



Fraunhofer

IPA

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA

Jahresbericht 2015



**FRAUNHOFER IPA
JAHRESBERICHT 2015**



MIT EFFIZIENZ UND EFFEKTIVITÄT ZUR ULTRAEFFIZIENZ

Die Verknüpfung von Effizienz und Effektivität zur Ultraeffizienz ist uns über zahlreiche Forschungsprojekte so zur Natur geworden, dass Sie in diesem Jahr einen besonders schlanken – sozusagen einen ultraeffizienten – Jahresbericht in Händen halten.

Querverbindungen zwischen den IPA-Forschungsthemen beziehungsweise -abteilungen und den Branchen werden seit 2012 über unsere Geschäftsfelder hergestellt. Seit Januar 2015 gehört neben Automotive, Elektronik und Mikrosystemtechnik, Energiewirtschaft, Maschinen- und Anlagenbau sowie Medizin- und Biotechnik auch das Geschäftsfeld Prozessindustrie dazu. Nicht nur bei Produktionsprozessen der Stückgutindustrie, sondern auch bei der Prozessindustrie, deren Herstellungsprozesse kontinuierlich und mit fließenden Medien ablaufen, spielen die Optimierung und die Flexibilisierung, die Logistik und die Energieeffizienz eine entscheidende Rolle. Ziel eines der ersten Projekte im neuen Geschäftsfeld war die Konzeption einer zukunfts-fähigen Schokoladenfabrik mit Verbesserung der Produktionsabläufe und der Einführung eines effektiven Energiemanagementsystems. Mehr dazu lesen Sie ab Seite 48.

Im Projekt »FastStorageBW«, das seit Anfang 2015 im Geschäftsfeld Energiewirtschaft umgesetzt wird, hat das Fraunhofer IPA eine neue Speichertechnologie mit einem mittelfristigen Marktpotenzial von bis zu drei Milliarden Euro entwickelt. Auch das Geschäftsfeld Automotive hat sich 2015 wesentlich mit Energiefragen beschäftigt, immerhin sollen in Deutschland bis 2020 eine Million Elektroautos unterwegs sein. IPA-Experten aus verschiedenen Abteilungen haben mit Industriepartnern neue Lösungen für die E-Mobility entwickelt, zum Beispiel die vielbeachtete neuartige Heizung für Stromer auf CNT-Basis (ab Seite 16).

Personelle Neuigkeiten gibt es im Maschinen- und Anlagenbau. Seit Oktober 2015 ist Martin Schleaf neuer Geschäftsfeld-leiter, und zwar in Vollzeit. Sein Geschäftsfeld kümmert sich auch um das ebenfalls 2015 eröffnete neue Applikationszentrum Industrie 4.0 (ab Seite 22).

Das Geschäftsfeld Elektronik und Mikrosystemtechnik hat 2015 einen wichtigen Baustein zur Smarten Fabrik beigesteuert: den »smartWT«, einen intelligenten Werkstückträger. Auf Seite 32 wird er vorgestellt.

Die Effizienzsteigerung ist eine der Kernkompetenzen des Fraunhofer IPA, so habe ich dieses Vorwort begonnen. Dieses Know-how ist auch im Geschäftsfeld Medizin und Biotechnik unverzichtbar. Bei der Arbeit im Labor, der Produktion neuer Medikamente, der Vorsorge, der Pflege – überall stecken Potenziale für Ultraeffizienz. Und hier geht es nicht um mehr Fließband in den Krankens-tationen. Unsere Arbeit am IPA wird am Ende – das ist meine Überzeugung – auch dazu beitragen, dass die optimale medizinische Versorgung aller Patienten bezahlbar bleibt.



Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

INHALTSVERZEICHNIS

Editorial	5	Abteilung	Fraunhofer-Anwendungs-	
Jahresrückblick	8	Beschichtungssystem- und	zentrum Großstrukturen in der	
		Lackiertechnik	Produktionstechnik AGP	61
Das Institut in Zahlen	12	Abteilung	Fraunhofer Austria Research	
Organigramm	13	Galvanotechnik	GmbH	62
Kuratorium	14	Abteilung	Fraunhofer-Projektzentrum für	
Geschäftsfeld		Steuerungs- und	Produktionsmanagement und	
Automotive	16	Antriebstechnik	Informatik PMI	62
Geschäftsfeld		Abteilung	Fraunhofer Project Center for	
Maschinen- und Anlagenbau	22	Roboter- und Assistenzsysteme	Electroactive Polymers at AIST	
Geschäftsfeld		Abteilung	Kansai	63
Elektronik und Mikrosystem-		Biomechatronische Systeme	Fraunhofer-Projektgruppe für	
technik	28	Abteilung	Automatisierung in der Medizin	
Geschäftsfeld		Laborautomatisierung und	und Biotechnologie PAMB	63
Energiewirtschaft	34	Bioproduktionstechnik	Fraunhofer-Projektgruppe	
Geschäftsfeld		Abteilung	Regenerative Produktion	64
Medizin- und Biotechnik	40	Reinst- und Mikroproduktion	Institut für Energieeffizienz in	
Geschäftsfeld		Abteilung	der Produktion (EEP)	64
Prozessindustrie	46	Bild- und Signalverarbeitung	Institut für Industrielle Fertigung	
Abteilung		Abteilung	und Fabrikbetrieb (IFF)	65
Nachhaltige Produktion und		Funktionale Materialien	Institut für Steuerungstechnik	
Qualität	54	Leichtbautechnologien	der Werkzeugmaschinen und	
Abteilung		Kompetenzzentrum digiTools	Fertigungseinrichtungen (ISW)	65
Fabrikplanung und		für die Produktion	Weiterführende Informationen	66
Produktionsoptimierung	54	Stuttgarter	Impressum	67
Abteilung		Produktionsakademie		
Effizienzsysteme	55			



1



2

Foto: Werner Huthmacher, Berlin

JAHRESRÜCKBLICK

Das Jahr 2015 hielt viele Höhepunkte für das IPA bereit – sei es ein weiteres Geschäftsfeld, hauptamtliche Geschäftsfeldleiter, renommierte Auszeichnungen, hochmoderne Gebäude, starke Kooperationspartner oder erfolgreiche Projekte.

Bisher gliederten die fünf Geschäftsfelder »Automotive«, »Maschinen- und Anlagebau«, »Elektronik- und Mikrosystemtechnik«, »Energiewirtschaft« und »Medizin- und Biotechnik« die Industriethemen des Fraunhofer IPA. Ziel dieser Struktur ist es, den Partnern aus der Praxis einen Überblick zu verschaffen und ihnen einen ersten, fachübergreifenden Ansprechpartner zu vermitteln. Im Januar 2015 kam mit »Prozessindustrie« ein sechstes dazu. Unter der Leitung von Dr. Michael Hilt adressiert das neue Geschäftsfeld erstmals diejenigen Branchen, die mit fließenden Materialien arbeiten.

Neue Geschäftsfeldleiter stärken Außenauftritt

Darüber hinaus erhielten drei Geschäftsfelder in der zweiten Jahreshälfte neue, nämlich hauptamtliche Geschäftsfeldleiter. Mit Dr. Bernard Budaker, Tobias Brode, Martin Schleef und Dr. Joachim Montnacher betreuen nun vier IPA-Experten die Bereiche Automotive, Medizin- und Biotechnik, Maschinen- und Anlagenbau und Energiewirtschaft in Vollzeit. In ihrer neuen Position können die Experten Industrieanfragen gezielter entgegennehmen und auf Projektebene abwickeln. Weiterhin treiben sie die strategischen Initiativen des IPA »Mass Sustainability« und »Mass Personalization« voran.

Auch das Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP der Universität Stuttgart bekam mit Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Alexander Sauer im Januar einen neuen Chef (Bild 1). Professor Sauer entwickelt bereits seit 2013 im Rahmen eines For-

schungsprojekts den Energieeffizienz-Index für die deutsche Industrie mit, der seitdem halbjährlich vom EEP, dem Fraunhofer IPA und weiteren Partnern herausgegeben wird.

Mehrere Bauprojekte erfolgreich realisiert

2015 sind beim Fraunhofer IPA mehrere Bauprojekte gestartet und abgeschlossen worden. Zum Beispiel ist die Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB in Mannheim im März ins Gründungs- und Kompetenzzentrum für Medizintechnik CUBEX41 eingezogen. Hier steht den Experten nicht nur eine hochmoderne Ausstattung zur Verfügung, sie können sich außerdem mit den ansässigen Unternehmen, Kliniken, Forschungseinrichtungen und Existenzgründungen vernetzen.

Auch die Fraunhofer-Projektgruppe für regenerative Produktion in Bayreuth hat im August ihr neues Gebäude eröffnet. Der Neubau des 44-köpfigen Teams um Prof. Rolf Steinhilper wurde innerhalb der kurzen Bauzeit von drei Jahren und des begrenzten Budgets von 8,4 Millionen Euro errichtet. Die ca. 3000 Quadratmeter große Fläche umfasst eine Technikumshalle, 2 Labors, Büros und 5 Besprechungsräume. (Bild 2)

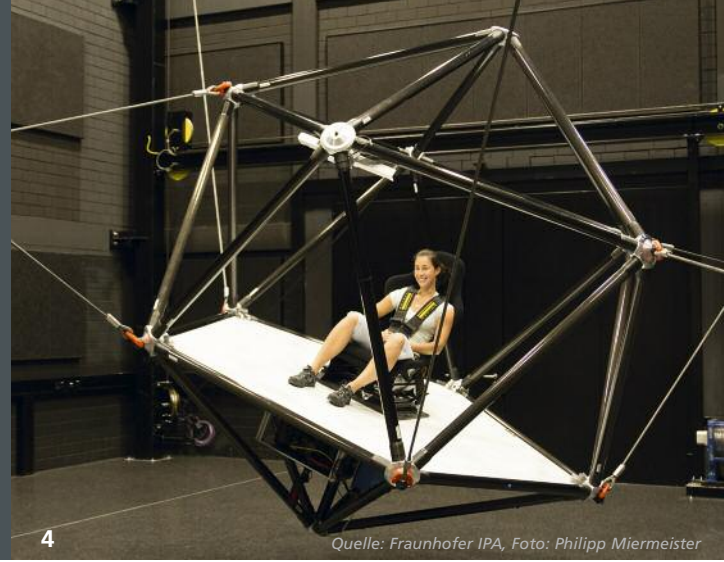
Nicht zuletzt feierte das Kooperationsprojekt ARENA2036 im Oktober seine Grundsteinlegung. Der Neubau auf dem Vaihinger Campus, in dem das IPA zusammen mit Partnern aus Wirtschaft und Forschung am Automobilbau der Zukunft arbeitet, soll 2017 eröffnet werden.

IPA-Wissenschaftler mit Auszeichnungen geehrt

In 2015 freuten sich viele IPA-Wissenschaftler über begehrte Auszeichnungen. So hat das Entwicklerteam des neuen Service-



3



4

Quelle: Fraunhofer IPA, Foto: Philipp Miermeister

roboters Care-O-bot® 4 im März den RedDot Design Award gewonnen. Von allen Einreichungen zur Preisverleihung sprach die Jury 2015 lediglich 1,6 Prozent die höchste Anerkennung »best of the best« zu. Mit dabei war auch Care-O-bot® 4. (Bild 3)

Im Dezember wurden gleich vier IPA-Entwicklerteams mit dem Hans-Jürgen Warnecke Innovationspreis belohnt. Den ersten Preis erhielt das Team von Dr. Oliver Schwarz. Die Wissenschaftler haben ein neuartiges Exoskelett entwickelt, das den Träger bei schwerer Arbeit unterstützt, seine Bewegungsfreiheit aber nicht einschränkt. Ein Demonstrator ist ab Januar 2016 in der DASA-Arbeitswelt-Ausstellung in Dortmund zu sehen. Weiterhin ist geplant, gemeinsam mit einem Automobilhersteller eine Testreihe in der Überkopfmontage durchzuführen.

Starke Partner, innovative Projekte und erfolgreiche Tagungen

Für weitere Höhepunkte sorgten 2015 neue Kooperationen, Projektstarts und erfolgreich abgeschlossene Forschungsarbeiten. Einen langfristigen Kooperationspartner gewann das IPA im März mit der Firma TRUMPF, weltweit führend bei Werkzeugmaschinen für die flexible Blechbearbeitung und bei industriellen Lasern. Ziel ist es, in den nächsten fünf Jahren Erkenntnisse aus der aktuellen Forschung zu Industrie 4.0 in der Blechbearbeitung zu verankern.

Eine herausragende Projektmitarbeit präsentierte das IPA im September. Beim Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik (MPI) in Tübingen zeigten die Wissenschaftler einen neuen Seilroboter, der erstmals Menschen transportieren kann und neue Maßstäbe für Arbeitsraum, Beschleunigung und Nutzlast bei Bewegungssimulationen setzt. Die Innovation wurde unter der Leitung des MPI entwickelt. (Bild 4)

Im August erhielten die IPA-Wissenschaftler außerdem das Go für ein weiteres vielversprechendes Forschungsvorhaben. Im Projekt »Industrie 4.0 im Einsatz für zukünftige Solarzellen-

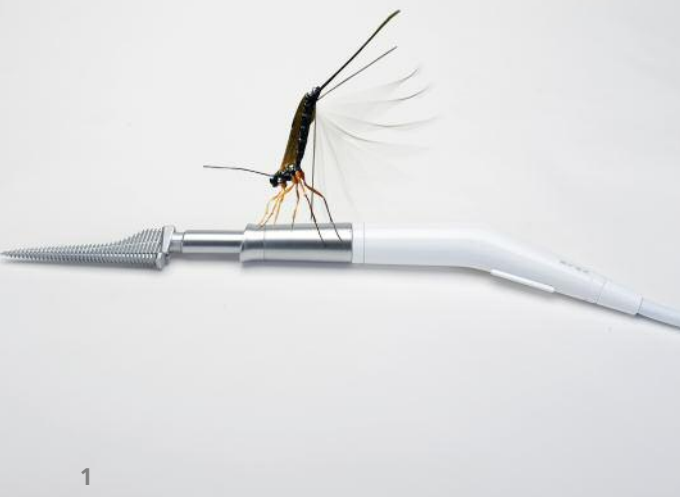
entwicklung und -fertigung (InES)« wollen die Forscher die Position des baden-württembergischen Photovoltaik-Maschinenbaus als Weltmarktführer stärken und die damit verbundenen Arbeitsplätze nachhaltig sichern. Die Bewilligung der Fördersumme von 2,4 Millionen Euro hat der damalige Minister Dr. Nils Schmid stellvertretend für das Land Baden-Württemberg übergeben. Mit im Projekt sind das Fraunhofer ISE, das Institut für Photovoltaik der Universität Stuttgart und das International Solar Research Center Konstanz (ISC).

Außerdem freuten sich die Stuttgarter Wissenschaftler im Dezember über neue Kooperationspartner aus Auckland. Im Projekt »Bionic Joint« will die Fraunhofer-Gesellschaft mit der neuseeländischen University of Auckland innerhalb drei Jahren eine neuartige bionische Arm-Orthese für Ellbogen entwickeln. Das internationale Forschungsvorhaben startete bei einem Kick-off-Treffen im Fraunhofer-Forum Berlin.

Hochkarätige Fachtagung am Jahresende

Auch die Fachtagungen, die das IPA 2015 initiierte, können sich sehen lassen. Gemeinsam mit dem Institut für Werkzeugmaschinen IfW der Uni Stuttgart hat die Forschungseinrichtung im Oktober zum fünften Mal zur Konferenz »Bearbeitung von Verbundwerkstoffen – Spanende Bearbeitung von CFK« eingeladen. Bei der diesjährigen Veranstaltung in der Stuttgarter Liederhalle, bei der zirka 100 Gäste teilnahmen, ging es u. a. um Wirtschaftlichkeit von Zerspanungsprozessen, den CFK-Einsatz im Automobilbau oder innovative Diamantbeschichtungen für Werkzeuge. Im Oktober 2016 wird der Kongress fortgesetzt.

Im Dezember veranstaltete das IPA mit dem Fraunhofer IAO und IGB erstmals die Fachkonferenz »Ultraeffizienzfabrik« mit ca. 200 Gästen. In der Tagung ging es darum, wie Material, Energie, Personal und Kapital in einer Fabrik so eingesetzt werden können, dass die Wertschöpfungsprozesse weder Abfall noch Abwasser und Abluft mit sich bringen. Auch Umweltminister Franz Untersteller trat als Referent auf.



PREISE UND AUSZEICHNUNGEN

Beste Abschlussarbeit im Druckfarbenbezug

Für ihre Bachelorarbeit zum Thema »3D-Printing – Technologie, Markt und Geschäftsmodelle« in Zusammenarbeit mit der Abteilung Generative Fertigung erhielt Andrea Elflein den Preis der Flint Group Germany.

Sirex ist Finalist beim Stahl-Innovationspreis 2015

Der bionisch inspirierte Bohrer ermöglicht es, mit dem rotationsfreien Pendelhubprinzip eckige Löcher zu bohren. Dadurch muss nicht nur weniger Kraft aufgewendet werden, auch die Dübel halten besser. Die Preisverleihung fand im Juni in Berlin statt. (Bild1)

Universitätspreis für Diplomarbeit

Für seine Diplomarbeit wurde Julian Mack mit dem »Preis der Freunde« der Universität Stuttgart belohnt. Zusammen mit der IPA-Abteilung »Leichtbautechnologien« hat er ein Handgerät entwickelt, mit dem das Rührreißschweißen zu einem mobil anwendbaren Schweißprozess für thermoplastische Kunststoffe umfunktioniert wurde.

Hans-Jürgen Warnecke Innovationspreise vergeben

(Bild 2)

1. Preis: »Stuttgart Exo-Jacket – erste Power Assist-Arbeitsjacke für Schwermontage und Logistik« vom Team um Dr. Oliver Schwarz, Biomechatronische Systeme.
2. Preis: »Hydraulikinstrumente für die minimal invasive Chirurgie« vom Team um Timo Cuntz, Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB.
3. Preis (zwei punktgleich bewertete dritte Plätze):
»Elektronenstrahler für die automatisierte Impfstoffherstellung« vom Team um Martin Thoma, Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik.
3. Preis: »Ein Bohrer mit drei Durchmessern und fünf Schneiden« vom Team um Phillip Esch, Leichtbautechnologien.

STUDIEN

Industrie 4.0 – Chancen und Perspektiven für Unternehmen der Metropolregion Rhein-Neckar

Die im Auftrag der IHK erstellte Studie gibt Handlungsempfehlungen, die IHK-Mitgliedsunternehmen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 unterstützen. Sie bietet Betrieben praxisorientierte Hilfestellungen bei der Umsetzung von Industrie 4.0. (64 Seiten)

Analytische Untersuchung zur Ressourceneffizienz im verarbeitenden Gewerbe

Die Benchmark-Studie unterstützt Unternehmen, geeignete Maßnahmen zu identifizieren, um ihre Ressourceneffizienz zu steigern. Die Grundlage dafür bilden Forschungsberichte aus öffentlich geförderten Ressourceneffizienzprojekten. (201 Seiten)

Wirtschaftlichkeitsanalysen neuartiger Servicerobotik-Anwendungen und ihre Bedeutung für die Robotik-Entwicklung

Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Wirtschaft haben das Fraunhofer IPA und ISI neue Servicerobotik-Anwendungen entwickelt und deren Bedeutung aus technischer und wirtschaftlicher Perspektive heraus analysiert. (371 Seiten)

Leichtbau – Trends und Zukunftsmärkte und deren Bedeutung für Baden-Württemberg

Im Auftrag von »Leichtbau Baden-Württemberg« hat das IPA mit anderen Fraunhofer-Instituten Anwendungsfelder für den Leichtbau identifiziert und Marktgröße sowie Marktwachstum bis 2020 quantifiziert. (60 Seiten)

Wertschöpfungspotenziale im Leichtbau und deren Bedeutung für Baden-Württemberg

Bei der Studie haben die IPA-Wissenschaftler die Leichtbau-Wertschöpfungsketten ausgewählter Technologien analysiert und aufbereitet. Das Werk erleichtert Unternehmen den Einstieg in den Leichtbau. (57 Seiten)

Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0

Die Studie untersucht, wie Firmen ihre Geschäftsmodelle im Kontext gestalten können. Dabei wurden sowohl IT-Unternehmen als auch Maschinen- und Anlagenbauer befragt. (60 Seiten)

The Proximity Paradox/ Produktionsnetzwerke in der Automobilzulieferindustrie

Die Studie zeigt Automobilzulieferern auf, unter welchen Voraussetzungen eine Standortverlagerung tatsächlich sinnvoll ist. (22 Seiten)

MES-Marktspiegel 2015/2016

Der Markt an Software-Lösungen für MES (Manufacturing Executive System) ist zunehmend unübersichtlich geworden. Der MES-Marktspiegel des IPA und der Trovarit AG analysiert die in Deutschland verfügbaren Angebote und stellt sie übersichtlich dar. (279 Seiten)

DAS INSTITUT IN ZAHLEN

WIR PRODUZIEREN ZUKUNFT:

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, kurz Fraunhofer IPA, ist mit annähernd 1 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eines der größten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Methoden, Komponenten und Geräte bis hin zu kompletten Maschinen und Anlagen für die Produktion werden von uns entwickelt, erprobt und umgesetzt. 13 Abteilungen arbeiten interdisziplinär, koordiniert über Geschäftsfelder, mit den Branchen Automotive, Maschinen- und Anlagenbau, Elektronik und Mikrosystemtechnik, Energiewirtschaft, Medizin- und Biotechnik sowie Prozessindustrie zusammen.

NACHHALTIG, PERSONALISIERT

Damit unsere regionale Industrie im globalen Wettbewerb erfolgreich besteht, orientieren wir unsere Forschung an der wirtschaftlichen Produktion nachhaltiger und personalisierter Produkte. »Mass Sustainability« und »Mass Personalization« sind die Begriffe, unter denen die Arbeit am Fraunhofer IPA die nächsten Jahre steht. Unsere Vision der massentauglichen Nachhaltigkeit geht dahin, dass alle Material- und Energieressourcen im Produkt landen – ohne Abfall und Verschwendung. Im Rahmen der Massenpersonalisierung löst sich die wirtschaftliche Logik der Skaleneffekte auf, denn in einer smarten cyberphysischen Produktion werden personalisierte Güter zum Serienpreis gefertigt.

Haushalt

Mio €

Betriebshaushalt ohne Investitionen	64,2
davon Wirtschaftserträge	20,4
Investitionen	4,0

Anzahl der Mitarbeiter

Fraunhofer IPA, Mitarbeiter	506
Fraunhofer IPA, Wissenschaftliche Hilfskräfte	453
Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP), Universität Stuttgart	8
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart	44
Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Universität Stuttgart	47
Graduiertenschule für advanced Manufacturing Engineering (GSaME)	64

Weitere Kennzahlen

Promotionen	9
Patente	34
Veröffentlichungen	1006

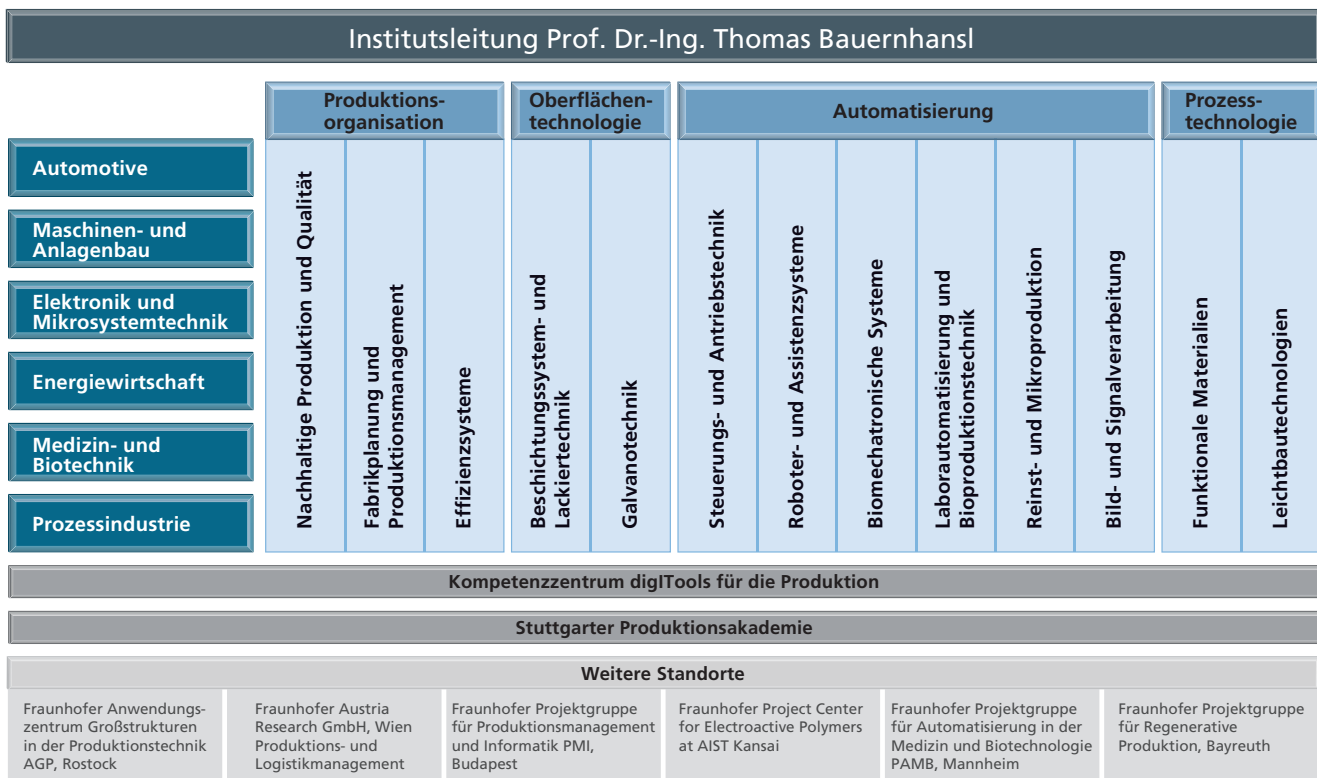
(Fraunhofer IPA, Stuttgart, inkl. der Standorte Bayreuth, Mannheim, Rostock und Wien)

ORGANIGRAMM

... UND SMART

In Leuchtturmprojekten wie dem FastStorageBW, der Ultraeffizienzfabrik, dem Zentrum für Leichtbau sowie dem Zentrum für smarte Materialien setzen wir dies gemeinsam mit unseren Partnern um. Individualisierte Produkte in Losgröße 1 zu Kosten der Massenfertigung werden machbar. Unsere Forschungsfabrik für den funktionsintegrierten Automobil-Leichtbau, ARENA2036, das Applikationszentrum Industrie 4.0 und der Campus für Personalisierte Produktion forschen daran.

Intelligente Maschinen, Werkzeuge, Werkstücke oder Aufträge werden nahezu in Echtzeit interagieren. Solche sogenannten cyberphysischen Produktionssysteme machen einen wesentlichen Aspekt unserer Forschung aus. Der Wettlauf um die Produktion der Zukunft hat begonnen. Wir integrieren Lösungen in bestehende Systeme – von Lean Management bis Industrie 4.0.



Stand: 01.2016

KURATORIUM

Vorsitzender des Kuratoriums



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



MinR'in Dr. rer. pol. Ehrentraud Graw
Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und
Wohnungsbau Baden-Württemberg
Referatsleiterin Automobil und Produktions-
industrie, Logistik

Stellvertretender Vorsitzender des Kuratoriums



Dr.-Ing. Jürgen Geißinger
Senvion S. A.
CEO



Dr. Stefan Hartung
Robert Bosch GmbH
Geschäftsführer



Dr.-Ing. Mathias Kammüller
TRUMPF GmbH + Co. KG
Vorsitzender der Geschäftsführung

Mitglieder des Kuratoriums



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



Dr. Martin Knops
Senvion GmbH
Direktor Produktentwicklung/
Entwicklungsleiter



Prof. Dr.-Ing. Heinrich Flegel
Ehem. Leiter Forschung Produktionstechnik
Daimler AG



**Dr.-Ing. E. h. Dipl.-Math. (Univ.)
Bernd Liepert**
KUKA AG
Chief Technology Officer (CTO)



Dr.-Ing. Dirk Friedrich, MBA
Aesculap AG
Vice President R&D Orthopedic Joint
Replacement



Dr. Rainer Ohnheiser
Ehem. Vorsitzender der Geschäftsführung
Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH



Hartmut Rauen

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



Dr. Dipl.-Ing. Eberhard Veit

4.0 Veit GbR
Geschäftsführer



MinRat Hermann Riehl

Bundesministerium für Bildung und Forschung
Referatsleiter Produktionssysteme und
-technologien



**Prof. em. Dr.-Ing. Prof. h.c. mult. Dr. h.c.
mult. Dr.-Ing. e.h. Hans-Jürgen Warnecke**

Ehem. Präsident und Ehrensenator der
Fraunhofer-Gesellschaft
Ehem. Institutsleiter Fraunhofer IPA und IFF
(Universität Stuttgart)



Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult.

Rolf Dieter Schraft
Ehem. Institutsleiter Fraunhofer IPA



Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. e.h.

Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper
Ehem. Institutsleiter Fraunhofer IPA und IFF
(Universität Stuttgart)



Dr.-Ing. Uwe Siewert

BA Assembly & Turnkey Systems GmbH
Geschäftsführer



Prof. em. Dr. rer. pol. Erich Zahn

Ehem. Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Allg. BWL und Strategisches
Management



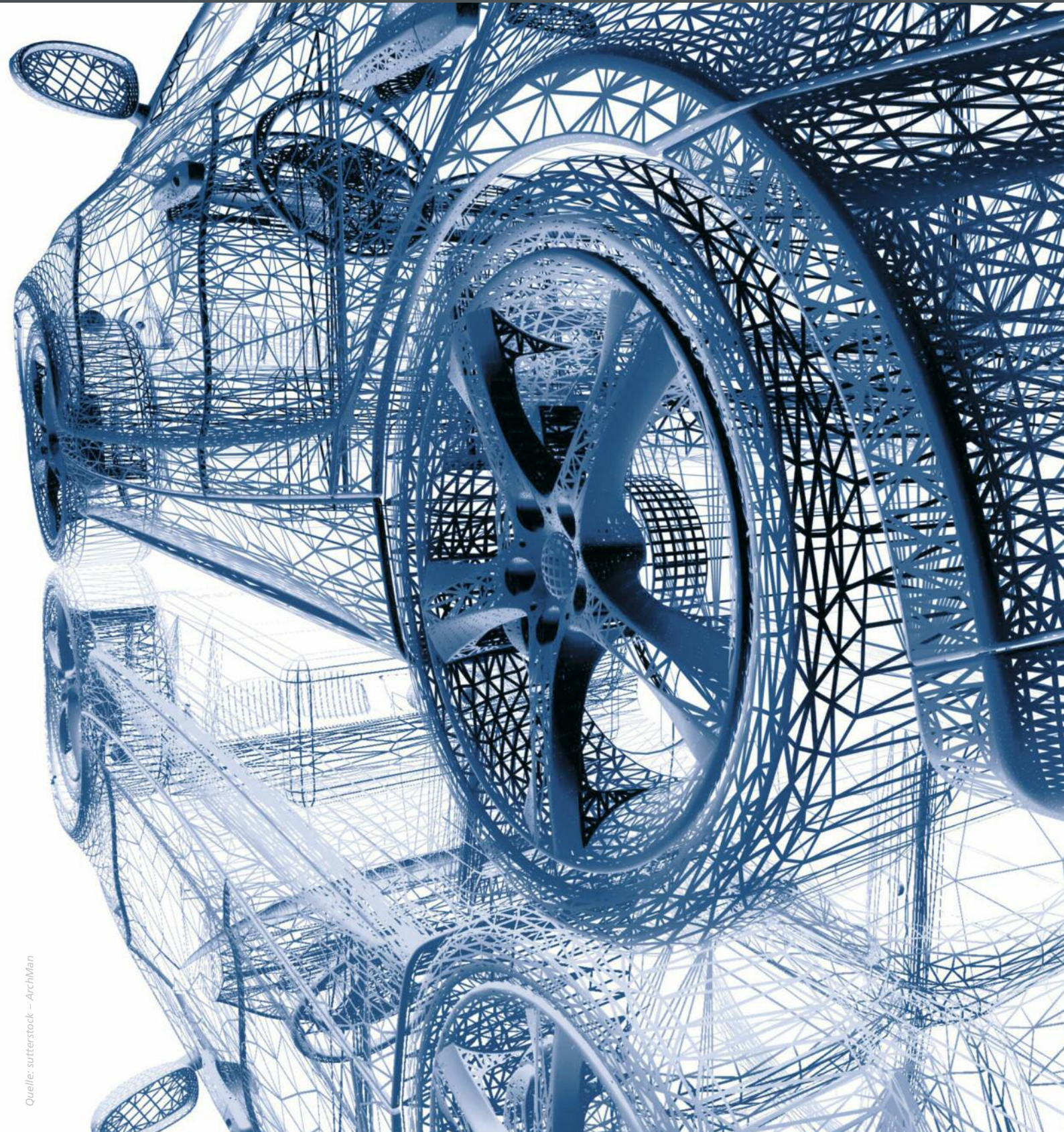
Dr. Martin Stark

Ehem. Vorstand der Freudenberg Gruppe
und ehem. pers. haftender Gesellschafter
der Freudenberg & Co. KG



Dr. Karl Tragl

Alcoa Inc.
Group President Transportation and
Construction Solutions



GESCHÄFTSFELD AUTOMOTIVE

LÖSUNGEN FÜR DIE FERTIGUNG IN SERIE GESCHÄFTSFELD »AUTOMOTIVE« SCHAFFT VORAUSSETZUNGEN FÜR ZUKUNFTSFÄHIGEN AUTOMOBILBAU

Elektromobilität steht in Deutschland hoch im Kurs. Die grundlegenden Technologien sind schon entwickelt. Nun geht es darum, Lösungen für die Serienproduktion hervorzubringen. Das Geschäftsfeld »Automotive« arbeitet in verschiedenen Bereichen der Wertschöpfungskette daran, die Verfahren für die Massenfertigung verfügbar zu machen und die Prozesse zu verbessern.

Elektromobilität hat viele Vorteile: Die Fahrzeuge sind nicht nur leise und umweltfreundlich, sondern auch weniger auf Erdölimporte angewiesen. Die wachsende Weltbevölkerung und der Klimawandel sind weitere Gründe, das Thema zu fördern. Viele Industrienationen wollen deshalb mehr Stromer auf die Straße bringen. Auch in Deutschland sollen bis 2020 eine Million Elektroautos unterwegs sein. Um die technologischen Standards dafür zu schaffen, bewilligte die Regierung in den vergangenen vier Jahren über 1,5 Milliarden Euro für Forschungsprojekte.

Eines der geförderten Forschungsvorhaben ist das Verbundprojekt »Fraunhofer Systemforschung Elektromobilität«. Dr. Bernhard Budaker, Geschäftsfeldleiter »Automotive« am Fraunhofer IPA, hat hier mit seinem branchenübergreifenden Team im Cluster »Bauweisen/Infrastruktur« mitgewirkt. Von 2013 bis 2015 haben die Experten aus verschiedenen Abteilungen mit Industriepartnern neue Lösungen für die E-Mobility entwickelt.

Neuartige Heizung für Stromer auf CNT-Basis

Die Forscher aus der Gruppe »Dispersionstechnik« entwickelten z. B. eine neuartige Heizung auf CNT-Basis, die im Elektroauto für Wärme sorgt und dabei durch die Nähe am Insassen bis zu 20 Prozent Batterieleistung spart. Eine mit leitfähigen Kohlenstoffnanoröhren (CNT) beschichtete Folie wird auf die innere Türverkleidung aufgeklebt. Dabei kommt das Joulesche Gesetz zum Tragen: Fließt Strom durch die Folie, stößt er auf

einen natürlichen Widerstand zwischen den einzelnen Nanopartikeln. Durch diese Zusammenstöße entsteht Wärme. Im Gegensatz zu herkömmlichen Widerstandsheizungen ist die neue Anlage wesentlich schneller beim Aufheizen und Abkühlen und gibt die Wärme gleichmäßiger ab. Außerdem ist sie weniger sperrig und lässt sich flexibel an unterschiedlichen Oberflächen im Elektroauto anbringen. Die neuartige Heizung wurde erstmals im September 2015 auf der Internationalen Automobilausstellung IAA in Frankfurt gezeigt.

Innovative Lösungen fürs Heizen und Carsharing

Ein weiterer Schwerpunkt der IPA-Experten im Verbundprojekt war das Carsharing. Denn mit der steigenden Anzahl an Stromern und den anfallenden Kosten für Fahrzeug und Infrastruktur werden Konzepte in diesem Bereich immer wichtiger. Außerdem ist die Verkehrsdichte in Ballungszentren so hoch, dass sich immer weniger Menschen ein eigenes Auto anschaffen wollen. Die Spezialisten für Service-Robotertechnologien am IPA forschen verstärkt an Lösungen für die sichere und autonome Navigation. Im Verbundprojekt haben sie ein Konzept erarbeitet, bei dem das Elektroauto in einem entsprechend ausgerüsteten Parkhaus je nach Batteriestand selbstständig zur Ladestation fährt. Ist der Akku leer und eine Stromtankstelle frei, rangiert es in die entsprechende Parkbucht und wird ohne Kabel aufgeladen. Anschließend macht es Platz für das nächste Fahrzeug und rollt auf eine freie Parkfläche. Dieses Vorgehen stellt zum einen sicher, dass der Fahrzeugpool besser



ausgelastet ist und freie Autos dem Kunden direkt zugestellt werden. Zum anderen lassen sich vorhandene Ladeplätze besser nutzen, da die Autos den Ladeplatz selbstständig räumen. Im Projekt haben die IPA-Wissenschaftler ein dichtes und detailliertes dynamisches Umgebungsmodell generiert und die kinodynamisch korrekten Bahnen für Streckenfahrten sowie das Ein- und Ausparken geplant und geregelt.

Schwachstellen in der Serienfertigung bei Tesla

Beispiele wie diese zeigen, dass die Technologien für die E-Mobility auf einem hohen Niveau entwickelt sind. »Um das Elektroauto auf deutschen Straßen zu etablieren, fehlen noch Lösungen für die Serienproduktion«, meint Budaker. Hier gibt es noch Handlungsbedarf, wie am Beispiel des amerikanischen Herstellers Tesla und dessen neuen Model X deutlich wird. Bei der Massenfertigung des sportlichen Geländewagens mit Elektromotor kritisiert z. B. die »Wirtschaftswoche«, dass es noch keine effiziente Lösung gibt, um die Bauteile ans Band zu bringen. Stattdessen werde teures Personal benötigt, das die passenden Werkstücke in der Halle zusammensucht. »Von den ausgereiften Prozessen etablierter Hersteller sei die Fertigung noch ein gutes Stück entfernt«, heißt es im Artikel. Bemängelt werden auch die Qualität der Oberfläche und die Spalten zwischen den Karosserieteilen. »Die Qualität bei der Massenfertigung zu verbessern, ist die Stärke von Deutschland«, ist der IPA-Geschäftsfeldleiter überzeugt. Sein Team verfügt über branchenübergreifendes Know-how, um den gesamten Produktionszyklus zu optimieren.

Risikoanalyse bei Stromern besonders wichtig

Um die Qualität zu sichern und zu verbessern, führen die Wissenschaftler der Abteilung »Nachhaltige Produktion und Qualität« mit ihren Auftraggebern Fehlermöglichkeits- und -einflussanalysen (FMEA) durch. »Es geht darum, von der Konzeption bis zur Produktion des Fahrzeugs systematisch

auszuwerten, welche Risiken für den Kunden entstehen können und mit welchen Technologien darauf zu reagieren ist«, schildert Budaker. Da Stromer mehr elektronische Komponenten aufweisen, sind frühzeitige Sicherheitsvorkehrungen bei der Entwicklung erforderlich. Sogenannte System-FMEA, bei denen die Fahrzeugkonzeption untersucht wird, haben die IPA-Experten in der Vergangenheit verstärkt im Bereich der Elektromobilität durchgeführt. Ein Beispiel ist das im September 2015 abgeschlossene Forschungsprojekt EleNa. Ziel war es, mit Industriepartnern einen elektrischen Nachrüststrang in einen Sprinter zu integrieren und das Fahrzeug so mühelos in einen Stromer zu verwandeln. Hier haben die IPA-Wissenschaftler mit einer System-FMEA das Basiskonzept für die elektronische Sicherheit entworfen. Bewertet wurden die beiden Batterien, der elektrische Antriebsstrang und die hydraulische Bremse. Aktuell sucht das Projektkonsortium noch nach einem OEM, der die fertig entwickelten Technologien umsetzt.

Fixe Sauberkeitsstandards für die Serienfertigung

Nicht zu vernachlässigen bei der Qualität im Automobilbau ist das Thema »Technische Sauberkeit«. Denn weist nur ein einziges Bauteil kleinste Verunreinigungen durch Partikel auf, kann dies zu schwerwiegenden Fehlern am Fahrzeug führen. In der gesamten Automobilbranche ist es daher notwendig, mit klar definierten Methoden den Sauberkeitsgrad aller Fahrzeugkomponenten zu prüfen. Budakers Team aus der Abteilung »Reinheitstechnik« ist aktuell dabei, mit einem Industrieverbund aus der Automobilindustrie und der Messtechnik eine international gültige ISO-Richtlinie zu erarbeiten. Das Kick-off war am 30. September 2015. Mit dabei sind u. a. Daimler, VW, Mahle und Zeiss. Ziel der Experten ist, innerhalb von zwölf Monaten ein abstimmungsfähiges Basisdokument für eine neue ISO 16232 zu veröffentlichen.



Fahrzeuglackierung in Produktionszyklus integrieren

Auch im Bereich der Fahrzeuglackierung arbeitet das IPA daran, die Serienproduktion zu verbessern. Beispielsweise suchen die Experten nach Lösungen, um den Lackiervorgang flexibel in die Fertigung zu integrieren. Die Lackieranlagen sind so groß und die Prozesszeiten so lang, dass der Vorgang außerhalb des Produktionstakts stattfinden muss. Da die Variantenvielfalt im Automobilbau stetig zunimmt, sind hier neue Konzepte für die Beschichtungs- und Lackiertechnik gefragt.

Auch das Thema »Energieeffizienz« steht in der Automobilindustrie hoch im Kurs – insbesondere dann, wenn es um die Fertigung in Serie geht. Mit einer neuen Methode für das oversprayfreie Lackieren tragen die Experten dazu bei, Material und Energie einzusparen. Die Spritzlackierung, die heutzutage standardmäßig eingesetzt wird, ist jedoch unwirtschaftlich. Sie benötigt eine hohe Kabinenluftströmung, um den Oversprayanteil von bis zu 40 Prozent abzutransportieren. Das Beheizen und Befeuchten dieser Luft ist ausschlaggebend für den hohen Verbrauch. Die IPA-Experten haben eine Lösung für oversprayfreies Lackieren entwickelt, bei der ein definierter Lacktropfen aus einer Düse erzeugt wird, einige Zentimeter weit fliegt und sich so auf komplexere Objekte applizieren lässt. Mit dieser Vorgehensweise wird nicht nur Lack eingespart, auch die energieintensive Luftmenge wird reduziert. Ein weiterer Vorteil: Immer mehr Kunden wünschen sich Fahrzeuge mit Mehrfarblackierung. Mit dieser selektiven Beschichtungstechnik lässt sich dieser Trend auch bei Elektrofahrzeugen leichter realisieren.

Leichtbaumaterialien in der E-Mobility ein Muss

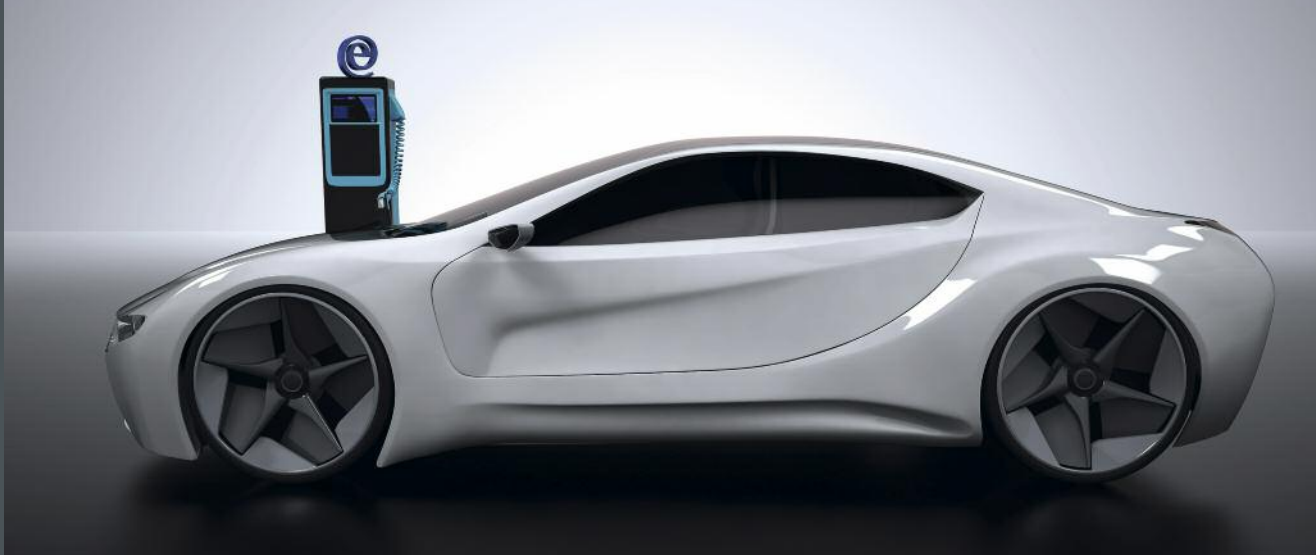
Wenn sich ein Hersteller in der Automobilindustrie mit Elektromobilität beschäftigt, kommt er um Leichtbau nicht mehr herum. Da die Karosserie zusätzlich einen Akku trägt, muss der Stromer an anderen Stellen abspecken. Nur so können die gewünschte Reichweite und Geschwindigkeit erzielt werden.

Schwerer Stahl wird deshalb durch leichte Materialien ergänzt und ersetzt. Häufig verwendet wird hierfür Carbon, ein faserverstärkter Kunststoff, der schon in Formel-1-Autos, Windrädern oder Flugzeugen steckt. Für die Massenproduktion von Elektroautos ist der Werkstoff allerdings häufig zu teuer. Die IPA-Wissenschaftler aus der Abteilung Leichtbautechnologien forschen daher an günstigeren Alternativen, beispielsweise Basalt- oder Glasfasern. Auch mit Fasern aus nachwachsenden Rohstoffen, z. B. Nanozellulose, wurde schon experimentiert. Gleichzeitig arbeiten die Experten daran, die Produktionsprozesse mit Carbon zu verbessern und die Automatisierung der Prozesse voranzubringen.

Lösungen für Fügetechnologien und Oberflächenbehandlung im Leichtbau

Auch in den Bereichen Fügetechnologie und Oberflächenbehandlung – zwei Faktoren, bei denen Tesla laut »Wirtschaftswoche« noch Schwachstellen verzeichnet – hat das IPA Lösungen für die E-Mobility parat. Wenn bei der Herstellung von Elektroautos verschiedene Materialien, z. B. Kunststoff und Metall, gefügt werden müssen, treten Fragen auf, die das IPA-Team mit Blick auf die individuellen Anforderungen beantworten kann.

Die Wissenschaftler haben mit dem Rührreißschweißen zudem ein faserverbundgerechtes Fügeverfahren weiterentwickelt. In mehreren Testreihen konnten die Experten zeigen, dass sich damit die Verstärkungsfasern in die Fügezone einrühren lassen. Nun geht es darum, die Prozessgeschwindigkeit für die schnellen Taktzeiten der Automobilindustrie zu beschleunigen. Hierfür haben die Wissenschaftler eine ergänzende Wärmequelle in Form eines Infrarotstrahlers eingesetzt. In Verbindung mit dieser Wärmequelle beträgt die Prozessgeschwindigkeit schon ca. 650 Millimeter pro Minute – ein Niveau, das für die Industrie schon interessant ist. Ebenfalls konnte das Team mit einem ultraschallangeregten Werkzeug die Vorschubgeschwindigkeit steigern.



Leichte Materialien als Herausforderung für Lackiertechnik

Leichtbaumaterialien in der Automobilindustrie stellen auch neue Anforderungen an die Oberflächentechnologie. Da die Kunststoffteile oftmals unmittelbar neben Stahlblech verbaut werden, muss ein einheitlicher Gesamteindruck vorliegen. Die Materialauswahl ist so zu treffen, dass eine entsprechend homogene Lackfilmstruktur in der Produktion sichergestellt werden kann. In Voruntersuchungen ermitteln die IPA-Wissenschaftler die Oberflächenstrukturen des zu lackierenden Kunststoffteils. Die gewonnenen Daten werden dann mit den sogenannten Appearance-Werten einer lackierten Oberfläche korreliert, sodass sich der Einfluss der Oberflächenstruktur auf die Lackfilmstruktur bestimmen lässt. Da die Anforderungen der Kunden an das Fahrzeugdesign stetig steigen, kommt diesem Bereich auch in Zukunft eine wachsende Bedeutung zu.

Bahn frei für das Automobil der Zukunft

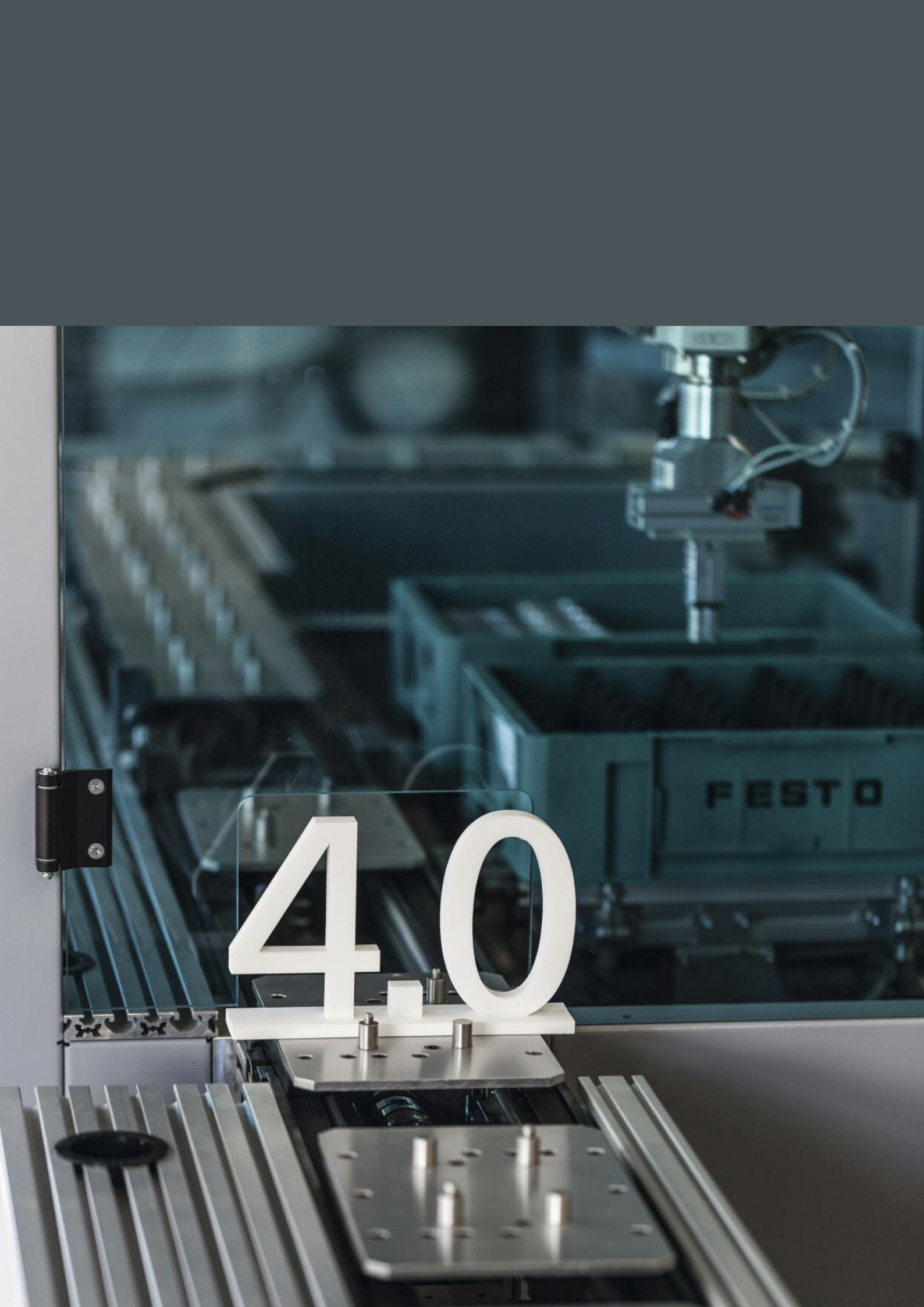
Ob der Elektromobilität in Deutschland der Durchbruch gelingt oder ob sie eine Randerscheinung bleibt, ist derzeit noch unklar. Vom selbst gesetzten Ziel der Bundesregierung, bis 2020 eine Million Strome auf die Straße zu bringen, ist die Nation noch ein Stück entfernt. Fest steht aber, dass die Automobilproduktion der Zukunft innovative Technologien für die Serienfertigung benötigt. Das Geschäftsfeld Automotive verfügt über die notwendige Expertise, neue Lösungen mit der Industrie in die Praxis zu umzusetzen. Der nächsten Auto-Generation steht also nichts im Weg – ob elektrisch oder nicht.

Seit August 2015 ist Dr. Bernhard Budaker neuer Geschäftsfeldleiter Automotive. Der promovierte Maschinenbauer aus Waiblingen begann seine Laufbahn als Wissenschaftler bei der Universität Stuttgart und leitete seit 2008 in der Abteilung Biomechatronische Systeme die Gruppe Bewegungskontrollsysteme. Er löst Ivica Kolaric in der Funktion als Geschäftsfeldleiter ab, der weiterhin die Abteilung »Funktionale Materialien« verantwortet und zusätzlich das »Fraunhofer Project Center for Electroactive Polymers at AIST Kansai« in Japan leitet.

Ivica Kolaric
Geschäftsfeldleiter bis Juli 2015
Automotive
Telefon +49 711 970-3729
ivica.kolaric@ipa.fraunhofer.de

Dr. Bernhard Budaker
Geschäftsfeldleiter
Automotive
Telefon +49 711 970-3653
bernhard.budaker@ipa.fraunhofer.de





40

FESTO

GESCHÄFTSFELD MASCHINEN- UND ANLAGENBAU

WELTMARKTFÜHRER ERFINDEN SICH NEU

Die Produktionstechnik ist fest in den Händen der deutschen Maschinenbauer. Aber Software spielt eine immer größere Rolle. Um weltweit den Anschluss nicht zu verlieren, sollte sich allen voran der Mittelstand genau überlegen, wie er mit Digitalisierung eine engere Kundenbindung schaffen und mit Datenanalysen neue Dienstleistungen anbieten kann. Das Fraunhofer IPA hilft Unternehmen dabei, in diesem Umfeld die richtigen Entscheidungen zu treffen und umzusetzen.

Im Herbst 2015 brachte es der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) auf den Punkt: 60 Prozent der Maschinen- und Anlagenbauer beschäftigen sich mit der vernetzten Produktion, davon rund ein Drittel intensiv – doppelt so viel wie in der Verarbeitenden Industrie. 9 von 10 Unternehmen sehen deutliche Chancen, sich damit am Markt zu differenzieren. Viele Firmen haben bereits erfolgreiche Schritte auf dem Weg zu Industrie 4.0 unternommen. Wer mit der Vernetzung und Digitalisierung der Produktion beginnt, ist vom wirtschaftlichen Nutzen überzeugt. Klare Aussagen, die Fakten schaffen. Zusammen mit dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln und der RWTH Aachen hatte der Verband seine Mitglieder im Rahmen der Studie »Industrie 4.0-Readiness« befragt. 232 Unternehmen antworteten – eine repräsentative Größe.

Vorreiter sein und Leitanbieter werden

Doch was sagen uns diese Zahlen? Was können wir mit diesen Aussagen anfangen? Sehr viel. Denn sie passen zu dem, wovon Prof. Thomas Bauernhansl, Institutsleiter des Fraunhofer IPA, überzeugt ist: »Sich dem digitalen Wandel zu stellen, ist keine Frage des Ob, sondern eine Frage des Wann. Industrie 4.0 ist und bleibt die große Chance, Produktion und Wertschöpfung in Deutschland zu halten und weiter auszubauen«. Er muss es wissen, denn schließlich ist er jede Woche auf Kongressen und bei Unternehmen und stellt sich den Fragen der lösungssuchenden Zuhörer. Mit seiner Meinung steht er nicht allein da. Zusammen mit Dr. Manfred Wittenstein, Aufsichtsratsvorsitzender der WITTENSTEIN AG, vertritt er die Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg als Sprecher nach außen. Ziel der Allianz ist es,

kleinen und mittleren Unternehmen Orientierung zu geben, die Vernetzung beteiligter Branchen und Technologiefelder zu stärken und die Beschäftigten auf ein sich veränderndes Aufgabenspektrum vorzubereiten. Kurzum: Die Industrie beim digitalen Wandel zu unterstützen.

Die Sozialpartnerschaft aus Vertretern von Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gewerkschaft spielt dabei eine entscheidende Rolle. Der ehemalige Minister für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg und Allianz-Schirmherr Dr. Nils Schmid dazu: »Unser Bundesland ist mit einem Umsatzanteil von über 30 Prozent und etwa 300 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern das Zentrum des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus. Industrie 4.0 wird Auswirkungen auf bestehende Strukturen und Abläufe haben. Dies betrifft die Tarifvertragsstrukturen ebenso wie die branchenübergreifende Zusammenarbeit. Ich bin überzeugt, dass die intelligente Produktion der Zukunft nur im engen Schulterschluss aller relevanten Akteure erfolgreich werden kann.« Mit gutem Beispiel vorangehend, startete er den Wettbewerb »100 Orte für Industrie 4.0 in Baden-Württemberg«. Mittlerweile verzeichnet der daran gekoppelte Kompetenzatlas bereits mehr als 50 Einträge. Aus abstrakter Zukunftsvision wird gelebte Realität.

Auf Worte folgen Taten

Im Fall von Industrie 4.0 sind es zahlreiche Personen und Organisationen, die viele kleine Schritte gehen. Von der Automatisierung zur Digitalisierung. Von Lean Management zu Integrated Industry. Von der klassischen Massenfertigung zu Stückzahl



eins. »Industrie 4.0 ist der Leitbegriff für eine durchgreifende Modernisierung der Wirtschaft. Der Weg dorthin ist komplex. Wir haben den Werkzeugkasten, um die Anforderungen zu identifizieren und die Veränderungen umzusetzen«, sagt Michael Lickefett, der das Geschäftsfeld Maschinen- und Anlagenbau am Fraunhofer IPA bis Herbst 2015 verantwortet hat.

Zum genannten Werkzeugkasten gehören unter anderem die Kombination von Lean-Production-Methoden und Industrie-4.0-Methoden. Als Ergebnis daraus lässt sich der Produktions-, Material- und Informationsfluss effizienter und flexibler gestalten. Abläufe werden deutlich transparenter. Auf Fehler und Verschwendung kann schneller reagiert werden. Durch die bessere Planung kommt es seltener zu Qualitätsproblemen oder einer Überproduktion. Produktvarianten sind im System besser abbildbar und Bestände oder Suchzeiten werden verringert. Letzten Endes lässt sich die Produktion gezielter gestalten.

Für ein flexibles Produktionssystem sind monolithische, umfangreiche Softwarelösungen aufgrund einer teuren »Überintegration« an Software häufig nicht geeignet. Viel effizienter sind schnelle und kostengünstige Integrationslösungen, mit denen ein Unternehmen Probleme schneller identifizieren und Produktionsprozesse gezielt optimieren kann. Bei solchen Integrationslösungen kommen sowohl methodische Werkzeuge als auch Software-Werkzeuge zum Einsatz.

Exemplarisches Beispiel für die Verschmelzung von Lean Management und Industrie 4.0 ist das im Jahr 2015 durchgeführte Projekt »Haier Connected Factory« der Beratungsfirma Staufen. Haier ist der aktuell weltgrößte Hersteller weißer Ware. Zum Produktportfolio zählen unter anderem Kühlschränke und Waschmaschinen. Die Aufgabe für das Fraunhofer IPA bestand darin, Handhabungsprozesse hinsichtlich ihrer »Fitness for Automation« zu bewerten und sinnvolle Automatisierungskonzepte zu entwickeln, die modernsten Automatisierungsansprüchen gerecht werden und eins zu eins umgesetzt werden können.

Von den Großen lernen

Auch bei anderen Global Playern erfolgt die Umsetzung der Vision Industrie 4.0 – in unterschiedlichen Ausprägungen. Die Vision des Autobauers BMW beispielweise ist, dass Ingenieure in Simulationen den Bau eines neuen Autotyps perfekt planen können. Im Idealfall könnten sie eine Fabrik auf Knopfdruck umstellen. Die Arbeitsschritte der Roboter müssen dafür so realistisch wie möglich am Computer simuliert werden. Würth Elektronik als Unternehmen der Würth-Gruppe, Weltmarktführer im Handel mit Befestigungsmaterial, hat mit dem »iBin« ein smartes Objekt innerhalb der Intra-logistik etabliert. Die automatische Meldung der Füllmenge der Bauteile in einem Schraubkasten ermöglicht die Automatisierung von Beschaffungsvorgängen und verbessert die Stamm- und Bewegungsdaten. Auch der Bosch-Konzern beschäftigt sich intensiv mit Themen im Umfeld von Industrie 4.0 – unter anderem mit vorausschauender Instandhaltung. Bereits heute können die Instandhaltungs- und Reparaturbedarfe einiger Maschinen – an verschiedenen Standorten der Welt – vom Werk in Feuerbach über ein Fernwartungssystem überwacht werden.

Alles Unternehmen, mit denen das Fraunhofer IPA bereits viele Jahre oder sogar Jahrzehnte zusammenarbeitet. Alles Projekte, aus denen immer neue Perspektiven gewonnen wurden. Aktuellstes Beispiel ist die Kooperation mit dem Maschinenbauer TRUMPF in Ditzingen. Im sogenannten »Lab für Flexible Blechfertigung« als Bestandteil des Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus, kurz S-TEC, arbeiten Mitarbeiter beider Unternehmen gemeinsam daran, innovative Lösungen für die Fertigungstechnik der Zukunft zu entwickeln. Die Zusammenarbeit erstreckt sich auf zahlreiche Facetten der Fabrik der Zukunft. In ersten Startprojekten werden die Bereiche »Intra-logistik«, »Serviceorientierte Maschine« und »Selbststeuernde Produktion« bearbeitet. Über eine Laufzeit von fünf Jahren sollen sich die Inhalte weiterentwickeln, sodass regelmäßig neue Projektthemen hinzukommen.



Die Erwartungen von Dr. Heinz-Jürgen Prokop, Geschäftsführer Entwicklung und Einkauf bei TRUMPF Werkzeugmaschinen, sind hoch: »Wir versprechen uns viel von der Zusammenarbeit, da zwei unterschiedliche Perspektiven unter einem Dach vereint werden: Tiefe Kenntnisse über Kundenbedürfnisse, Technologien und Märkte in der Blechbearbeitung auf der Seite von TRUMPF. Und der wissenschaftliche Ansatz sowie umfangreiche Erfahrungen aus vielen Industrieprojekten zu Industrie 4.0 auf Seiten des Fraunhofer IPA. Diese Kombination birgt großes Innovationspotenzial. Wir werden Ideen für neue Lösungen und Geschäftsmodelle erarbeiten und diese anwendungsnah anhand von Funktionsmustern weiterentwickeln. Unser gemeinsames Ziel ist es, die Produktivität und Wirtschaftlichkeit von Betrieben in der Blechfertigung auf ein neues Niveau zu heben.«

Coopetition als neuer Ansatz

Dass dieser Weg der Zusammenarbeit zwischen Industrie und angewandter Forschung sinnvoll ist, weiß IPA-Institutsleiter Prof. Thomas Bauernhansl: »Die Produktionstechnik ist fest in den Händen der deutschen Maschinenbauer. Aber die Software spielt eine immer größere Rolle. Um den Anschluss nicht zu verlieren, sollte sich der Mittelstand unbedingt überlegen, wie er mithilfe der Digitalisierung eine engere Kundenbindung schaffen, und mithilfe von Datenanalysen neue Dienstleistungen anbieten kann. Unternehmen müssen mehr zusammenarbeiten und gemeinsam Technologien und Plattformen entwickeln. Nur für sich haben sie zu wenig Marktmacht und unter Umständen das Nachsehen gegenüber den US-Giganten.« Bauernhansl nennt diesen Ansatz »Coopetition« – die Symbiose aus Cooperation und Competition.

Im Applikationszentrum Industrie 4.0 erfolgt bereits die Probe aufs Exempel. Denn hier sind unterschiedliche Firmen mit unterschiedlichen Produktionstechnologien unter einem Dach vereint. Mit finanzieller Unterstützung des Landes Baden-Württem-

berg und Projektpartnerschaften aus der Wirtschaft integriert das Fraunhofer IPA Maschinen, Software und Prozesse und macht diese fit für die Zukunft. Auch die Zusammenarbeit mit TRUMPF passt in dieses Anwendungsmodell und wird von dem bereits aufgebauten Know-how profitieren.

Ein weiteres Beispiel von Coopetition findet im Forschungscampus ARENA2036 statt, in der das Fraunhofer IPA zusammen mit namhaften Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft am Automobilbau der Zukunft arbeitet. Unternehmen wie Daimler, Bosch, BASF, Pilz, Kuka, Festo und Bär bringen finanzielle, personelle und materielle Ressourcen ein. Ab 2017 werden in Stuttgart-Vaihingen etwa 160 Wissenschaftler und Ingenieure aus der Industrie neue Leichtbautechnologien und wandlungsfähige Produktionssysteme entwickeln.

Bleibt alles anders

Was bleibt: der Wandel. Und doch: Im Jahr 2010 hat das manager magazin »Deutschlands 1000 Weltmarktführer« ermittelt. Gesamtumsatz: 1,7 Billionen Euro. Beschäftigte: 7 Millionen Menschen. Anteil des produzierenden Gewerbes: 90 Prozent. Seitdem hat sich einiges getan, auch negatives. Düstere Szenarien wollen Wirtschaftsexperten aber nicht zeichnen – noch nicht. Denn ihrer Einschätzung nach wird die deutsche Wirtschaft – angefacht durch niedrige Zinsen und weiterhin hohe Exportmargen – noch ein paar Jahre ordentlich wachsen. Auch im Maschinen- und Anlagenbau.

Martin Schlee, seit Oktober 2015 Geschäftsfeldleiter Maschinen- und Anlagenbau am Fraunhofer IPA, hat also alle Hände voll zu tun, um die individuellen Bedarfe der Branche zu erkennen und abzuholen. »Es wird immer klassische Themen geben. Hier gilt es, unseren Kunden möglichst einfach die passenden Abteilungen und Kompetenzen aus unserem Haus zu vermitteln. Und es wird immer neue Themen geben, über die wir nicht nur Bescheid wissen, sondern an denen wir maßgeblich



mitwirken. Angewandte Forschung ist und bleibt ein wichtiger Baustein bei der Etablierung technologischer Innovationen«.

Schleefs Agenda 2016 fokussiert sich daher auf die Herausforderungen der Branche: Dazu zählen unter anderem hohe Marktdynamik, neue Technologien sowie die Verknappung von Ressourcen. Vier strategische Entwicklungsfelder, die den Weg zu einer »Smart Production« ebnen, hat er definiert: Die Entwicklung neuer Produktionstechnik mit Unterstützung technischer Assistenzsysteme. Die Umsetzung von Industrie 4.0 durch die Synchronisation der physischen mit der digitalen Produktionswelt. Die ressourceneffiziente Produktion zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und Kostenersparnis. Und, last but not least, die Wandlungsfähigkeit, die überall da notwendig wird, wo hohe Marktflexibilität gefordert ist.

Seit Oktober 2015 ist Martin Schleef Geschäftsfeldleiter Maschinen- und Anlagenbau in Vollzeit. Er löst Michael Lickefett in dieser Funktion ab, der weiterhin die Abteilung Fabrikplanung und Produktionsmanagement leitet. Schleef war nach seinem Studium der Verfahrenstechnik an der TU Hamburg-Harburg 18 Jahre im internationalen Fabrik- und Anlagenbau tätig. Er verfügt über langjährige Projekterfahrung in verschiedenen Industriezweigen und wird das Leistungsportfolio des Geschäftsfelds weiter ausbauen.

Michael Lickefett
Geschäftsfeldleiter bis September 2015
Maschinen- und Anlagenbau
Telefon +49 711 970-1993
michael.lickefett@ipa.fraunhofer.de

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





GESCHÄFTSFELD ELEKTRONIK UND MIKROSYSTEMTECHNIK

WINZIG, HOCHPRÄZISE UND SENSIBEL – EINE HERAUSFORDERUNG IN JEDER DIMENSION

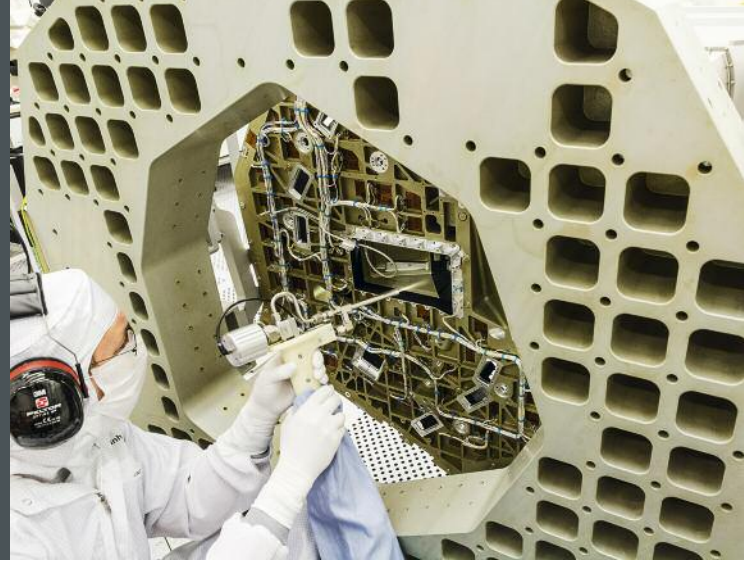
Die ersten PCs, die Anfang der 1980er Jahre auf den Markt kamen, waren klobige Koffer, die kaum Komfort boten. Heute leistet jede Smartwatch am Handgelenk ein Vielfaches dieser Dinosaurier. Die Miniaturisierung hat ein Maß erreicht, das sich noch vor einem Jahrzehnt niemand hätte träumen lassen. Ein Transistor auf einem integrierten Schaltkreis ist kleiner als jede Bakterie, Sensoren messen nur Millimeter und für den Blick auf manches Schraubchen braucht man eine Lupe. Es gibt Herzschrittmacher von der Größe einer Pille und Einzelteile für die Blut-Analyse mitsamt Pumpen, Ventilen und Kanälen, die auf einem Siliziumchip Platz finden. Winzige Pico-Satelliten, die ins All geschossen werden, wiegen kaum mehr als ein Stück Butter.

Der Hang zum Kleinen und Kleinsten findet sich insbesondere in der Elektronik und Mikrosystemtechnik. »Die Miniaturisierung stellt höchste Anforderungen an die Produktion und erfordert teilweise ganz neue Ansätze«, weiß Dr. Udo Gommel, der bis Februar 2016 das Geschäftsfeld leitete. Vor allem: Es muss extrem sauber zugehen. Wenn schon ein Staubkorn zum Totalausfall eines Bauteils oder sogar eines ganzen Geräts führen kann, ist Reinheit höchste Pflicht. Auch die Bearbeitung und Montage bei diesem Miniaturisierungsgrad macht neue Technologien nötig. Beispielsweise lassen sich die winzigen und empfindlichen Bauteile mit den üblichen Werkzeugen und Methoden nur noch bedingt handhaben. Zudem muss beispielsweise das Auftragen von Klebstoffen im Fügeprozess mit höchster Präzision erfolgen. Die Mitarbeiter aus dem Geschäftsfeld »Elektronik und Mikrosystemtechnik« stellen sich den Herausforderungen, die mit der Herstellung solcher Produkte verbunden sind. Damit leisten sie einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der produktionstechnischen Fragestellungen der

Industrie. Hinzu kommen selbst oder zusammen mit Partnern entwickelte Produktansätze, wie z. B. ein im Fraunhofer-Verbund realisierter kompakter Radarscanner, der optische Hindernisse durchdringt und auch bei Staub, Rauch, Nebel oder Regen klar sieht.

Weltweit größter Forschungsreinraum

Voraussetzung für das Herstellen von haarfeinen Strukturen oder das Verarbeiten kleinster Bauteile ist ein reinheitstechnisch kontrollierter Bereich, also meist ein Reinraum. Zur Erforschung und Bewertung der Abhängigkeiten des Kontaminationsverhaltens von Produktionseinrichtungen und der erzielbaren Qualitätsgüte der herzustellenden Produkte steht dem Fraunhofer IPA neben einer Vielzahl von Analysesystemen der weltweit größte Forschungsreinraum der ISO-Klasse 1 mit laminarer Verdrängungsströmung zur Verfügung. Er misst rund 150 Quadratmeter Grundfläche bei einer Raumhöhe von über 6 Metern. Mit seiner Schwerlast-Auslegung können dort natürlich nicht nur sehr kleine Endprodukte, sondern in Kombination auch die meist sehr großen und schweren Produktionsanlagen/-systeme bis zu einem Gesamtgewicht von knapp 40 Tonnen untersucht und optimiert werden. Ein Kubikmeter seiner Luft enthält höchstens 10 Partikel der Größe 0,1 Mikrometer, in üblicher Stadtluft sind es 10^{13} Partikel. Dazuhin besitzt das Institut hochmoderne Geräte wie Rasterelektronenmikroskope, Mikro-Computertomographen oder Massenspektrometer, die es möglich machen, die Verschmutzung der Bauteile zu messen sowie die Wirksamkeit der verschiedenen Reinigungsverfahren zu beurteilen und zu vergleichen. So ist es kein Wunder, dass Stuttgarter Experten in den wichtigen Gremien sitzen, die für die Standardisierung von Reinheits- und Reinigungsverfahren zuständig sind.



Industrieverbände »Cleanroom Suitable Consumables« (CSC) und »MediClean«

Wie wichtig das Thema für die Industrie ist, zeigt die durch das IPA initiierte Gründung von zwei neuen Initiativen. Beim Industrieverbund »Cleanroom Suitable Consumables« (CSC) geht es um Verbrauchsmaterialien, die tagtäglich im Reinraum genutzt werden, also um Overalls, Handschuhe, Mundschutz, Wischtücher und Ähnliches. Die Motivation dahinter: Der beste Reinraum ist nutzlos, wenn er durch Verunreinigungen, die von Verbrauchsmaterialien bei deren bestimmungsgemäßem Einsatz abgegeben werden, ständig neu kontaminiert wird. Bisher fehlen hierfür verlässliche Regeln oder auch nur vergleichende Messungen, sodass es oft zur Überschreitung von produktspezifischen Sauberkeitsgrenzwerten kommt. »Wir versuchen, Licht ins Dunkel zu bringen«, sagt der zuständige IPA-Experte Frank Bürger. An dem Verbund beteiligen sich Unternehmen aller Branchen, die auf sauberkeitskontrollierte Bereiche angewiesen sind, vor allem aus der Pharmazie, der Elektronik und der Raumfahrt. Das Regelwerk, das am Ende entsteht, soll später als internationale Norm etabliert werden.

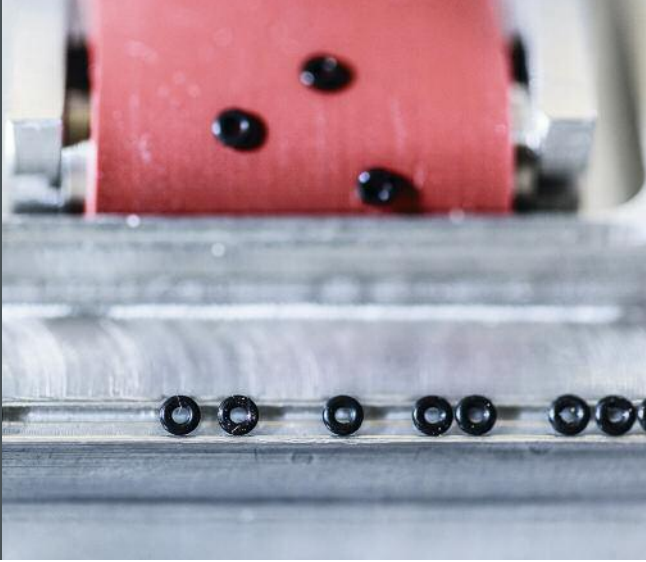
Der zweite Industrieverbund verfolgt ähnliche Ziele auf dem Gebiet der Medizin. »MediClean« kümmert sich um die Sauberkeit von medizintechnischen Produkten, z. B. von Implantaten oder Injektionsnadeln. Schon während des produktionstechnischen Herstellungsprozesses, aber auch im Krankenhaus und in Arztpraxen sind Sauberkeit und Hygiene lebenswichtig, weil Biokontaminationen (z. B. Keime) zu Entzündungen oder einer Abstoßung eines medizintechnischen Implantats führen können. Aber bislang gibt es keine verbindlichen Normen, wie eine sauberkeitsgerechte Herstellung oder eine effektive Reinigung auszusehen hat. So kann es immer wieder zu Komplikationen kommen. Die Krankenkassen schätzen den ökonomischen Schaden, der allein in Deutschland durch Abstoßungsreaktionen des Körpers auf unreine Implantate entsteht, auf jährlich rund 7 Milliarden Euro. Der Industrieverbund unter Leitung des IPA soll nun Abhilfe schaffen.

Aber auch auf technologischer Ebene leistet das Fraunhofer IPA durch die im Geschäftsfeld gebündelten Kompetenzen einen entscheidenden Beitrag zur möglichen industriellen Umsetzung von Hightech-Produkten. Muss beispielsweise ein kontaminationsempfindliches Bauteil gereinigt werden – kein Problem. Das IPA verfügt über die wesentlichen Reinigungsverfahren, ob Plasma, Ultraschall oder Kohlendioxid, ob nass oder trocken.

CO₂-Reinigung

Besondere Expertise hat das IPA bei der CO₂-Reinigung, die für hochempfindliche Teile unschlagbar ist. Die Stuttgarter Experten entwickeln eine Methode, Folien und Glassubstrate, wie sie für viele Smartphones zur Anwendung kommen, während der Rolle-zu-Rolle-Herstellung zu reinigen. Mittels einer patentierten Zweistoffdüse werden die zu reinigenden Oberflächen mit kristallinem CO₂-Schnee »bestrahlt«. Über die Variation der Parameter des Strahldrucks, des Zweistoffgemischs, der Strahlwinkel, des -abstands etc. können in Abhängigkeit der zu reinigenden Oberflächenspezifika optimierte Reinigungseffizienzen erzielt werden. Zum einen findet bei Raumtemperatur aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Oberfläche und CO₂ von knapp 100 Kelvin eine Versprödung von filmischen Verunreinigungen, beispielsweise von Ölen oder Fetten, statt. Durch den Strahldruck werden dann aufgerissene, filmische Verunreinigungen abgeschilfert und somit gleich abtransportiert.

Des Weiteren sublimiert der CO₂-Schnee beim Auftreffen auf die Oberfläche, geht also schlagartig in den gasförmigen Zustand über. Er explodiert regelrecht, wobei sich sein Volumen um den Faktor 800 vergrößert. Dabei lösen sich die versprödeten Schmutzpartikel unweigerlich ab, ohne dem empfindlichen Substrat zu schaden. Ein aktuelles Anwendungs-Highlight in diesem Bereich ist die in den IPA-Laboren stattfindende Reinigung von Komponenten zum Bau von Satelliten und Raumsonden.



Sauberkeit der Fertigungsprozesse

Neben der Reinigung einzelner Bauteile ist die Sauberkeit der Fertigungsprozesse qualitätsentscheidend. Mikrochips und Displays sind besonders sensible Teile, die quasi keinerlei Kontamination vertragen. Schon ein einziges Feinstaub-Partikel kann einen Kurzschluss verursachen und die Elektronik ruinieren. Wer böse Überraschungen vermeiden will, muss seine gesamte Fertigungsanlage von vornherein entsprechend auslegen, vom Design und der Reinraum-Ausstattung über die benutzten Werkzeuge und die Werkstoffauswahl bis zur Kleidung des Personals. IPA-Experten, etwa das Team um Frank Bürger, liefern entsprechende Lösungen. Bei Unklarheiten führen sie die nötigen Tests durch und können sogar, falls gewünscht, die Mitarbeiter schulen.

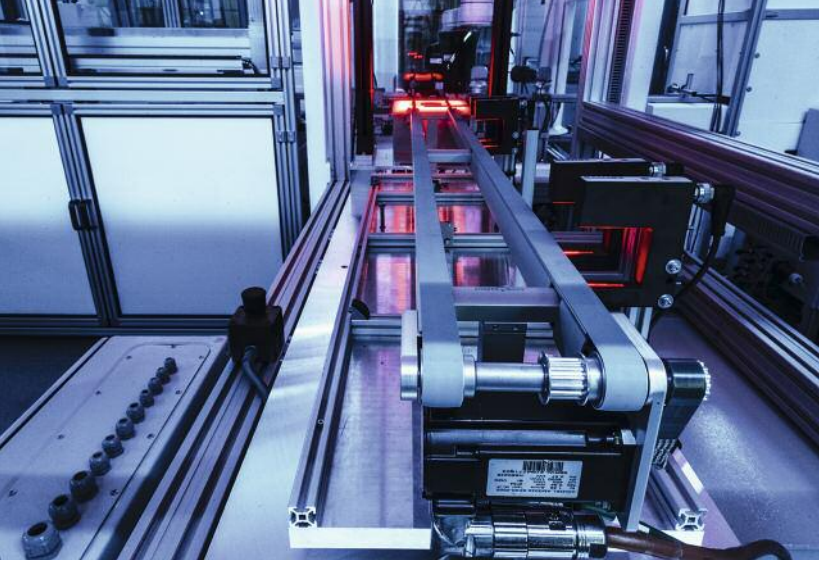
Handhabung winziger Teile

Eine besondere Herausforderung bei der Produktion mikroelektronischer und mikrotechnischer Produkte, wie beispielsweise dem Smartphone, ist die Handhabung der winzigen Teile. Vereinzeln, greifen, zuführen, fixieren, positionieren – das alles lässt sich nicht wie bei der Möbelproduktion bewerkstelligen. Da braucht es innovative Methoden. Zum Beispiel hat die Arbeitsgruppe um Dirk Schlenker eine Methodik entwickelt, wie man mikroskopisch kleine Bauteile, die in einem ungeordneter Haufen aufeinanderliegen, vereinzelt und dorthin befördert, wo man sie braucht. Die herkömmlichen Vibrationsförderer stoßen bei Bauteilen kleiner als einem halben Millimeter an ihre technischen Grenzen. Denn die »Zwerge« bleiben wegen ihres geringen Gewichts einfach auf dem Band liegen. Das Forscherteam hat deshalb komplett umdenken müssen. Die Inspiration kam schließlich aus der Natur: Wasserläufer können über das Wasser laufen, indem sie dessen Oberflächenspannung nutzen. Winzige Schrauben, Zahnräder, Kugeln, Chips oder Sensoren sind ebenfalls leicht genug, um nicht unterzugehen.

Bei dem patentierten Verfahren mit dem Namen »IPA.Fluid-Sorting«, das erfolgreich in einem Prototyp umgesetzt wurde, schwimmen die federleichten Bauteile auf einer erzeugten Flüssigkeitsoberfläche und gleiten dank der Schwerkraft von alleine zum Rand des Flüssigkeitsfilms. Dort stoßen sie gegen eine Anschlagkante und reihen sich wie die Perlen einer Kette auf. So kann man sie nach dem Zurückziehen der Flüssigkeit bequem aufnehmen. Das Verfahren eignet sich für alle Bauteile, die kleiner als ein bis zwei Millimeter sind. Nach unten gibt es fast keine Grenze: »Wir können im Prinzip sogar Staubkörner sortieren. Je kleiner, desto besser«, sagt Schlenker. Noch ist der Bedarf für solche Mikro-Sortieranlagen überschaubar, doch es ist absehbar, dass immer mehr Mini-Teile gebraucht werden, sei es in der Medizintechnik, der Uhrenindustrie oder der Mikroelektronik.

Mikrodosiertechnik

Neben der Handhabung braucht auch der Zusammenbau kleinster Bauteile neue Ideen. Beispiel Kleben: jeder kennt das Ärgernis, wenn der Klebstoff nach getaner Arbeit nachtropft, weil sich der Druck in der Tube nur langsam abbaut. Wenn es um Mikro-Montage geht, darf so etwas nicht passieren. Ein einziger Tropfen kann ein ganzes Produkt ruinieren. Dem Team um Schlenker gelang es in Kooperation mit einem Industriepartner das am IPA entwickelte »IPA.VALVE« erfolgreich am Markt zu platzieren. Mit dem Schließventil, das zur Vermeidung des typischen Nachtropfens problemlos an die heutigen Dosiersysteme angeschraubt werden kann, können alle Arten von Flüssigkeiten, also neben Klebstoff auch für Öl oder Dichtmaterial, zuverlässiger als bisher dosiert werden. Auf der letzten Fachmesse für Produktions- und Montageautomatisierung Motek »war das Ventil der Renner«, freut sich Schlenker. Es ist so schlicht aufgebaut, dass es demnächst sogar als Einwegkomponente für wenige Euro in den Handel kommen soll.



Intelligenter Werkstückträger

Neben den erzielten technologischen Fortschritten kommen vom IPA auch innovative Produktionslösungen. So arbeiten IPA-Experten aktuell an der Fabrik der Zukunft, die unter dem Schlagwort »Industrie 4.0« eine neue Ära der Produktion einläuten wird. Ein für das Geschäftsfeld relevantes Thema dort sind intelligente Komponenten. Die Idee dahinter: Die einzelnen Maschinen und Produktionsmittel sind nicht länger Einzelkämpfer, sondern arbeiten im Team. Sie kommunizieren miteinander und finden so selbst die optimale Lösung. Das erhöht die Flexibilität und Effizienz einer Fabrik erheblich. IPA-Ingenieure haben im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojekts »smartWT« einen weiteren Baustein zu der vernetzten Fabrik beigesteuert: einen intelligenten Werkstückträger, der Bauteile von einer Maschine zur anderen transportiert und diese im Prozess bereitstellt. Der »smartWT« ermöglicht das kontinuierliche Erfassen von Logistik- und Prozessdaten und übermittelt sie drahtlos. Bestückt ist er mit miniaturisierten Modulen zur Signalverarbeitung, Kommunikation und Energiespeicherung. Obendrein ist er so ausgelegt, dass er während des Transports selbsttätig Aufgaben übernehmen kann, etwa ein Bauteil positionieren. Die Aufgabe des IPA war es, die einzelnen Funktionseinheiten in den Werkstückträger zu integrieren und mögliche Anwendungsszenarien zu entwickeln.

Die modulare Montageanlage

Verbunden mit dem Trend zu intelligenten Systemen, braucht man zunehmend Produktionslösungen, mit denen sich auf die Anwendung hin angepasste Produkte, wie z. B. Sensoren wirtschaftlich herstellen lassen. So lohnt sich bei hohen Stückzahlen wie bei der Handy-Produktion die Investition in große Anlagen. Im Sensorbereich muss die Produktion anders aussehen, da sind die Mengen eher kleiner und die Variantenvielfalt groß. Risikoreich ist insbesondere die frühe Phase der industriellen Umsetzung, wo teilweise die Prozesse und deren Verkettung noch nicht endgültig stehen. Gemeinsam mit Partnern hat das IPA im Rahmen des vom BMBF geförderten und dem Spitzen-

cluster microTEC Südwest zugeordneten Verbundprojekts eine Lösung entwickelt – die modulare Montageanlage »VolProd« Sie ermöglicht den einfachen Austausch einzelner Prozessmodule und nach Bedarf deren schrittweise Automatisierung und Verknüpfung. Wie dies aussehen kann, zeigt der am IPA aufgestellte Demonstrator.

Digitale Drucktechnik

Neben der Entwicklung wandelbarer und miniaturisierter Anlagen für die Mikrosystemtechnik arbeiten die Forscher des IPA an Produktionslösungen für eine neue Generation an Produkten. Gemeint sind die vielerorts kommunizierten innovativen Lösungen aus dem 3D-Drucker. Jedoch konzentriert sich das IPA hier nicht nur auf die Herausforderung, einzelne Schichten zuverlässig aufzubauen, sondern auch auf die produktionstechnische Fragestellung: die direkte Integration von Bauteilen im Aufbauprozess. Gemeinsam mit Partnern wurden innovative Prozess- und Systemlösungen entwickelt, die nun als Entwicklungsbasis und zur Demonstration zur Verfügung stehen. So beispielsweise ein Montagemodul, mit dem winzige LEDs in eine Tasche einer Trägerfolie eingesetzt werden können, die ein Teil einer mehrlagigen Beleuchtungsfolie darstellt.

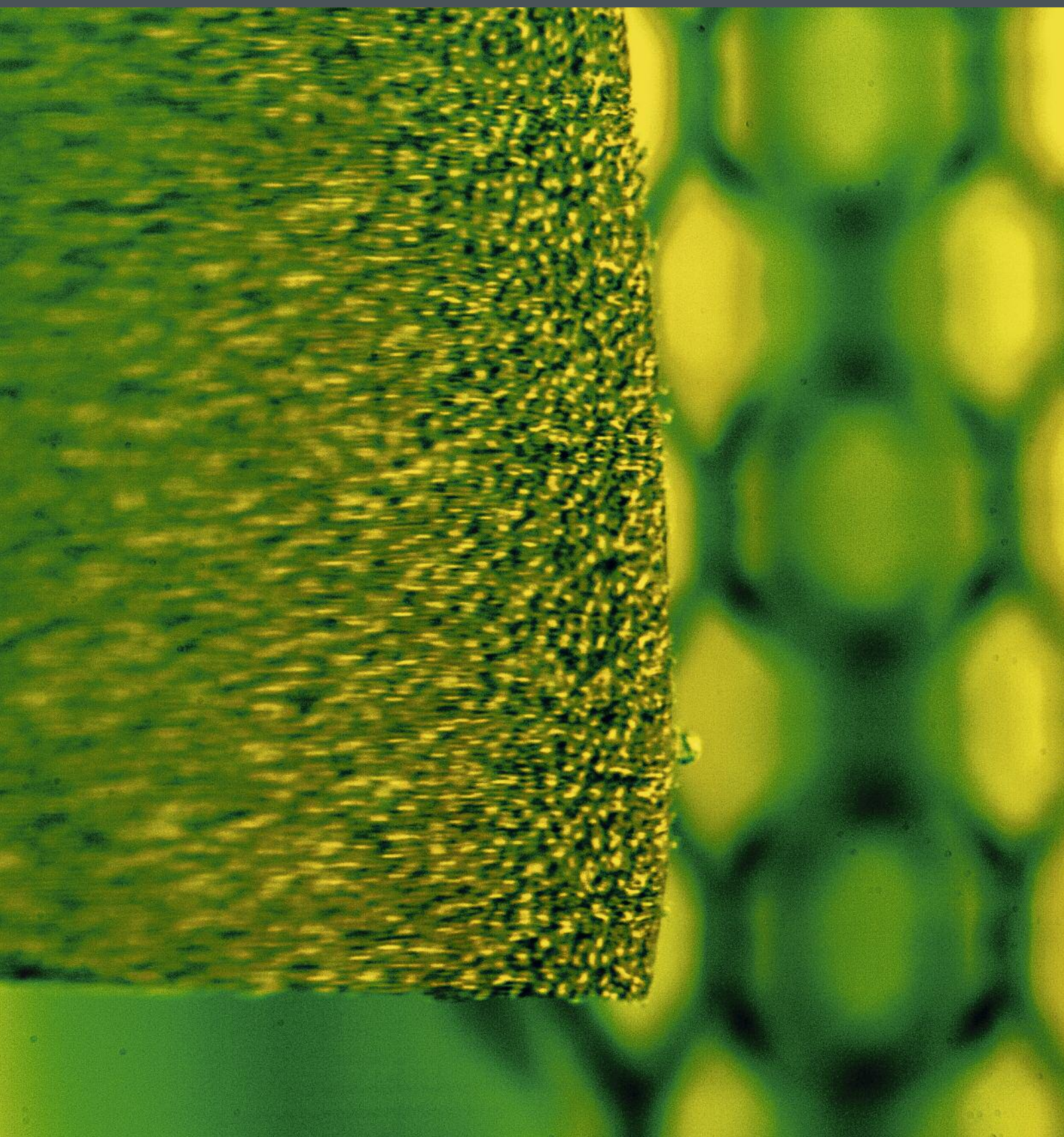
Die Liste der Expertisen, die das IPA für die Elektronik und Mikrosystemtechnik-Produktion hat, ließe sich noch verlängern, etwa auf Forschungsgebiete wie Galvanik, Bilderkennung, Vernetzung von Sensoren oder Informationsverarbeitung.

Klaus Jacob

Martin Schleaf, der seit Oktober 2015 das Geschäftsfeld »Maschinen- und Anlagenbau« leitet (s. S. 26), hat seit März 2016 auch das Geschäftsfeld »Elektronik und Mikrosystemtechnik« übernommen. Dr. Udo Gommel, der die Funktion seither erfolgreich innehatte, ist sein Stellvertreter. Er leitet die Abteilung »Reinst- und Mikroproduktion«.

Dr.-Ing. Udo Gommel
Stellvertretender Geschäftsfeldleiter
Elektronik und Mikrosystemtechnik
Telefon +49 711 970-1633
udo.gommel@ipa.fraunhofer.de





GESCHÄFTSFELD ENERGIEWIRTSCHAFT

PRODUKT UND PRODUKTION AUS EINER HAND

Labor, Kleinserie, Massenfertigung: An Produktionstechnologien für Energiespeicher der nächsten Generation arbeiten Wissenschaftler des Fraunhofer IPA im Projekt »FastStorageBW II«. Mit Blick auf die industrielle Massenfertigung konzipieren sie ein flexibles Fertigungskonzept zur Erforschung der einzelnen Prozessschritte der Zellproduktion. Ziel ist eine Anlage zur Herstellung verschiedener Varianten der in »FastStorageBW« entwickelten »PowerCaps« (Energiespeicher) im Technikumsmaßstab, auf deren Basis Batteriehersteller »Varta« in den nächsten Jahren eine Produktionslinie für die Großserie aufbauen will.

Ein handlicher Energiespeicher, schnell und leistungsstark wie ein Kondensator, aber mit der hohen Speicherkapazität von Batterien: Im Projekt »FastStorageBW« entwickeln Wissenschaftler des Fraunhofer IPA und anderer baden-württembergischer Forschungseinrichtungen in Zusammenarbeit mit »Varta Microbattery«, Ellwangen, Speicherzellen mit genau diesen Eigenschaften.

»Speicher wie die »FastStorage-PowerCaps« können die Energieeffizienz von Maschinen, aber auch von intralogistischen Anlagen deutlich verbessern, indem sie beispielsweise Bremsenergie aufnehmen und für spätere Beschleunigungsvorgänge wieder zur Verfügung stellen. Aktuell konkretisieren sich auch Ideen für den Einsatz in Pedelecs und E-Bikes«, sagt Joachim Montnacher, Projektkoordinator »FastStorage« und Leiter des Geschäftsfelds »Energiewirtschaft« am Fraunhofer IPA.

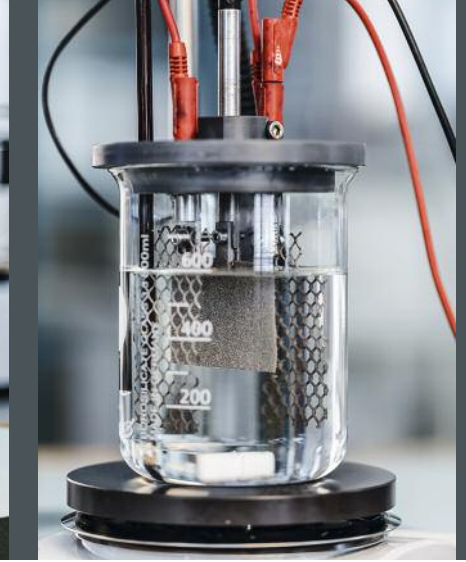
Bereits in wenigen Jahren will »Varta« mit der Serienproduktion starten. Als Vorstufe soll bis Ende 2017 in Ellwangen eine Technikumsanlage für Kleinserien entstehen. Die Vorarbeiten laufen derzeit am Fraunhofer IPA in Stuttgart. »Uns interessiert dabei jedoch nicht nur die Machbarkeit im Labormaßstab. Bei uns laufen die Entwicklung der Materialien und die Konzeption der »PowerCaps« als solche Hand in Hand mit der Entwicklung industrietauglicher Produktionsprozesse und Fertigungsverfahren«, betont Montnacher.

Die »PowerCaps«, die im Projekt »FastStorageBW« entstehen, sollen am Ende in Bezug auf Leistungsdichte und Schnellladefähigkeit mit Superkondensatoren konkurrieren, aber deutlich mehr Energie speichern können. Wie hoch Leistungs- und Energiedichte sind, hängt maßgeblich von den Elektroden der »PowerCaps« ab, denn dort wird die Energie gespeichert. »Eine Schlüsselrolle spielen dabei Aktivmaterialien«, sagt Harald Holeczek, Leiter des Teilprojekts »Aktivmaterialien und Komponenten«.

Materialsynthese: Prozess- und Anlagentechnik aus einem Guss

Die Stromkollektoren der Elektroden bestehen aus Nickelschaum. Dieser wird mit Aktivmaterial beschichtet und anschließend zwischen zwei Walzen verdichtet. Das Aktivmaterial besteht üblicherweise aus Aktivkohle, an deren Oberfläche die Ladung gespeichert wird. Daneben können aber auch Oxide in das Aktivmaterial eingebracht werden, wodurch sich seine Speicherkapazität verbessert. Holeczek arbeitet an Verfahren zur Herstellung solcher Oxide und nutzt dafür elektrochemische Prozesse, wie sie im industriellen Maßstab unter anderem zur Metallbeschichtung oder zur Erzeugung von Wasserstoff durch Elektrolyse üblich sind.

Um die für die »PowerCap«-Elektroden benötigten Materialien herzustellen, kämen auch andere Verfahren in Frage. Rein chemische auf der einen und thermische auf der anderen Seite, bei



denen die Zugabe eines Reaktionspartners eine Oxidation bewirkt oder sich durch starkes Erhitzen Sauerstoff aus der Luft anlagert, was dann beispielsweise reines Metall in Metalloxid wandelt.

Im Gegensatz zu diesen Verfahren punktet das von den IPA-Wissenschaftlern favorisierte elektrochemische Verfahren dadurch, dass weder hohe Temperaturen, noch Brenn- und Zusatzstoffe erforderlich sind. »Wir benötigen für die Oxidation lediglich elektrischen Strom. Sowohl unser Material-, als auch unser Energieverbrauch liegen deutlich unter dem rein chemischer und thermischer Verfahren«, betont Holeczek.

Fast noch wichtiger ist jedoch ein anderer Vorteil: »Das elektrochemische Verfahren zeichnet sich durch eine hohe Selektivität und Reproduzierbarkeit aus. Wir können damit die chemische Zusammensetzung, die Eigenschaften und Qualität des Aktivmaterials sehr genau einstellen und das gleichbleibend und ohne Schwankungen«, erklärt der Verfahrenstechniker. Die Wahl der Prozessbedingungen, also die Zusammensetzung des Elektrolyten im Zusammenspiel mit physikalischen Parametern wie Stromdichte, Spannung und Temperatur, ermöglichen es, sehr genau zu kontrollieren, was im Prozess passiert und wie das Ergebnis aussieht.

Die Stuttgarter Galvanik-Experten haben den Prozess von Anfang an so konzipiert, dass er skalierbar ist. So können sie damit nicht nur die geringen Mengen Aktivmaterial herstellen, die sie aktuell für die Laborversuche benötigen. Das Verfahren ist auch so gestaltet, dass es sich später in einer industriellen Anlage umsetzen lässt. Eine Anlage, die von Anfang an auf Effizienz getrimmt ist: »Unser Ziel ist es, einen Elektrolyt zu verwenden, in dem kaum Abbauprodukte entstehen und der lediglich in gewissen Abständen nachgefüllt werden muss. Gleichzeitig soll der Prozess mit geringen Spannungen arbeiten, um den Energiebedarf niedrig zu halten und von anlagentechnischer Seite her muss das Ganze natürlich so gestaltet sein, dass man mit so wenig Aufwand wie möglich produzieren kann«, zählt Holeczek als wichtigste Punkte auf.

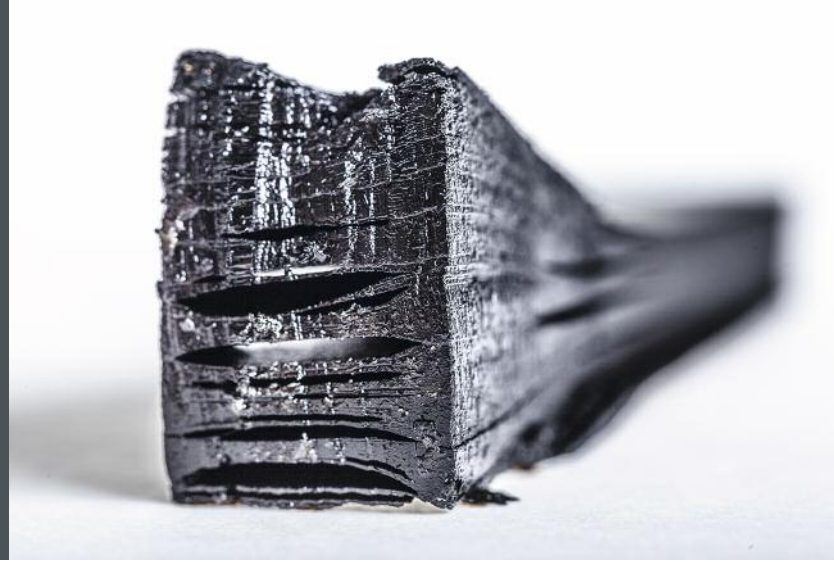
Damit das am Ende tatsächlich so funktioniert, entwickeln er und sein Team nicht nur das Verfahren, sondern parallel dazu auch die Reaktionskammer für den Prozess. Für Beschichtungen ist diese Art der angepassten Anlagentechnik mittlerweile gängige Praxis. Für elektrochemische Prozesse in der Materialsynthese ist sie jedoch ein Novum. »Dabei ist es bei Materialsynthesen nicht anders als beim Galvanisieren von Oberflächen: Nur wenn man den chemischen Prozess und die Anlagentechnik zusammen denkt und von Anfang an aufeinander abstimmt, erhält man am Ende ein gutes Ergebnis«, ist Holeczeks Erfahrung. Erste Oxide für das auf Kohlenstoffen basierende Aktivmaterial sind bereits synthetisiert.

Gleichmäßig in Dispersion – die Mischung macht's

Für die konventionelle Elektroden-Nassbeschichtung werden die pulverförmigen Kohlenstoffmaterialien mit Bindern und anderen Additiven zu einer Paste vermischt, die anschließend mit speziellen Raket- oder Düsensystemen auf den Nickelschaum aufgetragen wird.

Vor der Beschichtung ist jedoch ein grundlegendes Problem zu lösen, denn Mischsysteme wie Planetenmischer oder Inline-Dispergierer in der Standardausführung eignen sich nur bedingt für die Verarbeitung der zum Teil nanoskaligen Kohlenstoffe: »Einige unserer Pulvermaterialien sind um den Faktor 100 kleiner als die Materialien, die sonst damit verarbeitet werden. Derartig feine Pulver neigen dazu, in Dispersionen Klümpchen zu bilden – also zu reaggglomerieren, wenn sie nicht adäquat verarbeitet werden«, erklärt Carsten Glanz, Leiter des Teilprojekts »Mischverfahren«. Agglomerate sind jedoch unerwünscht. Verklumpen die Nanopartikel, verringert sich die Oberfläche, an der sich Ionen anlagern können, und damit verringert sich auch die Speicherkapazität der Elektrode.

Das Ziel ist deshalb eine Dispersion, in der sich das Aktivmaterial möglichst gleichmäßig verteilt und die bei längerer Lagerung stabil bleibt. Erreichen lässt sich dies einerseits chemisch durch spezielle Additive, welche die Kohlenstoffpartikel auf Abstand



halten, und andererseits durch die mechanische Verarbeitung. »Wir haben verschiedene Mischsysteme analysiert und die favorisierten Dispergierprozesse entsprechend den Anforderungen weiterentwickelt. Die ausgewählten Prozesse werden nun im Technikumsmaßstab getestet«, berichtet Glanz.

Dry-Blend: Elektrodenbeschichtung ohne Lösemittel

Elektroden lassen sich jedoch nicht nur nass beschichten, sondern auch trocken. Daran arbeiten Inga Landwehr und Markus Cudazzo. Im Projekt ELIBAMA (siehe unten »Pulverbeschichtete Stromkollektoren für Lithium-Batterien«) haben sie die Grundlagen für ein Verfahren zur Trockenbeschichtung von Kathoden für Lithium-Batterien entwickelt. »Wir betreten damit Neuland. Bislang wurden die Stromkollektoren elektrochemischer Energiespeicher ausschließlich nass beschichtet«, stellt der Leiter des Teilprojekts »Beschichtungsverfahren« Cudazzo fest. »In ELIBAMA haben wir die Machbarkeit der Trockenbeschichtung nachgewiesen. In FastStorageBW erweitern wir nun die Anwendungspalette für dieses Verfahren«, ergänzt Landwehr. »Allerdings muss man den gesamten Prozess neu denken: Das Dry-Blend-Material, mit dem die Kathoden von Lithium-Ionen-Batterien beschichtet werden, unterscheidet sich in Zusammensetzung und Eigenschaften deutlich von dem zur Beschichtung von »PowerCap«-Elektroden«, betont sie. Grundsätzlich lässt sich das Prinzip jedoch übertragen, sind beide überzeugt.

Ein Umstieg von der etablierten Nass- auf die neue Trockenbeschichtung von Stromkollektoren für Energiespeicher hätte eine ganze Reihe von Vorteilen. So kann die Beschichtungsanlage deutlich kleiner und kompakter ausfallen. »Wir bringen den gesamten Beschichtungsprozess inklusive Nachbehandlungsstufen auf eine Fläche von weniger als zehn Quadratmetern unter, während eine vergleichbare Nassbeschichtungsanlage eine komplette Halle füllen würde«, veranschaulicht Inga Landwehr.

Im Gegensatz zu nassbeschichteten müssen pulverbeschichtete Elektroden nicht in langen Bahnen getrocknet werden. Es werden auch keine Anlagen zur Rückgewinnung von Lösemitteln

benötigt, denn das Pulvermaterial kommt ganz ohne Lösemittel aus. Beides spart Platz und verringert die Investitionskosten. Der Energiebedarf fällt deutlich geringer aus, Umweltbelastungen durch Lösemittel-Emissionen entstehen erst gar nicht und auch die Effizienz im Materialeinsatz verbessert sich durch Dry-Blend-Funktionsmaterial: Produktionsrückstände lassen sich ohne großen Aufwand zurückgewinnen und dem Prozess wieder neu zuführen.

Wie hoch die Einsparungen insgesamt sein können, hat das Forscherteam am Beispiel von Kathoden für Lithium-Ionen-Akkus ausgerechnet: »Die Materialeinsparungen summieren sich hier auf mehr als 30 Prozent, der Einsatz von Primärenergie reduziert sich um rund die Hälfte und der Anlageninvest liegt um mehr als 60 Prozent unter dem, was eine vergleichbare klassische Nassbeschichtungsanlage kosten würde«, zählt Landwehr auf. Sie erwartet, dass die Bilanz für die »FastStorage«-Elektroden am Ende ähnlich ausfallen wird.

Die Beschichtung der »PowerCap«-Elektroden Schritt für Schritt im Batch-Prozess funktioniert bereits. Der nächste Schritt ist nun die Überführung in ein Rolle-zu-Rolle-Verfahren, wie es auch in der Nassbeschichtung üblich ist: Das Trägermaterial Nickelschaum läuft in Bahnen von der Rolle hinein, wird beschichtet und am Ende als fertiges Elektrodenhalbzeug auf Rolle wieder abgenommen. Anschließend werden daraus die Elektroden ausgestanzt.

Zellassemblierung: Sauber, flexibel und modular

Grundsätzlich könnten die »PowerCaps« sowohl als prismatische, also quaderförmige, als auch als zylindrische Zellen gefertigt werden. »Wir konzentrieren uns derzeit vor allem auf Fertigungskonzepte für zylindrische Zellen«, sagt Tim Giesen, Leiter des »FastStorageBW«-Teilprojekts »Prozessentwicklung Automatisierung«. Für solche Rundzellen werden die Elektroden zusammen mit dem Separator aufgewickelt und in Metallbecher gefügt. Anschließend werden diese Becher verschlossen, mit Elektrolyt befüllt und abgedichtet.



Angefangen beim Wickeln bis hin zum Verschluss der Zelle arbeitet Giesens Team an Konzepten für die »PowerCap«-Versuchslinie, die ab 2016 bei »Varta« aufgebaut werden soll. Ein wichtiger Aspekt sind die reinheitstechnischen Anforderungen an die Produktionsumgebung. So gilt es beispielsweise zu verhindern, dass Staub und andere Verunreinigungen in die »PowerCap«-Gehäuse gelangen oder dass die in der Linie arbeitenden Menschen mit gesundheitsgefährdenden Stoffen in Berührung kommen. »Wir haben sowohl die Produktqualität im Blick, als auch den Schutz der Mitarbeiter in der Fertigung«, betont Giesen. Darüber hinaus geht es darum, den optimalen Automatisierungsgrad zu ermitteln und die Versuchslinie so flexibel zu gestalten, dass ohne größeren Aufwand mehrere Produktvarianten gefertigt werden können.

Um zu untersuchen, welche Arbeitsschritte beispielsweise später automatisiert und welche manuell ausgeführt werden sollten, wie der Materialfluss zwischen den einzelnen Arbeitsstationen möglichst effizient abläuft oder wo eine Kapselung oder Einhausung einzelner Abschnitte der Linie erforderlich ist, bauen die Ingenieure am IPA derzeit verschiedene Versuchsstationen auf. »Dabei setzen wir eine modulare Systemplattform um, die den Aufwand und die Investition bei einem zukünftigen Produktwechsel gering halten wird. Das verringert den Arbeitsaufwand und die Investitionskosten und wir bleiben flexibel«, sagt Giesen.

In der Versuchsanlage sollen ab 2017 unter seriennahen Rahmenbedingungen die ersten Musterzellen für konkrete Anwendungen entstehen. »Die produktionstechnischen Weichen dafür sind gestellt und auch in Bezug auf die angestrebten Produkteigenschaften wie Leistungsdichte, Energiedichte und Zyklenstabilität sind wir auf einem guten Weg. Unsere aktuellen Ergebnisse bestätigen, dass unsere bislang noch weitestgehend manuell hergestellten Testzellen die vorgegebenen Anforderungen nicht nur erreichen, sondern teilweise sogar übertreffen«, zieht Projektkoordinator Joachim Montnacher Zwischenbilanz.

Michaela Neuner

»FastStorageBW II«

Auf bis zu drei Milliarden Euro in den nächsten vier bis sechs Jahren schätzen Experten das Marktpotenzial für die neue Speichertechnologie, die im Projekt »FastStorageBW« entsteht. Unter Federführung des Fraunhofer IPA arbeiten in diesem Projekt baden-württembergische Unternehmen und Forschungseinrichtungen an einem Stromspeicher, der die Vorteile von Batterien und Kondensatoren vereint. Phase zwei von »FastStorageBW« begann Anfang 2015 und ist auf eine Laufzeit von drei Jahren angelegt. Das Projekt wird vom Land Baden-Württemberg mit 25 Mio Euro gefördert.

»ELIBAMA« (European Li-Ion Battery Advanced Manufacturing)

Die Herstellung von Lithium-Ionen-Zellen nicht nur kostengünstiger, sondern über die gesamte Wertschöpfungskette hin auch umweltfreundlicher zu gestalten, war das Ziel des EU-Projekts »ELIBAMA«. Entwickelt und verbessert wurden unter anderem Verfahren zur Montage der Zellen, zur Elektrolytherstellung und zur Beschichtung von Elektroden sowie Recycling-Strategien. Das europäische Verbundprojekt, an dem 17 Partner aus Industrie und Forschung aus 5 Ländern beteiligt waren, wurde Ende 2014 nach dreijähriger Laufzeit abgeschlossen. Weitere Informationen unter <https://elibama.wordpress.com>

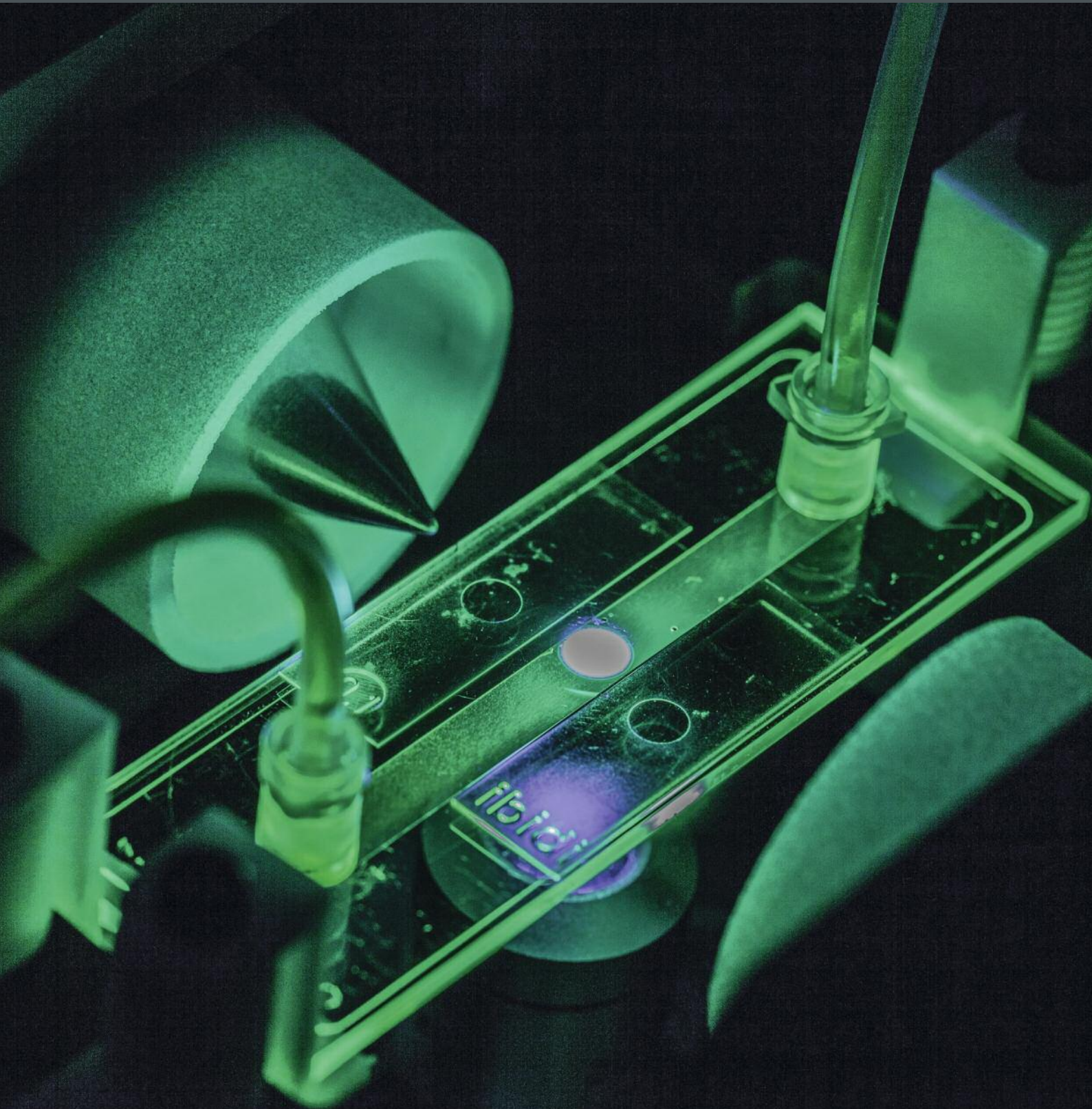
Modulare Systemplattform

Speziell für die frühe Phase einer Prozessentwicklung und -automatisierung wurde die modulare Systemplattform entwickelt. Das Anlagenkonzept ermöglicht die Ankopplung einzelner Prozessmodule über definierte Schnittstellen und deren bedarfsorientierte Verkettung mittels adaptierbarer Handhabungs- und Zuführmodule.

Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer
Stellvertretender Geschäftsfeldleiter
Energiewirtschaft
Telefon +49 711 970-3600
alexander.sauer@ipa.fraunhofer.de

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





GESCHÄFTSFELD MEDIZIN- UND BIOTECHNIK

WEGE ZU EINER BEZAHLBAREN GESUNDHEIT VON MORGEN

Die gute Nachricht vorab: Unsere Chancen auf ein langes und gesundes Leben sind besser als je zuvor. Allein in den letzten 60 Jahren ist die mittlere Lebenserwartung in Deutschland um 12 Jahre gestiegen. Männer werden derzeit im Durchschnitt 78 Jahre alt, Frauen sogar 83. Tendenz steigend: Ein heute geborenes Kind erlebt mit hoher Wahrscheinlichkeit seinen 100sten Geburtstag.

Die Menschen werden nicht nur älter, sie bleiben auch länger fit. In einem Alter, in dem unsere Großväter bereits am Stock gingen, brechen heute junggebliebene Rentner auf zu Weltreisen, Segeltörns und Gebirgsdurchquerungen.

Dass wir länger aktiv am Leben teilnehmen können als alle Generationen vor uns, hat verschiedene Gründe: Da sind einmal die verbesserten Lebensbedingungen, dazu kommen eine gesundheitsbewusste Lebensweise, gute Ernährung und last but not least eine hervorragende medizinische Versorgung. Viele Krankheiten, die noch vor hundert Jahren zu Invalidität oder zum Tode geführt haben, sind heute behandelbar: Impfungen schützen uns vor gefährlichen Infektionskrankheiten; gegen Krebs gibt es Chemotherapeutika; verengte Arterien lassen sich durch Stents weiten; abgenutzte Gelenke durch Prothesen ersetzen. Und in Zukunft wird man Patienten mit maßgeschneiderten personalisierten Therapien gezielter behandeln können als bisher.

Der Fortschritt hat allerdings seinen Preis. Das ist die schlechte Nachricht. Bereits heute fließen weltweit fast zehn Prozent des Bruttosozialprodukts in das Gesundheitswesen. »Mit dem vorausehbbaren demographischen Wandel werden die Kosten noch weiter ansteigen, weil ältere Menschen häufiger medizinische Versorgung benötigen als junge«, sagt Tobias Brode, Geschäftsfeldleiter »Medizin- und Biotechnik« am Fraunhofer IPA. »Gleich-

zeitig zahlen immer weniger junge Menschen, die selten krank sind, in die Krankenkassen ein. Damit gerät unser Gesundheitssystem zunehmend unter Druck. Um es zukunftsfähig zu machen, müssen wir Kosten sparen: indem man beispielsweise die Prozesse in der Entwicklung und Herstellung von Pharmazeutika optimiert und automatisiert, preiswerte Therapien entwickelt, die Abläufe im Gesundheitswesen verbessert und indem man alles dafür tut, dass Menschen erst gar nicht pflegebedürftig werden. Kurz gesagt: Das Gesundheitssystem muss effizienter werden.«

Die Effizienzsteigerung ist eine der Kernkompetenzen des Fraunhofer IPA. Die Forscher haben jahrzehntelange Erfahrung mit der Automatisierung, Flexibilisierung und Optimierung von Produktionsprozessen. Dieses Know-how wenden sie seit einigen Jahren im Geschäftsfeld »Medizin- und Biotechnik« auch auf medizinische Themen an. Unterschiedliche Bereiche des Gesundheitssystems wurden mittlerweile analysiert. Dabei zeigte sich, dass es an vielen Stellen – von der Laborarbeit bis zur Herstellung neuer Medikamente, von der Gesundheitsvorsorge bis zur Pflege – Einsparpotenziale gibt, die helfen, eine bezahlbare und gleichzeitig optimale medizinische Versorgung der Patienten von morgen sicherzustellen.

Blickpunkt: optimierte Labor-Routine

Gemeinsam mit Kunden aus der Pharmaindustrie untersuchen die Stuttgarter Fraunhofer-Forscher, wie sich die Arbeitsabläufe bei der Entwicklung neuer Medikamente optimieren lassen. »In den Laboratorien wird immer noch viel manuell gemacht und dokumentiert«, berichtet Mario Bott von der Abteilung »Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik«. »In anderen Industriezweigen, beispielsweise im Automobilbau oder bei der Fertigung von Mikroelektronik, ist die Automatisierung



viel weiter fortgeschritten. Dort beginnt jetzt die Umstellung auf Industrie 4.0. Von den Erfahrungen, die wir hier sammeln, können auch Pharmaunternehmen profitieren.« So arbeitet die Abteilung derzeit an Standards für die Kommunikation zwischen Laborgeräten.

Dass sich selbst anspruchsvolle Laborprozesse automatisieren lassen, zeigt das Projekt RIBOLUTION. Tausende von Blutproben mussten hier analysiert werden, um RNA-Segmente zu isolieren. Diese sind typisch für bestimmte Krankheiten wie Prostatakrebs oder rheumatische Arthritis. Um das Screening von Biomarkern zu optimieren, entwickelten die Forscher ein kontaktfreies Nanodosierverfahren, das die Miniaturisierung der Assays erlaubt. Dank einer ausgetüftelten Prozessautomatisierung lassen sich die Proben jetzt schnell und kostengünstig analysieren. Die Ergebnisse der RNA-Analyse werden mit der Krankengeschichte der Patienten korreliert und Gruppen zugeordnet. Diese Klassifizierung wird künftig Ärzten helfen, die für ihre Patienten geeigneten Medikamente auszuwählen.

Blickpunkt: personalisierte Medizin

Menschen sind verschieden – Medikamente, die dem einen Patienten helfen, können bei einem andern wirkungslos sein. Doch wie findet man das richtige Präparat? Bisher half meist nur Herumprobieren. »Das Trial-and-Error-Verfahren kostet jedoch Zeit, Ressourcen und ist für den Patienten meist auch mit verschiedenen Nebenwirkungen verbunden«, weiß Tobias Brode. »Die Forschung geht daher immer mehr in Richtung personalisierter Medizin. Deren Ziel ist es, Medikamente herzustellen, die zugeschnitten sind auf die Bedürfnisse des einzelnen Patienten und Nebenwirkungen auf ein absolutes Minimum reduzieren.«

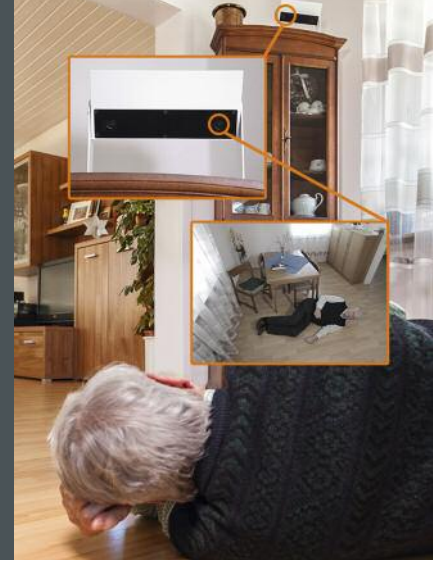
Ansätze für eine solche individuelle Therapie gibt es viele, allerdings ist die Entwicklung und Herstellung der Therapeutika derzeit noch extrem teuer. Um die neuen Advanced Therapy Medicinal Products, kurz ATMP, im großen Maßstab produzieren zu können, sind komplexe Anlagen notwendig. Diese befinden

sich derzeit noch im experimentellen Stadium. »Unser Ziel ist es, die Laborprozesse in die industrielle Anwendung zu überführen« erklärt Brode.

Beispiel individuelle Zelltherapeutika: Beim sogenannten »autologen« Ansatz wird neues Gewebe aus Zellen gewonnen, die dem Patienten zuvor entnommen wurden. Das Haut- oder Knorpelimplantat, das so entsteht, unterscheidet sich nicht von den körpereigenen Zellen und ruft daher keine Abstoßungsreaktionen hervor. Auch Implantate aus Fremdmaterialien wie beispielsweise Keramik oder Titan lassen sich mit körpereigenen Zellen beschichten, sodass ein optimales Einwachsen gewährleistet ist. Ein anderes Einsatzgebiet für Zelltherapeutika ist die Krebstherapie: Körpereigene Zellen können so umprogrammiert werden, dass sie Tumorzellen erkennen und angreifen.

Noch steckt der Zelltherapie-Markt in den Kinderschuhen, doch es gibt bereits hunderte von Studien; einige davon in der klinischen Phase. Für die klinischen Tests werden jetzt größere Mengen von Zellen benötigt. »Das ist für die jungen ATMP-Unternehmen eine enorme Herausforderung, denn die gesamte Herstellung basiert derzeit noch auf manuellen Verfahren, die aufwendig, teuer und nicht schnell genug sind für eine Produktion im großen Stil«, sagt Dr. Andrea Traube, Gruppenleiterin in der Abteilung »Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik«.

Zusammen mit ihrem Team entwickelt die Wissenschaftlerin jetzt Produktions- und Automatisierungsstrategien für Zelltherapeutika: »Im Prinzip unterscheiden sich die Produktionsprozesse, die überwiegend in Reinräumen durchgeführt werden, nicht von denen, die zum Beispiel Chiphersteller einsetzen«, ergänzt Traube. »Die Erfahrungen mit Abläufen und Qualitätskontrollen, die wir hier gesammelt haben, werden jetzt angepasst an die Regularien der Good Manufacturing Practice (GMP).« Ziel der Forschung ist es, die Effizienz der Produktion und damit den Durchsatz zu erhöhen, die Qualität zu verbessern und die Kosten zu senken.



Blickpunkt: beschleunigte Diagnostik

Auch bei der klassischen Chemotherapie gibt es Optimierungsbedarf, erklärt Prof. Jan Stallkamp, Leiter der IPA-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB in Mannheim. Sein Team arbeitet eng mit den Medizinern am dortigen Universitätsklinikum zusammen. »Unser Ziel ist eine Vernetzung und Automatisierung von Diagnose und Therapie, die Hand in Hand geht mit einer individualisierten Medizin.«

Bisher müssen Krebspatienten im Krankenhaus verschiedene Stationen anlaufen, bevor der Onkologe eine Therapie empfehlen kann. All das kostet Zeit und zehrt an den Nerven. Optimierte Abläufe, bei denen verschiedene Schritte zusammengefasst werden, sollen die Diagnostik eines Tages beschleunigen. Im Mannheimer »Interventionsraum« wird die Zukunft schon geprobt: Der Experimental-OP verfügt u. a. über ein Hightech-Röntgensystem »Artis zeego« und ein System zur roboterunterstützten Biopsie-Entnahme. Demnächst wollen die Forscher auch ein automatisiertes Diagnose-System anschließen. »DiagnoSYS« wurde entwickelt, um die Chemosensitivität von Krebspatienten zu testen. Diese entscheidet darüber, welche Chemotherapeutika für die Behandlung geeignet sind. Das Gerät kann mithilfe der Zellproben, die bei der Biopsie entnommen wurden, analysieren, welche Wirkstoff-Kombinationen die vielversprechendsten sind – eine große Hilfe für den Arzt.

Von der neuen, schnellen Diagnostik sollen künftig insbesondere Krebspatienten profitieren, bei denen der Primärtumor bereits Metastasen gebildet hat. Im BMBF-Forschungscampus M²OLIE – kurz für Mannheim Molecular Intervention Environment – entwickelt das Fraunhofer-Team zusammen mit Experten aus Forschung und Industrie einen Prozess, mit dem bis zu fünf verschiedene Metastasen lokalisiert, entnommen und gleich analysiert werden können. »Wir wollen erreichen, dass die komplette Diagnostik und erste therapeutische Maßnahmen an einem Vormittag ablaufen«, resümiert Stallkamp. Dieser effiziente Behandlungsansatz erspart dem Patienten zermürbende Tage des Wartens und ist dazu noch kostengünstig.

Blickpunkt: neue OP-Techniken

Dank neuer Verfahren werden künftig auch operative Eingriffe effizienter und für den Patienten schonender. So hat die Mannheimer Projektgruppe des IPA den Prototyp eines Roboters entwickelt, der Operationen im Innenohr extrem erleichtern kann. Um beispielsweise einen Tumor im Inneren des Ohrs herausnehmen zu können, müssen die Chirurgen bisher das gesamte Felsenbein des Patienten entfernen. Der neue Mini-Roboter »NiLiBoRo« soll minimalinvasive Eingriffe im Innenohr möglich machen. Das Gerät fräst einen dünnen Kanal in den Schädel. Empfindliche Stellen kann es umgehen, weil es sich auch um Ecken bewegen kann. Angetrieben wird der Roboter durch eine ausgetüftelte Hydraulik, die es ihm nicht nur erlaubt zu fräsen, sondern auch sich einzuspreizen und wie ein Wurm vorwärts zu schieben.

Blickpunkt: Lebensqualität bis ins hohe Alter

Auch wer gesund und ohne körperliche Gebrechen alt wird, braucht irgendwann Unterstützung. Oft sind es nur kleine Dinge, die Probleme bereiten: das regelmäßige Einnehmen von Medikamenten, das Einkaufen oder das Einräumen von Geschirr und Wäsche. Dennoch wünschen sich die meisten älteren Menschen, möglichst lange ein selbstbestimmtes Leben in den eigenen vier Wänden führen zu können. Mobile Notfallsysteme oder Serviceroboter helfen dabei. Ein Beispiel für solch einen intelligenten Alltagshelfer ist der Serviceroboter »Care-O-bot® 4«, den die Ingenieure der Abteilung »Roboter- und Assistenzsysteme« entwickelt haben.

Zudem haben Forscher der Abteilung »Bild- und Signalverarbeitung« jetzt das Projekt »safe@home« abgeschlossen. Dabei ist ein berührungsloses Sensorsystem entstanden, das Stürze und Bewegungslosigkeit erkennt. Es kann in die Wohnung integriert werden und alarmiert im Notfall Angehörige, Nachbarn oder Notdienste. Das System lässt sich auch mit einer mobilen Roboter-Plattform kombinieren, die mit Monitor und Spracherkennung ausgestattet ist. Wird ein Sturz registriert,



fährt dieser Roboter an die richtige Stelle, nimmt Kontakt auf und ruft im Bedarfsfall Hilfe.

Ihre Erfahrungen mit dem »safe@home«-System bringen die Forscher jetzt in das noch umfassendere Projekt »Patronus« ein, dessen Ziel es ist, ein individuell anpassbares Assistenzsystem zu entwickeln. Wie ein Patron soll dieses über das Befinden des Einzelnen wachen, ihn im Alltag unterstützen und bei Bedarf angemessene Hilfsmaßnahmen einleiten. Grundlage dafür ist ein »Bedarfsanalysator«, der die Bedürfnisse älterer Menschen in Bezug auf ihre Gesundheit, Sicherheit und ihren Komfort untersucht. Ausgehend von den persönlichen Anforderungen, ermittelt er die optimale Kombination der Hilfeleistungen. Sensordaten zur Aktivitäts- und Sturzerkennung werden dabei mit einem personalisierten Versorgungsnetzwerk kombiniert, um die für den Pflegebedürftigen optimale Betreuung sicherzustellen.

Blickpunkt: Pflegepersonal entlasten

Und wenn es zu Hause gar nicht mehr geht? Dann ist oft professionelle Pflege gefragt. Die Versorgung hilfsbedürftiger Menschen in Krankenhäusern und Heimen ist für das Personal oft Knochenarbeit. Diese kann zu Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems führen – bei der Generation 60 plus sind diese eine Hauptursache für Arbeitsunfähigkeit.

Forscher am IPA können Pflegern und Schwerstarbeitern jetzt den Rücken stärken: Ein Exoskelett unterstützt Schulter- und Ellbogengelenke durch Antriebsmodule und stabilisiert den Rücken. Es ist einfach anzuziehen, leicht und komfortabel.

Um die Kräfte und Momente zu messen, die auf den Menschen wirken, wenn er Lasten trägt, hebt, oder ergonomisch ungünstige Haltungen über Kopf ausführt, haben die Ingenieure in ihrem Bewegungslabor Untersuchungen durchgeführt. Die hier gesammelten Daten bildeten die Basis für die Entwicklung des »Stuttgarter Exo-Jackets«, das die Armbewegung aktiv unterstützt. Die elektrischen Antriebsmodule sind in die

Gelenke integriert und werden über eine intelligente Steuerung geregelt. Dabei messen mit Drucksensoren ausgestattete Handschuhe, wie viel Kraft für die geplante Tätigkeit erforderlich ist. Die Antriebsmodule setzen diese Informationen in eine genau dosierte Bewegung um. Auf diese Weise schützt das Exoskelett vor Ermüdung und Langzeitschäden, die durch Fehlbelastung, schweres Heben oder Tragen hervorgerufen werden.

Auch der Mangel an qualifiziertem Personal stellt stationäre Alten- und Krankenpflegeeinrichtungen vor große Herausforderungen. Im Projekt »SeRoDi« entwickeln die Forscher am IPA deshalb technische Lösungen, die Pflegekräfte bei Routine-tätigkeiten zeitlich und körperlich entlasten. Der »Intelligente Pflegewagen« beispielsweise, der 2015 als Demonstrator auf Basis des Care-O-bot® 4 vorgestellt wurde, fährt selbsttätig dorthin, wo er gerade benötigt wird. Der Roboter hat alle gängigen Pflegeutensilien an Bord und ist mit einem intelligenten Touchscreen versehen, auf dem das Personal den Verbrauch an Pflegematerialien dokumentieren kann. Künftig wird der autonome Pflegewagen seine Vorräte auch selbstständig im Lager wieder auffüllen können. 2016 haben die Forscher eine praxistaugliche Version fertiggestellt, die in mehreren Pflegeeinrichtungen getestet wird.

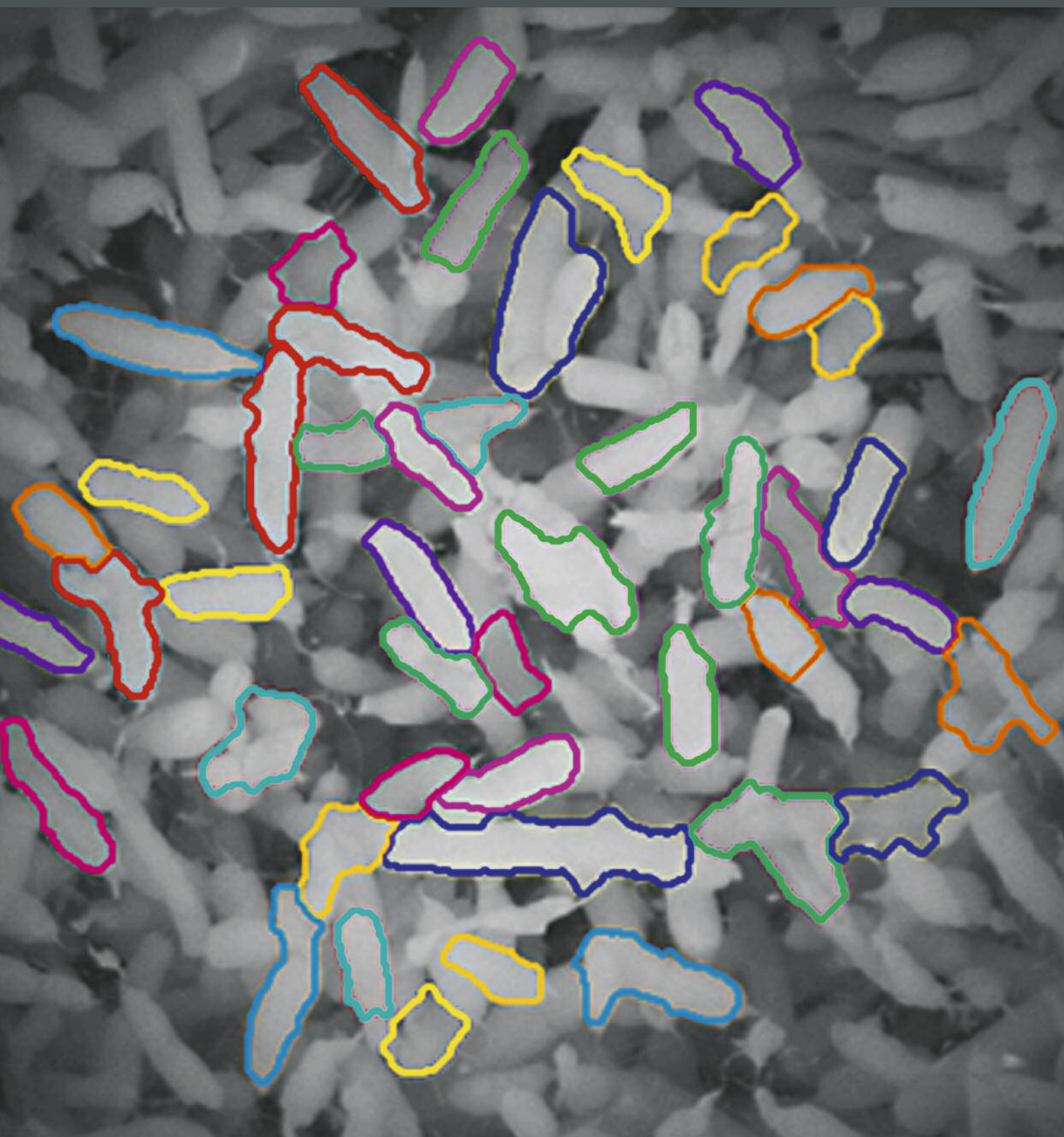
Den Menschen, der hilft, zuhört und Zuspruch leistet, können und sollen die neuen Systeme nicht ersetzen. Ihre Aufgabe ist es vielmehr, Ärzte und Pfleger zu unterstützen und ihnen Arbeit abzunehmen, damit diese das tun können, wozu nur sie in der Lage sind: sich dem Patienten zu widmen.

Mit ihrer Forschung tragen die Experten am IPA dazu bei, unser Gesundheitssystem fit zu machen für die Zukunft. Damit auch in Zeiten des demographischen Wandels und immer knapper werdender Budgets eine umfassende medizinische Versorgung bezahlbar bleibt, ohne dass das Wichtigste verloren geht: die Menschlichkeit.

Monika Weiner

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





GESCHÄFTSFELD PROZESSINDUSTRIE

PARTNER FÜR FLIESENDE PRODUKTIONSPROZESSE

Während fünf Geschäftsfelder des Fraunhofer IPA bevorzugt die Produktionsprozesse der Stückgutindustrie unterstützen, befasst sich dieses Geschäftsfeld mit fließenden Medien in der Prozessindustrie. Dabei werden in chemischen, physikalischen, biologischen oder technischen Prozessen Materialien umgesetzt. Dazu gehören u. a. Labor- und Analysetechniken, Regelungs- und Messtechnik, Transporttechniken, Werkstoffentwicklung, aber auch der Anlagenbau. Das Fraunhofer IPA verfügt in diesen Bereichen über ein breites Spektrum an grundlegenden Kompetenzen. Mit der Gründung seines Geschäftsfelds »Prozessindustrie« im Januar 2015 schließt das Fraunhofer IPA eine Lücke im Portfolio und unterstützt Unternehmen als unabhängiger und kompetenter Partner für fließende Produktionsprozesse.

Die Branchen

Die Prozessindustrie ist sehr vielfältig und umfasst Branchen wie beispielsweise die Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen sowie die Metall- oder Glasherstellung, aber auch die Nahrungs- und Genussmittel- sowie die Getränkeindustrie. Der Fokus des Geschäftsfelds am Fraunhofer IPA liegt auf der Chemie-, Pharma- und Stahlindustrie. Die Fachabteilungen bearbeiten dabei unterschiedliche Aspekte: In der Oberflächentechnik etwa geht es um die Herstellung und Verarbeitung von Lacken und Chemikalien, in der »Reinst- und Mikroproduktion« wird z. B. sichergestellt, dass in Fließproduktionen die Reinheitsbedingungen erfüllt werden, und die Abteilung »Bild- und Signalverarbeitung« integriert geeignete Mess- und Prüftechnik in die Prozesse. Ein Beispiel für die Ergebnisse der Integration von Mess- und Prüftechnik in die Prozesse ist im Bild links zu sehen. Bei der kontinuierlichen Herstellung von technischen Flocken soll durch geeignete Prozessführung vermieden werden, dass Flocken aneinander kleben. Hierzu wird mithilfe von Kameras die Flockengröße überwacht, analysiert und eine Statistik der Flockenverteilung ausgegeben.

Produktionsoptimierung durch Prozessinnovationen

Insbesondere durch knappe Rohstoffe, Umweltgesetze und Marktentwicklungen sind die Prozessindustrie-Branchen hochtechnologisch und auf Innovationen angewiesen. Daher setzen die meisten Unternehmen nicht nur auf Produkt-, sondern verstärkt auch auf Prozessinnovationen. Wichtige Themen sind dabei Optimierung bzw. Flexibilisierung der Produktion, Logistik und Energiekostensparnis. Zusätzlich werden Unternehmen durch die deutsche und europäische Gesetzgebung immer wieder vor neue Herausforderungen gestellt, beispielsweise beim Schadstoffmanagement und bei der Abfallverwertung. All das gehört zur Expertise des Fraunhofer IPA, etwa die Oberflächentechnik, das Liquid Handling, die generative Fertigung, die Mess- und Prüftechnik für die Prozessüberwachung, die Reinraumtechnik, der Anlagenbau für die Pharmatechnik, die Wertstromanalyse für alle Prozessarten, die Logistikplanung sowie das Energie- und Schadstoffmanagement. Das Geschäftsfeld »Prozessindustrie« bündelt diese Kernkompetenzen und unterstützt Unternehmen über die gesamte Wertschöpfungskette kontinuierlicher Produktionsprozesse mit individuellen Lösungen.

Anhand von vier Projektbeispielen aus den Branchen Lebensmittel- und pharmazeutische Industrie und einem Forschungs-



projekt wird im Folgenden die Prozesskette »Planung – Engineering – Validierung – Qualitätssicherung« der Prozessindustrie abgebildet.

PROZESSPLANUNG EINER SCHOKOLADENFABRIK

Um konkurrenzfähig zu bleiben, hat ein Schokoladenhersteller geplant, den Anteil seiner Kunden um 50 Prozent zu erhöhen und damit die Jahrestonnage von 12 000 auf 36 000 Tonnen zu steigern. Ein so starkes Wachstum setzt voraus, dass sowohl die Kapazität des Werks erweitert als auch die Kostenführerschaft gegenüber der Konkurrenz in Osteuropa gesichert wird.

Konzept einer zukunftsfähigen Schokoladenfabrik

Mit verbesserten Produktionsabläufen sollte die Schokoladenfabrik mehr als dreifach so viel Schokolade produzieren wie bisher. Zu dem Maßnahmenkatalog gehörte die systematische Untersuchung der Energieverbräuche. Sie dienten als Grundlage für ein künftiges Energiemanagementsystem. Um die SAP-Einführung vorzubereiten, hatten die Experten die Planungslogik analysiert und ein Kostenmodell erarbeitet. Dabei lag der Fokus darauf, die Bestände in der bestehenden Linie zu reduzieren und eine bessere Auslastung der Anlagen zu erreichen. Die neue Linie sollte so konzipiert werden, dass jede Anlage mit möglichst wenig Puffer voll ausgelastet ist.

Von der Analyse zum Werklayout

Die Analyseergebnisse bildeten den Ist-Zustand der ganzen Produktion ab und erbrachten einen ersten Überblick über die wesentlichen Verbesserungspotenziale und Schwachstellen wie Engpässe und lange Durchlaufzeiten in der Produktion. Darauf aufbauend gestalteten die Projektpartner einen Soll-Zustand für den ausgewählten Produktionsbereich inklusive der Produktionssteuerung sowie des daraus abgeleiteten Kapazitätsbedarfs für Betriebsmittel. Die Produktion wurde in milchhaltige und nichtmilchhaltige Produkte segmentiert und danach einer Linie zugewiesen. Alternative Maschinenkonzepte, z. B. Mischpro-

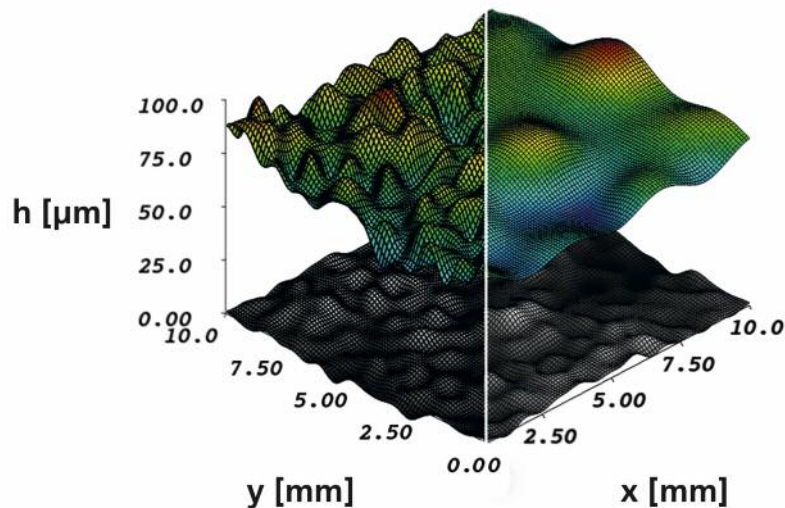
duktion und dezentrale Anlagen, ergänzten die Produktion, um die Auslastung von nachgelagerten Prozessen und die Produktionsflexibilität zu verbessern. Nach der qualitativen und quantitativen Bewertung unterschiedlicher »Eintafelungsanlagenkonzepte« der Schokolade erfolgte gemeinsam mit dem Anlagenbauer die Auswahl und Dimensionierung der Anlagen. Weitere Gestaltungsergebnisse waren die Auslegung der Puffer, die Entwicklung eines automatisierten Tools zur Reihenfolgeplanung, um Reinigungs- und Rüstaufwände zu minimieren, und die Dimensionierung eines Hochregalfertigwarenlagers. Das Fraunhofer IPA legte ein Ideallayout der Schokoladenfabrik sowie eine Liste der Bewertungskriterien für ein schlankes und zukunftsfähiges Layout vor und präsentierte die ausgewählte, quantitativ und qualitativ bewertete Vorzugsvariante des Werkstrukturlayouts.

PROZESSENGINEERING

Entwicklung und Produktion einer Maschine für die Arzneimittelherstellung

Der Arzneimittelhersteller Biologische Heilmittel Heel GmbH plante, seine homöopathischen Kombinationspräparate vollautomatisch herzustellen und dafür eine neue Potenziermaschine einzusetzen, die die Arzneisubstanzen stufenweise verdünnt und zwischen jedem Verdünnungsschritt »verschüttelt«. Für diesen speziellen Anwendungsfall gibt es keine Serienmaschinen auf dem Markt. Heel beauftragte das Fraunhofer IPA mit der Entwicklung und Konstruktion der Maschine. Das gesamte Projekt erstreckte sich vom Design bis hin zu Qualifizierung der Anlage.

Als weltweit größter Hersteller homöopathischer Injektionspräparate hatte die Firma Heel in Baden-Baden seit 1994 eine Potenziermaschine in Betrieb, an der die Herstellung von Hochpotenzen bis D998 automatisiert erfolgte. Dieser automatisierte Prozess erforderte jedoch zusätzliche manuelle Tätigkeiten wie das Etikettieren der zu lagernden Potenzen. Außerdem gestaltete sich die Ersatzteilbeschaffung nach etwa 20 Betriebsjahren immer schwieriger. Dies war der Anlass, eine Nachfolgemaschine, die den Stand der Technik abbilden sollte, zu beschaffen.



Für den Potenzierungsprozess ist eine zehnmalige senkrechte Verschüttelung der hergestellten Potenz mit festgelegten Werten für Frequenz und Amplitude wesentlich. Dieser Prozessschritt sollte an der neuen Maschine mit einem Roboter erfolgen, während dies an der alten Maschine technisch noch mit einer Linearachse gelöst war.

Wegen der geforderten hohen Dosiergenauigkeit und des geringen Transfervolumens kam für das Übertragen der Ausgangspotenz in das Zielgefäß nur ein Pipettierroboter in Frage. Die Potenzen zu verschütteln und in Fläschchen zu den einzelnen Stationen außerhalb des Pipettierroboters sowie auf die Übergabestation im Pipettierroboter zu transportieren war Aufgabe eines zweiten Roboters.

Um die Potenzen in Fläschchen zu dosieren, diese zu deckeln und zu entdecken sowie zu etikettieren, hat das Fraunhofer IPA einen Etikettierer, zwei Dispenser sowie Deckler und Entdeckler entwickelt, da keine entsprechenden Serienprodukte auf dem Markt erhältlich waren. Das gesamte Projekt wurde in den Heel-internen Qualifizierungsablauf eingebettet und entsprechend bearbeitet. Nach Abschluss und Freigabe der Prozessvalidierung ging die Anlage im April 2015 in den Produktivbetrieb über.

PROZESSVALIDIERUNG

Modellbasierte Optimierung des Lackfilmverlaufs

Weniger Versuche bis zum perfekten Verlauf

Die Oberflächenstruktur von Lackfilmen wird von einer Vielfalt von Faktoren beeinflusst. Hohe Anforderungen bezüglich der Verlaufsqualität zwingen Lackieranlagenbetreiber oft zu zeit- und kostenintensiven Anpassungsversuchen. Eine modellbasierte Software soll künftig helfen, den gewünschten Lackfilmverlauf bei einem reduzierten praktischen Versuchsaufwand zu erzielen.

Neben den funktionalen Eigenschaften einer Lackschicht, wie Korrosions- und Kratzbeständigkeit, spielen die dekorativen Eigenschaften eine immer wichtigere Rolle. Kaufentscheidungen

werden sehr stark vom optischen Erscheinungsbild der Lackierung eines Produkts, beispielsweise eines Automobils, beeinflusst. Diese sogenannte »Appearance« wird in erster Linie durch Farbe, Effekt, wie etwa bei Effektlacken, Glanz, Abbildungsschärfe sowie durch die Oberflächenstruktur der Lackschicht geprägt – schlechtestenfalls gleicht ihr Verlauf einer Orangenhaut.

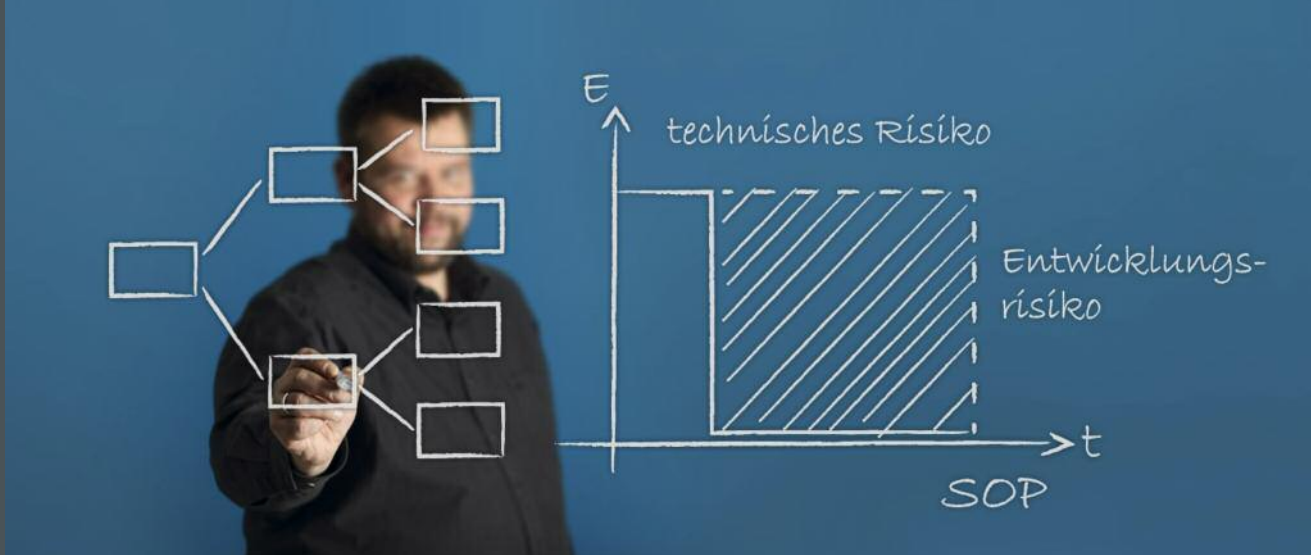
Die Oberflächenstruktur einer Lackschicht ist vor allem von den Materialeigenschaften des Lacks, den Applikations- und Prozessbedingungen – wie Zerstäubung und Kabinenklima – sowie der Rauigkeit des Substrats und Welligkeit der Zwischenschichten – zum Beispiel der Fülleroberfläche – abhängig. Die Anforderungen an das Design und die Reproduzierbarkeit der Lackfilm-Oberflächenstruktur sind in den letzten Jahren stark gestiegen und stellen viele lackverarbeitende Betriebe vor große Probleme.

Optimieren durch Simulation

Das Fraunhofer IPA hat ein Simulationsmodell zur Berechnung der Entstehung von Lackoberflächenstrukturen entwickelt, das die im Lackfilm bei der Trocknung ablaufenden strömungsmechanischen Prozesse abbildet und so alle der oben beschriebenen Mechanismen der Strukturentstehung berücksichtigt.

Bei der Entwicklung der komplexen physikalischen Modelle und mathematischen Optimierungsstrategien werden sowohl die Lackmaterialparameter, wie beispielsweise Viskosität und Oberflächenspannung, als auch die Applikations- und Kabinenparameter – wie beispielsweise Spritzluftdruck, Spritzabstand und Umgebungstemperatur – berücksichtigt.

Bei Produkten aus mehreren Grundwerkstoffen mit unterschiedlicher Oberflächenstruktur führt besonders häufig die Forderung nach einem einheitlichen optischen Erscheinungsbild zur Nacharbeit. Zu nennen sind hier beispielsweise Leichtbau-Multimaterialsysteme im Fahrzeug- und Flugzeugbau, die wegen ihrer Funktions- und Kostenvorteile stark an Bedeutung gewinnen.



Gerade bei solchen Produkten wirkt die Appearance nach der Lackierung oft uneinheitlich und im Extremfall wie ein Flickenteppich.

Letztlich soll die Simulationssoftware dem Anwender ermöglichen, die engen Vorgaben bezüglich der Verlaufsqualität ohne kostenintensive Anpassungsversuche zu erreichen und durch die ganzheitliche Betrachtung des Lackierprozesses mit verschiedenen Gewichtungskriterien gleichzeitig dessen Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Im konkreten Vorgehen bedeutet dies, dass über schnell durchführbare Simulationen die effektivsten Stellhebel für die Verlaufsbeeinflussung gefunden werden, um so in der Anlage effizient ein optimales optisches Erscheinungsbild für die Produkte erzielen zu können.

QUALITÄTSSICHERUNG

Risikoanalyse und -bewertung von Produktionsprozessen für die pharmazeutische Industrie

Die pharmazeutische Industrie ist eine sehr stark regulierte Branche. Zielkonflikte zwischen dem wachsenden Aufwand für Gesetzeskonformität und einer immer kürzer geforderten Time-to-Market-Zeitspanne sind vorprogrammiert. Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle sind damit entscheidende Erfolgsfaktoren der Pharmabranche.

Konformität von Produktionsprozessen zum regulierten Umfeld wird in der pharmazeutischen Industrie eine besondere Bedeutung zugeschrieben. So fordert die harmonisierte Guideline »ICH Q9 – Quality Risk Management« der Regulierungsbehörden der Europäischen Union, Japan und USA eine fortlaufend aktualisierte Risikodokumentation für die Bereiche Qualitäts- und Risikomanagement. Vor diesem Hintergrund traten pharmazeutische Unternehmen mit der Anfrage an das Fraunhofer IPA heran, einen modularen Ansatz für die Risikoanalyse und -bewertung von Produktionsprozessen zu entwickeln. Aufbauend auf den Erfahrungen in den Bereichen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmanagement, wurde in Zusammenarbeit mit der pharmazeu-

tischen Industrie die analytische Methode der Zuverlässigkeitstechnik zur Fehlervermeidung »FMEA – Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse« als Zielformat der Weiterentwicklung definiert.

Drei Analyseschritte als Basis für eine Prozess-FMEA

Das modulare Methodendesign basiert auf einer erweiterbaren und anpassungsfähigen Matrizenstruktur. Beginnend mit einer Identifikation generierter oder veränderter Produktmerkmale je Prozessschritt, erfolgt eine Analyse, inwieweit die Produktmerkmale sich gegenseitig beeinflussen. Mit dieser durchgängigen Betrachtung und Erfassung aller Produktmerkmale bis hin zu den Qualitätsendmerkmalen können die kritischen Qualitätsattribute innerhalb eines Produktionsablaufs rückverfolgbar analysiert und dokumentiert werden.

Aufbauend auf der Kenntnis der Produktmerkmale je Prozessschritt, wird eine weitere Korrelation für die Stell- und Störgrößen sowie Hilfsmitelegenschaften je Prozessschritt in Abhängigkeit von den Produktmerkmalen des jeweiligen Prozessschrittes erhoben. Mit diesem Analyseschritt wird die von den ICH-Q8-/Q9-/Q10-Leitfäden spezifizierte Anforderung nach einer Berücksichtigung aller Abhängigkeiten zwischen den kritischen Prozessparametern, den Materialeigenschaften der Betriebsmittel und Hilfsmaterialien sowie den kritischen Qualitätsattributen erfüllt und rückverfolgbar für die Risikomanagementakte dokumentiert.

Abschließend werden noch alle aktuellen Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen zu den jeweiligen Produktmerkmalen je Prozessschritt identifiziert. Zusammengefasst bilden diese drei Analyseschritte schließlich eine vollständige, konsistente und durchgängig rückverfolgbare Ausgangsbasis für eine Prozess-FMEA im Risikomanagementprozess.

Die systematische Identifikation aller Abhängigkeiten kritischer Qualitätsattribute zu kritischen Prozessparametern und Materialeigenschaften befähigt den Anwender dieser Vorgehensweise, einen beschleunigten, zielorientierten und zulassungsfähigen Risikomanagementprozess durchzuführen.

Dr. rer. nat. Michael Hilt, MBA
Geschäftsfeldleiter
Prozessindustrie
Telefon +49 711 970-3820
michael.hilt@ipa.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Martin Metzner
Stellvertretender Geschäftsfeldleiter
Prozessindustrie
Telefon +49 711 970-3712
martin.metzner@ipa.fraunhofer.de





Fraunhofer

- 1. 1.000.000.000
- 2. 1.000.000.000
- 3. 1.000.000.000
- 4. 1.000.000.000
- 5. 1.000.000.000
- 6. 1.000.000.000
- 7. 1.000.000.000
- 8. 1.000.000.000
- 9. 1.000.000.000
- 10. 1.000.000.000

NETZWERKE UND KOOPERATIONEN – ZUSAMMENARBEIT AUF HÖCHSTEM NIVEAU

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA forscht in 13 Fachabteilungen und in verschiedenen Projektgruppen, Kooperationen und Netzwerken. Unsere Projektgruppen und Außenstellen tragen mit ihren spezifischen Kompetenzen und ihren Einrichtungen zum Erfolg des Fraunhofer IPA bei. Die Anbindung an die universitären Partner spielt eine besondere Rolle zur Unterstützung in der Grundlagenforschung und der anwenderorientierten Entwicklung.

Auch innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft hat sich das Fraunhofer IPA mit fachlich verwandten Instituten in Forschungsverbänden organisiert, um gemeinsam am FuE-Markt aufzutreten. Zusätzlich kooperieren wir in Fraunhofer-Allianzen, um mit anderen Instituten unterschiedlicher Fachrichtungen gemeinsam ein Geschäftsfeld zu bearbeiten und zu vermarkten.

Die Stuttgarter Produktionsakademie, eine Kooperation des Fraunhofer IPA und der Universität Stuttgart, bietet Veranstaltungen rund um das Thema der industriellen Produktion an. Ihr Ziel ist es, zielgruppenorientierte Weiterbildung für alle Hierarchieebenen von Unternehmen anzubieten. Sie vereint dabei Wissenschaft, Forschung und Praxis unter einem Dach.

WAS WIR TUN

- Produkte entwickeln und verbessern
- Bewerten, prüfen und zertifizieren
- Prozesse entwickeln und verbessern
- Organisationen und Verfahren optimieren
- Technologien entwickeln und verbessern
- Märkte analysieren und zu Innovationen beraten

WAS WIR ANBIETEN

- Einzelaufträge
- Großprojekte mit vielen Partnern
- Internationale Kooperationen
- Strategische Partnerschaften
- Innovationscluster
- Ausgründungen
- Lizenzen
- Weiterbildung

WAS UNS AUSZEICHNET

- Transfer von Innovationen in Applikationen
- Neutrale Beratung als unabhängiger Ansprechpartner
- Auf Bedürfnisse zugeschnittene Projektteams
- Exzellentes Netzwerk aus Forschung und Industrie
- Passende Veranstaltungen wie Workshops und Studien



NACHHALTIGE PRODUKTION UND QUALITÄT

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

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

Einen entscheidenden Erfolgsfaktor für Nachhaltigkeit in Industrieunternehmen stellt 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.

Der Fokus unserer Aktivitäten liegt auf dem Einklang von nachhaltiger und gleichzeitig wirtschaftlicher Produktion.

Dr.-Ing. Jörg Mandel
Abteilungsleiter Nachhaltige Produktion und Qualität
Telefon +49 711 970-1980
joerg.mandel@ipa.fraunhofer.de

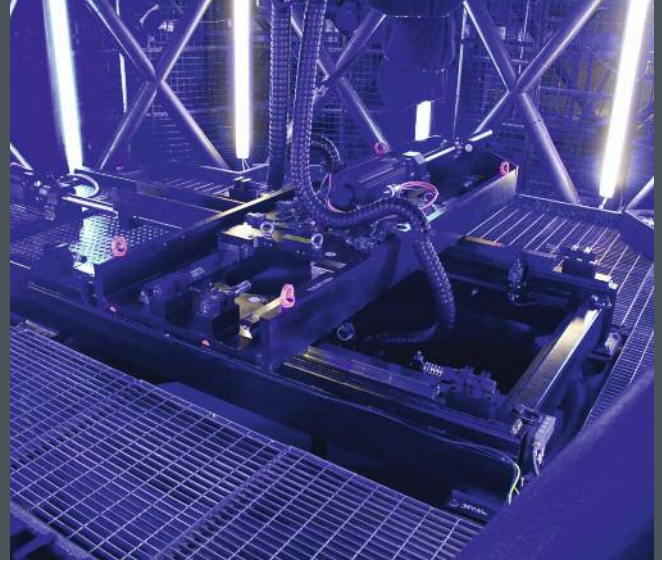
FABRIKPLANUNG UND PRODUKTIONSOPTIMIERUNG

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 Trends wie Industrie 4.0 und Digitalisierung, Wandlungsfähigkeit und Automatisierung, Komplexitätsmanagement und neuen Geschäftsmodellen. 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 Fabrikplanung und Produktionsoptimierung
Telefon +49 711 970-1993
michael.lickefett@ipa.fraunhofer.de



GALVANOTECHNIK

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

Im Fokus unserer Arbeiten steht dabei immer die Galvanotechnik. Als einziger Dienstleister beraten wir unsere Kunden bei Fragestellungen entlang der gesamten industriellen Produktionskette – bei der Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe und den dazugehörigen Prozessketten über die Schadensfallanalyse bis hin zur Umsetzung der industriellen Anlagentechnik. In Verbindung mit unserer klassischen Beratungsdienstleistung, beispielsweise der Lieferantenbewertung oder Machbarkeitsstudien, bieten wir unseren Kunden die Möglichkeit, neue Technologien von der Idee bis zur Produktionseinführung zu begleiten.

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

STEUERUNGS- UND ANTRIEBSTECHNIK

Die Abteilung »Steuerungs- und Antriebstechnik« ist eng mit dem Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) der Universität Stuttgart verknüpft. Das ISW zählt international zu den führenden universitären Forschungsinstituten auf dem Gebiet der Fertigungstechnik. Die enge Zusammenarbeit des ISW mit dem Fraunhofer IPA verbindet Industrienähe sowie eine exzellente und nachhaltige Lehre, sodass neben grundlagenorientierten Forschungsaktivitäten auch herausfordernde Aufgabenstellungen aus der Industrie erfolgreich bearbeitet werden.

Zusammen mit dem ISW stellt sich die Abteilung Steuerungs- und Antriebstechnik täglich den unterschiedlichsten Herausforderungen im Bereich der Werkzeugmaschinen und Automatisierungstechnik. Dazu gehören Forschungen und innovative Entwicklungen in den folgenden Bereichen:

- Planung und Engineering
- Hardware-in-the-Loop-Simulation
- Steuerungsarchitekturen
- Steuerungsalgorithmen
- Regelungstechnik
- Echtzeitkommunikation
- FPGA-Technik
- Elektrische Antriebstechnik
- Kugelgewindetriebe
- Sensortechnik
- Maschinentechnik
- FEM-Simulation

Dr.-Ing. Armin Lechler
Abteilungsleiter Steuerungs- und Antriebstechnik
Telefon +49 711 6858-2462
armin.lechler@isw.uni-stuttgart.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.

40 Jahre Erfahrung in der Robotik und Automatisierung, multidisziplinäre Teams, ein einzigartiges Netzwerk, umfassendes Know-how sowie bestens ausgestattete Labors und Werkstätten bündeln sich im 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

Wir unterstützen Anwender von Robotersystemen bei der Entwicklung und Implementierung ihrer Automatisierungslösung.

Systemintegratoren oder Komponentenherstellern stehen wir als Entwicklungspartner für neue Technologien zur Seite.

Martin Hägele
Abteilungsleiter Roboter- und Assistenzsysteme
Telefon +49 711 970-1203
martin.haegle@ipa.fraunhofer.de

BIOMECHATRONISCHE SYSTEME

Die Abteilung »Biomechatronische Systeme« entwickelt technische Lösungen für die Erfassung, Kontrolle und Erzeugung von Bewegungen für medizinische und ergonomische Anwendungen. Unser interdisziplinäres Team forscht international und in enger Kooperation mit der Industrie.

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.

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



Quelle: designarmada, Fotograf: Jens Kramer

LABORAUTOMATISIERUNG UND BIOPRODUKTIONSTECHNIK

Höhere Reproduzierbarkeit, geringere Fremdeinflüsse, mehr Durchsatz bei gleichzeitigem Erhalt der Laborflexibilität sowie anspruchsvolle sterile und zertifizierte Umgebungsbedingungen: Dies sind nur einige der Anforderungen, die bei der Entwicklung von Automatisierungslösungen in den Life Sciences gestellt werden.

Dieser Herausforderung hat sich die Abteilung »Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik« des Fraunhofer IPA mit einem interdisziplinären Team gestellt. 25 Wissenschaftler setzen innovative Komplettlösungen vom Konzept bis zum validierten Prozess um.

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 Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik
Telefon +49 711 970-1233
andreas.traube@ipa.fraunhofer.de

REINST- UND MIKROPRODUKTION

Die Erforschung sauberer und reiner Arbeitsumgebungen beschäftigt uns seit 30 Jahren. Unser Leistungsportfolio reicht von der Reinheitstechnik, Präzisionsmontage- und Auftrags-techniken über digitale Drucktechnologien in 2D und 3D bis hin zur Auslegung und Steuerung reiner Fertigungen.

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 zehnmals sauberer als es die Luftreinheitsklasse ISO 1 verlangt. Das bedeutet, dass auf einen Kubikmeter Luft ein einziges 0,1 Mikrometer großes Partikel kommen darf; hervorragende Voraussetzungen also, um als Referenzreinraum zu dienen. Auf circa 250 qm (ISO 1) können wir unter diesen Bedingungen Kontaminationskontrolltests selbst im Schwerlastbereich durchführen. Darin beleuchten wir alle relevanten fertigungstechnischen Aspekte für kontaminationskritische Industrien und Produkte. Insgesamt steht uns eine Reinraumfläche von über 500 qm zur Verfügung – davon sogar circa 250 qm ISO 1 und etwa 250 qm ISO 5 und besser.

Wir beraten unsere Kunden von der Konzeptionsphase über die Realisierung bis zur Inbetriebnahme von Anlagen oder ganzen Fertigungen

Dr.-Ing. Udo Gommel
Abteilungsleiter Reinst- und Mikroproduktion
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 Altersassistenzsysteme.

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 zur automatischen Notfall- und Sturzerkennung.

Unsere Leistungen im Einzelnen:

- Qualitätssicherung mit 2D-Bildverarbeitung
- 3D-Messen und Erkennen
- Messen und Prüfen mit Computertomographie
- Qualitätssicherung mit Thermographie
- Qualitätsprognose mit Signalverarbeitung
- Automatisierung
- Sicherheit für Menschen (AAL)
- Messdienstleistungen

Markus Hüttel
Abteilungsleiter Bild- und Signalverarbeitung
Telefon +49 711 970-1817
markus.huettel@ipa.fraunhofer.de

FUNKTIONALE MATERIALIEN

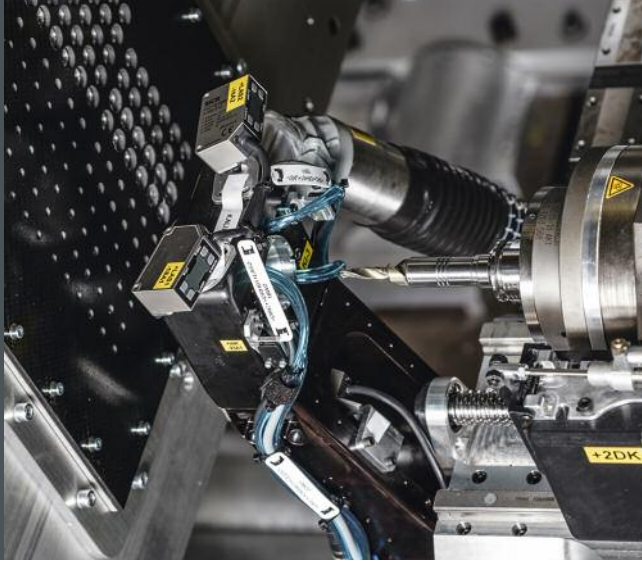
Innovation findet zunehmend auf Prozessebene statt. Dank nanomodifizierter Hochleistungswerkstoffe werden Kunststoffe robuster, Metalle leichter und Energiespeicher effizienter gestaltet.

Um dieses Ergebnis zu erreichen, modifizieren wir konventionelle Werkstoffe mit nanoskaligen Füllstoffen. Diese Füllstoffe wie Graphen, Nanotubes oder Nanosilberfasern werden in den entsprechenden Labors des Fraunhofer IPA kundenspezifisch synthetisiert, funktionalisiert, dispergiert und appliziert.

Die Abteilung kann hierbei auf einen Reaktorenpark, ein Dispersionstechnikum sowie auf mehrere Applikationstechniken zurückgreifen. Diese befassen sich mit konventionellen Drucktechniken und generativen Fertigungsverfahren wie beispielsweise dem FDM-Verfahren.

Als Pionier der anwendungsnahen Material- und Prozessforschung gehört die Abteilung heute zu den größten Forschungsgruppen auf dem Gebiet der Funktionalen Materialien. Forschungsfragen können schnell und umfassend beantwortet und effizient in Produkt- und Prozessinnovationen überführt werden.

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



LEICHTBAUTECHNOLOGIEN

Leichtbau ist – je nach Branche und Anwendungsbereich – ein vieldiskutierter Begriff mit unterschiedlichen Forschungs- und Arbeitsgebieten. Die Abteilung »Leichtbautechnologien« arbeitet und forscht auf zwei dieser Gebiete:

Zum einen entwickeln wir Lösungen für Kunden, die Leichtbauwerkstoffe in ihren Produkten einsetzen. Wir erarbeiten Konzepte zur prozesssicheren und wirtschaftlichen Bearbeitung und Zerspanung von Werkstoffen wie CFK, Kunststoff oder auch Titan und setzen diese gemeinsam mit unseren Kunden um. Um Leichtbauwerkstoffen ihre endgültige Form zu geben und so die gesetzten Ziele bezüglich Qualität, Kosten und Geschwindigkeit zu erreichen, entwickeln wir Fräs-, Bohr- und Sägestrategien. Für die Produktion betrachten wir die zusammengehörigen Themen ganzheitlich – von der Schneide über den Kühlschmierstoff bis zur Absaugung.

Um Leichtbauwerkstoffe zu bearbeiten, werden spezifische Maschinen und Geräte gebraucht. Diese entwickeln wir in unserem zweiten Arbeitsgebiet. So entstehen auf der Basis von Kundenanforderungen beispielsweise Verpackungsmaschinen oder Handgeräte. Dabei achten wir darauf, dass mit leichten, steifen Konstruktionen oder Werkstoffen zusätzlicher Kundennutzen entsteht. Dieser kann in höherer Genauigkeit, Beschleunigung, Leistungsfähigkeit, Ergonomie oder in Energie- und Werkstoffeinsparung liegen.

Wir begleiten unsere Kunden auf dem ganzen Weg zu leichten Lösungen – vom Konzept bis zur Umsetzung und darüber hinaus.

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

KOMPETENZZENTRUM digTools FÜR DIE PRODUKTION

Industrie 4.0 war auch im Jahr 2015 eines der Kernthemen des Kompetenzzentrums digTools. Die wesentlichen Aufgaben bestanden darin, Unternehmen bei der Integration von digitalen Werkzeugen in ihre Produktion zu unterstützen.

Seit seiner Gründung im Jahr 2012 ist das Kompetenzzentrum digTools stetig gewachsen. Insgesamt 15 Experten aus verschiedenen Disziplinen, darunter Maschinenbauer, Informatiker und Informationswissenschaftler, unterstützen produzierende Unternehmen dabei, die Digitalisierung der Wertschöpfung zielgerichtet voranzutreiben. Hierfür haben die IPA-Wissenschaftler ein Sieben-Stufen-Modell entwickelt, das Unternehmen eine Richtschnur hin zur smarten Produktion auf Basis von serviceorientierten Plattformen und cyberphysischen Systemen aufzeigt.

Ein Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt ist die Plattform für produzierende Unternehmen »Virtual Fort Knox«, die funktionale IT-Lösungen für produzierende Unternehmen bedarfsgerecht bereitstellt. Die Plattform vereinfacht die Einführung und die Nutzung von Informationstechnik in wertschöpfenden Prozessen und optimiert die Vernetzung über Standort- und Unternehmensgrenzen hinweg. Dabei hat der Sicherheitsgedanke selbstverständlich höchste Priorität. Die darauf begründete VFK.AG steht als Ausgründung des Fraunhofer IPA, der führenden Forschungseinrichtung im Industrie 4.0-Umfeld, für Nähe zum Grundlagen-Know-how.

Das Fraunhofer IPA vermittelt sein Industrie-4.0-Know-how jährlich in sieben Seminaren. Insbesondere KMU erhalten so Unterstützung, die Potenziale von Industrie 4.0 für sich zu erschließen.

Joachim Seidelmann
Leiter des Kompetenzzentrums digTools
Telefon +49 711 970-1804
joachim.seidelmann@ipa.fraunhofer.de



STUTTGARTER PRODUKTIONS-AKADEMIE

Die Stuttgarter Produktionsakademie gGmbH – eine Kooperation des Fraunhofer IPA und der Universität Stuttgart – bietet exzellente Weiterbildung für Fach- und Führungskräfte produzierender Unternehmen. Seit Gründung der Stuttgarter Produktionsakademie im April 2013 haben bereits mehr als 4000 Teilnehmerinnen und Teilnehmer ein Seminar der Stuttgarter Produktionsakademie besucht oder an einer spezifisch zugeschnittenen Inhouse-Schulung teilgenommen. Die Bewertung durch die Teilnehmer mit einer Durchschnittsnote von 1,4 zeigt, dass das siebenköpfige Team um Dr. Alexander Schloske mit seinem Konzept richtig liegt. Der Kern des Programms besteht aus Organisations- und Managementseminaren – wie etwa zum Thema Produktionsplanung und Prozessoptimierung – sowie Technologieseminaren, die meist in Labors des Fraunhofer IPA stattfinden. Da Fachwissen allein nicht immer ausreicht, hat die Stuttgarter Produktionsakademie auch Trainings in ihr Programm aufgenommen, in denen die Teilnehmenden ihre soziale Kompetenz weiterentwickeln. Die Stuttgarter Produktionsakademie ist ständig bestrebt, ein spannendes und interessantes Seminarprogramm zusammenzustellen. Für 2016 sind mehr als 200 Termine geplant.

Das aktuelle Weiterbildungsangebot finden Sie unter www.stuttgarter-produktionsakademie.de. Wer lieber im gedruckten Katalog blättert, kann diesen per E-Mail bestellen: info@stuttgarter-produktionsakademie.de.

Dr.-Ing. Alexander Schloske
Leiter der Stuttgarter Produktionsakademie
Telefon +49 711 970-1890
alexander.schloske@ipa.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-ANWENDUNGSZENTRUM GROSS-STRUKTUREN IN DER PRODUKTIONSTECHNIK AGP

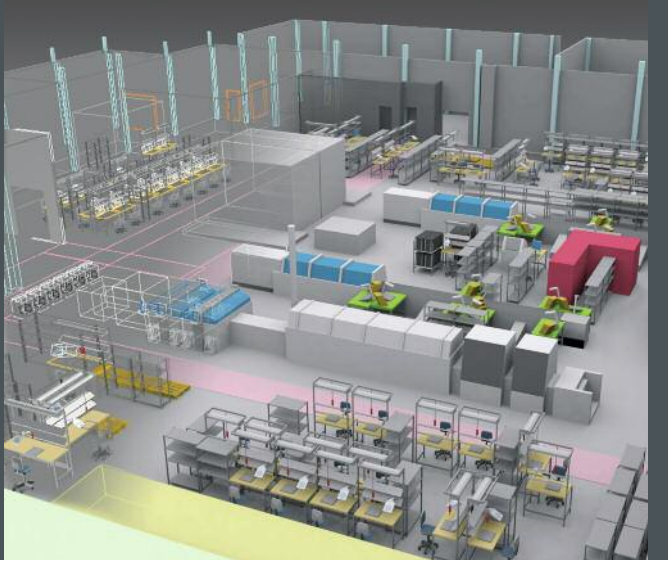
Ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellungen der Industrie bilden die Forschungsschwerpunkte des Fraunhofer-Anwendungszentrums Großstrukturen in der Produktionstechnik. Dieses kooperiert mit den Lehrstühlen Fertigungstechnik und Fügetechnik an der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, Universität Rostock.

Ziel der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ist es, ganzheitliche Lösungen zu entwickeln, die den Kunden eine kostengünstigere und qualitätsgerechte Fertigung ermöglichen. Mit anwendbaren praxisgerechten Lösungen werden die Ziele umgesetzt. Die Entwicklung neuer Methoden und Verfahren der Fertigung oder die Umsetzung technisch anspruchsvoller neuer ingenieurwissenschaftlicher Erkenntnisse aus der Forschung ins Unternehmen gehören zum Leistungsspektrum. Dazu schafft das Anwendungszentrum den Innovationstransfer aus der Universität in die Industrie.

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sowie Labors:

- Fertigungstechnik
- Fügetechnik
- Neue Werkstoffe
- Automatisierungs- und Qualitätstechnik
- Messen von Großstrukturen
- Organisationstechnik
- Industrie 4.0 in der maritimen Industrie
- Produktentwicklung und Prototypenbau
- Akkreditiertes Prüflabor
- ÜZ-Stelle

Prof. Dr.-Ing. Martin-Christoph Wanner
Leiter Fraunhofer-Anwendungszentrum für
Großstrukturen in der Produktionstechnik AGP
Telefon +49 381 49682-10
martin-christoph.wanner@hro.ipa.fraunhofer.de



Quelle: (c) Stratium | Dreamstime.com

FRAUNHOFER AUSTRIA RESEARCH GMBH

Gegründet 2004 als Projektgruppe und Außenstelle des Fraunhofer IPA, ist die Niederlassung in Wien mittlerweile unter dem Dach der Fraunhofer Austria Research GmbH aktiv. Die gemeinnützige, nicht gewinnorientierte Forschungsorganisation betreibt heute zwei Geschäftsbereiche: Produktions- und Logistikmanagement in Wien und Visual Computing in Graz.

Unter dem Leitthema »ganzheitliche Lösungen in Produktion und Logistik« beschäftigen sich die Wissenschaftler mit der Fragestellung, wie Exzellenz in den operativen Unternehmensbereichen erreicht werden kann. In Kooperation mit der TU Wien, dem Fraunhofer IPA und anderen Partnern werden Lösungen und Methoden erforscht, die Antworten auf die Produktionsstrategien der Zukunft für Unternehmen in Hochlohnländern liefern.

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind:

- Industrie 4.0 Roadmapping
- Gestaltung von cyberphysischen Montagesystemen
- Integrierte Logistik- und Produktionsplanung
- Simulationsgestützte Produktions- und Logistikplanung
- Fabrikplanung und Produktionsorganisation
- Wertschöpfungsketten für Generative Fertigung
- Multimodalverkehr im Donauraum
- Optimierung des Auftragsabwicklungsprozesses
- Ganzheitliches Wertstrommanagement
- Ergonomische Arbeitssystemgestaltung

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihn
Leiter Fraunhofer Austria Research GmbH
Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement
Telefon +43 1 5046906
wilfried.sihn@fraunhofer.at

FRAUNHOFER-PROJEKTZENTRUM FÜR PRODUKTIONS-MANAGEMENT UND INFORMATIK PMI

Seit Mai 2010 bietet das Fraunhofer Projektzentrum für Produktionsmanagement und Informatik PMI unter der Leitung von Professor László Monostori Forschungs- und Beratungsdienstleistungen für produzierende Unternehmen an. Das Fraunhofer PMI befindet sich am Institut für Rechentechnik und Automatisierung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (SZTAKI) und arbeitet eng mit dem Fraunhofer IPA und Fraunhofer Austria, Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement, zusammen.

Das Project Center ist eine wichtige Kontaktstelle sowohl für deutsche Firmen, die in Ungarn mit Produktionsstandorten vertreten sind, als auch für die mittelständisch geprägte ungarische Industrie. Die Tätigkeitsfelder liegen im Bereich Planung, Steuerung und Management von robusten, kooperativen Systemen in der cyberphysischen Welt.

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind:

- Industrie-4.0-Entwicklungen und -Beratung
- Digitale Fabrik
- Adaptive, ressourceneffiziente Produktionsplanung und -optimierung
- Gestaltung und Management kooperativer Produktionsnetzwerke
- Mensch-Roboter-Kooperation und -Symbiose
- Roboter-Remote-Laserschweißen
- Smarte Beleuchtungs- und Energiesysteme
- Cloud-basierte Services und Pilotrealisierungen von cyberphysischen Produktions- und Logistiksystemen

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. László Monostori
Leiter Fraunhofer-Projektzentrum für
Produktionsmanagement und Informatik PMI
Telefon +36 1 2796159
laszlo.monostori@fraunhofer.hu



FRAUNHOFER PROJECT CENTER FOR ELECTROACTIVE POLYMERS AT AIST KANSAI

In der japanischen Metropolregion Kansai ist im Oktober 2014 das »Fraunhofer Project Center for Electroactive Polymers at AIST Kansai« eröffnet worden. Das Ballungsgebiet Kansai um die Städte Osaka, Kobe und Kyoto gehört zu den bedeutendsten technologischen Zentren Japans in der Robotik, dem Leichtbau, der Batterietechnik, der Photovoltaik und Nanotechnologie. Gemeinsam mit den Forschern vom National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) forschen Wissenschaftler des Fraunhofer IPA an vorwettbewerblichen Themen und entwickeln auf Basis elektroaktiver Polymere (EAPs) Sensoren und Aktuatoren sowie Energiespeicher und Technologien zum Energy-Harvesting. Benötigt werden diese für medizinische Geräte, intelligente Kleidung, digitale Mechatronik sowie für die Energiespeicherung.

Die Project-Center-Leitung übernahmen Dr. Kinji Asaka (AIST) und Ivica Kolaric (Fraunhofer IPA). Asakas Gruppe gilt bei der Entwicklung von Polymer-Aktuatoren – auch auf Basis von Kohlenstoffnanoröhren (CNT) – international als führend. Kolarics Abteilung zeichnet sich durch ihren applikations- und prozessbasierten Ansatz bei der Herstellung von CNTs aus. Bei der Vermarktung ihrer Entwicklungen erhält das Center in Kansai Unterstützung durch das Fraunhofer-Büro in Tokio.

Ivica Kolaric
Leiter Fraunhofer Project Center for Electroactive Polymers at AIST Kansai
Telefon +49 711 970-3729
ivica.kolaric@ipa.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE FÜR AUTOMATISIERUNG IN DER MEDIZIN UND BIOTECHNOLOGIE PAMB

Wer? Wir sind die Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB. PAMB besteht aus Fachgruppen für Mechatronik, Steuerungstechnik, Messtechnik, Biotechnologie und Informationssysteme. Auf dieser breiten fachlichen Basis können wir vollständige Automatisierungslösungen aus einer Hand liefern.

Was? Fraunhofer PAMB hat zwei Standbeine. Wir sind Spezialisten für Automatisierungslösungen in Form von Systemen, Geräten und Instrumenten im und um den Interventionsraum. Das zweite Kompetenzfeld beinhaltet die Entwicklung und den Aufbau von Geräten und Komponenten für die Laborautomatisierung.

Wo? Mitten im Universitätsklinikum Mannheim und eng vernetzt mit der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg entwickelt und forscht die Fraunhofer PAMB. Der Standort und der offene interdisziplinäre Umgang miteinander sorgen für bedarfsgerechte, und damit erfolgreiche und immer innovative Entwicklungen. Evaluierung und Zulassungsprozesse lassen sich schnell und einfach mit den klinischen Partnern arrangieren.

Wie? In Gesprächen identifizieren wir Aufgaben und unterbreiten Vorschläge für die Projektdurchführung. Im Bedarfsfall beziehen wir bereits zu Beginn eines Projekts die klinischen Anwender ein. Dabei passen wir uns an die Bedürfnisse der Kunden ebenso wie an die besonderen Voraussetzungen der Entwicklungsaufgabe im klinischen Kontext an.

Prof. Dr.-Ing. Jan Stallkamp
Leiter Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB
Telefon +49 621 17207-101
jan.stallkamp@ipa.fraunhofer.de



FRAUNHOFER-Projektgruppe REGENERATIVE PRODUKTION

Die Projektgruppe in Bayreuth schaut im Jahr 2015 auf ein sehr erfolgreiches Jahr mit sehr großer Industrienachfrage und großem Wachstum auf 20 Ingenieure und 40 studentische Hilfskräfte zurück. Ein Meilenstein in der Entwicklung der Projektgruppe war der Einzug in den oben abgebildeten Neubau im Juli 2015, der der Projektgruppe ein weiteres Wachstum auf 50 Ingenieure und 60 studentische Hilfskräfte ermöglicht. Darüber hinaus können in einer modernen Produktionshalle des Neubaus mit 800 m² die Green Factory Bayreuth, die Effizienz-Lernfabrik, die modernen Werkzeugmaschinen, die Reinigungsanlagen, die technische Sauberkeitsanalytik, die Elektronikproduktion sowie die Prüfstände zur Refabrikation installiert und noch weiter ausgebaut und hinsichtlich Industrie 4.0 vernetzt werden.

Mit den fundierten Fachkenntnissen der Ingenieure konnten im Jahr 2015 in über 50 Industrieprojekten und in 10 Forschungsprojekten maßgeschneiderte Lösungen für industrielle Aufgabenstellungen entwickelt und umgesetzt werden.

Zu den Kompetenzen der Projektgruppe in Bayreuth zählen:

- Regenerative Produktion, Logistik und Qualität
- Ressourceneffizienz
- Regenerative Produktentwicklung und Service Engineering

Weitere Informationen unter:

<http://www.regenerative-produktion.fraunhofer.de/>

Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper
Leiter Fraunhofer-Projektgruppe
Regenerative Produktion
Telefon +49 921 78516-100
rolf.steinhilper@ipa.fraunhofer.de

INSTITUT FÜR ENERGIEEFFIZIENZ IN DER PRODUKTION EEP

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

Schwerpunkte der Tätigkeiten des EEP sind:

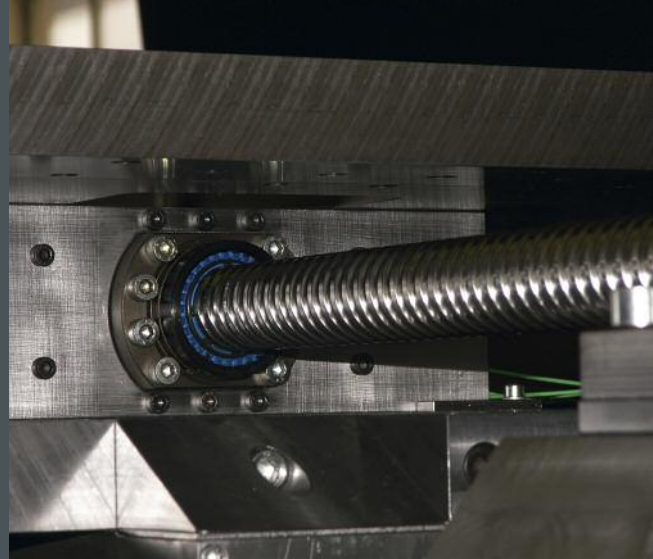
- Energieeffiziente Technologien und Prozesse
- Energiemanagement und -optimierung
- Industrial Smart Grids
- Urbane Produktion aus energetischer Sicht
- Energiepolitik, -strategie und -finanzierung

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.

Weitere EEP-News zu Veranstaltungen und Ereignissen unter:
www.eep.uni-stuttgart.de

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



INSTITUT FÜR INDUSTRIELLE FERTIGUNG UND FABRIKBETRIEB IFF

Die Forschungsschwerpunkte im Bereich Fabrikbetrieb umfassen Fabrikplanung und Produktionsoptimierung, Auftragsmanagement und Wertschöpfungsnetze, Komplexitätsmanagement, 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, Funktionale Materialien, Generative Fertigung/FDM 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, Oberflächentechnik, Auftragsmanagementlabor sowie das Applikationszentrum für Industrie 4.0 werden gemeinsam mit dem Fraunhofer IPA betrieben.

Ende 2015 übergab die Kommission »Ingenieurwesen@bw2025« unter Vorsitz von Prof. Bauernhansl ihren am IFF koordinierten Abschlussbericht mit konkreten Handlungsempfehlungen öffentlichkeitswirksam an die baden-württembergische Forschungsministerin Theresia Bauer. Damit engagierte sich der IFF-Leiter einmal mehr, die Ingenieurwissenschaften in Baden-Württemberg zukunftsfähig aufzustellen.

Weitere Informationen unter: www.iff.uni-stuttgart.de

Prof. Onorific Dipl.-Ing. Jörg Siegart
Stellv. Institutsleiter des IFF
Telefon +49 711 6856-1875
joerg.siegert@iff.uni-stuttgart.de

INSTITUT FÜR STEUERUNGSTECHNIK DER WERKZEUGMASCHINEN UND FERTIGUNGSEINRICHTUNGEN ISW

Das Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) der Universität Stuttgart zählt in Deutschland und international zu den führenden universitären Forschungsinstituten auf dem Gebiet der Fertigungstechnik. Am ISW werden seit 50 Jahren neben grundlagenorientierten Forschungsaktivitäten auch herausfordernde Aufgabenstellungen aus der Industrie erfolgreich bearbeitet.

Am ISW wird intensiv auf dem Gebiet der Automatisierung in der Fertigungstechnik geforscht, begonnen bei der Planung und dem Engineering, über die Steuerung und Regelung, die industrielle Kommunikation bis hin zu Antrieben und Sensoren sowie den nachgeschalteten mechanischen Komponenten. Organisatorisch ist das ISW unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Alexander Verl in fünf Gruppen gegliedert: Planungssysteme und Engineering-Methoden, Industrielle Steuerungstechnik, Antriebs- und Regelungstechnik, Maschinenteknik sowie Mechatronische Systeme.

Beteiligt an beiden Stuttgarter Gewinnern der Exzellenzinitiative und dem Transregio 141 Biological Design and Integrative Structures, hat sich das ISW 2014 erneut als eines der besonders zukunftsorientierten und innovativen fertigungstechnischen Institute aufgestellt.

Zahlreiche internationale Kontakte, eine rege Publikationsaktivität, Industrienähe, der Fokus auf eine exzellente und nachhaltige Lehre, das Management der Bachelor- und Master-Studiengänge Mechatronik und schließlich die Kooperation mit dem Fraunhofer IPA machen das ISW zu einem Institut mit besonderem Potenzial.

Dr.-Ing. Armin Lechler
Oberingenieur am ISW
Telefon +49 711 6858-2462
armin.lechler@isw.uni-stuttgart.de

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN



www.ipa.fraunhofer.de/jahresbericht.html

Online-Rubriken des Jahresberichts

- Fachartikel
- Fachbücher
- Wissenschaftliche Artikel
- Patente
- Promotionen
- Veranstaltungen und Messen
- Gastwissenschaftler

Weitere Standorte des Fraunhofer IPA

<http://pamb.ipa.fraunhofer.de>
www.lup.uni-bayreuth.de/de/fhg
www.hro.ipa.fraunhofer.de
www.fraunhofer.at
www.fraunhofer.hu/en
<http://oper.fraunhofer.jp/en>

Universitäre Schwesterinstitute des Fraunhofer IPA

www.eep.uni-stuttgart.de
www.iff.uni-stuttgart.de
www.isw.uni-stuttgart.de

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Gesellschaft
Hansastraße 27c | 80686 München

Fraunhofer-Institut für
Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00 | Fax -1399
www.ipa.fraunhofer.de

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

Leitung Marketing und Kommunikation

Fred Nemitz

Redaktion

Ramona Hönl
Fred Nemitz
Dr. Karin Röhricht
Dr. Brigit Spaeth
Jörg-Dieter Walz

DTP

Hannelore Betz

Titelbild

Applikationszentrum Industrie 4.0
Quelle: Fraunhofer IPA, Foto: Rainer Bez

Druck

Wahl-Druck GmbH
Aalen/Württemberg

Bestellservice

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