



# Fraunhofer

IPA

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA



# Jahresbericht 2019

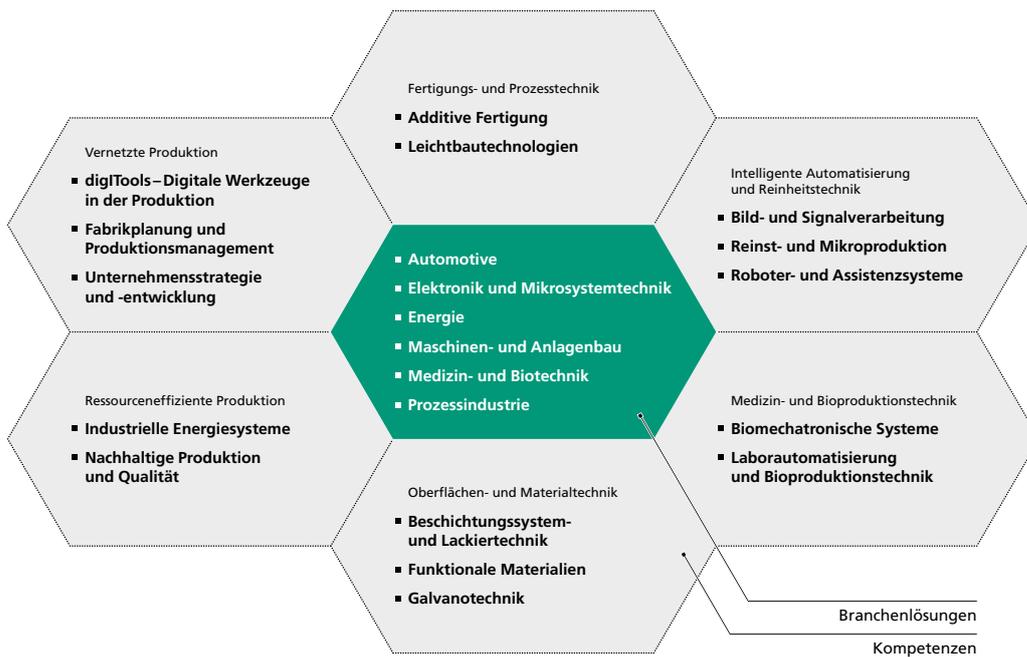


**FRAUNHOFER IPA  
JAHRESBERICHT 2019**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Organisationsstruktur</b>	5	<b>Industry on Campus</b>	
<b>Editorial</b>	6	ARENA2036	41
<b>Instituts- und Bereichsleitung</b>	8	Future Work Lab	41
<b>Produktionsforschung in Stuttgart</b>	10	KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme«	42
<b>Das Institut in Zahlen</b>	11	LAB Flexible Blechfertigung	42
<b>Abschied von Hans-Jürgen Warnecke</b>	12	nICLAS Innovation Center für Laborautomatisierung	43
<b>Highlights</b>	14		
<b>Auszeichnungen und Studien</b>	16	<i>S-TEC – Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus:</i>	
<b>Kuratorium</b>	18	Leistungszentrum Mass Personalization	44
		Zentrum für Additive Produktion (ZAP)	44
<b>Titel: Künstliche Intelligenz für die Produktion</b>	20	Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence (CCI)	45
		Zentrum für Cyberphysische Systeme (ZCPS)	45
<b>Geschäftsfelder</b>		Zentrum für Digitalisierte	
Automotive	27	Batteriezellenproduktion (ZDB)	46
Maschinen- und Anlagenbau	27	Zentrum für Frugale Produkte	
Elektronik und Mikrosystemtechnik	28	und Produktionssysteme (ZFP)	46
Energie	28	Zentrum für Ultraeffizienz	47
Medizin- und Biotechnik	29		
Prozessindustrie	29	<b>Weitere Standorte</b>	
		EPIC – Centre of Excellence in	
<b>Abteilungen</b>		Production Informatics and Control	49
Nachhaltige Produktion und Qualität	31	Fraunhofer Austria Research GmbH –	
Industrielle Energiesysteme	31	Geschäftsbereich Produktions- und	
Fabrikplanung und Produktionsmanagement	32	Logistikmanagement	49
Unternehmensstrategie und -entwicklung	32	Fraunhofer Project Center for	
diglTools – digitale Werkzeuge in der Produktion	33	Smart Manufacturing	50
Roboter- und Assistenzsysteme	33	Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung	
Reinst- und Mikroproduktion	34	in der Medizin und Biotechnologie PAMB	50
Bild- und Signalverarbeitung	34	Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation	51
Biomechatronische Systeme	35	Reutlinger Zentrum Industrie 4.0	51
Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik	35		
Beschichtungssystem- und Lackiertechnik	36	<b>Lehre, Aus- und Weiterbildung</b>	
Galvanotechnik	36	Institut für Industrielle Fertigung und	
Funktionale Materialien	37	Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart	53
Additive Fertigung	37	Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP)	
Leichtbautechnologien	38	der Universität Stuttgart	53
		Stuttgarter Produktionsakademie	54
		<b>Impressum</b>	55

# ORGANISATIONSSTRUKTUR



**Fraunhofer IPA**  
Stuttgart

**Institutsleitung**  
Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl  
Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer

**Stellvertretender Institutsleiter**  
Dr. rer. nat. Michael Hilt MBA

## Weitere Standorte

**Fraunhofer-Projektgruppe**  
Prozessinnovation  
Bayreuth

**EPIC – Center of Excellence**  
in Production, Informatics and Control  
Budapest

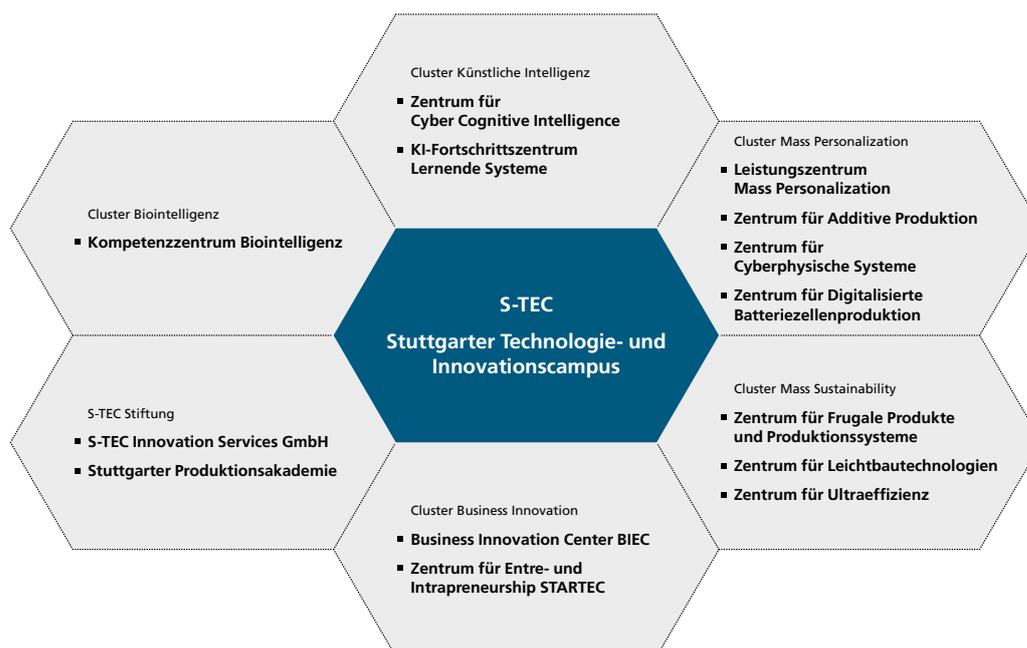
**Fraunhofer-Projektgruppe für**  
Automatisierung in der Medizin und  
Biotechnologie PAMB  
Mannheim

**Fraunhofer Project Center**  
for Electroactive Polymers at AIST  
Kanai

**Reutlinger Zentrum**  
Industrie 4.0  
Reutlingen

**Project Center**  
for Smart Manufacturing  
Shanghai

**Fraunhofer Austria**  
Research GmbH  
Wien



## Oben:

15 Fachabteilungen decken den gesamten Bereich der Produktionstechnik ab. Sie werden koordiniert durch sechs Geschäftsfelder und arbeiten interdisziplinär mit Industrieunternehmen unterschiedlicher Branchen zusammen.

## Links:

Das Fraunhofer IPA arbeitet nicht nur interdisziplinär über Fachabteilungen und Geschäftsfelder zusammen, sondern engagiert sich auch in diversen Zentren im Rahmen der S-TEC-Initiative, dem Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus.

.....  
**EDITORIAL**  
.....



Sehr geehrte Damen und Herren,

das Jahr 2019 hat dem Thema Künstliche Intelligenz, insbesondere dem Bereich des Maschinellen Lernens an unserem Institut nochmals Auftrieb gegeben. Wir sind dem Cyber Valley beigetreten, haben das KI-Fortschrittszentrum Lernende Systeme eröffnet und das Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence als entscheidende Einrichtung am Fraunhofer IPA etabliert. Einen ausführlichen Artikel dazu und einen guten Überblick über alle Ereignisse und Projekte am Fraunhofer IPA finden Sie im vorliegenden Jahresbericht (Seite 20 ff.).

Nach sehr erfolgreichen 18 Monaten hat uns Fritz Klocke wieder Richtung Norden verlassen. Wir danken ihm von Herzen für seine Ideen, seine Unterstützung und die gute Laune, die er im Haus verbreitet hat. Glücklicherweise – Sie sehen es an den Unterzeichnenden – ist die Institutsleitung aber nach wie vor als Tandem aufgestellt.

Die Bereiche haben wir untereinander aufgeteilt, die Geschäftsführung, Vernetzte Produktion, Intelligente Automatisierung und Reinheitstechnik sowie die Medizin- und Bioproduktionstechnik einerseits (Thomas Bauernhansl), und die Ressourceneffiziente Produktion sowie die Fertigungs- und Prozesstechnik (Alexander Sauer) andererseits. Beide nehmen wir strategische Aufgaben und Außentermine wahr und beide leiten wir nach wie vor unsere Uni-Institute. Michael Hilt verantwortet weiterhin als stellvertretender Institutsleiter den Bereich der Oberflächen- und Materialtechnik.

Wir freuen uns auf viele interessante Projekte in 2020 mit Ihnen!

Mit den besten Grüßen, Ihr



Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

und



Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer

# INSTITUTS- UND BEREICHSLEITUNG



Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl  
Institutsleiter  
Bereichsleiter Vernetzte Produktion  
Telefon +49 711 970-1100  
thomas.bauernhansl@ipa.fraunhofer.de



Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer  
Institutsleiter  
Bereichsleiter Ressourceneffiziente Produktion  
Telefon +49 711 970-3600  
alexander.sauer@ipa.fraunhofer.de



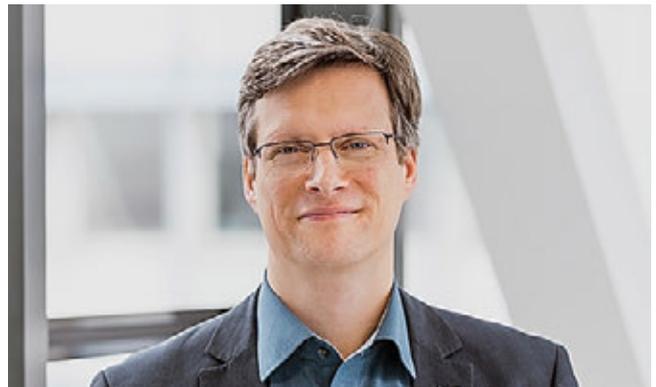
Dr. rer. nat. Michael Hilt  
Stellvertretender Institutsleiter  
Bereichsleiter Oberflächen- und Materialtechnik  
Telefon +49 711 970-3820  
michael.hilt@ipa.fraunhofer.de



Volker Kübler  
Kaufmännische Leitung  
Telefon +49 711 970-3800  
volker.kuebler@ipa.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Udo Gommel  
Bereichsleiter Intelligente Automatisierung  
und Reinheitstechnik  
Telefon +49 711 970-1633  
udo.gommel@ipa.fraunhofer.de



Dr. med. Urs Schneider  
Bereichsleiter Medizin- und Bioproduktionstechnik  
Telefon +49 711 970-3630  
urs.schneider@ipa.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Marco Schneider  
Bereichsleiter Fertigungs- und Prozesstechnik  
Telefon +49 711 970-1535  
marco.schneider@ipa.fraunhofer.de

# PRODUKTIONSFORSCHUNG IN STUTTGART

Das Fraunhofer IPA – eines der größten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft – wurde 1959 gegründet und beschäftigt annähernd 1000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Unsere Zukunfts- und Leitthemen sind Biointelligente Wertschöpfung, Digitale Transformation im Rahmen von Industrie 4.0, Energiespeicher, Frugale Produktionssysteme, Künstliche Intelligenz in der Automatisierung, Leichtbau und Ressourceneffizienz.

Organisatorische und technologische Aufgabenstellungen aus der Produktion machen die Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte des Fraunhofer IPA aus. Methoden, Komponenten und Geräte bis hin zu kompletten Maschinen und Anlagen werden von uns entwickelt, erprobt und exemplarisch eingesetzt. Die 15 Fachabteilungen des Fraunhofer IPA decken den gesamten Bereich der Produktionstechnik ab. Sie werden koordiniert durch sechs Geschäftsfelder und arbeiten interdisziplinär mit Industrieunternehmen der Branchen Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik und Mikrosystemtechnik, Energie, Medizin- und Biotechnik sowie Prozessindustrie zusammen.

## **Wir produzieren Zukunft: nachhaltig, personalisiert und smart**

Unsere Forschung und Entwicklung orientieren wir daran, nachhaltige und personalisierte Produkte wirtschaftlich zu produzieren. Zwei strategische Initiativen sind dafür wichtig: »Mass Sustainability« soll einen möglichst niedrigen Ressourcenverbrauch mit möglichst hohem Wohlstand verbinden. Durch »Mass Personalization« versprechen wir uns die

Kostenvorteile, die sich durch Massenproduktion ergeben (»Economies of Scale«), mit denen, die sich durch Flexibilisierung ergeben (»Economies of Scope«) zu vereinen. So wollen wir individualisierte Produkte in Losgröße 1 zu Kosten der Massenfertigung ermöglichen.

## **S-TEC vernetzt Unternehmen mit Forschung und Politik**

Um zukunftsrelevante Forschungsthemen voranzutreiben und schnell auf den Markt zu bringen, haben Fraunhofer, die Universität Stuttgart und die Landesregierung Baden-Württemberg gemeinsam S-TEC gegründet. Auf dem Campus finden Leuchtturmforschung, Industry-on-Campus-Projekte, Gründungen sowie Aus- und Weiterbildung statt. S-TEC vernetzt Unternehmen mit der thematisch breit gefächerten Forschungslandschaft am Standort Stuttgart.

## **Von der Digitalen zur Biologischen Transformation**

Was kommt nach der Digitalisierung der Wertschöpfung? Das Fraunhofer IPA nimmt in der Entwicklung der biointelligenten Wertschöpfungssysteme bereits heute eine Schlüsselrolle ein. Die Biologische Transformation wird in Zukunft Natur und Technik, also die Bio- und die Techno-Sphäre, zusammenführen. Die durch die Evolution in 3,5 Milliarden Jahren optimierten Prinzipien, Prozesse und Organismen werden immer stärker in die industrielle Wertschöpfung Einzug halten. Durch Innovationen aus der Bio- und Informationstechnik können sie kultiviert und für zahlreiche industrielle Prozesse genutzt werden. So wird die Wertschöpfung effektiver, effizienter und nachhaltiger – zum Wohl der Menschen und ganz besonders der Umwelt.

# DAS INSTITUT IN ZAHLEN

Haushalt (in Mio €)*	2017	2018	2019
Haushalt gesamt	67	74	76
Betriebshaushalt	63	68	72
Investitionshaushalt	4	6	4
Wirtschaftserträge	24	28	29

\* Alle Werte inkl. Fraunhofer Austria Research GmbH, Wien

Anzahl der Mitarbeitenden**	
Fraunhofer IPA (ohne Austria und EPIC)	593
Fraunhofer IPA, Wissenschaftliche Hilfskräfte (ohne Austria und EPIC)	318
Fraunhofer Austria Research GmbH   Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement	60
Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP), Universität Stuttgart	17
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart	43

\*\* Stand: 31.12.2019

Weitere Kennzahlen	
Erteilte Patente	22
Abgeschlossene Lizenzverträge	9
Ausgründungen (GmbH)	2
Start-ups im Company Builder AHEAD	7
Dissertationen	24
Veröffentlichungen	730

# ABSCHIED VON HANS-JÜRGEN WARNECKE

Symposium  
zum Gedenken an  
Hans-Jürgen Warnecke

»Lust auf Leistung« war sein Lebensprinzip. Professor Hans-Jürgen Warnecke war Forschergeist, Stratege, Reformler und Visionär, der die angewandte Forschung maßgeblich mitgestaltete. Am 19. März 2019 ist der Altpräsident der Fraunhofer-Gesellschaft, ehemalige Lehrstuhlinhaber des Instituts für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart sowie Institutsleiter des Fraunhofer IPA nach längerer Krankheit verstorben.



Zu Ehren von Hans-Jürgen Warnecke und in Gedenken an ihn richtete am 31. Mai 2019 die Fraunhofer-Gesellschaft gemeinsam mit der Universität Stuttgart in der Stuttgarter Liederhalle ein Wissenschaftliches Gedenkkolloquium aus.

# HIGHLIGHTS

## Start des Project Centers in Shanghai

**26. März** | Nach der Genehmigung des Fraunhofer-Vorstands und der offiziellen Vertragsunterzeichnung kann das Project Center for Smart Manufacturing – einer Zusammenarbeit zwischen dem IPA und der Shanghai Jiao Tong University (SJTU) – durchstarten. Ziel ist es, vor Ort gemeinsam mit deutschen und europäischen Industriepartnern Forschungsprojekte zur digitalen Transformation umzusetzen. Für die Fraunhofer-Gesellschaft ist das Project Center das erste seiner Art in China.



## Spatenstich für Forschungsneubau

**20. Mai** | An diesem Tag eröffnete Staatssekretärin Katrin Schütz vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gemeinsam mit den IPA-Institutsleitern Prof. Thomas Bauernhansl und Prof. Fritz Klocke sowie Henry Pudewill von Gewers & Pudewill Architekten die Baustelle für den Stuttgarter IPA-Forschungsneubau. Hier werden zukünftig für und mit der Industrie Bearbeitungstechnologien für den Leichtbau entwickelt, um den Verbrauch von Energie und Werkstoffen in der Produktion nachhaltig zu senken.



## Tag der offenen Tür mit vollem Haus

**29. Juni** | Eine tolle Bilanz können die Fraunhofer-Institute IPA und IAO ziehen. Annähernd 800 Besucher machten sich bei 34 Grad Außentemperatur auf den Weg und besuchten 18 Forschungsstationen, nahmen an Workshops teil und besichtigten Demonstratoren wie das Stuttgart Exo-Jacket und die Produktion personalisierter Sonnenbrillen. Eröffnet wurde der Tag im Rahmen des 1. Stuttgarter Wissenschaftsfestivals von Stuttgarts Oberbürgermeister Fritz Kuhn.





### IPA feiert 60-jähriges Jubiläum

**1. Juli** | Vor genau 60 Jahren nahm das Institut seine Arbeit auf. »Wir produzieren Zukunft« wurde nicht nur zum Leitsatz, sondern zur Lebensaufgabe. Heute bringen 1000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter jeden Tag aufs Neue Innovationen und Lösungen für Industrieanwendungen hervor und schlagen damit die Brücke zwischen Wissenschaft und Praxis. Grund genug, dies bei einem Festakt mit Zeitzeugen, über 100 Gästen und dem Moderationsduo Vince Ebert und Serviceroboter Paul zu feiern und zu würdigen.



### Fraunhofer tritt Cyber Valley bei

**7. November** | Die Zusammenarbeit führender deutscher Forschungseinrichtungen im Cyber Valley stärkt Baden-Württemberg als innovativen Wissenschaftsstandort im Bereich Künstliche Intelligenz. Die Fraunhofer-Institute IAO und IPA werden zukünftig mitarbeiten. Dazu gab es eine Pressekonferenz, an der u.a. Wirtschaftsministerin Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut und Wissenschaftsministerin Theresia Bauer teilnahmen.



### KI-Fortschrittszentrum startet

**7. November** | Nachdem die baden-württembergische Wirtschaftsministerin Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut bereits im Herbst 2018 in Stuttgart fünf neue S-TEC-Zentren eröffnete, gab es 2019 ein Wiedersehen: Gemeinsam mit den Institutsleitern Prof. Wilhelm Bauer und Prof. Thomas Bauernhansl weihte sie das KI-Fortschrittszentrum »Lernende Systeme« ein, das Technologien aus der KI-Spitzenforschung in die breite industrielle Anwendung bringen soll.

# STUDIEN UND AUSZEICHNUNGEN

## Einsatzfelder von Künstlicher Intelligenz (KI) im Produktionsumfeld

**März** | Was ist KI und wie lässt sich KI im Kontext der digitalen Transformation und Industrie 4.0 einordnen? Was sind die relevanten Technologien der KI? Welche Anwendungsfelder für KI gibt es in der Produktion und in produktionsnahen Bereichen und wie sehen mögliche KI-Anwendungsfälle aus? Das sind die grundlegenden Fragen, die die vom Fraunhofer IAO und IPA herausgegebene Kurzstudie beantwortet. Ihr Fazit: KI bietet den Unternehmen sowohl die Chance, neue Produkte und Dienstleistungen auf den Markt zu bringen, als auch entwickelte Lösungen in die eigenen Prozesse zu implementieren. Allerdings müssen neben technischen Fragestellungen wichtige Rahmenbedingungen in der Gestaltung und Einführung beachtet werden: die quantitative und qualitative Datengrundlage der KI-Anwendung, Entwicklungs- und Betriebskosten, Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal und die Sicherstellung von Akzeptanz durch Partizipation der Beschäftigten.

## Biotrain: Eine neue Perspektive für die nachhaltige industrielle Wertschöpfung

**Juni** | Die Biologische Transformation der industriellen Wertschöpfung bedeutet die zunehmende Nutzung von Materialien, Strukturen, Prozessen und Organismen der belebten Natur in der Technik. Diese systematische Anwendung von Wissen über biologische Prozesse führt zu einer zunehmenden Konvergenz von Produktions-, Informations- und Biotechnologie mit dem Potenzial, künftige Produkte, Herstellprozesse, Organisationen, kurz: die Lebensweise der Menschen insgesamt, tiefgreifend zu verändern.

Die Voruntersuchung BIOTRAIN (Abb. rechts) beleuchtet den aktuellen Stand, die Potenziale, Bedarfe und die Hemmnisse der Biologischen Transformation der industriellen Wertschöpfung mit einem Zeithorizont bis zum Jahr 2035 und darüber hinaus.

## Energiespeicher in Produktionssystemen

**August** | Weil die Elektromobilität immer weiter voranschreitet, ist die kontinuierliche Weiterentwicklung von nachhaltigen Energiespeichertechnologien unerlässlich. Vor diesem Hintergrund haben das Fraunhofer IPA und das Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP der Universität Stuttgart, gefördert vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, diese Studie durchgeführt. Sie identifiziert mögliche Einsatzoptionen für Energiespeicher in Produktionssystemen und beschreibt den Status quo von Energiespeichertechnologien sowie deren aktuelle Herausforderungen und Chancen.





### Keine Herzinfarkte mehr ab 2030!

**27. Februar** | Eine optimistische Überschrift. Aber beim Netzwerk-Ideenwettbewerb: »Was ist deine Moonshot-Vision?« von Fraunhofer geht es um Ideen. Und zwar um solche, die jetzt noch nicht umsetzbar sind, aber in Zukunft mit Fraunhofer-Technologien realisiert werden könnten. Für die Konzeptidee ihrer lebensrettenden Badewanne sind Tobias Behr und Dr. Jens Langejürgen vom Fraunhofer IPA mit dem zweiten Preis belohnt worden. Ein Preisgeld von 29 000 Euro hilft, die Wanne mit Sensoren und Mikrofonen zu entwickeln, sodass relevante Körperparameter zuverlässig vermessen werden können, während sich der Mensch einmal pro Monat in der Badewanne entspannt. Mit Big-Data-Analysen werden die Daten ausgewertet und das Risiko einer Herzerkrankung berechnet. Aufgrund vorbeugend ergriffener Maßnahmen ist dann zu hoffen, dass ab 2030 keiner mehr an einem Herzinfarkt stirbt.

### Gründerpreis für IPA-Ausgründung Skinmade

**20. Mai** Das Spin-off des Fraunhofer IPA, Skinmade GmbH, gewinnt den mit 25 500 Euro dotierten Gründerpreis Baden-Württemberg 2019. Das Start-up konnte den Sparkassenverband Baden-Württemberg mit seinem Businessplan überzeugen. Skinmade produziert personalisierte

Gesichtscremes. Dafür haben Forscher des Fraunhofer IPA ein System entwickelt, das innerhalb weniger Minuten eine Creme herstellt, die auf den aktuellen Hautzustand des Nutzers abgestimmt ist und damit keine überflüssigen Inhaltsstoffe enthält. Das automatisierte Verfahren ermöglicht es, individuelle Produkte wirtschaftlich zu produzieren (s. Abb. Seite 16).

### Ein Betriebssystem für die Produktion – offen, verteilt, echtzeitfähig und sicher

**19. September** | FabOS heißt eines der prämierten und geförderten Forschungsprojekte des KI-Innovationswettbewerbs »Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Darin entwickeln 26 Projektpartner unter Konsortialführung des Fraunhofer IPA ein Betriebssystem für die Produktion, das eine einheitliche Einbindung von Produktionstechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnik ermöglicht. FabOS soll es gelingen, eine unabhängige und sichere Plattform zu schaffen, die Produktionsdaten ohne nachträgliche aufwendige Verfahren für Künstliche Intelligenz (KI) zugänglich macht, sodass die Erhebung von Produktionsdaten erleichtert und KI in der Breite nutzbar wird (Abb. oben).

# KURATORIUM



## **Vorsitzender des Kuratoriums**

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber**  
Daimler AG  
Ehem. Vorstand Konzernforschung  
Mercedes-Benz Cars Entwicklung



## **Stellv. Vorsitzender des Kuratoriums**

**Dr.-Ing. Jürgen Geißinger**  
JMG Business Consulting  
Geschäftsführer



**MinRat Dr. Otto Fritz Bode**  
Bundesministerium für Bildung  
und Forschung  
Referatsleiter Forschung für Produktion,  
Dienstleistung und Arbeit



**Ulrich Dietz**  
Chairman of the Board  
GFT Technologies SE



**Dr.-Ing. e. h. Peter Drexel**  
Ehem. Mitglied des Vorstands  
Siemens Dematic AG



**Prof. Dr.-Ing. Heinrich Flegel**  
Ehem. Leiter Forschung Produktions-  
technik Daimler AG



**Dr.-Ing. Stefan Hartung**  
Robert Bosch GmbH  
Geschäftsführer



**MinDirig Dr. Markus Heß**  
Bundesministerium für  
Wirtschaft und Energie  
Leiter der Unterabteilung Industrie  
und Mobilität der Zukunft



**Dr.-Ing. Mathias Kammüller**  
TRUMPF GmbH + Co. KG  
Chief Digital Officer (CDO)



**Dr.-Ing. Bernhard Klumpp**  
Continental Teves AG & CO. oHG  
Executive Vice President



**Dr. Anke Kovar**  
Deutsches Zentrum für  
Luft- und Raumfahrt e.V.  
Leiterin der Standorte Stuttgart  
und Lampoldshausen



**MinDirig Günther Leßnerkraus**  
Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Woh-  
nungsbau Baden-Württemberg, Leiter Abt. 3:  
Industrie, Innovation, wirtschaftsnahe For-  
schungseinrichtungen und Digitalisierung



**Dr. e. h. Dipl.-Math. (Univ.)  
Bernd Liepert**  
Bernd Liepert more\_about\_robots GmbH  
Chief Executive Officer (CEO)



**Dr. Dirk Erik Loebermann**  
Festo AG & Co. KG  
Vorstand Operations



**Dr. Lorenz Mayr**  
GE Healthcare Life Sciences  
Chief Technology Officer (CTO)



**Hartmut Rauen**  
Verband Deutscher Maschinen- und  
Anlagenbau e. V. (VDMA)  
Mitglied der Hauptgeschäftsführung



**Herbert Schein**  
VARTA AG  
Chief Executive Officer (CEO)



**Dr. Martin Stark**  
Ehem. Vorstand der Freudenberg Gruppe  
und ehem. pers. haftender Gesellschafter  
der Freudenberg & Co. KG



**Dr.-Ing. Karl Tragl**  
Diehl Stiftung & Co. KG  
Vorstandssprecher



**Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. Dr.-Ing. e. h.  
Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper**  
Ehem. Institutsleiter Fraunhofer IPA und  
dem IFF der Universität Stuttgart



**Prof. em. Dr. rer. pol. Erich Zahn**  
Ehem. Leiter des Lehrstuhls für  
Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und  
Strategisches Management  
Universität Stuttgart



**Dr.-Ing. Kai-Udo Modrich**  
Carl Zeiss Automated Inspection  
GmbH & Co. KG  
Geschäftsführer



**Prof. Dr.-Ing. Wolfram Ressel**  
Universität Stuttgart  
Rektor



**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult.  
Rolf Dieter Schraft**  
Ehem. Institutsleiter Fraunhofer IPA



**Dr.-Ing. Karl-Heinz Stellnberger**  
voestalpine Stahl GmbH  
F&E Prozessleitung für Korrosionsschutz  
und Dünnschichtbeschichtungen

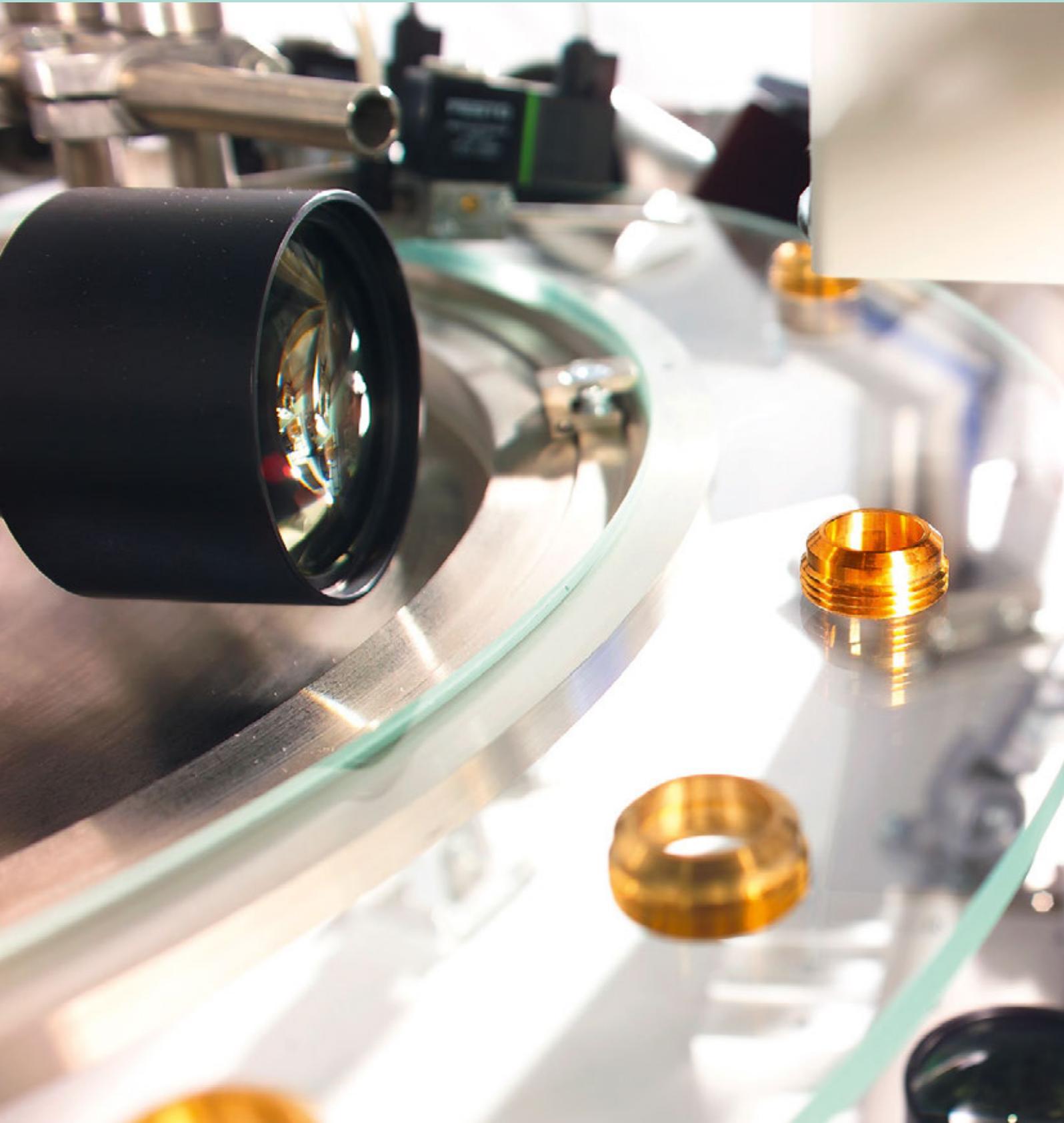


**Dr.-Ing. Eberhard Veit**  
4.0-Veit GbR  
Geschäftsführer



**Dr.-Ing. Anna-Katharina Wittenstein**  
WITTENSTEIN SE  
Mitglied des Vorstandes

.....  
**KÜNSTLICHE INTELLIGENZ FÜR DIE PRODUKTION**  
.....





## KI SOLL VIERFACH HÖHEREN WACHSTUMSSCHUB ALS DIE DAMPFMASCHINE FREISETZEN

Von Karin Röhrich

Welche Zahlen oder Studien zum Thema Künstliche Intelligenz (KI) man auch bemüht, sie lassen aufhorchen. Sie zeigen, dass KI keine Zukunftsmusik mehr ist, sondern mehr und mehr in die Anwendung gelangt. Und das bringt Mehrwerte. Laut einer Schätzung des Start-ups Appanion Labs hat KI 2019 allein in Deutschland bereits rund 218 Milliarden Euro Umsatz mit generiert. Bis 2030 wird dieser Anteil auf 2 Billionen Euro steigen. Die vier umsatzstärksten Branchen sind die Automobil- und Konsumgüterproduktion, der Maschinenbau sowie die Produktion von Elektronik- und Hightech-Gütern – allesamt Kernbranchen des Fraunhofer IPA.

Auch das »McKinsey Global Institute« schreibt KI und dem aktuell am meisten beforschten Teilgebiet Maschinelles Lernen (ML) für die deutsche Wirtschaft bedeutendes Potenzial zu. Das Institut geht davon aus, dass das Bruttoinlandsprodukt in Deutschland dank KI-Technologien bis 2030 jährlich um 1,3 Prozentpunkte steigen dürfte. Zum Vergleich: Andere revolutionäre Technologien sorgten für deutlich geringere Wachstumsschübe, die Dampfmaschine beispielsweise für 0,3 Prozentpunkte oder die Industrierobotik für 0,4 Prozentpunkte. KI wird die Robotik jedoch stark beflügeln und für weitere Wachstumsschübe sorgen.

Und das Potenzial, das von KI ausgeht, sehen nicht nur Konzerne, sondern auch kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), die deshalb bei den Angeboten des Instituts besonders im Fokus stehen. Der »Digitalisierungsindex Mittelstand 2019/2020«, für den 2095 KMU befragt wurden, gibt an, dass 71 Prozent der Befragten Mehrwerte von KI für ihre Branche sehen. Allerdings setzen erst durchschnittlich 7 Prozent der Unternehmen bereits KI-Systeme ein. 19 Prozent verfolgen konkrete Pläne.

### Durchgängiger Technologietransfer

Das Fraunhofer IPA hat KI vor einigen Jahren zu einem seiner Leitthemen gemacht und sein Beratungs-, Förder- und Umsetzungsangebot strategisch intensiv ausgebaut. Zu diesen Angeboten gehören Machbarkeitsuntersuchungen, Quick Checks und Workshops vor Ort und auch die Entwicklung komplexer technischer Produktionsmodule, die auf ML basieren. Die Projektformen reichen von kompakten kurzen Zusammenarbeiten zu einer konkreten Fragestellung bis hin zu langfristigen strategischen Umsetzungen. Zudem engagiert sich das Institut in Vorträgen, Schulungen und ist mit zahlreichen Veröffentlichungen auch in der Wissenschaft präsent. Dazu gehören beispielsweise Präsentationen, die auf den renommierten Konferenzen »International Conference on Machine Learning and Applications« oder »International Conference on Intelligent Robots and Systems« vorgestellt wurden. Im Oktober 2019





veranstaltete das Institut in Zusammenarbeit mit dem Konradin-Verlag den zweiten KI-Kongress »Smarte Maschinen im Einsatz – Künstliche Intelligenz in Unternehmen«, der mit 150 Gästen voll belegt war. Er bot Vorträge beispielsweise von Trumpf, Siemens, Stihl, Bosch Rexroth oder ABB. Am 1. Dezember 2020 wird der Kongress zum dritten Mal stattfinden – Motto diesmal: »Smarte Maschinen im Einsatz – effizient, sicher, nachhaltig mit KI«.

Ein wichtiger Meilenstein war 2019 die Bewilligung des KI-Fortschrittszentrums »Lernende Systeme« mit Fördergeldern der Landesregierung. Dieses Zentrum leiten die Fraunhofer-Institute für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO und IPA gemeinsam. Gleichzeitig ist die Fraunhofer-Gesellschaft mit dem Zentrum dem Forschungsverbund Cyber Valley beigetreten. In dieser europaweit einzigartigen Initiative zur KI stärken Fraunhofer IAO und IPA in den Domänen Produktion und Dienstleistung den Technologietransfer von der Grundlagenforschung in die Anwendung (siehe gesonderte Informationen S. 15 und 42). Besonderes Augenmerk liegt hier auch darauf, Innovationsnetzwerke und einen Nährboden für Startups zu bilden sowie eine menschenzentrierte KI zu entwickeln, die Themen wie Sicherheit, Transparenz und Erklärbarkeit im Fokus hat.

Daneben laufen am Fraunhofer IPA zwei weitere, aus Landesmitteln geförderte Initiativen zur Stärkung der KI vor allem in produzierenden Unternehmen. Bereits 2018 wurde das Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence (CCI) eröffnet (siehe Informationen Seite 45). Es bietet niedrigschwellige Angebote insbesondere für den Mittelstand, um Potenziale von KI zu heben und Anwendungen umzusetzen. Mittlerweile ist das CCI eine eigene Abteilung des IPA mit Querschnittfunktion zu den 15 domänenspezifischen Fachabteilungen und bietet somit umfassende Expertise. Mit baden-württembergischen Unternehmen hat das CCI über 80 Quick Checks, also kleine Machbarkeitsstudien zum Thema KI für die Produktion durchgeführt.

2019 schließlich startete die Fördermaßnahme »Kognitive Robotik«. Sie hat zum Ziel, Technologien wie Perzeption und In-

teraktion voranzubringen, die Sicherheit und Zuverlässigkeit von Robotern zu erhöhen und sie stärker zu vernetzen und so neue datengetriebene Verfahren wie ML umzusetzen. Übergeordnetes Ziel ist, die Automatisierung immer mehr zu automatisieren, bis die Produktion sich selbst auf neue Produkte oder Rahmenbedingungen einstellt und eigenständig umbaut. Besonders im Blick hat die Initiative überdies die Verwertungsmöglichkeiten der Ergebnisse. Neben wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Technologie-Roadmaps und Veranstaltungen soll hierfür auch ein Industrienetzwerk aufgebaut werden. So sollen beispielsweise Anwendungsanforderungen von Kunden strukturiert erfasst, Beta-Tester für entwickelte Technologien gefunden und ein Industriebeirat gebildet werden. Alle KI-Initiativen dienen dazu, die führende Rolle des Fraunhofer IPA und des Standorts Baden-Württemberg in dem national und international vernetzten Ökosystem als zentralen und anerkannten Teilhaber zur KI mit den Schwerpunkten Automation und Robotik auszubauen.

### **Produktionsplanung: Inbetriebnahme mit KI innerhalb weniger Tage**

Die Integrationsmöglichkeiten von ML in Produktionen sind vielfältig und bieten Unternehmen verschiedene Vorteile. Schon die Produktionsplanung und der Aufbau von Anlagen sind Punkte, die perspektivisch automatisierter ablaufen können. Bisher erfordert dies mitunter Monate an Planungszeit, was Unternehmen natürlich verkürzen möchten. Eine Inbetriebnahme innerhalb weniger Tage, was durchaus eine Vision ist, ginge aber nur mit KI. Sobald die Produktion am Laufen ist, sollen die Erzeugnisse gut sein. Aktuell erfährt ein Produktionsleiter aber häufig erst am Ende im Rahmen einer sogenannten End-of-Line Prüfung, welche Qualität ein Erzeugnis hat und ob der Prozess stets funktioniert. Effektiver wäre es, dies bereits im Produktionsverlauf zu wissen und bei Bedarf direkt Parameter ändern zu können.

Dies bietet einen hohen Mehrwert für verschiedenste Branchen, wie die Projekte des Fraunhofer IPA 2019 belegen: Anwendungen reichen von der Prozessüberwachung in der zerspa-



nenden Fertigung über komplexe Montageprozesse mit vielen Varianten oder anspruchsvollen Qualitätsanforderungen bis hin zu Produktionen mit hohem zeitlichen Versatz, wie es zum Beispiel bei der Glasfertigung der Fall ist. Auch die Umwelt- erfassung im Bereich der Robotik profitiert intensiv von ML- Methoden. Mit Firmen wurden zudem Konzepte erarbeitet und implementiert, um zusätzliche Sensorik in den Fertigungs- prozess zu integrieren. Auch in diesen Projekten spielt ML eine wichtige Rolle. Unternehmen haben hiervon diverse Mehrwerte: Der Produktionsprozess wird schneller implementiert, es gibt weniger Verluste, weil weniger Ausschuss produziert wird, die Produktion kann optimiert und flexibel gestaltet werden und Unternehmen können die Kapazität erhöhen und gleichzeitig Kosten senken.

### **Voraussagende Instandhaltung**

Ein weiteres Thema für KI-Methoden ist »Predictive Maintenance«, die voraussagende Instandhaltung. Dieses Thema bearbeitet das Fraunhofer IPA bereits seit vielen Jahren mit dem Ziel, Maschinenausfälle möglichst zu vermeiden oder kurz zu halten. KI-Verfahren ermöglichen nun das Erstellen präziserer Modelle, das heißt, der Ausfallzeitpunkt einer Komponente kann genauer vorhergesagt und das Zeitfenster für eine nötige Wartung weiter eingengt werden. Produktionsausfälle werden so immer seltener und gleichzeitig werden die Komponenten bis an ihre Verschleißgrenze ideal genutzt.

Jedoch ist die Entwicklung und Umsetzung eines solchen Projekts in der Realität oft aufwendig. Daher lohnen sich Predictive-Maintenance-Lösungen meist nur für kritische Komponenten. Es gibt zwei typische Gründe für das Scheitern von Predictive-Maintenance-Projekten: Zum einen ist die vorhandene Datenbasis oft nicht ausreichend. Zum anderen fehlt es an Wissen, das für die Instandhaltung relevant ist, um die Ergebnisse der Datenanalysen richtig interpretieren zu können. Das Fraunhofer IPA hat deshalb für entsprechende Projekte eine stufenweise, baukastenbasierte Vorgehensweise entwickelt, die das Risiko begrenzt und die Machbarkeit mit geringem Aufwand

frühzeitig evaluiert. Diese Vorgehensweisen nutzte das Institut beispielsweise in einem Projekt mit einem Hersteller von Spritzgussmaschinen und erstellte erste KI-basierte Restlebensdauermodelle.

### **Datengetriebene Geschäftsmodelle**

Das Fraunhofer IPA entwickelt mit Industrieunternehmen auch datengetriebene Geschäftsmodelle. So verkauft beispielsweise ein Maschinenhersteller im Bereich Additive Manufacturing seinen Kunden in Zukunft nicht die Maschine, sondern komplexe Dienstleistungen wie Wartung, Logistik und Materialbeschaffung. Auch wäre es möglich, dass der Kunde die Maschine lediglich mietet und das bezahlt, was er nutzt oder was die Maschine leistet, beispielsweise nur die Gutteile. Im konkreten Projekt wurde eine hoch performante, sich selbst optimierende Fertigungszelle für Additive Manufacturing verkauft. Ein innovatives Erlösmodell könnte noch hinzukommen.

In Zukunft sollen 3D-Druckzellen, Fertigungsanlagen, digitale Dienstleistungen und Kunden stark miteinander vernetzt werden. So können Datenanalysen und ML Ausrüstern dabei helfen, Ausfälle vorherzusagen und die Produktionsleistung zu optimieren. Hierdurch generiert der Maschinenhersteller eine umfangreiche Datenbasis, mit der er Unternehmen bei der Planung der Anlagen und Dienstleistungen sowie bei der eigentlichen Produktion beraten kann.

### **Lernende Roboter**

Gerade die Robotik ist ein großer Profiteur der gesteigerten Forschungsaktivitäten von ML. Die Bildverarbeitung ist eine Schlüsseltechnologie, um Objekte zu identifizieren und zu lokalisieren oder um Umgebungen zu erfassen. Hier sind Algorithmen der KI und des Maschinellen Lernens inzwischen verbreitet, um die Erkennungsleistungen zu optimieren. Das Fraunhofer IPA entwickelt damit beispielsweise die Software für den »Griff-in-die-Kiste« weiter: Während neue Objekte bisher über das manuelle Eingeben von CAD-Daten eingelernt



wurden, soll die Software mit ML-Methoden unbekannte oder komplexe Objekte selbst einlernen können. Ebenso sollen auch verrauschte oder unvollständige Sensordaten zu verlässlichen Greifhypothesen führen und Greifstrategien bei Teilen zum Beispiel mit Verhakungsgefahr erlernt werden.

Die hierfür nötige Lernerfahrung findet größtenteils in Simulationsumgebungen statt. Objektkonstellationen und Sensordaten werden erzeugt und in zahlreichen, oft mehreren hunderttausend Beispielgriffen variiert, die in der Realität nicht mit angemessenem Aufwand zu leisten wären. Mit dem Greiferfolg in der Simulationsumgebung wird ein tiefes neuronales Netz trainiert, das dann die Erkennungs- und Greifleistung der Software perfektioniert. IPA-Wissenschaftler veröffentlichten aktuelle Forschungsergebnisse auf der oben genannten »International Conference on Intelligent Robot Systems«. Dort stellten sie im Rahmen einer »Challenge« auch das speziell für industrielle Anwendungen geeignete »Fraunhofer IPA Bin-Picking dataset« vor, das rund 200 GB gelabelte Daten für das Training von ML-Algorithmen enthält. Mit 500 Punktwolken und passenden Tiefenbildern realer Szenarien sowie 206 000 simulierten Szenarien ist der Datensatz sehr groß, zudem vollständig annotiert und einfach erweiterbar. Er steht unter [www.bin-picking.ai](http://www.bin-picking.ai) zum Download bereit.

### **Erfolgreicher KI-Innovationswettbewerb**

Nicht zuletzt war das Fraunhofer IPA 2019 auch in öffentlich geförderten Forschungsprojekten zum Thema KI erfolgreich. Beispielsweise punktete das Institut gleich doppelt beim »KI-Innovationswettbewerb« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie: als Konsortialführer im Projekt »FabOS« und als Konsortialpartner im Projekt »Knowledge4Retail«.

Im Forschungsprojekt »FabOS« entsteht ein offenes, verteiltes, echtzeitfähiges und sicheres Betriebssystem für die Produktion. Um die Anforderungen einer effizienten Entwicklung, Bereitstellung und Nutzung von KI-Anwendungen in der Produktion zu adressieren, bietet FabOS ein System abgestimmter Kom-

ponenten und Dienste zum Betrieb einer vernetzten Fabrik. Es soll in einer Smart Factory die Basis für ein leistungsfähiges Ökosystem für KI-Anwendungen bilden.

Das Projekt »Knowledge4Retail« möchte den Einzelhandel mit neuen Technologien stärken. Hierfür sollen die Online- und Offlinewelt verknüpft und neue Einkaufserlebnisse in beiden Welten geschaffen werden. Eine wichtige Technologie stellen dabei die sogenannten semantischen digitalen Zwillinge dar, die eine stationäre Filiale digital abbilden. Hierfür müssen die Waren mit ihren Stammdaten erfasst werden. Eine ScanStation, die das Fraunhofer IPA zusammen mit dem Startup Kaptura entwickelt hat, sowie Bildverarbeitungsalgorithmen des Instituts machen das schnelle und einfache digitale Aufbereiten von Waren inklusive Farbe und Struktur möglich. Weitere Expertise bringt das IPA zu den Themen Standardisierung der erfassten Daten sowie zur Plattformkonzeption ein.

### **Menschzentrierte KI – made in Germany**

Bei so viel Potenzial liegt es auf der Hand, dass KI auch politisch stark vorangetrieben wird. Dies beginnt bei zahlreichen Initiativen auf EU-Ebene und setzt sich fort in der im vergangenen Jahr beschlossenen Strategie der Bundesregierung zur Künstlichen Intelligenz. In deren Rahmen sollen bis 2025 rund drei Milliarden Euro in die KI-Forschung investiert und der Slogan »KI made in Germany« zu einem internationalen Markenzeichen werden.

Besonders im Blick sind bei den internationalen wie nationalen Bemühungen Fragen der Ethik und Vertrauenswürdigkeit von KI-Anwendungen und damit auch das Thema Erklärbarkeit oder »xAI«. Hier leistet das Fraunhofer IPA umfassende Forschungs- und Vermittlungsarbeit und zeigt auf, wie sich komplexe, bisher selbst für Experten schwer nachvollziehbare ML-Verfahren vereinfacht und nachvollziehbar darstellen lassen. Denn nur, wenn die Technologie als eine menschzentrierte KI begriffen, akzeptiert und angewendet wird, kann sie in der Breite genutzt werden und ihre Potenziale ausspielen.



## Künstliche Intelligenz – Maschinelles Lernen – Deep Learning?

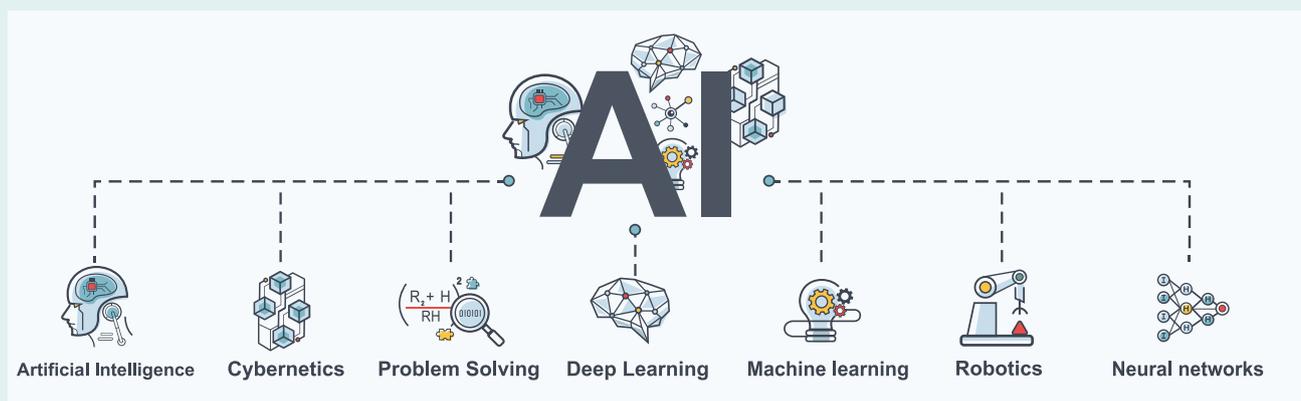
KI ist der Oberbegriff für viele Problemlösungsmethoden, darunter zum Beispiel Logik und Planungsverfahren, für die üblicherweise viel menschliche Intelligenz erforderlich wäre. Auch ML ist eine dieser Methoden und aktuell wohl die am meisten beforschte und angewandte. Grundsätzlich geht es beim ML darum, Muster in Daten zu erkennen und dieses Wissen zur Problemlösung einzusetzen. Auch wird der Ansatz der traditionellen Datenverarbeitung umgewandelt: Bisher war es nötig, für einen Computer ein Programm zu schreiben, das durch Eingabedaten Ausgaben erzeugt. Dieses Programm zu erstellen, ist aufwendig und erfordert Fachwissen. Mit ML soll sich der Computer nun selbst programmieren. Hierfür erhält er Eingabedaten und, je nach ML-Methode, auch Ausgabedaten und erstellt darauf basierend automatisch das erforderliche Programm.

Es gibt drei Methoden Maschinellen Lernens: Beim überwachten Lernen liegen dem Algorithmus Eingabe- und Ausgabedaten vollständig vor. Wenn beispielsweise ein Bild mit einer Katze erkannt werden soll, muss der Algorithmus vorher hunderte Bilder mit dem Label »Katze«

gesehen haben, um zu wissen, ob er ein ungesehenes Bild als Katze klassifizieren soll. Beim unüberwachten Lernen stehen nur die Eingabedaten bereit und der Algorithmus erzeugt selbstständig Merkmalsgruppen. Die dritte Methode ist das Verstärkungslernen (reinforcement learning): Hier erhält der Algorithmus ein Belohnungssignal, um schrittweise besser zu werden.

Das häufigste Verfahren beim ML ist Deep Learning. Es nutzt tiefe künstliche neuronale Netze, um Erkenntnisse aus Daten zu gewinnen. Das typischste Anwendungsbeispiel ist aktuell die bereits erwähnte Bildverarbeitung. Anhand von einzelnen Pixeln kann ein neuronales Netz nach diversen Rechenschritten ausgeben, um welches Objekt, also Klasse, es sich handelt. Voraussetzung für diese automatische Auswertung von Daten ist, dass das neuronale Netz trainiert wird.

Prof. Dr.-Ing. Marco Huber  
 Telefon +49 711 970-1960  
[marco.huber@ipa.fraunhofer.de](mailto:marco.huber@ipa.fraunhofer.de)



.....

# **GESCHÄFTSFELDER**

.....





## AUTOMOTIVE

Das Geschäftsfeld Automotive identifiziert unternehmensspezifische Wandlungstreiber der Transformation der Automobilwirtschaft und entwickelt individuelle Lösungen für unsere Kunden. Der Anwendungsfokus umfasst die gesamte Wertschöpfungskette der Automobilproduktion.

### Cyberphysische Produktionssysteme (CPPS)

Durch CPPS soll eine durchgängige Vernetzung und Dateninteroperabilität aller physischen Devices der Produktion ermöglicht werden. Neuartige Fabrikbetriebssysteme wie FabOS bieten eine einheitliche Architektur aller beteiligten Ressourcen. Hierdurch wird eine schnelle Inbetriebnahme, Rekonfiguration und menschenzentrierte Assistenz gewährleistet.

### Datenmehrwertdienste in der Produktion

Als Anknüpfungspunkt an die beschriebenen vernetzten Produktionssysteme bieten sich Datenmehrwertdienste der Produktion an. Die Daten aus den CPPS sollen für neuartige Geschäftsmodelle genutzt werden, um neue Wege der Wertschöpfung in sich wandelnden Produktionssystemen aufzuzeigen.

### Künstliche Intelligenz (KI) in der Produktionstechnik

Ein höherer Automatisierungsgrad bei der Produktionsplanung, eine automatisierte Qualitätsprüfung während eines Produktionsprozesses, zeitgenaue Planung der Wartung der Ressourcen – KI bietet viele Einsatzmöglichkeiten in der Produktion.

### Rolle des Menschen in der Produktion

Die Bedienung der CPPS erfordert neue Fähigkeiten und Qualifikationen im Umgang mit Maschinen und Daten. Ziel ist eine benutzerindividuelle Assistenz des Menschen in der Produktion zur schnellen Problembehebung, intuitiven Bedienung und gesteigerten Produktivität.

**Manuel Fechter**  
Geschäftsfeldleiter  
Telefon +49 711 970-1352  
manuel.fechter@ipa.fraunhofer.de

## MASCHINEN- UND ANLAGENBAU

Der Maschinen- und Anlagenbau ist Deutschlands größter Arbeitgeber mit mittelständischen Strukturen und führender Innovationskraft. Doch die Branche muss sich aktuellen Herausforderungen stellen wie hoher Marktdynamik, neuen Technologien oder Konkurrenz- und Kostendruck. Daraus leiten wir drei strategische Entwicklungsfelder ab, die den Weg zu einer »Smart Factory« ebnet:

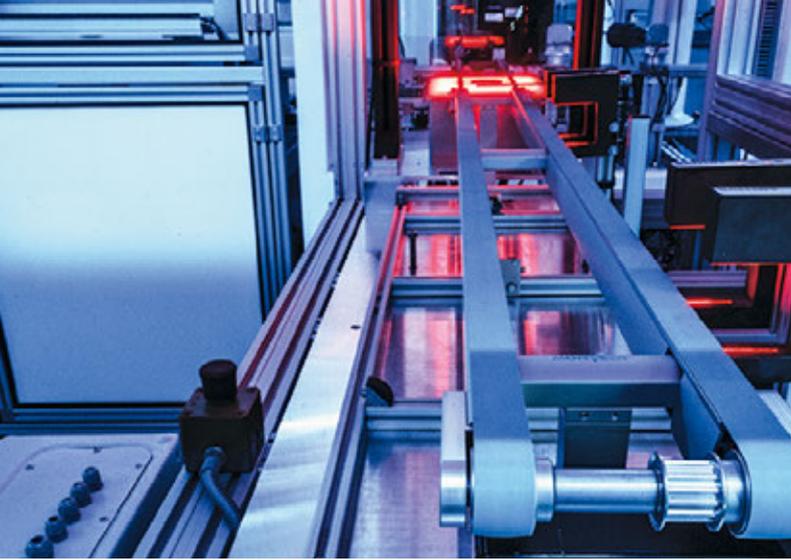
Die Entwicklung neuer Produktionstechnik zielt auf neue Materialien, das Heben von Automatisierungspotenzialen sowie die Automatisierung in neuen Anwendungsfeldern ab. Die Produktion und ihre Mitarbeiter werden dabei zunehmend durch technische Assistenzsysteme unterstützt.

Künstliche Intelligenz und Industrie 4.0 tragen dazu bei, die Intelligenz in Produktionssystemen zu erhöhen und Produkte sowie deren Produktion zu optimieren. Dies erfordert neue IT-Architekturen und -Services wie auch neue Organisationsmethoden und -prozesse. Die Vision Industrie 4.0 wird durch die Vernetzung der physischen und digitalen Produktion sowie der durchgängigen (IT-)Integration der Wertschöpfungskette Realität.

Wir helfen Unternehmen, mit wandlungsfähigen Fabriken und modularen Produktionssystemen flexibel auf die Marktsituation reagieren zu können und ihre Produkte schnell an den Markt zu bringen.

Seit über 60 Jahren arbeitet das Fraunhofer IPA mit Unternehmen aus der Branche partnerschaftlich zusammen. Das Geschäftsfeld Maschinen- und Anlagenbau ist der erste Ansprechpartner für Industrieunternehmen, die ihre Produktion, Technologien, Prozesse oder Produkte weiterentwickeln und optimieren möchten. Das rund 20-köpfige Kernteam rund um den Geschäftsfeldleiter bündelt Kompetenzen, stellt Projektteams zusammen und begleitet Kunden im Projektverlauf.

**Martin Schleef**  
Geschäftsfeldleiter  
Telefon +49 711 970-3900  
martin.schleef@ipa.fraunhofer.de



## ELEKTRONIK UND MIKROSYSTEMTECHNIK

Herzschrittmacher, Smartphones, Airbags und ABS – diese Produkte sind ohne Mikrosystemtechnik nicht denkbar. Die Miniaturisierung macht viele technische Geräte erst einsetztauglich – jedoch stellt sie die Produktion vor große Herausforderungen.

Um kleinste Strukturen abzubilden, werden bei der Fertigung und Montage von Optiken für die Halbleiterfertigung tonnenschwere Roboter benötigt. Die große Masse der Produktionsgeräte sorgt dafür, Schwingungen zu vermeiden und macht extreme Präzision und hohe Prozessstabilität möglich. Die Komponenten der Produktionsgeräte müssen auf ein Zehntel Haaresbreite genau positioniert werden. In der Batterieproduktion werden extreme Anforderungen an die Trockenheit der Luft, an die Stabilität der Temperatur sowie an die Sauberkeit gestellt. Kleinste Abweichungen oder Verunreinigungen können zu Produktionsausfällen und Schäden an Produkten führen. Intelligente Fertigungsmittel ermöglichen eine Überwachung der Produktion, Kontrolle des Bearbeitungsprozesses und der Qualität.

Produzenten von elektronischen und mikrotechnischen Produkten stehen komplexen Fragestellungen gegenüber, die eine disziplinübergreifende Herangehensweise erfordern. Das Geschäftsfeld Elektronik und Mikrosystemtechnik vereint die IPA-Experten aus den Bereichen Materialien, Oberflächentechnik, Mikromontage, Prüftechnik, Automatisierung, Fertigungssteuerung, Digitalisierung und Künstliche Intelligenz sowie Reinraum- und Reinigungstechnik. Diese erarbeiten Lösungen zu allen Problemstellungen entlang der Wertschöpfungskette. In über 200 Projekten konnte das Geschäftsfeld Elektronik und Mikrosystemtechnik im Jahr 2019 jedem einzelnen Unternehmen die richtige Lösung anbieten.

**Martin Schleef**  
Geschäftsfeldleiter  
Telefon +49 711 970-3900  
martin.schleef@ipa.fraunhofer.de

## ENERGIE

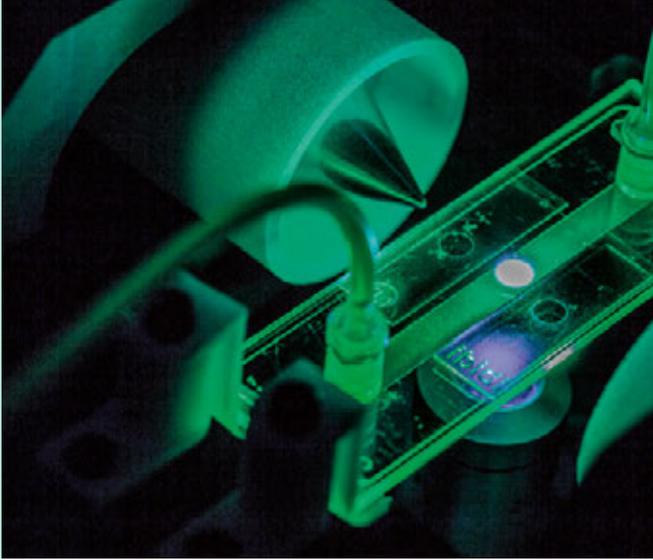
Seit der Einleitung der Energiewende findet in Deutschland ein Umdenken in der Energieerzeugung, aber auch in der Energienutzung statt. Die zentralen Fragestellungen der Energienutzung sind die flexible Nutzung von Energie und deren Speicherung bei Überangebot.

Ermöglicht wird dies durch Transparenz in den Energieverbräuchen und durch neue Technologien. Speicher, Industrial Smart Grids oder multivalente, vernetzte Produktionsprozesse gehören zu den Entwicklungen am Fraunhofer IPA. Industrial Smart Grids vereinen die Energiebeschaffung, Energiespeicherung, Energiedatenerfassung sowie energieoptimierte Produktionsplanung und -steuerung. Dabei kombinieren Smart Grids diese Aufgaben vor dem Hintergrund einer nachhaltigen, energieflexiblen und energieeffizienten industriellen Produktion unter Einbindung von erneuerbaren Energien, Energiesensoren und Energiesteuerung.

Neuentwicklungen aus dem Bereich der Speichertechnologien versprechen vielfältige Einsatzmöglichkeiten in der Intra-logistik, in der Mobilität und bei Consumerprodukten. Die Synergie von Produktion und Forschung verschafft Baden-Württemberg hier den erforderlichen technologischen Vorsprung für die wirtschaftliche Massenfertigung. Über den bewährten Schulter-schluss von angewandter Forschung und Industrie bietet sich die einzigartige Chance und das erforderliche Potenzial, wettbewerbsfähig in die Massenproduktion von Batteriezellen einzusteigen. Digitalisierung in der Produktion, insbesondere die Anwendung von Maschinellem Lernen, werden dabei den Schwerpunkt bilden.

Das Fraunhofer IPA bearbeitet diese Themen und deren Verknüpfung mit Produktion, Automatisierung sowie Industrie-4.0-Technologien, gebündelt im Geschäftsfeld Energie.

**Joachim Montnacher**  
Geschäftsfeldleiter  
Telefon +49 711 970-3712  
joachim.montnacher@ipa.fraunhofer.de



## MEDIZIN- UND BIOTECHNIK

Die Effizienzsteigerung ist eine der Kernkompetenzen des Fraunhofer IPA. Im Bereich der Medizin- und Biotechnik reicht die Expertise von der technischen Risikoanalyse des Produktentstehungsprozesses über die Automatisierung komplexer Laborprozesse wie »Pharma 4.0« bis hin zur Herstellung personalisierter Medizin wie Zelltherapeutika. Das Dienstleistungsportfolio umfasst folgende Gebiete:

**Medizintechnik:** Interdisziplinäre Teams entwickeln neue technische Lösungen im Bereich der interventionellen Medizin, der modernen Rehabilitation, der ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung und der technischen Assistenzsysteme.

**Assistenzsysteme mit ambienter Sensorik:** Hierzu gehört die Entwicklung eines umfassenden und individuell anpassbaren Assistenzsystems, das automatisch über das Befinden des Einzelnen wacht, sei es im Alltag oder am Arbeitsplatz, und bei Bedarf die angemessenen Maßnahmen zur Hilfeleistung einleitet.

**Biotech und Pharma:** Automatisierungslösungen für höhere Reproduzierbarkeit, geringere Fremdeinflüsse, mehr Durchsatz bei gleichzeitigem Erhalt der Laborflexibilität sowie anspruchsvolle sterile und zertifizierte Umgebungsbedingungen.

**Quality und Regulatory Affairs:** Dazu zählen die gezielte Ableitung von Produktspezifikationen, die technische Risikoabsicherung in der Produkt- und Prozessentwicklung, die Risikobeurteilung nach DIN EN ISO 14971 sowie die Sicherstellung der Material Compliance der Produkte und Prozesse nach RoHS und REACH.

**Diagnostik und Intervention in der Klinik:** Automatisierungstechniken überwinden in der Diagnostik und Intervention mit neuen Instrumentensystemen die Grenzen des manuell Machbaren.

**Tobias Brode**  
Geschäftsfeldleiter  
Telefon +49 711 970-1257  
tobias.brode@ipa.fraunhofer.de

## PROZESSINDUSTRIE

Dass Herstellungs- und Wertschöpfungsprozesse kontinuierlich und mit fließenden Materialien oder Medien ablaufen, charakterisiert die Prozessindustrie. Sie bildet das Gegenstück zur Stückgutindustrie. Oft folgen einzelne Produktionsschritte aufeinander, sodass die Produkte oder Zwischenprodukte aus Reaktoren oder in Rohrleitungen kontinuierlich von Station zu Station transportiert werden.

Das Geschäftsfeld Prozessindustrie am Fraunhofer IPA richtet sein Angebot an die Chemie-, Pharma-, Lebensmittel- und Stahlindustrie.

Unternehmen der chemischen Industrie setzen nicht nur auf die Produkt-, sondern verstärkt auch auf die Prozessentwicklung. Dabei spielt die Entwicklung individueller Lösungen bei Prozessinnovationen in den Bereichen Basischemikalien, Polymere sowie Fein- und Spezialchemikalien eine wichtige Rolle.

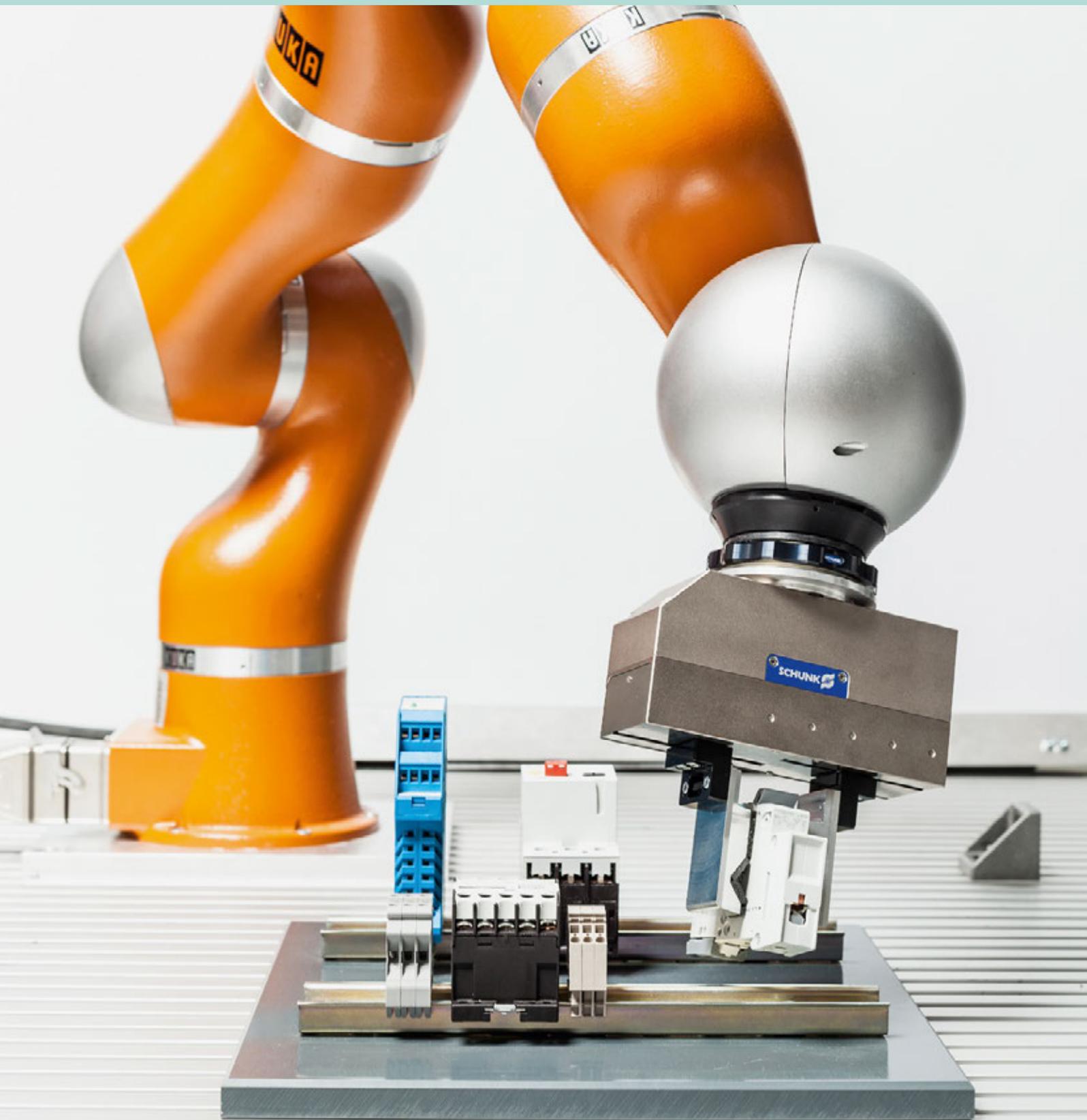
Die pharmazeutische Industrie wird immer wieder mit neuen Herausforderungen im Qualitäts- und Risikomanagement konfrontiert. »Mass Personalization« erfordert Produktinnovationen wie maßgeschneiderte Medikamente inklusive eines veränderten Produktions- und Logistikmanagements.

Metalle werden in Materialverbänden mit anderen Metallen, mit Keramik oder mit Polymeren eingesetzt. Sie müssen sowohl Funktionen wie Korrosionsschutz und höhere Standfestigkeit als auch Gewichtsreduktion erfüllen. Dabei haben die Optimierung der Produktionskosten bei gleichzeitiger Produkt- und Prozesssicherheit höchste Priorität.

Interdisziplinäre Teams aus 10 Fachabteilungen entwickeln Lösungen für spezifische Anforderungen über die gesamte Wertschöpfungskette – von der Planung über die Entwicklung und Validierung bis zur Qualitätssicherung.

**Ivica Kolaric**  
Geschäftsfeldleiter  
Telefon +49 711 970-3729  
ivica.kolaric@ipa.fraunhofer.de

.....  
**ABTEILUNGEN**  
.....





## NACHHALTIGE PRODUKTION UND QUALITÄT

Nachhaltiges Wirtschaften in Unternehmen bedeutet für das Fraunhofer IPA, gleichrangig ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Aspekte zu berücksichtigen, diese sowohl regional als auch global zu betrachten sowie Verantwortung für heutige und zukünftige Generationen zu übernehmen.

Dazu gehören für uns neben der Rohstoff- und Materialkritikalität auch die höchsten Ansprüche an die Qualität der Produkte und Prozesse unserer Kunden, die wir durch die Weiterentwicklung der bekannten Qualitätsmanagementmethoden und durch neue Ansätze sicherstellen.

Einen entscheidenden Erfolgsfaktor für Nachhaltigkeit in Industrieunternehmen stellen die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Produktionsanlagen dar, die wir durch ein wertschöpfungsorientiertes Instandhaltungsmanagement absichern. Darüber hinaus legen wir besonderen Wert auf ressourcenschonende und schadstofffreie Produktionsprozesse, Produkte und Technologien und betrachten im Rahmen dessen den gesamten Produktlebenszyklus wie auch spezifisch einzelne Lebensphasen.

Es ist unser Ziel, bestehende und geplante Unternehmensprozesse so zu gestalten, dass sie unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte bestmöglich die Anforderungen an Umwelt, Ressourceneffizienz, Qualität und Zuverlässigkeit erfüllen.

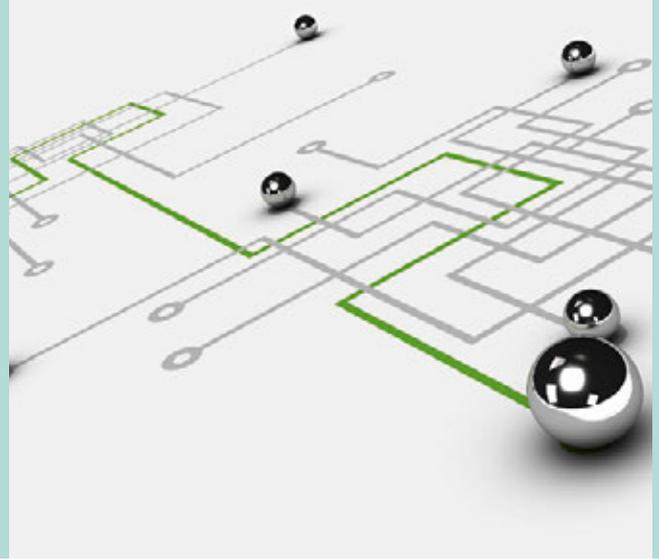
**Dr.-Ing. Jörg Mandel**  
Abteilungsleiter  
Telefon +49 711 970-1980  
[joerg.mandel@ipa.fraunhofer.de](mailto:joerg.mandel@ipa.fraunhofer.de)

## INDUSTRIELLE ENERGIESYSTEME

Mit einer Steigerung der Energieeffizienz und Energieflexibilität in der Produktion können Unternehmen ihren Energieverbrauch senken und Kosten einsparen, die Produktivität erhöhen und sich somit einen Wettbewerbsvorteil verschaffen. In produzierenden Unternehmen sind enorme Energiesparpotenziale vorhanden, die sich durch die passenden Technologien und Energieeffizienzmaßnahmen erschließen lassen. Zum Einsatz kommen dabei innovative Technologien, die eine verbesserte Nutzung der Energieinfrastruktur ermöglichen, die industrielle Produktion an das schwankende Energieangebot anpassen und die Produktionsanlagen in die Produktionsumgebung wie auch in das urbane Umfeld energetisch optimal einbinden. Vor dem Hintergrund einer zunehmend fluktuierenden Energiebereitstellung und schwankender Energiepreise gewinnt auch ein flexibler Energieträgerwechsel in der Produktion an Bedeutung.

Unsere Experten für Industrielle Energiesysteme bieten unseren Kunden ein abgestimmtes Beratungsangebot, das von der Identifikation von Effizienz- und Flexibilitätspotenzialen in den Produktionsstätten bis zur Umsetzung maßgeschneiderter Konzepte für betriebliche Energiemanagementsysteme reicht.

**Sebastian Weckmann**  
Abteilungsleiter  
Telefon +49 711 970-1955  
[sebastian.weckmann@ipa.fraunhofer.de](mailto:sebastian.weckmann@ipa.fraunhofer.de)



## **FABRIKPLANUNG UND PRODUKTIONSMANAGEMENT**

Wettbewerbsfähige Unternehmen müssen ihre Fabriken und Produktionen im Grenzbereich der technischen, logistischen und organisatorischen Möglichkeiten betreiben. Dabei sind einerseits kontinuierliche Verbesserungen sowie andererseits grundlegende Anpassungen und Wandlungen die Voraussetzungen für den dauerhaften Erfolg einer Fabrik.

Mit unserem Leistungsangebot zu Fabrikplanung und Produktionsmanagement unterstützen wir Industrieunternehmen bei der Verfolgung ihrer wesentlichen Fabrikziele. Unsere Beratung reicht vom großen Ganzen bis ins Detail: So begleiten wir Unternehmen bei der strategischen Ausrichtung der Produktion über die Gestaltung der Supply Chain bis hin zur Gliederung der Werkstruktur. Gemeinsam mit unseren Kunden entwickeln wir die optimale Auftragsabwicklung mit dem richtigen Maß an IT. Ferner richten wir Produktionen nach dem Wertstromdesign aus, entwerfen Fertigungssysteme und Montagen und planen dabei die individuell benötigte Produktions-IT.

Unsere Projekte in Forschung und industrieller Anwendung orientieren sich an Industrie 4.0 und Digitalisierung, Wandlungsfähigkeit und Automatisierung. Damit garantieren wir, dass Fabriken nach den neusten Erkenntnissen gestaltet werden, um den Wettbewerbsvorsprung unserer Kunden in der Produktion nachhaltig zu sichern.

**Michael Lickefett**  
**Abteilungsleiter**  
Telefon +49 711 970-1993  
[michael.lickefett@ipa.fraunhofer.de](mailto:michael.lickefett@ipa.fraunhofer.de)

## **UNTERNEHMENSSTRATEGIE UND -ENTWICKLUNG**

Kernaufgabe unserer neu gegründeten Abteilung ist es, Unternehmen vom Front- bis zum Back-End ganzheitlich zu betrachten. Außerdem machen wir die Wirksamkeit technologischer und organisatorischer Veränderungen auf Unternehmen und ihre Prozesse sichtbar und sichern diese ab.

Neben der Entwicklung von strategischen Programmen, beispielsweise für die digitale Unternehmenstransformation, stehen für uns die methodische Weiterentwicklung der Themen Innovative Geschäftsmodelle, Business Ecosysteme und Smarte Organisation im Fokus.

Wir verstehen uns als Bindeglied zwischen den unterschiedlichen Fachdisziplinen am Fraunhofer IPA. Eines der Abteilungsziele ist es, gemeinsam neue attraktive Wertangebote durch die Kombination von Technik und Organisation zu schaffen. Beispiele hierfür sind die Kooperationen in den Bereichen Additive Fertigung und Innovative Geschäftsmodelle oder Laborautomatisierung und Smarte Prozesse.

Denken in Netzwerken und Arbeiten in agilen Strukturen gehören zu unserem Selbstverständnis. Wir sehen uns als Keimzelle, um neue Formen der Organisation selbst anzuwenden, aktiv mitzugestalten und abteilungs- sowie institutsübergreifende Kooperationen zu verstärken.

**Oliver Schöllhammer**  
**Abteilungsleiter**  
Telefon +49 711 970-1947  
[oliver.schoellhammer@ipa.fraunhofer.de](mailto:oliver.schoellhammer@ipa.fraunhofer.de)



## **digITools – DIGITALE WERKZEUGE IN DER PRODUKTION**

Der Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt des Kompetenzzentrums digITools liegt auf IT-Architekturen, Daten- und Anwendungsdiensten und Umsetzungsmethoden für die digitale Produktion. Wir unterstützen Unternehmen bei der Entwicklung und Integration von digitalen Werkzeugen in die Produktion.

Zu unseren Leistungen gehören neben der Beratung und Entwicklung von Lösungen rund um Computer- und Kommunikations-Infrastrukturen, wie dem 5G-Transferzentrum und der sicheren Virtual Fort Knox (VFK) Edge-Cloud-Plattform, auch Digitalisierungs- und Integrationslösungen wie der Manufacturing Service Bus (MSB) zur Anlagen- und Datenintegration. Von der Maschine auf dem Hallenboden über die Schnittstellen zu Produktionsdiensten bis hin zum digitalen Abbild der Produktion besitzen wir das Know-how, Werkzeuge und Technologien für eine vernetzte intelligente Produktion mittels cyberphysischer Produktionssysteme zu entwickeln.

Unsere datengetriebenen Technologien und funktionalen IT-Lösungen für produzierende Unternehmen sind unter anderem die Bausteine für Leuchtturmprojekte, wie unser vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördertes offenes, verteiltes, echtzeitfähiges und sicheres Betriebssystem für die Fabrik, FabOS.

Mit dem Mittelstand-4.0-Kompetenzzentrum und der Industrie-4.0-Seminarreihe desselben haben Unternehmen die Möglichkeit, gemeinsam mit den digITools-Experten die neuesten Anwendungen rund um die digitale Produktion kennenzulernen und gemeinsam umzusetzen. Im Future Work Lab werden diese Entwicklungen und Ergebnisse greifbar für und mit Unternehmen dargestellt. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen erhalten so Unterstützung, die Potenziale von Industrie 4.0 für sich zu erschließen.

**Joachim Seidelmann**  
Abteilungsleiter  
Telefon +49 711 970-1804  
joachim.seidelmann@ipa.fraunhofer.de

## **ROBOTER- UND ASSISTENZSYSTEME**

Die Abteilung Roboter- und Assistenzsysteme gestaltet Roboter- und Automatisierungslösungen für industrielle Anwendungen und für den Dienstleistungsbereich. Schlüsseltechnologien werden entwickelt und in innovative Industrieroboter, Serviceroboter und intelligente Maschinen umgesetzt.

Fast 50 Jahre Erfahrung in der Robotik und Automatisierung, multidisziplinäre Teams, ein einzigartiges Netzwerk und umfassendes Know-how charakterisieren unsere Forschung. Bestens ausgestattete Labors und Werkstätten gehören zu unserem Arbeitsumfeld.

Spektrum unserer Dienstleistungen:

- Systemkonzeption
- Machbarkeitsstudien
- Simulation von Roboteranlagen und Komponenten
- Materialflusssimulation
- Entwicklung von Prototypen
- Erstellung von Lasten- und Pflichtenheften
- Vermessung von Robotern und Anlagen
- Optimierung bestehender Systeme

Unsere Schwerpunkte liegen auf folgenden Gebieten:

- Handhabung und Intralogistik
- Schweißen und Bearbeiten
- Montage-Automatisierung
- Roboterprogrammierung und -regelung
- Servicerobotik für Industrie und Gewerbe
- Haushalts- und Assistenzrobotik
- Software Engineering und Systemintegration

Wir unterstützen Anwender von Robotersystemen bei der Entwicklung und Implementierung ihrer Automatisierungslösung. Systemintegratoren oder Komponentenherstellern stehen wir als Entwicklungspartner für neue Technologien zur Seite.

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



## REINST- UND MIKROPRODUKTION

Die Erforschung sauberer und reiner Arbeitsumgebungen beschäftigt uns seit mehr als 30 Jahren. In dieser Zeit haben wir ein umfangreiches Leistungsportfolio aufgebaut und kontinuierlich weiterentwickelt. Unser Know-how führt nicht nur zu internationalen Standards, sondern mündet auch in verbindliche Normen. Zudem steht uns der reinste Forschungsreinraum der Welt zur Verfügung. Dieser ist mindestens zehnfach sauberer, als es die Luftreinheitsklasse ISO 1 verlangt. Auf circa 500 m<sup>2</sup> (größtenteils ISO 1) können wir unter diesen Bedingungen Kontaminationskontrolltests selbst im Schwerlastbereich durchführen. Darin beleuchten wir alle relevanten fertigungstechnischen Aspekte für kontaminationskritische Industrien und Produkte.

Wir beraten Kunden unterschiedlichster Branchen von der Konzeptionsphase über die Realisierung bis zur Inbetriebnahme von Anlagen oder ganzen Fertigungen. Im Bereich der Raumfahrt-Industrie haben wir 2019 ein Hochsicherheitslabor für die Europäische Raumfahrtagentur (ESA) geplant, in welchem Kontaminationsvermeidung und Genauigkeit an erster Stelle stehen. Es wird in den kommenden Jahren zur Analyse von Mars-Proben genutzt.

Unser Leistungsportfolio umfasst:

- Entwicklung von Messtechnik und Bewertungsverfahren
- Entwicklung von Messverfahren
- Planung bis Realisierung von kundenspezifischen Reinheitsumgebungen und Produktionsanlagen
- Präzisionsmontage- und Auftragstechnik
- Präzisionsreinigung
- Reinheitsspezifische Automatisierungssysteme
- Softwareentwicklungen und Digitalisierung von Maschinendaten
- Zertifizierung und Weiterentwicklung reinheitstauglicher Werkstoffe, Anlagen und Komponenten
- Schulungsangebote

**Dr.-Ing. Udo Gommel**  
**Abteilungsleiter**  
**Telefon +49 711 970-1633**  
**udo.gommel@ipa.fraunhofer.de**

## BILD- UND SIGNALVERARBEITUNG

Die Abteilung Bild- und Signalverarbeitung entwickelt und realisiert innovative System- und Applikationslösungen für die Informationsverarbeitung im Zusammenspiel mit technischen Prozessen. Im Fokus unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten stehen intelligente Mess- und Prüfsysteme, moderne Automatisierungslösungen sowie Assistenzsysteme.

Die Kernkompetenzen der Abteilung konzentrieren sich auf die intelligente, automatisierte Interpretation von Bild- und Sensorinformationen zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen. Das Anwendungsspektrum reicht von 2D-Mess- und Prüfsystemen über moderne 3D-Mess- und Prüftechnik mit Computertomographie und optischer 3D-Sensorik bis hin zur 3D-Objekterkennung und Szenenanalyse für die Automatisierungstechnik und für Assistenzsysteme beispielsweise im Montagebereich und zur automatischen Notfall- und Sturzerkennung. Weitere Anwendungen liegen im Bereich der Prozessüberwachung und Qualitätsprognose auf Basis von leicht zugänglichen Maschinen- und Prozessdaten.

Methoden des Maschinellen Lernens spielen in allen Anwendungsbereichen zunehmend eine entscheidende Rolle und werden erfolgreich in Projekten ein- und umgesetzt.

Unsere Leistungen im Einzelnen:

- Qualitätssicherung mit 2D-Bildverarbeitung
- 3D-Messen und -Erkennen
- 3D-Objekterkennung
- Messen und Prüfen mit Computertomographie
- Qualitätssicherung mit Thermographie
- Qualitätsprognose mit Signalverarbeitung
- Prozessüberwachung mit Maschinellen Lernen
- Automatisierung
- Montageassistenz
- Sturz- und Notfallerkennung
- Messdienstleistungen

**Prof. Dr.-Ing. Marco Huber**  
**Abteilungsleiter**  
**Telefon +49 711 970-1960**  
**marco.huber@ipa.fraunhofer.de**



## BIOMECHATRONISCHE SYSTEME

Die Abteilung Biomechatronische Systeme entwickelt Technik für Menschen. Die Vermeidung körperlicher Schäden bei schwerer Arbeit und die volle Funktionswiederherstellung bei Krankheiten des Bewegungsapparats sind unsere Vision. Unsere interdisziplinäre Abteilung forscht international und in enger Kooperation mit der Industrie an Technik für Menschen.

6,9 Millionen Menschen erleiden jährlich ernsthafte gesundheitliche Schäden am Arbeitsplatz (EU-OSHA, 2013). Die Prädiktion von und Prävention gegen körperliche Beeinträchtigungen und die Gesunderhaltung am Arbeitsplatz werden immer relevanter. 50 Prozent aller chronischen Erkrankungen betreffen in unserer Gesellschaft den Bewegungsapparat und mit einer geschätzten Verdoppelung der über 50-Jährigen werden diese in Zukunft noch stark zunehmen.

Wir wollen mit unseren Kunden neue Lösungen für eine mobile Gesellschaft im demographischen Wandel schaffen.

Unsere Kompetenzen umfassen:

- Muskuloskeletale Ergonomie
- Bewegungserfassung und Sensordatenfusion
- Exoskelette und medizinische Antriebssysteme
- Biomimetik und Medizintechnik
- Angewandte Biomechanik
- Virtual Orthopedic Lab

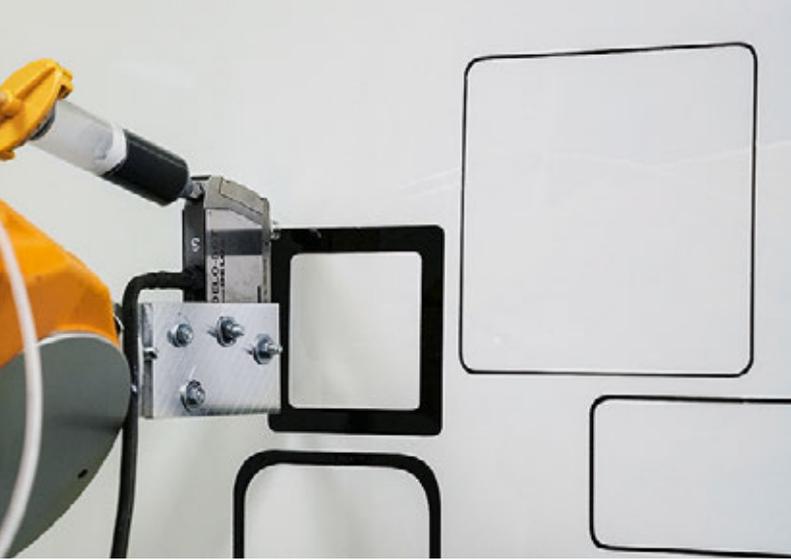
**Dr. med. Urs Schneider**  
Abteilungsleiter  
Telefon +49 711 970-3630  
urs.schneider@ipa.fraunhofer.de

## LABORAUTOMATISIERUNG UND BIOPRODUKTIONSTECHNIK

Information und Wissen sind die wichtigsten Rohstoffe in modernen Ökosystemen. In den Lebenswissenschaften findet bereits heute ein großer Anteil der Wertschöpfung in den Entwicklungslabors beispielsweise zur Entwicklung neuer Wirkstoffe, diagnostischer Biomarker oder in der Züchtung von Hochleistungsorganismen statt. Labors sind daher hochkomplexe Datenfabriken, in denen der Rohstoff Wissen erzeugt und in Form von Qualitätsdaten sichergestellt wird. Automatisierung und Digitalisierung tragen erheblich zur ganzheitlichen Effizienzsteigerung in modernen Labors und Bioproduktionen bei.

Dieser Herausforderung hat sich die Abteilung Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik des Fraunhofer IPA mit einem interdisziplinären Team gestellt. Unsere Wissenschaftler setzen innovative Komplettlösungen vom Konzept bis zum validierten Prozess um. Ziel ist das vernetzte, digitalisierte und automatisierte Labor. Durch Kombination eigener Schlüsselösungen mit Gold-Standard-Komponenten setzen wir Maßstäbe an die Qualität, Zuverlässigkeit, Flexibilität und Eignung unserer Lösungen. Der Nutzen für den Endanwender steht für uns immer im Fokus.

**Andreas Traube**  
Abteilungsleiter  
Telefon +49 711 970-1233  
andreas.traube@ipa.fraunhofer.de



## BESCHICHTUNGSSYSTEM- UND LACKIERTECHNIK

Organische Beschichtungssysteme bilden die Basis der wirtschaftlich bedeutendsten Oberflächentechnik. Der Grund dafür liegt in der Flexibilität und Vielseitigkeit dieser Technologie.

Von der Entwicklung neuer Lacke und Lackkomponenten über die Lackapplikation bis zum Entwickeln, Modellieren und Simulieren von produktionsgerechten Prozessen reichen die inhaltlichen Forschungs- und Entwicklungsthemen der Abteilung. Auf der Projektseite werden neben geförderten angewandten Forschungsvorhaben Industrie-Entwicklungsaufträge, aber auch herausfordernde bilaterale oder konsortiale Industrie-Forschungsprojekte bearbeitet. In unseren Labors wenden wir akkreditierte Prüfverfahren nach DIN EN ISO/IEC 17025 an. Darüber hinaus entwickeln wir neue Prüfverfahren und Qualitätssicherungskonzepte, die den speziellen Anforderungen unserer Kunden entsprechen.

Höhere Auftragswirkungsgrade, kürzere Durchlaufzeiten, Energie- und Materialeinsparung und neue Materialien sind Lösungen, die bei der Umsetzung und Integration in die betriebliche Praxis die Prozesseffizienz deutlich erhöhen.

**Dr. rer. nat. Michael Hilt**  
**Abteilungsleiter**  
Telefon +49 711 970-3820  
michael.hilt@ipa.fraunhofer.de

## GALVANOTECHNIK

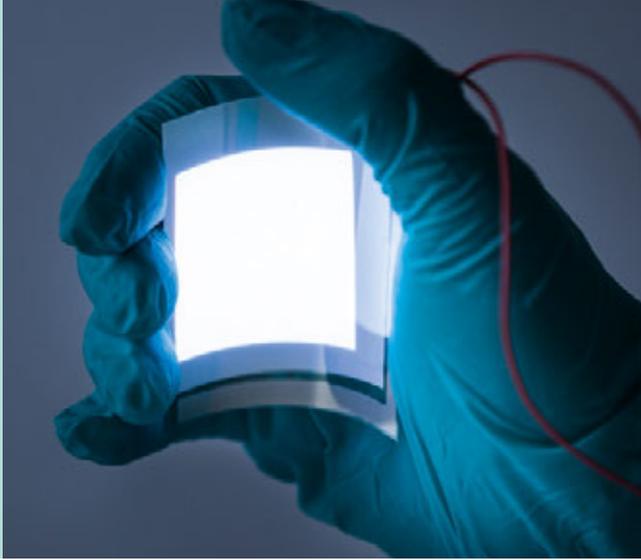
Die Anwendung elektrochemischer (galvanischer) Verfahren fordert nicht nur immer präzisere werkstofftechnische und geometrische Eigenschaften, sondern auch prozesssichere und effiziente Anlagentechnologien. Dem tragen wir dadurch Rechnung, dass die gesamte Forschungs- und Entwicklungs-(FuE-)Kette von der Prozessentwicklung bis zu industriellen Anlagen durchgängig verfolgt wird.

Im Fokus unserer Arbeiten steht dabei immer die Galvanotechnik. Als einziger Dienstleister bieten wir unseren Kunden FuE-Leistungen entlang der gesamten industriellen Produktionskette an. Das fängt bei der Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe an, geht über die dazugehörigen Elektrolyte und Prozesse und endet bei der Umsetzung in der industriellen Anlagentechnik.

In Verbindung mit unseren Dienstleistungen wie Schadensfallanalysen, Analyse der alternativen Stoffe zu Chrom-VI, Lieferantenbewertung oder Machbarkeitsstudien bieten wir unseren Kunden die Möglichkeit, neue Technologien von der Idee bis zur Produktionseinführung zu begleiten.

In zahlreichen Forschungsprojekten entwickeln wir Lösungen für die Bereiche »Energieeffizienz in der Galvanotechnik«, »Lithium-Schwefel-Batterien für die Luftfahrt«, »Neuartige Beschichtung für robustere Wälzlagering« und »Industrie 4.0 in der Galvanotechnik«.

**Dr.-Ing. Martin Metzner**  
**Abteilungsleiter**  
Telefon +49 711 970-1041  
martin.metzner@ipa.fraunhofer.de



## FUNKTIONALE MATERIALIEN

Oberflächen werden intelligent, sie erhalten neue Eigenschaften, indem in ihre Beschichtung funktionale Materialien integriert werden. So verändern sie sich nach unseren Ansprüchen und Wünschen, leiten uns, schützen uns, lösen Aktionen aus. Das Spektrum reicht von elektrisch leitfähigen Beschichtungen, elektrischen Widerstandsheizungen, gedruckter großflächiger Sensorik bis hin zu Technologien für eine echte Interaktion zwischen Mensch und Maschine mittels gedruckter Aktuatoren (EAP Sensor-Aktorsysteme für softrobotische Anwendungen).

Innerhalb zahlreicher Industrie- und Forschungsprojekte konnte dieses Wissen am Fraunhofer IPA in der Abteilung Funktionale Materialien erarbeitet werden. In der im Technikumsmaßstab betriebenen Modellfabrik wird der gesamte Beschichtungsprozess von der Materialsynthese über die Dispergierung bis hin zur Beschichtung digital abgebildet. Dadurch können neue Produktideen und Produktionsprozesse auf Umsetzbarkeit geprüft werden und ermöglichen so einen schnellen und bedarfsgerechten Technologietransfer. Die Kompetenz um die Anwendung von nanoskaligen Kohlenstoffen wie Kohlenstoffnanoröhrchen, Graphenen oder Nanohorns wurde kontinuierlich erweitert, sodass die Abteilung heute bedarfsorientiert von Studien und dem Aufbau einfacher Funktionsmuster über die Entwicklung der Prozess- und Verfahrenstechnik, der Inbetriebnahme bis hin zur Schadensanalyse und Softwareentwicklung allen Fragestellungen zur intelligenten Oberfläche begegnen kann.

**Ivica Kolaric**  
Abteilungsleiter  
Telefon +49 711 970-3729  
ivica.kolaric@ipa.fraunhofer.de

## ADDITIVE FERTIGUNG

Wissenschaftler des Fraunhofer IPA entwickeln, kombinieren und optimieren additive Herstellungsprozesse. Dabei konzentrieren sie sich auf Kunststoffe und neue, derzeit noch nicht verarbeitbare Materialien. Im Fokus steht dabei stets die Erschließung neuer und die Verbesserung vorhandener Anwendungen mithilfe der Additiven Fertigung.

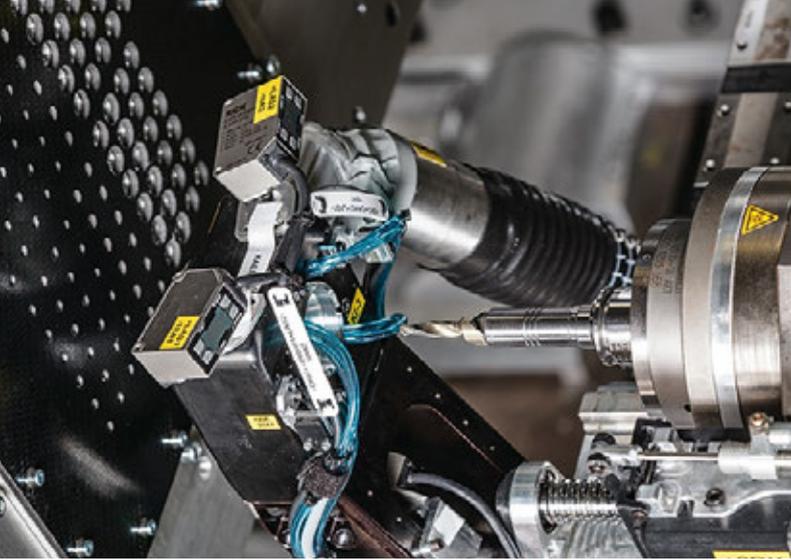
Prozessentwicklung additiver Verfahren: Die Verbesserung von Qualität, Zuverlässigkeit und Geschwindigkeit sowie die Herstellung von Bauteilen aus neuen Materialien und mit bisher nicht erreichten Funktionalitäten sind der Antrieb zur Weiter- und Neuentwicklung von additiven Verfahren.

Automatisierung additiver Verfahren: Ein entscheidender Erfolgsfaktor für die industrielle Implementierung von additiven Verfahren ist die Automatisierung der gesamten additiven Prozesskette. Das Fraunhofer IPA liefert Technologien für alle Teilschritte der additiven Prozesskette und unterstützt bei der Umsetzung in der Praxis.

Hybride Prozessketten: Additive Verfahren bieten hohe Freiheitsgrade bei der Gestaltung komplexer Produkte. Dennoch sind den Verfahren Grenzen gesetzt – wie jedem anderen Fertigungsverfahren auch. Durch intelligente Kombination additiver und komplementärer Verfahren lassen sich Grenzen überwinden und neue Anwendungen schaffen.

Digitale Drucktechnologien: Inkjet-Druck und Elektrofotografie dienen zur Erzeugung komplexer Funktionsoberflächen für Anwendungen in der Elektronik, Bio-, Nano-, und Beschichtungstechnik sowie als Grundlage für zahlreich additive Fertigungsverfahren.

**Oliver Refle**  
Abteilungsleiter  
Telefon +49 711 970-1867  
oliver.refle@ipa.fraunhofer.de



## LEICHTBAUTECHNOLOGIEN

Leichtbau und die damit verbundenen Prinzipien sind für die Leistungsfähigkeit von Systemen entscheidend, beispielsweise um die Geschwindigkeit zu steigern. Zugleich bedeutet Leichtbau aber Ressourcenschonung, da sowohl Energie als auch Rohstoffe eingespart werden können.

In diesem Spannungsfeld arbeitet und forscht die Abteilung Leichtbautechnologien. Wir entwickeln Lösungen für Kunden, die Leichtbauwerkstoffe in ihren Produkten einsetzen und erarbeiten Konzepte zur prozesssicheren und wirtschaftlichen Bearbeitung und Zerspanung von Werkstoffen wie carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK), Kunststoff oder auch Titan sowie Multi-Material-Mix und realisieren diese gemeinsam mit unseren Kunden.

Um Leichtbauwerkstoffen ihre endgültige Form zu geben und so die gesetzten Ziele in Bezug auf Qualität, Kosten und Geschwindigkeit zu erreichen, entwickeln wir Fräs-, Bohr- und Sägestrategien. Wir betrachten aber auch die Themenkomplexe Absaugung von Stäuben oder den Einsatz von Kühlschmierstoff, Spannmittel und Qualitätsermittlung für neue Leichtbauwerkstoffe. Neben den spanenden Verfahren stehen auch Fügeverbindungen im Fokus, denn die Materialvielfalt bei Leichtbauapplikationen zwingt hier zu neuen Technologien.

Außerdem beforscht die Abteilung die Möglichkeiten, im Maschinenbau Leichtbauwerkstoffe und Leichtbaukonstruktionen einzusetzen. Dies gilt beispielsweise für Handgeräte, für »pick and place«-Applikationen in der Automatisierung oder für das Themengebiet der Ergonomie.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt auf dem Gebiet der Sägetechnik: Von der Maschine über die Sägewerkzeugherstellung bis zur Prozessführung und Anpassung an die Werkstoffe – von CFK bis zu nanokristallinen Ringbandkernen – werden alle Aspekte behandelt.

**Dr.-Ing. Marco Schneider**  
**Abteilungsleiter**  
**Telefon +49 711 970-1535**  
**marco.schneider@ipa.fraunhofer.de**



.....

# INDUSTRY ON CAMPUS

.....





## ARENA2036

Der kooperative Forschungscampus »ARENA2036« entwickelt wettbewerbsfähige Produktionsmodelle für das Automobil der Zukunft. Wissenschaftler und Vertreter aus Unternehmen arbeiten hierfür gemeinsam an neuen Methoden der Produktentwicklung und Produktionstechnik im Kontext der Automobilproduktion. Getreu dem Motto »Industry on Campus« soll der lokale Verbund als Marktplatz für Ideen dienen sowie einen Motor für die Nachwuchsförderung, Weiterbildung und Chancengleichheit darstellen.

Das Forschungsprogramm der ARENA2036 konzentriert sich in der zweiten Phase auf vier Hauptbereiche im automobilen Kontext:

- »Digitaler Fingerabdruck« – Ganzheitliche Datenakquisition und übergreifende Datensemantik für die automatisierte Bauteilevolution
- »Fluide Produktion« – Cyberphysische Produktionssysteme für die menschenzentrierte, rekonfigurierbare Produktion
- »FlexCAR« – Neue modulare Produktarchitekturen, Fertigungsverfahren und Werkstoffsysteme für das Fahrzeug der Zukunft
- »Agiler InnovationsHub« – Agile Formen der Zusammenarbeit durch neue Innovations- und Visualisierungswerkzeuge

Das Fraunhofer IPA hat die Projektleitung für die »Fluide Produktion«. In dieser werden die Grundlagen eines radikal neuen, ganzheitlichen Produktionskonzepts erarbeitet, das sich aus einzelnen cyberphysischen Produktionsmodulen immer wieder neu zusammensetzt. Ziel ist die Entwicklung einer Produktionsumgebung, die in ihrer Komplexität durch den Werker in der Produktion beherrscht und schnell in Betrieb genommen und verändert werden kann. Eine durchgängige datentechnische Integration aller Komponenten dient als Grundlage neuer datengetriebener Geschäftsmodelle der Automobilproduktion der Zukunft.

**Manuel Fechter**  
**Leiter Fluide Produktion**  
**Telefon +49 711 970-1352**  
**manuel.fechter@ipa.fraunhofer.de**

## FUTURE WORK LAB

Digitalisierung und Industrie 4.0 verändern die Industriearbeit drastisch. Immer mehr innovative Lösungen werden technisch möglich. Doch wie sieht die Industriearbeit der Zukunft aus, was passt zu Ihrem Unternehmen und wie implementieren Sie erfolgreich?

Die Fraunhofer-Institute IAO und IPA bieten mit dem Future Work Lab ein Innovationslabor, in dem Sie die Industriearbeit der Zukunft live erleben.

Mit Demonstratoren, Angeboten zur Kompetenzentwicklung und Weiterbildung sowie einer Plattform für den wissenschaftlichen Austausch richtet es sich an Industrie, Arbeitnehmerverbände, Politik und Wissenschaft. Unternehmen können die Leistungen des Future Work Lab über drei Wege nutzen:

- Die Demonstratorwelt zur Arbeitswelt der Zukunft zeigt, welche Technologien und Anwendungen heute schon möglich sind und wie künftige Szenarien der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik aussehen können.
- Die zukünftige Arbeitswelt erfordert ganz andere Kompetenzen als heute. Daher bietet die Lernwelt Workshops und Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von produzierenden Unternehmen.
- Für den wissenschaftlichen Dialog und die weitere Forschung rund um die Produktionsarbeit bietet die Ideenwelt eine zentrale Plattform.

Das Future Work Lab wird im Zeitraum 2019 bis 2022 mit den Fokusthemen Künstliche Intelligenz und vernetztes Produktionssystem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Weitere Informationen zu den kostenfreien Open Lab Days:  
[www.futureworklab.de](http://www.futureworklab.de)

**Simon Schumacher**  
**Projektleiter**  
**Telefon +49 711 970-1747**  
**simon.schumacher@ipa.fraunhofer.de**



## KI-FORTSCHRITTSZENTRUM LERNENDE SYSTEME

Mit dem KI-Fortschrittszentrum Lernende Systeme, gegründet von den Fraunhofer-Instituten IPA und IAO, trat die Fraunhofer-Gesellschaft im Oktober 2019 dem Cyber Valley bei und stärkt damit die größte Forschungskoooperation Europas auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz (KI).

Das KI-Fortschrittszentrum ist eine zentrale Anlaufstelle für anwendungsorientierte KI-Forschung für Unternehmen in Baden-Württemberg. Es führt Forschungsprojekte durch, die für den Produktions- und Dienstleistungssektor relevant sind. Es versteht sich als Schnittstelle zwischen der Industrie und der Grundlagenforschung innerhalb des bestehenden Cyber-Valley-Konsortiums und ermöglicht so den Technologietransfer in die Industrie. Neben Forschungseinrichtungen umfasst das Cyber-Valley-Konsortium auch mehrere Industriepartner.

Ein zentraler Schwerpunkt ist die direkte Kooperation mit Industrieunternehmen. Machbarkeitsstudien und Projekte zur Entwicklung erster Prototypen von KI-Anwendungen werden teilweise über das Budget des Fortschrittzentrums finanziert. Um strategische Partnerschaften aufzubauen, haben Industrieunternehmen die Möglichkeit, sogenannte Enterprise Labs zu betreiben und zu finanzieren. In diesen Labs können ein oder mehrere Forscher des KI-Fortschrittszentrums ihre ganze Aufmerksamkeit den spezifischen Fragestellungen des jeweiligen Industrieunternehmens widmen.

Ziel aller Aktivitäten ist es, eine menschenzentrierte KI zu entwickeln, der die Menschen vertrauen und die sie akzeptieren. Denn nur wenn Menschen mit neuen Technologien interagieren und eng zusammenarbeiten, kann ihr Potenzial optimal ausgeschöpft werden. Darum konzentrieren sich die Forschungsaktivitäten unter anderem auf die Themen Erklärbarkeit, Datenschutz, Zertifizierung, Sicherheit und Robustheit von KI-Technologien.

**Prof. Dr.-Ing. Marco Huber**  
Zentrumsleiter  
Telefon +49 711 970-1960  
marco.huber@ipa.fraunhofer.de

## LAB FLEXIBLE BLECHFERTIGUNG

Die Firma TRUMPF und das Fraunhofer IPA starteten 2015 eine strategische Kooperation über einen Zeitraum von fünf Jahren. Diese Kooperation wurde um weitere fünf Jahre verlängert, weiterhin mit dem gemeinsamen Ziel, Erkenntnisse aus der aktuellen Forschung zu Industrie 4.0 und Künstliche Intelligenz in der Blechbearbeitung zu verankern.

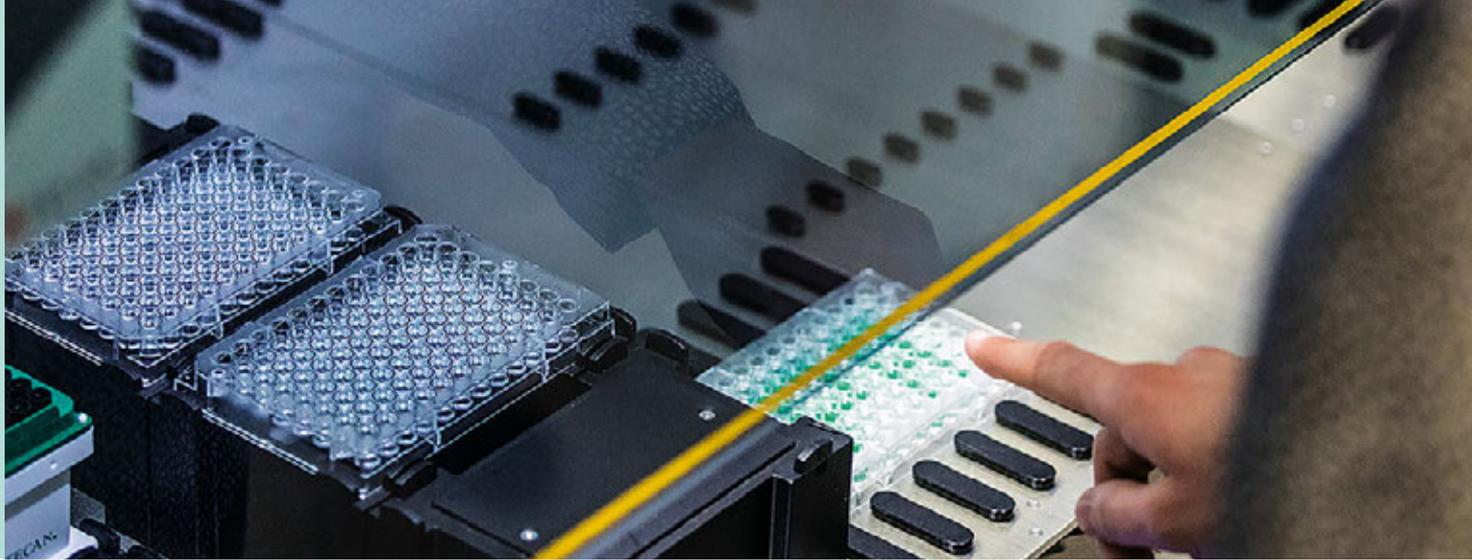
Im Lab Flexible Blechfertigung arbeiten Mitarbeiter von TRUMPF und dem Fraunhofer IPA gemeinsam daran, mithilfe neuer Technologien aus der Forschung innovative Lösungen für die Fertigungstechnik der Zukunft zu entwickeln. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung von Assistenzsystemen für den Werker durch maschinelle Lernverfahren und Künstliche Intelligenz.

Im Lab Flexible Blechfertigung werden aktuell folgende Themenfelder betrachtet:

- Künstliche Intelligenz in der Produktion
- Werkerassistenzsysteme
- Selbststeuernde Produktion
- Intralogistik

Ein Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit im Bereich der Werkerassistenzsysteme ist der Sorting Guide, der von TRUMPF nun als Produkt angeboten wird. In der Kooperation wurde die Idee geboren, das Konzept entwickelt, ein Prototyp gebaut und die finale Produktentwicklung unterstützt.

**Christian Jauch**  
Projektleiter  
Telefon +49 711 970-1816  
christian.jauch@ipa.fraunhofer.de



## **nCLAS INNOVATION CENTER FÜR LABORAUTOMATISIERUNG**

Moderne Labore sind hochkomplexe Datenfabriken. Sie haben Schlüsselfunktionen in Unternehmen. Neue effiziente Lösungen durch nachhaltige Automatisierung und digitale Assistenzsysteme tragen dazu bei, dass die wachsende Komplexität auch in Zukunft noch beherrschbar bleibt. Wir wollen mit nCLAS zeigen, wie eine bedarfsgerechte Automatisierung im Labor gestaltet sein sollte, damit Sie auch morgen noch flexibel auf die Anforderungen Ihrer Kunden reagieren können. Unser »nCLAS Innovation Center für Laborautomatisierung Stuttgart« schafft hierzu einen einmaligen Innovationsraum, in dem Hersteller, Anwender und Forscher sich austauschen und gemeinsam entwickeln können.

Die drei nCLAS-Säulen bieten hierzu für jeden Bedarf ein maßgeschneidertes Beratungs- und Entwicklungsangebot:

- nCLAS Academy: eine solide Basis für Innovationen schaffen
- nCLAS Reference Lab: validierte Prozesse und das Risiko stets im Blick
- nCLAS Future Lab: kooperative Forschung und Entwicklung am Puls der Zeit

Auch im Jahr 2019 war nCLAS wieder erfolgreich, wie im Bereich Open Innovation demonstriert. Hier haben wir Lösungen für den Arbeitsalltag von Laboranten entwickelt – beispielsweise mit der Einbindung von Kevin, unserem mobilen Laborroboter, oder anderer Software rund um das Thema Prozessunterstützung und digitaler Schatten. Auf dem nCLAS Forum am 22. Oktober 2020 wollen wir wieder Impulse setzen. Wir freuen uns, wenn Sie dabei sind!

**Michael Peter Skoruppa**  
Projektleiter  
Telefon +49 711 970-1198  
[michael.peter.skoruppa@ipa.fraunhofer.de](mailto:michael.peter.skoruppa@ipa.fraunhofer.de)

### LEISTUNGSZENTRUM MASS PERSONALIZATION

Die Personalisierung von Produkten und Dienstleistungen rückt immer stärker in den Fokus. Das Leistungszentrum Mass Personalization beschäftigt sich daher intensiv mit der Frage, wie Produkte in Losgröße 1 kostengünstig und dennoch auf den Einzelnen zugeschnitten hergestellt werden können.

Mit der gemeinsamen strategischen Initiative »Mass Personalization – mit personalisierten Produkten zum Business to User (B2U)« treiben vier Fraunhofer-Institute in Stuttgart (IAO, IBP, IGB, IPA) und acht Institute der Universität Stuttgart (IAT, IEW, IFSW, LBP, ISW, IGVP, INSPO, IFF) Innovationen voran. Diese verschaffen dem Nutzer von Produkten und Dienstleistungen einen deutlichen Mehrwert und verhelfen produzierenden Unternehmen zu nachhaltigen Wettbewerbsvorteilen.

Gemeinsam mit der Industrie entwickelt das Leistungszentrum Mass Personalization branchenübergreifende Verfahren, Prozesse, Produktionssysteme und neue Geschäftsmodelle. Damit können personalisierte Produkte kosteneffizient in folgenden drei Bereichen hergestellt werden:

- Wohnen / Bau
- Mobilität / Automotive
- Gesundheit / Life Science

**Steffen Hesping**  
Zentrumsleiter  
Telefon +49 711 970-1075  
steffen.hesping@ipa.fraunhofer.de

### ZENTRUM FÜR ADDITIVE PRODUKTION (ZAP)

Das Zentrum für Additive Produktion widmet sich der material- und anwendungsübergreifenden Weiterentwicklung additiver Verfahren für die Industrie – in der Öffentlichkeit besser bekannt als 3D-Druck. Hierzu werden gemeinsam mit der Industrie verschiedene Aspekte betrachtet. Dabei ist nicht nur der additive Aufbauprozess an sich, sondern die Gesamtprozesskette vom CAD-Datensatz bis zum fertigen Produkt Gegenstand der Entwicklungen.

Die Themen im Einzelnen:

- Weiterentwicklung additiver Kernprozesse und Erweiterung der Materialvielfalt: Die Weiterentwicklung additiver Prozesse hin zu einer besseren Skalierbarkeit in Bezug auf Bauteilgröße, Prozessgeschwindigkeit und Materialvielfalt ist eine wesentliche Voraussetzung für einen breiteren Einsatz der additiven Fertigung.
- Additive und hybride Prozessketten: Eine direkte Interaktion von additiven und konventionellen Prozessen zu neuen Gesamtprozessen birgt das Potenzial bestehende technologische Grenzen zu überwinden.
- Integration additiver Verfahren in Fertigungsumgebungen: Der Aufbau marktverfügbarer additiver Fertigungsanlagen ist für manufakturähnliche Umgebungen ausgelegt. Der Übergang zur industriellen Massenfertigung bedarf neuer, auf den Anwendungsfall ausgerichtete Anlagenkonzepte.
- Entwicklung additiver Gesamtprozessketten auf industriellem Niveau: Die Integration additiver Fertigungsverfahren in industriellen, vollautomatisierten Umgebungen ist zentraler Forschungsgegenstand im Zentrum für Additive Produktion. Inbegriffen ist die Betrachtung aller Verfahrensschritte für die Herstellung eines kundentauglichen Endprodukts.

**Oliver Refle**  
Zentrumsleiter  
Telefon +49 711 970-1867  
oliver.refle@ipa.fraunhofer.de



## ZENTRUM FÜR CYBER COGNITIVE INTELLIGENCE (CCI)

Auf dem Weg zu personalisierten Produkten zu Kosten der Massenproduktion sorgt Künstliche Intelligenz (KI) für einen enormen Produktivitätsschub. Denn Maschinen und Roboter können sich mithilfe von Algorithmen selbst an veränderte Gegebenheiten in der Produktion anpassen. Auf Basis von großen Datenmengen und deren Auswertung werden Produktionen durch KI effizienter, flexibler einsetzbar und fertigen hochwertigere Ware.

Ziel des CCI ist es, die Forschung und den Technologietransfer von KI und Maschinellen Lernen (ML) voranzutreiben:

- Transfer neuester Methoden der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens wie etwa Deep Learning für die Anwendung in Produktion, Logistik und Automatisierung
- Nachvollziehbare und erklärbare Aufbereitung der Auswertungsergebnisse intelligenter Methoden
- Vorausschauende Instandhaltung zur Reduktion und Vermeidung von Stillstandszeiten in der Produktion
- Qualitätssicherung durch kontinuierliche Auswertung von Prozess- und Messgrößen
- Qualitätskontrolle durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz in der Bild- und Signalverarbeitung
- Automatisierte Erkennung von Anomalien und Bestimmung von Fehlerursachen
- Datengetriebene Optimierung von Produktions- und Automatisierungsprozessen
- Intuitive und optimierte Instruktion von Robotern und sichere Mensch-Roboter-Interaktion

**Prof. Dr.-Ing. Marco Huber**  
**Zentrumsleiter**  
**Telefon +49 711 970-1960**  
**marco.huber@ipa.fraunhofer.de**

## ZENTRUM FÜR CYBERPHYSISCHE SYSTEME (ZCPS)

Das ZCPS ist ein industrienaher Forschungs- und Entwicklungszentrum für Cyberphysical Systems in Baden-Württemberg. Cyberphysische Systeme (CPS) sind durch die tiefe Integration virtueller und physischer Komponenten in ein gemeinsames System gekennzeichnet. Sie gelten als zentrales Konzept für zukünftige eingebettete und mechatronische Systeme, unter anderem in der Produktion, dem Energie- und Automobilbereich. Die Forschungsarbeit am ZCPS gilt der Umsetzung der CPS-Konzepte in Technologien, Tools und Produkte.

Forschungsschwerpunkte am ZCPS:

- Vernetzung und Entwicklung von Produktionssystemen, eingebetteten Systemen und Diensten
- Intelligente Sensorik und Aktorik für die Befähigung zukünftiger Produktionssysteme
- Überführung bestehender Produktionen in agile cyberphysische Produktionssysteme auf Basis hybrider Edge-basierter Architekturen
- Innovative Lösungen für Anlagenintegration und Steuerung
- Funktionale Sicherheit autonomer Produktionssysteme
- Daten- und Informationssicherheit in der digitalisierten Produktion
- Konzeption neuartiger Dienstleistungen und Produkte
- Durchgängiges Engineering für den gesamten CPS-Lebenszyklus und Bereitstellung der Toolchain

**Joachim Seidelmann**  
**Zentrumsleiter**  
**Telefon +49 711 970-1804**  
**joachim.seidelmann@ipa.fraunhofer.de**

### **ZENTRUM FÜR DIGITALISIERTE BATTERIEZELLENPRODUKTION (ZDB)**

Das Zentrum für Digitalisierte Batteriezellenproduktion fokussiert die durchgängige Digitalisierung der Wertschöpfungskette in der Batteriezellenproduktion. Das Forschungsangebot des Zentrums unterstützt die Qualifizierung und Skalierung von bestehenden (Li-Ionen-) und zukünftigen (Post-Li-Ionen-) Batteriezellkonzepten und Fertigungsverfahren. Die Wissenschaftler zielen auf die Steigerung und Stabilisierung der Produktqualität durch Optimierung einzelner Produktionsprozesse, verketteter Produktionslinien sowie der übergeordneten Prozess- und Gebäudeinfrastruktur. Hierdurch sollen die Eintrittshürden in eine großskalige industrielle Fertigung von Batteriezellen für industrielle Anwender gesenkt werden.

Folgende Schwerpunkte werden im Zentrum beforscht:

- Digitalisierung der Batteriezellenproduktion
- Simulationsgestützte Planung und Auslegung von Fabriken für die Batteriezellenproduktion
- Qualitätssteigerung und Fehlerdetektion durch Online-Prozessüberwachung
- Prozessentwicklung und -optimierung für die Elektrodenbeschichtung (nass und trocken)
- Prozessentwicklung und -optimierung für die Zellassemblierung (insb. Elektrolytbefüllung)
- Energieeffizienzsteigerung bei Nass- und Trockenbeschichtungsprozessen, bei Formierungsprozessen sowie in der Produktions- und Gebäudeinfrastruktur
- Modularisierung von Produktionslinien und Standardisierung von logistischen und informationstechnischen Schnittstellen
- Materialforschung für Anoden- und Kathodenmaterialien, Separatoren und Elektrolyte
- Labor- und Feldtests zur Evaluierung von Batteriezellen und -modulen in kundenspezifischen Zielanwendungen
- Ressourcenmanagement, Demontage und Recycling von Batteriezellen

**Prof. Dr.-Ing. Kai Peter Birke**  
Zentrumsleiter  
Telefon +49 711 970-3621  
[kai.peter.birke@ipa.fraunhofer.de](mailto:kai.peter.birke@ipa.fraunhofer.de)

### **ZENTRUM FÜR FRUGALE PRODUKTE UND PRODUKTIONSSYSTEME (ZFP)**

Das Zentrum wird vom Fraunhofer IAO und IPA gemeinschaftlich geleitet und von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik unterstützt. Diese interdisziplinäre Bündelung von Kompetenzen unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung frugaler Produkte, Produktionssysteme, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle. Das gemeinsame Ziel ist dabei, dass Unternehmen in den Wachstumsmärkten und im europäischen Einstiegs- und Standardsegment erfolgreich sind und ihre Positionen gegenüber Mitbewerbern aus dem Niedrigpreis-Segment verteidigen und ausbauen können.

Die Schwerpunkte des Zentrums sind:

- Frugale Innovationsstrategien: Das Zentrum unterstützt beim Aufbau frugaler Innovationsstrategien sowie Produkt- und Organisationsstrategien auf Basis von Foresight- und Best-Practice-Beispielen.
- Entwicklung frugaler Lösungen: Das Zentrum entwickelt Lösungen zur Eliminierung von ökonomisch unvorteilhafter Produktfunktionen, bezogen auf internationale Kontexte mit traditionellen und agilen Entwicklungsmethoden.
- Aufbau frugaler Kompetenzen: Um auf dem Markt bestehen zu können, wird der Einsatz eines frugalen Mindsets immer wichtiger. Dieses wird anhand von Seminaren, einer Exponate-Ausstellung und praktischer Trainingsmodule geschult.
- Digitalisierung: Das Zentrum hilft Unternehmen dabei, Maschinen und Anlagen anforderungsgerecht auszulegen. Dies kann zum Beispiel durch die Gestaltung digitaler Prozesse zur kundenorientierten Produktentwicklung, cyberphysische Systeme zur Nutzereinbindung und benutzerfreundlicher Bedienkonzepte (Human Machine Interfaces) erfolgen.
- Applikationsszenarien frugaler Lösungen: Best-Practice-Beispiele frugaler Innovationen in einer Laborumgebung dienen als Basis für die weitere Entwicklung bei den beteiligten Unternehmen und als Inspiration für weitere Unternehmen.

**Uwe Schleinkofer**  
Zentrumsleiter  
Telefon +49 711 970-1553  
[uwe.schleinkofer@ipa.fraunhofer.de](mailto:uwe.schleinkofer@ipa.fraunhofer.de)



## ZENTRUM FÜR ULTRAEFFIZIENZ

Mit dem Projekt Ultraeffizienzfabrik im urbanen Umfeld will Fraunhofer die Produktion nachhaltiger und effizienter machen. Damit der Maschinen- und Anlagenbau Ansätze der »Green Economy« einhalten kann, untersucht das Fraunhofer IPA gemeinsam mit Partnern aktuell verwendete Technologien, bewertet diese und koppelt sie mit nachhaltigen Technologieinnovationen. Das Ziel ist es, Ressourcen bestmöglich zu nutzen – für eine höhere Nachhaltigkeit und gleichzeitig geringere Umweltbelastung.

Das vom Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg geförderte Projekt soll ultraeffiziente Fabriken schaffen. Dabei sollen nicht nur negative Effekte einer Produktion minimiert werden. Vielmehr soll die Fabrik einen positiven Beitrag leisten, indem sie eine Symbiose mit dem urbanen Umfeld eingeht. Das Projekt unterstützt Unternehmen dabei, ihre Wertschöpfungsprozesse effektiv und effizient zu gestalten, indem Material, Energie, Personal und Kapital optimal eingesetzt werden. Dadurch werden auch Abfall, Abluft und Abwasser weitestgehend eliminiert. Es existieren bereits Teillösungen auf dem Weg zur Ultraeffizienzfabrik, es fehlt jedoch noch eine ganzheitliche Betrachtungsweise.

**Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer**  
Zentrumsleiter  
Telefon +49 711 970-3600  
[alexander.sauer@ipa.fraunhofer.de](mailto:alexander.sauer@ipa.fraunhofer.de)

.....  
**WEITERE STANDORTE**  
.....





## **EPIC – CENTRE OF EXCELLENCE IN PRODUCTION INFORMATICS AND CONTROL, BUDAPEST**

Innovationen beschleunigen, industrielle Lösungen umsetzen und hochqualifizierte Fachkräfte ausbilden sind drei der übergeordneten Ziele des Wissenszentrums für Produktionsinformatik und -steuerung (EPIC CoE). Damit unterstützt EPIC die Entwicklung eines nachhaltigen und wettbewerbsfähigen europäischen Produktionsökosystems.

EPIC CoE besteht aus dem SZTAKI CoE, das Kompetenzen in der Grundlagenforschung vertieft, und dem EPIC Innolabs Ltd. Die eigenständige juristische Organisation wurde im Juni 2018 von Konsortialpartnern mit Beteiligung von Fraunhofer in Ungarn gegründet. EPIC Innolabs Ltd. basiert auf der Erweiterung und Migration des zuvor bestehenden Fraunhofer-SZTAKI-Projektzentrums PMI. Unter seinem Dach sind die Aktivitäten des PMI fortgesetzt worden und langfristig strategisch besser aufgestellt.

Die wichtigsten strategischen Ziele von EPIC CoE sind:

- Initiierung, Fokussierung und Beschleunigung der Grundlagenforschung und anwendungsorientierten Entwicklung
- Wissenschaftliche Profilierung und Qualifizierung durch Soft-Skills der Mitarbeiter und Institutionen, die an sieben ausgewählten Forschungsfeldern aus dem Bereich Industrie 4.0 und cyberphysische Systeme beteiligt sind
- Intensivierung des Technologietransfers und der industriellen Innovationen in Ungarn
- Stärkung der Beziehungen zwischen Industrie und regionaler Infrastruktur wie Universität und Politik
- Stärkung der Kommunikation und des Verständnisses zwischen Öffentlichkeit und Wissenschaft
- Ermöglichung der Teilnahme ungarischer kleiner und mittlerer Unternehmen an Forschungsprojekten

**Andreas Kluth**  
**Projektleiter Fraunhofer-Institut für**  
**Produktionstechnik und Automatisierung IPA**  
**Telefon +49 711 970-1942**  
**andreas.kluth@ipa.fraunhofer.de**

## **FRAUNHOFER AUSTRIA RESEARCH GMBH, WIEN**

Gegründet 2004 als Projektgruppe des Fraunhofer IPA, ist die Niederlassung in Wien seit 2008 unter dem Dach der Fraunhofer Austria Research GmbH aktiv. Die gemeinnützige, nicht gewinnorientierte Forschungsorganisation beschäftigt heute 70 Mitarbeitende an mehreren Standorten.

Wie Exzellenz im Operations Management entlang der gesamten Wertschöpfungskette erreicht werden kann, gehört zu den wesentlichen Fragestellungen der Wissenschaftler. Hierbei werden Methoden und Lösungen im Rahmen der Produktions- und Logistikforschung entwickelt und in die industrielle Anwendung überführt.

Der Schwerpunkt des neuen Tätigkeitsfelds Mensch-Maschinen-Interaktion liegt auf der Optimierung menschlicher Arbeit im Rahmen von Industrie 4.0. Advanced Industrial Management umfasst soziotechnische Arbeitssystemgestaltung in der digitalen Transformation, optimierte Arbeitsprozesse sowie humanzentrierte Assistenzsysteme, die Menschen und Maschinen intelligent vernetzen und Produktivität und Arbeitsqualität steigern.

Forschungsschwerpunkte sind:

- Integrierte Produktions- und Logistikplanung
- Ressourceneffizienz in Wertschöpfungssystemen
- Industrie 4.0 und Digitale Produktion
- Industrial Data Science
- Human-Centered Cyber-Physical Assembly Systems
- Mensch-Maschine-Interaktion
- Digitale Transformation
- Angewandte Datenanalytik

**Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihl**  
**Leiter Fraunhofer Austria Research GmbH**  
**Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement**  
**Geschäftsbereich Advanced Industrial Management**  
**Telefon +43 1 504 69 06**  
**office@fraunhofer.at**



### **FRAUNHOFER PROJECT CENTER FOR SMART MANUFACTURING, SHANGHAI**

Das Fraunhofer Project Center for Smart Manufacturing in Shanghai/Lingang ist eine Kooperation zwischen dem Fraunhofer IPA und der Shanghai Jiao Tong University (SJTU). Im Project Center werden anwendungsbezogene Lösungen im Bereich Produktionsmanagement, Mensch-Roboter-Kollaboration und Industrie 4.0 erforscht und entwickelt.

Ziel der Zusammenarbeit ist es, gemeinsam mit Industriepartnern Forschungsprojekte zur Digitalen Transformation und Smart Manufacturing im chinesischen Markt umzusetzen. Dies geschieht im Rahmen gemeinsamer Forschungsaktivitäten von Wissenschaftlern aus Deutschland und China. Das Project Center wird von Michael Lickefett, Abteilungsleiter Fabrikplanung und Produktionsmanagement am Fraunhofer IPA, und Prof. Hao Wang, Vizedekan der Fakultät für Maschinenbau an der SJTU, geleitet.

Den Schwerpunkt der Zusammenarbeit stellt die Etablierung einer Demonstratoren-Umgebung dar. Diese dient als Forschungs- und Anwendungszentrum zum Thema Industrie 4.0. Industrieunternehmen können sie als Testumgebung für eigene und gemeinsame Forschung und Entwicklungen nutzen.

Das Project Center befindet sich an dem neu gegründeten Standort Lingang, einer der führenden Wissenschafts- und Technologieregionen Chinas, an der Südküste von Shanghai.

Das Project Center unterstützt Unternehmen, die auf dem chinesischen Markt tätig sind und innovative Projektvorhaben zu folgenden Zukunftsthemen umsetzen möchten:

- Smart Factory
- Digitaler Schatten
- Cyberphysische Systeme
- Digitale Geschäftsmodelle

#### **Michael Lickefett**

**Leiter Fraunhofer Project Center for Smart Manufacturing**

**Telefon +49 711 970-1993**

**michael.lickefett@ipa.fraunhofer.de**

### **FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE FÜR AUTOMATISIERUNG IN DER MEDIZIN UND BIOTECHNOLOGIE PAMB, MANNHEIM**

PAMB entwickelt seit 2011 für Medizintechnikunternehmen, Kliniken, Biotechnologie- und Pharmaunternehmen Digitalisierungs- und Automatisierungslösungen für die industrielle Forschung und Anwendungen im Gesundheitssystem. In Industrie- und Forschungsprojekten unterstützt PAMB seine Kunden erfolgreich mit durchgängigen Lösungen für die Prozessplanung in Klinik und Labor, mit messtechnischen Lösungen, vernetzten und integrierten Steuerungsplattformen, Geräte- und Instrumentenentwicklung entlang der jeweiligen Prozesskette. Die Forschungsschwerpunkte liegen in der Entwicklung und Anwendung von cyberphysischen Systemen, IoT-Lösungen mit einem Schwerpunkt auf integrierten Messsystemen für die holistische Datenerfassung, Anwendungen der Künstlichen Intelligenz oder dem Maschinenlernen für die Steuerung technischer Systeme und Data Analytics, beispielsweise als Voraussetzung für automatisierte Systemplattformen und Geräte.

Ein professionelles Angebot wird durch die Lage von PAMB mit seinen Labors und Büros mitten auf dem Campus des Universitätsklinikums UMM in Mannheim ermöglicht. Die Vernetzung mit dem Universitätsklinikum und die enge Verbindung zur Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg eröffnet PAMB einen unmittelbaren Zugang zu den Prozessen, Informationen und Daten aus der Klinik oder allgemein aus dem Gesundheitswesen. Deshalb bringt das multidisziplinäre Team von PAMB nicht nur die fachliche Kompetenz mit, sondern ist für die erfolgreiche Abwicklung der Projekte auch mit der Sprache der jeweiligen Fachwelt vertraut.

#### **Prof. Dr.-Ing. Jan Stallkamp**

**Leiter Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB**

**Telefon +49 621 17 207-101**

**jan.stallkamp@ipa.fraunhofer.de**



## **FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE PROZESSINNOVATION, BAYREUTH**

In enger Kooperation mit dem Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik der Universität Bayreuth forschen wir mit insgesamt 40 Ingenieuren und Wissenschaftlern vor allem auf den Gebieten der Produktion und Logistik. Im Fokus stehen drei Themenfelder:

### **Innovative Prozesse**

Hier bilden vor allem die additiven Fertigungsverfahren mit den zugehörigen unterstützenden Prozessen einen Schwerpunkt. Zur Erforschung neuer Anwendungen stehen mehrere vollständig ausgestattete Labors zur Verfügung. In praxisnahen Projekten lernen Industriepartner den Mehrwert der Additiven Fertigung wie Funktionsintegration oder Bauteilkonsolidierung kennen. Darüber hinaus werden Lösungsansätze für die Industrialisierung der Prozesse der Additiven Fertigung entwickelt.

### **Intelligente Wertschöpfungsketten**

Mit innovativen Lösungen, methodischer Exzellenz und Werkzeugen der Digitalisierung unterstützen wir Unternehmen insbesondere im Kontext der Produktion. Mit Data Analytics, Prozess- und IoT-Kompetenz optimieren und digitalisieren wir die Produktion und tragen so zur Digitalen Transformation der Wertschöpfung bei. Wir unterstützen Sie gerne von der Konzeption bis hin zur Umsetzung.

### **Effiziente Wertschöpfungssysteme**

Wir sind Ihr Ansprechpartner für die ganzheitliche und nachhaltige Gestaltung von effizienten Wertschöpfungssystemen (Produktionssysteme und Supply Chains) sowohl in der Neuteile- als auch in der Austauschteileproduktion (Refabrikation/ Remanufacturing).

**Prof. Dr.-Ing. Frank Döpfer**  
Leiter Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation  
Telefon +49 921 785 16-100  
frank.doepper@ipa.fraunhofer.de

## **REUTLINGER ZENTRUM INDUSTRIE 4.0, REUTLINGEN**

Das Reutlinger Zentrum Industrie 4.0 (RZI 4.0) ist ein Forschungs- und Transferzentrum für den Mittelstand in Baden-Württemberg, wenn es um die Entwicklung und Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten und Digitalisierung geht. Die Kooperation mit der ESB Business School der Hochschule Reutlingen wird seit 2016 innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft als Außenstelle des Fraunhofer IPA geführt und finanziell vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg getragen.

Aufgaben des RZI 4.0 liegen vor allem in folgenden Themenbereichen:

- Digitale Transformation und Geschäftsmodelle für Industrie 4.0
- Smarte vernetzte Produktion und Logistik
- Industrie-4.0-Technologien
- Wertschöpfungsnetzwerke

Das RZI 4.0 greift auf die Forschungsinfrastruktur und das Know-how seiner drei Partner zurück. Dabei dient die Forschungs- und Entwicklungsumgebung »Werk150« der Hochschule Reutlingen als exemplarisches Produktionsunternehmen mit digitalem Abbild. Mit einer virtuellen dreidimensionalen Entwicklungsumgebung, additiven Fertigungsverfahren, modularen Montagesystemen, innovativer Fördertechnik, kollaborativen Robotern und visuellen Assistenzsystemen sowie modernsten Informations- und Kommunikationstechnologien können wissenschaftliche wie auch industrielle Aufgabenstellungen gelöst und getestet werden. So ist es möglich, realisierbare und realistische Industrie-4.0-Konzepte in Form von Demonstratoren aufzubauen, zu erproben und anschließend in Unternehmen zur Anwendung zu bringen. Kleine und mittelständische Unternehmen informiert das RZI 4.0 über den Nutzen von Industrie 4.0 in Informationsveranstaltungen und Workshops.

**Prof. Dr. techn. Daniel Palm**  
Leiter Reutlinger Zentrum Industrie 4.0  
Telefon +49 7121 271-3105  
daniel.palm@ipa.fraunhofer.de

---

# LEHRE, AUS- UND WEITERBILDUNG

---





## **INSTITUT FÜR INDUSTRIELLE FERTIGUNG UND FABRIKBETRIEB (IFF) DER UNIVERSITÄT STUTTGART**

Die Forschungsschwerpunkte im Bereich Fabrikbetrieb umfassen Fabrikplanung und Produktionsoptimierung, Auftragsmanagement und Wertschöpfungsnetze, Nachhaltige Produktion und Qualität, Produktionsinformatik, Industrie 4.0, Smart Factory sowie Personalisierte Produktion. Die Industrielle Fertigung wird am IFF mit dem Fokus auf Beschichtungssystem- und Lackiertechnik, Galvanotechnik, Fertigungsmesstechnik und Funktionale Materialien adressiert.

Das IFF kooperiert eng mit dem Fraunhofer IPA. Interdisziplinär zusammengesetzte Forschergruppen mit langjähriger Erfahrung auf den genannten Arbeitsgebieten sind Garanten für erfolgreiche Projektabwicklung in der Auftragsforschung für öffentliche und industrielle Auftraggeber. Modern eingerichtete Fertigungsmess- und Versuchslabors, Versuchsfelder für Industrieroboter, CAD-Labor, Oberflächentechnikum und das Auftragsmanagementlabor werden gemeinsam mit dem Fraunhofer IPA betrieben.

Das IFF ist Mitglied im Produktionstechnischen Zentrum Stuttgart PZS, das die fertigungstechnischen Institute der Universität organisatorisch bündelt. Ziel ist es, die Fertigungstechnik in Stuttgart national und international sichtbar zu machen und die Produktion im Rahmen von Industrie 4.0 maßgeblich zu gestalten.

**Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl**  
**Institutsleiter des IFF**  
**Telefon + 49 711 970-1100**  
**thomas.bauernhansl@ipa.fraunhofer.de**

## **INSTITUT FÜR ENERGIEEFFIZIENZ IN DER PRODUKTION (EEP) DER UNIVERSITÄT STUTTGART**

Das EEP erforscht Potenziale für Energieeffizienz in der Produktion und zeigt Energieeffizienz-Maßnahmen auf, die den Unternehmen einen messbaren Gewinn bringen. Darüber hinaus begleitet es nationale und internationale volkswirtschaftliche Initiativen zur Steigerung der Energieeffizienz.

Schwerpunkte der Tätigkeiten des EEP sind:

- Energieeffiziente Technologien und Prozesse
- Energiemanagement und -optimierung
- Industrial Smart Grids
- Urbane Produktion aus energetischer Sicht
- Energiepolitik, -strategie und -finanzierung

In verschiedenen Gremien erarbeitet das EEP Entscheidungsgrundlagen für Politik und Gesellschaft. So entwickelt das EEP im Rahmen der Plattform Energieeffizienz des BMWi gemeinsam mit Interessenvertretern aus Wirtschaft, Gesellschaft und Wissenschaft Lösungen für eine Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland und ist beteiligt am UN SE4ALL (Sustainable Energy for all) Industrial Energy Efficiency Accelerator Implementation Committee.

Das Institut publiziert halbjährlich den Energieeffizienz-Index der deutschen Industrie und veranstaltet den Energieeffizienz-Gipfel als ideales Forum für den Austausch zu kontroversen Themen der Energieeffizienz.

**Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer**  
**Institutsleiter des EEP**  
**Telefon +49 711 970-3600**  
**alexander.sauer@eep.uni-stuttgart.de**



## **STUTTGARTER PRODUKTIONS-AKADEMIE**

Technologische und gesellschaftliche Veränderungen bringen Chancen für Unternehmen mit sich – allerdings auch Herausforderungen. Ein wichtiger Baustein im Umgang mit diesen Veränderungen ist die Qualifizierung der Beschäftigten. Deshalb unterstützt die Stuttgarter Produktionsakademie Fach- und Führungskräfte beim Auf- und Ausbau von Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz.

Besonders nachgefragt wurde 2019 Weiterbildung im Themenfeld »Digitale Transformation«. Neben Kompaktseminaren für Einsteiger in die Digitalisierung umfasst das Angebot mittlerweile zahlreiche spezialisierte Veranstaltungen, beispielsweise zum Thema Kognitive Produktionssysteme. Im Jahr 2019 startete erstmals eine fünftägige Ausbildung zum Industrie-4.0-Praktiker, in der Experten des Fraunhofer IPA und Bosch Connected Industry die Teilnehmer praxisbezogen mit der digital vernetzten Produktion bekannt machten. Weitere Durchgänge dieser Ausbildung sowie eine darauf aufbauende Ausbildung zum Industrie-4.0-Koordinator sind für das kommende Jahr geplant.

Erweitert wurde auch das Webinar-Programm. Neben der bereits etablierten Webinar-Reihe zur Lackiertechnik nahmen Interessierte an Online-Veranstaltungen zu den Themen Industrie 4.0, digitale Geschäftsprozesse und Maschinelles Lernen teil.

Für 2020 sind etwa 140 Seminar- und Webinartermine geplant. Unter [www.stuttgarter-produktionsakademie.de](http://www.stuttgarter-produktionsakademie.de) finden Sie detaillierte Informationen und das komplette Angebot immer aktuell – dort können Sie auch den Newsletter entsprechend Ihrer Arbeits- und Interessenschwerpunkte bestellen, um über neue Veranstaltungen auf dem Laufenden zu bleiben.

**Vera Wilmering**

**Marketing- und Produktmanagement, Prokuristin**

**Telefon +49 711 970-1607**

**[info@stuttgarter-produktionsakademie.de](mailto:info@stuttgarter-produktionsakademie.de)**

**[www.stuttgarter-produktionsakademie.de](http://www.stuttgarter-produktionsakademie.de)**

# IMPRESSUM

## Herausgeber

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e. V.  
Hansastraße 27c | 80686 München

Fraunhofer-Institut für  
Produktionstechnik und Automatisierung IPA  
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart  
www.ipa.fraunhofer.de

## Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl  
Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer

## Leitung Marketing und Kommunikation

Fred Nemitz

## Redaktion

Stella Christ, Ioanna Dimitriadou, Ani Jibukhaia,  
Fred Nemitz, Dr. Karin Röhrich, Christine Sikora (Bild),  
Dr. Birgit Spaeth, Jörg-Dieter Walz (Chefredaktion)

## Bestellservice

Telefon +49 711 970-1607  
marketing@ipa.fraunhofer.de

## DTP

Armin Zebrowski, komwerb Agentur Stuttgart

## Druck

GO Druck Media GmbH & Co. KG  
Kirchheim unter Teck

## Bildnachweise

Alle Abbildungen, die im Folgenden nicht aufgeführt sind, Quelle:  
Fraunhofer IPA, Foto: Rainer Bez, Nikola Kaloyanov.

**Titelmotiv:** Wirtschaftsministerin Nicole Hoffmeister-Kraut und  
die beiden Institutsleiter, Prof. Wilhelm Bauer (li.), Fraunhofer  
IAO, und Prof. Thomas Bauernhansl (re.), Fraunhofer IPA, eröff-  
nen das KI-Fortschrittszentrum Lernende Systeme.  
Quelle: Fraunhofer IAO, Foto: Ludmilla Parsyak

Seite 13: Quelle: Foto: Christian Hass | Fotodesign

Seite 14 und 15, oben: Quelle: Gewers & Pudewill GmbH

Seite 14, unten: Quelle: Fraunhofer IPA, Tobias Herbst

Seite 15, Mitte: Quelle: Fraunhofer IAO, Foto: Ludmilla Parsyak

Seite 15, unten: Quelle: Fraunhofer IAO, Foto: Ludmilla Parsyak

Seite 17: Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie,  
Foto: Bildkraftwerk\_Kurc

Seite 20: Quelle: Hörmlle GmbH

Seite 23: Quelle: Adobe Stock/Feodora

Seite 25, unten: Quelle: Adobe Stock/Bufullaboy

Seite 27, oben links: Quelle: Adobe Stock/Gunnar Assmy

Seite 29, oben rechts: Quelle: Shutterstock/Christian Langereck

Seite 31, oben rechts: Quelle: unger-kreative strategien GmbH/  
fotolia.com, überführt in Adobe Stock

Seite 32, oben rechts: Quelle: Adobe Stock/Oliver Le Moal

Seite 42, oben links: Quelle: Foto: Christian Hass | Fotodesign

Seite 49, oben links: Quelle: Adobe Stock/donfiore

Seite 49, oben rechts: Quelle: Adobe Stock/Sved Oliver

Seite 50, oben links: Quelle: Fraunhofer IPA, Foto:

Nadine Schlotterer

Seite 50, oben rechts: Quelle: Fraunhofer IPA/Foto:

Vanessa Stachel

Seite 51, oben rechts: Quelle: Hochschule Reutlingen

Seite 53, oben links: Quelle: Universität Stuttgart/Fraunhofer IPA

Seite 53, oben rechts: Quelle: Clemens Hess Fotografie

