von digitalen Assistenzsystemen und gestenbasierter Bedienung wird eine durchgängige Unterstützung der Arbeit an Produktionsanlagen geschaffen. ■

BMBF-Programm »I4KMU«

Das Fraunhofer IPK ist mit seinem Industrie 4.0 Lab eine der offiziell zertifizierten I4.0-Testumgebungen des Bundes. Mit der Fördermaßnahme »Industrie 4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0«, kurz »I4KMU«, unterstützt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) den Mittelstand bei der digitalen Transformation. Das BMBF macht dafür kleinen und mittleren Unternehmen ein bundesweites Netz aus I4.0-Testumgebungen zugänglich, um neu entwickelte digitalisierte Prozesse und Produkte, innovative Systemansätze und damit zusammenhängende vernetzte Geschäftsmodelle unter realistischen Bedingungen zu testen. Kleine und mittlere Unternehmen können Fördermittel beantragen und damit einen Teil der Kosten für ihr individuelles I4.0-Projekt sowie den Auftrag an eine I4.0-Testumgebung finanzieren.

Weitere Informationen: www.i4kmu.de

Ihr Ansprechpartner

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

► Erfolgreicher Technologietag

Konkrete Lösungen für Industrie 4.0

Als einer der Wegbereiter der »Digital integrierten Produktion« präsentierte das Fraunhofer IPK am 8. September 2017 erstmalig das komplette Angebot seiner Industrie-4.0-Technologien. Knapp 40 Gäste aus Industrie, Wissenschaft und Verbänden waren der Einladung gefolgt und diskutierten gemeinsam sinnvolle und umsetzbare Szenarien für den Wandel zu einer intelligenten und vernetzten Fabrik der Zukunft. Die Teilnehmenden waren sich einig, dass der Erfolg der deutschen Industrie im internationalen Wettbewerb stark davon abhängt, wie schnell einzelne Lösungen produktiv eingesetzt werden. In drei Strategieworkshops wurden deshalb für die drei Anwendungsbereiche »Intelligente Fertigungstechnologien«, »Digitale Fabrik« und »Cloudbasierte Mehrwertdienste« Roadmaps erarbeitet. Ergebnisse waren unter anderem Konzepte für den effizienten Betrieb und die Instandhaltung smarter Anlagensysteme, Ideen für datengetriebene Geschäftsmodelle sowie Digitalisierungslösungen für die Logistik.



■ Ihre Ansprechpartnerin

Jeannette Baumgarten
Telefon: +49 30 39006-351
jeannette.baumgarten@ipk.fraunhofer.de

► Eröffnung »ENRICH in Brazil«

Erste Erfolge des EU Horizon 2020 Projekts CEBRABIC

Anfang dieses Jahres fiel der Startschuss für das EU Horizon 2020 Projekt CEBRABIC – Centre for Europe-Brazil Business & Innovation Cooperation. Dessen Ziel ist eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen den EU-Mitgliedsstaaten und Brasilien in Forschung, Technologie und Entrepreneurship. Neben elf Institutionen aus Europa, Brasilien und der Türkei ist auch das Fraunhofer IPK an CEBRABIC beteiligt und übernimmt mit dem Geschäftsfeld Unternehmensmanagement das Projektmanagement sowie die Koordination des Aufbaus des Centers.

Ein erster Meilenstein des Projekts wurde am 29. November 2017 erreicht. Das erste Zentrum in Brasilien, das »European Network of Research and Innovation Centres and Hubs (ENRICH)«, wurde in Anwesenheit des Botschafters der Europäischen Union in Brasilien, João Gomes Cravinho, feierlich in Brasília eröffnet. In seiner Eröffnungsrede betonte er die enge Zusammenarbeit im Hinblick auf Innovationen zwischen den europäischen Staaten und Brasilien. Ab 2018 wird »ENRICH in Brazil« Services am europäischen und brasilianischen Markt anbieten, die private und öffentliche Akteure entlang der Wertschöpfungskette von Innovation auf beiden Seiten des Kontinents verbinden sollen. Das Portfolio von ENRICH umfasst neben Matchmaking-Aktivitäten auch informative Studien sowie die Unterstützung von Forschungseinrichtungen und Unternehmen bei der Internationalisierung.



Das Konsortium mit dem EU-Botschafter João Gomes Cravinho, dem Vertreter des brasilianischen Außenministeriums Luis Fernando Corrêa da Silva Machado sowie dem operativen Direktor von SENAI Gustavo Leal Salles Filho bei der Eröffnung von »ENRICH in Brazil«. (© CNI – Confederação Nacional da Indústria)

■ Ihre Ansprechpartnerin

Johanna Haunschild
Telefon: +49 30 39006-337
johanna.haunschild@ipk.fraunhofer.de

ENRICH ist eine Initiative der Europäischen Union, die im Rahmen des CEBRABIC-Projekts in Brasilien durchgeführt wird und im Förderprogramm 73353 der EU aus dem Programm Horizon 2020 finanziert wird. Die Verantwortung für die in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen und Auffassungen liegt vollständig bei den Autoren.

► CATCH auf der Agritechnica

Das Fraunhofer IPK präsentiert Roboterarm zur Gurkenernte

In diesem Jahr war das Fraunhofer IPK erstmalig auf der Agritechnica in Hannover vertreten. Vom 12. bis zum 18. November 2017 präsentierten 2800 Aussteller aus 53 Ländern auf der weltweit größten Landtechnik-Messe unter anderem Traktoren und Landmaschinen. Die Schwerpunkte der Messe lagen diesmal auf Innovationen aus dem Gebiet der Erntetechnologie, der Automatisierung in der Landtechnik sowie auf intelligenten Systemen zur Steuerung von Maschinen und Robotertechnik.

Trotz der Vielfalt der ausgestellten automatischen Erntemaschinen besteht in der Landtechnik weiterhin ein großes Interesse an intelligenten automatischen Lösungen, insbesondere für die nutzpflanzenschonende Bekämpfung von Unkraut und das ausgewählte Ernten reifer Früchte. Das Projekt »Cucumber Gathering – Green Field Experiments CATCH« greift genau diesen Bedarf auf. Der kameragesteuerte Roboter realisiert die automatische selektive Ernte von Einlegegurken mittels Greifarmen, die über taktiles Feingefühl verfügen und sich an die Umgebungsbedingungen anpassen. So können die Gurken ohne die Pflanzen zu beschädigen und sogar unter widrigen Witterungsbedingungen geerntet werden.

Als koordinierender Projektpartner verfolgt das Fraunhofer IPK das Ziel, bereits erforschte innovative Lösungen aus anderen technischen Bereichen intelligent für die Landwirtschaftsanwendungen anzupassen und zum Einsatz zu bringen – und hat mit dieser Strategie Erfolg. Gemeinsam mit dem Leibniz-Institut für Agrartechnik und



Das Team des Fraunhofer IPK auf der Agritechnica

Bioökonomie ATB aus Potsdam und dem CSIC-UPM Centra for Automation and Robotics aus Madrid stellte unser Institut den einzigen Ernteroboter der Agritechnica aus. Zwar gibt es einige andere Forschungsprojekte, die sich mit der automatisierten roboterbasierten Ernte befassen, jedoch ist CATCH als marktreife Lösung noch immer eine Seltenheit und gehörte damit zu den Highlights der Messe.

■ Ihr Ansprechpartner

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

► Centre of Excellence in Production Informatics and Control

Kick-off zur zweiten Projektphase in Ungarn

Mit dem Ziel, ein europäisches Wissenszentrum für Cyber-physische Produktionssysteme aufzubauen, schlossen sich 2015 deutsche, österreichische und ungarische Forschungsinstitute für das Projekt EPIC CoE (Centre of Excellence in Production Informatics and Control) zusammen. Im April dieses Jahres traf sich das Konsortium zum Auftakt einer zweiten Projektphase im Institute for Computer Science and Control der Hungarian Academy of Sciences, einem der ungarischen Projektpartner. Dort wurden die weitere Strategie, Arbeitspakete, Meilensteine und Ergebnisse festgelegt, bevor die offizielle Kick-off-Veranstaltung stattfand. Robert-Jan Smits, Generaldirektor für Forschung und Innovation der Europäischen Kommission, würdigte die Planungsbemühungen der Projektpartner und erläuterte die Erwartungen der EU gegenüber den neu gegründeten Forschungszentren.

Auf deutscher Seite beteiligen sich die Fraunhofer Institute IPK, IPT und IPA an dem EU-geförderten Projekt. Das Fraunhofer IPK unterstützt die zukünftige Ausrichtung der Geschäftsprozesse sowie die Entwicklung der Personalressourcen und Kompetenzen des Zentrums durch Trainings und Wissenstransfer. Auf technischer Seite erfolgt eine enge Kooperation der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu den Themen Cyber-physische Produktionssysteme und Technologien der intelligenten flexiblen Fertigung. Hierzu werden gemeinsame Pilotlösungen und Demonstratoren realisiert.

■ Ihr Ansprechpartner

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

► Start-ups meet Fraunhofer

Match Making Event in Berlin



Begrüßung der Gäste am 30.11.2017 auf dem Start-up-Event im Einstein Center Digital Future. (© Fraunhofer FOKUS)

Am 30. November stellten Forscher aus dem Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« für rund 120 Gründer und Start-ups auf einem »Tech-Marktplatz« in den Räumen des Einstein Center Digital Future Technologien und Lösungen aus den Bereichen IoT, 5G, Industrie 4.0 und Hardware for Cyber Physical Systems vor. An sieben Technologie-Infoständen konnten sich die eingeladenen Start-ups über »Berührungslose Mensch-Maschine Interaktion«, »Smart Maintenance«, »Sensorik in additiv gefertigten Bauteilen«, »Public IoT-Plattform«, »Open IoT Fog.Org«, einen »Sensorbaukasten« und eine »Hardwareentwicklungsumgebung« informieren. Die Fraunhofer-Expertinnen und -Experten diskutierten mit den Gästen, wie sie innovativen Gründern bei der Weiterentwicklung ihres Produkts oder ihrer Dienstleistung weiterhelfen können.

Eröffnet wurde von Jürgen Diller, Leiter der Geschäftsstelle des Leistungszentrums »Digitale Vernetzung«, und interessanten Vorträgen aus der Digitalwirtschaft: Jasmin Skenderi von Next Big Thing AG, Dr. Christian Herzog von Berlin Partner GmbH und Ralph Steidl, Gründer und CEO von Portables HealthCare Technologies GmbH. Die Gäste erhielten außerdem die Möglichkeit das TechBridge-Programm von Fraunhofer Venture kennenzulernen, das Fraunhofer-Start-up-Projekte selektiv fördert.

Das Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« ist eine Kooperation der Berliner Fraunhofer-Institute FOKUS, HHI, IPK und IZM. Im Zentrum steht die Entwicklung und Bereitstellung von praxis-

nahen Lösungen für die digitale Transformation. Geforscht wird dabei sowohl an Basis- und Querschnittstechnologien als auch an Lösungen für vier konkrete Anwendungsbereiche: Tele-Medizin, Mobilität und Zukunftsstadt, Industrie und Produktion sowie kritische Infrastrukturen.

Das Projekt TechBridge von Fraunhofer Venture hat das Ziel, Start-ups und Fraunhofer-Institute zusammenzuführen, um gemeinsame Projekte zu initiieren oder existierende Projekte auszubauen. Im Rahmen von gemeinsamen Projekten erhalten Start-ups Zugang zu Technologien, Expertise und Infrastruktur von Fraunhofer und können so ihre Lösungen schneller entwickeln und in den Markt bringen. Fraunhofer-Institute erhalten Zugang zu innovativen Geschäftsmodellen aus dem Start-up-Ökosystem und bekommen die Chance agile Kommerzialisierungspartner für ihre Technologien kennenzulernen. Die Zusammenarbeit kann schnell und unkompliziert initiiert werden, dank der Finanzierung der ersten Kooperationschritte durch TechBridge.

■ Ihre Ansprechpartnerin

Natalie Nik-Nafs
Telefon: +49 30 3463-7210
natalie.nik-nafs@fokus.fraunhofer.de

► FPC@ITA – Advanced Manufacturing in Brasilien

Fraunhofer IPK eröffnet Fraunhofer Project Center in São José dos Campos



Prof. Anderson Correia, Präsident des ITA (mitte links) und Prof. Uhlmann (mitte rechts) unterzeichneten die Gründungsurkunde des FPC@ITA. (© ITA / Raquel Caratti Piani)

Das Fraunhofer IPK hat gemeinsam mit dem Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) ein Fraunhofer Project Center for Advanced Manufacturing @ ITA eröffnet. Das Center, kurz FPC@ITA, besiegelt die strategische Kooperation zwischen dem Berliner Institut und einer der top Engineering Universitäten Brasiliens. ITA betreibt Bildung und Forschung unter anderem in Raumfahrttechnik, Luftfahrttechnik, Bauingenieurwesen, Maschinenbau sowie Computer- und Elektrotechnik. Das Institut ist im Department of Aerospace Science and Technology (DCTA) angesiedelt, einem der größten Forschungszentren Lateinamerikas. Zu den Erfolgen von ITA in den letzten 60 Jahren in Brasilien zählt die Gründung von EMBRAER, einem Zusammenschluss der brasilianischen Luftfahrtindustrie, die Entwicklung eines Automotive-Ethanol-Programms sowie die Weiterentwicklung des Telekommunikationsunternehmens Telebrás. »In Zukunft werden Fraunhofer IPK und das Competence Center for Manufacturing (CCM) am ITA gemeinsam produktionstechnische Lösungen zum Nutzen der Industrie in Brasilien entwickeln, einschließlich deutscher und europäischer Unternehmen vor Ort«, sagte Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann, Direktor des Fraunhofer IPK and Executive Director des Fraunhofer Project Center während der Eröffnungszeremonie in São José dos Campos am 7. November 2017.

São José dos Campos ist der perfekte Standort für ein Fraunhofer Project Center mit Fokus auf industrielle Forschung und Entwicklung in Brasilien. Rund 50 Prozent der brasilianischen Industrieunternehmen sind hier im Umkreis von 200 km angesiedelt. Darüber hinaus beherbergt die Region 70 Prozent aller deutschen Firmen mit bra-



Teilnehmer der Gründungszeremonie vom Technological Institute of Aeronautics ITA, Competence Center for Manufacturing CCM, der Fraunhofer Zentrale und des Fraunhofer IPK. (© ITA / Raquel Caratti Piani)

silianischen Niederlassungen. Viele dieser deutschen Unternehmen haben ihr Interesse an einer Zusammenarbeit mit dem FPC@ITA signalisiert; einige Kooperationen sind bereits gestartet. Das Fraunhofer IPK realisiert insgesamt ein Projektvolumen von circa 11 Millionen Euro in Brasilien, darunter bereits viele Vorhaben in enger Kooperation von ITA und CCM. Die Allianz im Bereich Forschung und Entwicklung begann zeitgleich mit einer Zusammenarbeit in der universitären Bildung: Seit rund fünf Jahren führt das Deutsch-Brasilianische Akademische Austauschprogramm »Science without Borders« zahlreiche brasilianische Studierende an das Fraunhofer IPK. Viele von ihnen unterstützen jetzt die FuE-Aktivitäten des Instituts in ihrem Heimatland.

Die FuE-Dienstleistungen des neuen Project Center basieren auf der Prozesskette produzierender Unternehmen und beinhalten nachhaltige Innovationen in den Bereichen Unternehmensmanagement, Produktentwicklung, Produktionssysteme sowie Fertigungs- und Automatisierungstechnik. Die Kompetenzen der beiden Forschungsinstitute ergänzen sich perfekt und ermöglichen die Entwicklung und prototypische Umsetzung komplexer Systemlösungen für die digital integrierte Produktion (DIP).

■ Ihr Ansprechpartner

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

► I-ESA 2018

9th International Conference on Interoperability for Enterprise Systems and Applications, 22. – 23. März 2018

Die I-ESA Konferenz verbindet weltweit führende Forscher und Anwender von Enterprise Interoperability sowie verwandten Bereichen, einschließlich Interoperabilitätsaspekten von Unternehmenssystemen und -anwendungen. Die Konferenz thematisiert neue Geschäftsmodelle, Smart Services, IoT sowie Cloud-Technologien und ist eine hervorragende Gelegenheit für den Austausch von Erfahrungen und Geschäftsideen zwischen Wissenschaftlern, Dienstleistern, Entrepreneuren und industriellen Interessensgruppen. Die I-ESA 2018 findet am Fraunhofer IPK in Berlin statt. Auf dem Programm stehen Präsentationen aktueller Forschungsbeiträge, internationale Keynotes und ein Doktorandensymposium. Zahlreiche Workshops im Vorfeld der Konferenz widmen sich unter anderem industriellen Big-Data- und Cloud-Plattformen zur Bereitstellung von Smart Services im Kontext von Industrie 4.0 sowie Interoperabilitätslösungen für das Krisenmanagement von Smart Cities.

Weitere Informationen: www.i-esa.org



■ Ihr Ansprechpartner

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

► Trends in der Keramikbearbeitung

IAK-Treffen am 19. April 2018

Mit über 35 industriellen Mitgliedern aus den Bereichen Materialherstellung, Maschinen- und Werkzeugherstellung sowie Anwendung erfreut sich der Industriearbeitskreis »Keramikbearbeitung« zunehmender Beliebtheit. Der IAK wurde bereits 1987 als Forum für einen intensiven und interdisziplinären Dialog zwischen Forschung und Industrie eingerichtet, da damals das besondere Eigenschaftsprofil keramischer Werkstoffe einen erhöhten Forschungsbedarf auslöste. Speziell angepasste Fertigungstechnologien wurden benötigt, um die Vorteile von Hochleistungskeramiken wirtschaftlich in moderne technische Produkte überführen zu können. Ein Forschungsschwerpunkt am Produktionstechnischen Zentrum Berlin liegt daher in der Entwicklung geeigneter Bearbeitungsverfahren und -strategien für diese Materialien. Ziel ist es, die auf der Grundlage experimenteller und analytischer Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse anhand realer Bauteile umgehend in die industrielle Praxis umzusetzen. Im Laufe der Jahre hat sich der Fokus des Interesses von der reinen Keramikbearbeitung zu Fragestellungen, die die Bearbeitung sprödharter Werkstoffe insgesamt betreffen, verschoben. Dies schlägt sich in den Vortragsthemen der halbjährlich stattfindenden Arbeitskreistreffen sowie der Zusammen-



setzung des Arbeitskreises nieder. Im Mittelpunkt des nächsten IAK-Treffens im April 2018 stehen unter anderem Produktion und Einsatz von Superabrasives sowie die additive Fertigung und medizintechnische Anwendung keramischer und metall-keramischer Bauteile. Weitere Informationen: www.keramikarbeitskreis.de

■ Ihr Ansprechpartner

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

► Netzwerktreffen zukünftiger Führungskräfte in Europa

Wissenschaftlerin des Fraunhofer IPK ist eines der Young European Talents



Zum Auftakt der Veranstaltung begrüßte Theo Bovens, Gouverneur der Provinz Limburg, die Teilnehmenden im Gouvernement Maastricht. (© Connect Limburg)

Zum ersten Mal fand in diesem Jahr die »Young European Talent« statt. Initiiert wurde das dreitägige Event von der Organisation Connect Limburg, auf deren exklusive Einladung 50 junge Talente aus fünf europäischen Ländern teilnahmen. Mit dem Ziel, die niederländische Provinz Limburg als wirtschaftsstarke und international ausgerichtete Region auch im europäischen Ausland bekannt zu machen, setzt Connect Limburg darauf, ein junges Netzwerk zukünftiger Entscheidungsträger zu etablieren und dieses für kommende Netzwerktreffen an den Standort Limburg zu binden.

Die Honorarkonsule und Botschaften der einzelnen Länder wählten gemeinsam mit Connect Limburg jeweils zwei junge Talente aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Öffentliche Verwaltung, Sport sowie Kultur und Journalismus aus. So trafen Anfang November 2017 Top Talente im Alter von 18 bis 35 Jahren aus Belgien, Deutschland, Frankreich, Luxemburg und den Niederlanden aufeinander und konnten an facettenreichen Veranstaltungen zu den einzelnen Sektoren teilnehmen und die Region Limburg kennenlernen.

Mit dabei war Tina Berking, die seit März 2017 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Geschäftsfeld Unternehmensmanagement am Fraunhofer IPK ist. Hier arbeitet sie in einem internationalen Projekt mit dem brasilianischen Nationalen Dienst für industrielle Ausbil-

dung (SENAI). Dieser wird vom Fraunhofer IPK beim strategischen Aufbau eines Innovationsnetzwerkes aus 26 Forschungsinstituten in ganz Brasilien unterstützt.

Tina Berking wurde vom Talentmanagement der Fraunhofer-Gesellschaft für die Teilnahme an der »Young European Talent« vorgeschlagen und von der deutschen Botschaft als eines von zehn deutschen Talenten ausgewählt. Neben dem vielfältigen Programm schätzt sie den intensiven Austausch mit den anderen Teilnehmenden und die damit verbundene Möglichkeit, ihr persönliches Netzwerk zu erweitern. In besonderer Erinnerung bleibt Tina Berking der Besuch des Brightland Chemelot Campus: »Speziell beeindruckt hat mich hier das Konzept eines offenen innovativen Ökosystems auf dem Campus«, berichtet sie. »Er dient als Dreh- und Angelpunkt von Grundlagen- sowie angewandter Forschung, Gründern, Studenten und Investoren. Dies schafft ein super Umfeld für innovative Ideen.«

■ Ihr Ansprechpartner

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

► Fraunhofer-Zertifikatsprogramm PLM Professional

Nächster Lehrgang beginnt im April 2018

Egal ob smarte Produkte und vernetzte Produktion im Sinne von Industrie 4.0 oder neue intelligente Services und Geschäftsmodelle auf der Basis von IoT – die digitale Transformation funktioniert in der Praxis nur mit einer soliden Datenbasis. Technologische Grundlage dafür sind PLM-Systeme. Sie ermöglichen das erfolgreiche Zusammenspiel zwischen digitaler Technologie und Modellierung, Informationsvernetzung, Softwarefunktionalität und den Prozessen und Methoden zur Herstellung von Produkten bis hin zu ihrer Instandhaltung. Das dreiwöchige, berufsbegleitende Fraunhofer-Zertifikatsprogramm »PLM Professional« vermittelt fundierte und praxisorientierte Kompetenzen für das Management von PLM-Systemen. Mehr als 80 ausgebildete PLM Professionals wenden ihr Fachwissen bereits in der Praxis an. Melden Sie sich jetzt für den nächsten Lehrgang an und sichern Sie sich einen von 30 Plätzen!

Termine:

1. Lehrgangswocche: 09. – 13. April 2018, Berlin
2. Lehrgangswocche: 04. – 08. Juni 2018, Bremen
3. Lehrgangswocche: 17. – 21. September 2018, Stuttgart

Weitere Informationen und Anmeldung:

► www.plm-professional.de



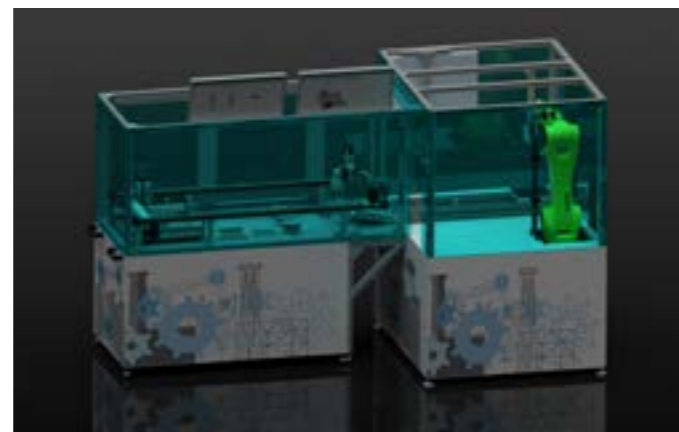
■ Ihr Ansprechpartner

Friedrich Halstenberg
Telefon: +49 30 39006-100
friedrich.halstenberg@ipk.fraunhofer.de

TIPP ► Synchronisierung heterogener Produktionssysteme

Hannover Messe 2018: Fraunhofer IPK auf zwei Fraunhofer-Gemeinschaftsständen

In produzierenden Betrieben sind die vorhandenen Anlagen selten »aus einem Guss«. Da steht ein Bearbeitungszentrum von Hersteller A neben einer Produktionszelle von Hersteller B und steuernde Softwarebausteine kommen von Hersteller C und D. Wie man solche heterogenen Systeme schnell und zuverlässig integrieren und das entstehende Gesamtsystem mithilfe eines Digitalen Zwillings absichern kann, zeigt das Fraunhofer IPK auf der Hannover Messe 2018 beim Verbund Produktion in **Halle 17, Stand C18**. Messegäste können einen Fertigungsauftrag für einen Kaffeeuntersetzer konfigurieren, nehmen am Ende des Fertigungsprozesses die Abnahme des gefertigten Produktes vor und können dieses behalten.



Das Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« präsentiert sich auf dem Fraunhofer-Hauptstand in **Halle 2**. Die Berliner Fraunhofer-Institute FOKUS, HHI, IPK und IZM demonstrieren, wie die Vernetzung verschiedenster Maschinenkomponenten Mehrwerte schafft, indem sie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Fertigung gezielt unterstützt.

■ Ihre Ansprechpartnerin

Katharina Strohmeier
Telefon: +49 30 39006-331
katharina.strohmeier@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.

25. – 26. Januar 2018	Workshop: Wissensbilanz-Werkstatt
22. – 23. Februar 2018	Workshop: Praxis der Mikrofertigung
01. – 02. März 2018	Industriearbeitskreis: Berliner Runde – Neue Konzepte für Werkzeugmaschinen
01. – 02. März 2018	Industriearbeitskreis: Werkzeugbeschichtungen und Schneidstoffe
08. – 09. März 2018	Seminar: Ausbildung Interner Auditor DIN EN ISO 9001
22. – 23. März 2018	I-ESA 2018 – 9th International Conference on Interoperability for Enterprise Systems and Applications
23. März 2018	Workshop: Industrieroboter als Bearbeitungsmaschinen
April 2018	M.Sc. Industrielles Produktionsmanagement
09. – 13. April 2018	Fraunhofer-Zertifikatsprogramm: PLM Professional – Professional in Product Lifecycle Management
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
20. Juni 2018	Workshop: Reverse Engineering
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
20. September 2018	Workshop: Innovative Wertschöpfung – Datengetrieben vom Produkt- zum Lösungsanbieter
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

Mit den Inhouse-Angeboten unseres MEHR KÖNNEN Programms unterstützen wir Unternehmen und Organisationen dabei, die Chancen der Digitalisierung mit möglichst geringen Risiken zu nutzen. Basierend auf dem aktuellen Stand der Forschung vermitteln wir praxisnah die theoretischen Grundlagen industrieller Digitalisierungstechnologien. In unserem Versuchsfeld mit aktueller Anlagen- und IT-Infrastruktur können Sie konkrete Anwendungslösungen des digital vernetzten Arbeitens in der Produktion live erproben. Und bei Bedarf erarbeiten wir gemeinsam mit Ihnen individuelle Umsetzungsstrategien und begleiten die schrittweise Einführung von Prozessen und IT-Systemen in Ihrem Umfeld. Kommen Sie auf uns zu und finden Sie mit uns Ihren Weg in die digital integrierte Produktion.

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

► www.ipk.fraunhofer.de/weiterbildung

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. Dirk Oberschmidt
Telefon: +49 30 39006-159
dirk.oberschmidt@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. Dirk Oberschmidt
Telefon: +49 30 39006-159
dirk.oberschmidt@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