



Fraunhofer

IPA

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA



Jahresbericht 2013

**FRAUNHOFER IPA
JAHRESBERICHT 2013**



EDITORIAL

DER MENSCH IM MITTELPUNKT DER WERTSCHÖPFUNG

Industrie 4.0 bietet eine große Chance, die industrielle Produktion in Deutschland zu halten bzw. auszubauen. Komplizierte Produkte wie Maschinen oder Autos waren bisher die Domäne unserer Industrie. Zukünftig werden wir komplexe Produkte benötigen, um den Anforderungen der globalen Märkte hinsichtlich Nachhaltigkeit, Personalisierung und Regionalisierung gerecht zu werden und um im Wertschöpfungswettbewerb bestehen zu können. Eingebettete cyberphysische Systeme erfassen physikalische Daten, Produktions-, Logistik-, Engineering-, Koordinations- und Managementprozesse sowie Internetdienste mit Sensoren und wirken mit Aktoren auf physikalische Vorgänge ein. Sie sind in digitalen Netzen untereinander verbunden und nutzen weltweit verfügbare Daten und Dienste. Sie verfügen über multimodale Mensch-Maschine-Schnittstellen und ermöglichen neuartigen Funktionen, Dienste und Eigenschaften. Lesen Sie in diesem Jahresbericht, wie viele unserer Abteilungen wirklich nützliche Technik in das Thema Industrie 4.0 bringen, das sonst häufig mit markigen Sprüchen, werbewirksamen Behauptungen und blumigen Versprechungen daherkommt.

Die Produktionssysteme stellen im Rahmen von Industrie 4.0 den bewertenden und entscheidenden Menschen in den Mittelpunkt und ermöglichen über echtzeitnahe Vernetzung sowie cloudbasierte Software-Services Synergien und Skaleneffekte. Die Mitarbeiter in der Produktion werden so mehr und mehr zu Dirigenten der Wertschöpfung. Diejenigen, die bisher mit der operativen Planung und Steuerung zu tun hatten, betreiben Kontextmanagement und schaffen die Rahmenbedingungen für die Selbstorganisation der Produktion. Das Fraunhofer IPA unterstützt diese Entwicklung mit dem breiten Fortbildungsangebot in der Stuttgarter Produktionsakademie. Alle industrialisierten Volkswirtschaften und multinationalen Konzerne forschen und arbeiten an der Umsetzung der 4. Industriellen Revolution. Der Wettlauf um das Produktionssystem der Zukunft hat begonnen. Wir laufen voraus.

Der Jahresbericht gibt auch Rechenschaft. Index dafür sind u. a. unsere Kennzahlen, erhaltene Ehrungen und Preise, Erfolge im Wettbewerb um Forschungsförderung, Promotionen, Patentanmeldungen und nicht zuletzt auch unsere Kolleginnen und Kollegen, die sich beruflich auf eine leitende Position außerhalb des IPA verändern. Deshalb ein Ausblick in eigener Sache: Prof. Alexander Verl, seit 2006 Leiter des Fraunhofer IPA, wird Vorstand für Technologie-marketing und Geschäftsmodelle der Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft in München. Der neu gestaltete Vorstandsbereich wird sich um wirtschaftliche Nachhaltigkeit durch neue Verwertungs- und Akquisitionsstrategien kümmern. Das Vorstandsmandat beginnt zum 1. April 2014.

Wir danken unseren Wissenschaftlern und Mitarbeitern für ihre überzeugenden Leistungen und unseren Kunden für ihr Vertrauen.

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

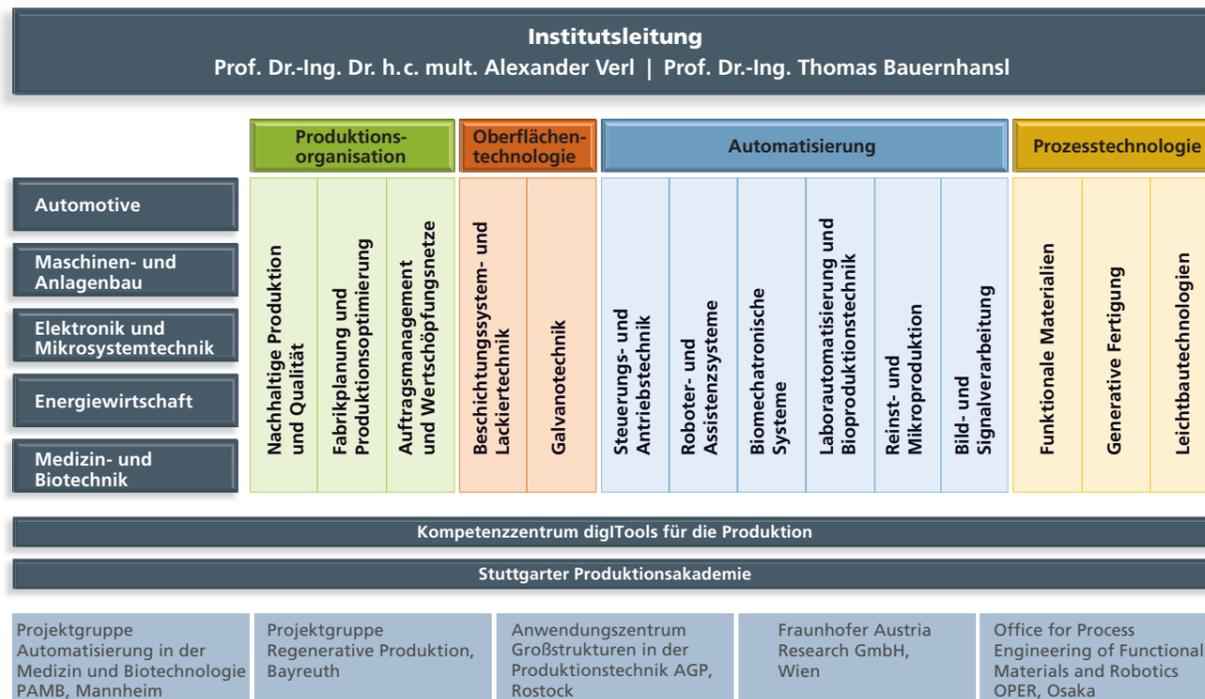
Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

INHALTSVERZEICHNIS

Editorial	5	Abteilung Fabrikplanung und Produktionsoptimierung	29	Abteilung Roboter- und Assistenzsysteme	49	Abteilung Funktionale Materialien	69	Fraunhofer-Projektgruppe regenerative Produktion, Bayreuth	85	Fraunhofer Office for Process Engineering of Functional Materials and Robotics OPER, Osaka, Japan	97
Organigramm	8	Die wandlungsfähige Fabrik der Zukunft	30	Software und Systems Engineering als Schlüssel für zukünftige Robotersysteme	50	Synthese und Funktionalisierung von Graphen und anderen 2D-Materialien	70	Know-how-Entwicklung zur CFK-Bauteilinstandsetzung	86	Institut Energieeffizienz in der Produktion (EEP)	99
Das Institut in Zahlen	8					Entwicklung von Materialien und Produktionsprozessen sowie Energiespeichern der nächsten Generation	71	Werkstrom	87	Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart (IFF)	101
Kuratorium	9	Abteilung Auftragsmanagement und Wertschöpfungsnetze	33	Abteilung Biomechatronische Systeme	53	Abteilung Generative Fertigung	73	Fraunhofer-Anwendungszentrum für Großstrukturen in der Produktionstechnik AGP, Rostock	89	Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)	103
Geschäftsfeld Automotive	11	Konzeption eines unternehmensspezifischen IT-Tools zur Optimierung der Logistikkosten	34	Neuartiger Produktionsprozess für ein neues Implantat: Die biomimetisch nachempfundene Venenklappenprothese	54	Bauteile im Faserkunststoffverbund aus dem 3D-Drucker	74	UP-Quer-Schweißen an größeren Blechdicken in der Offshore-Struktur- und Schiffskörperendmontage	90	Daten und Ereignisse	104
Geschäftsfeld Maschinen- und Anlagenbau	13					Abteilung Leichtbautechnologien	77	Fraunhofer Austria Research GmbH		Ehrungen und Preise	106
Geschäftsfeld Elektronik und Mikrosystemtechnik	15	Abteilung Beschichtungssystem- und Lackiertechnik	37	Abteilung Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik	57	Leichtbau für Leichtbau	78	Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement, Wien, Österreich	93	Von der Idee über das Patent bis zur Verwertung	108
Geschäftsfeld Energiewirtschaft	17	Batterie-Elektroden umweltfreundlicher und kostengünstiger produzieren	38	Ribolution	58	Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB	81	Neues Logistikmanagement für europäisches Wasserstraßensystem	94	Promotionen	109
Geschäftsfeld Medizin- und Biotechnik	19	Oberflächenmodifizierung von Partikeln und Fasern durch Polymerpräzipitationsverfahren	39	Abteilung Reinst- und Mikroproduktion	61	Mikro-Partikel hungern Krebszellen aus	82	HydroCell – Wasserstoffherzeugung mit Feststoffoxid-Elektrolyse-Zellen	95	Wissensmanagement	110
Kompetenzzentrum Digitale Werkzeuge in der Produktion	21	Abteilung Galvanotechnik	41	Aufbau sauberer und reiner Produktionsstandorte	62					Weiterführende Informationen über Links und QR-Codes	111
Stuttgarter Produktionsakademie	23	Galvanogeformte Ableitfolien für Leichtbau in Energiespeichersystemen	42	Abteilung Bild- und Signalverarbeitung	65					Impressum	113
Abteilung Nachhaltige Produktion und Qualität	25			AdaptSmart	66						
Energieeffizienz, Lebenszykluskosten und technische Verfügbarkeit entscheiden über Investitionen	26	Abteilung Steuerungs- und Antriebstechnik	45	FaserInspekt	67						
		CloudPlug überträgt Produktionsdaten sicher in die Cloud	46								

ORGANIGRAMM DAS INSTITUT IN ZAHLEN

KURATORIUM



Haushalt	Mio €
Betriebshaushalt ohne Investitionen	58,4
davon Wirtschaftserträge	22,9
Investitionen	3,5
Anzahl der Mitarbeiter	
Fraunhofer IPA, Mitarbeiter	435
Fraunhofer IPA, Wissenschaftliche Hilfskräfte	330
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart	55
Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Universität Stuttgart	60
Graduiertenschule für advanced Manufacturing Engineering (GSaME)	60
Weitere Kennzahlen	
Promotionen	23
Patente	30
Veröffentlichungen	623

Vorsitzender des Kuratoriums

Dr.-Ing. Jürgen Geißinger
Schaeffler AG
Vorsitzender des Vorstands

Dr. Martin Knops
Senvion SE
Executive Vice President
Product Development

Dr. Karl Tragl
Bosch Rexroth AG
Vorstandsvorsitzender

Mitglieder des Kuratoriums

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

Dr. e. h. Dipl.-Math. Bernd Liepert
KUKA AG
Chief Technology Officer (CTO)

Dr.-Ing. Eberhard Veit
Festo AG & Co. KG
Vorstandsvorsitzender

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. Heinrich Flegel
Daimler AG
Leitung Forschung Produktionstechnik

Dr. Rainer Ohnheiser
Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH
President & CEO

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

Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber
Daimler AG
Mitglied des Vorstands

Dr. Dirk Friedrich
Aesculap AG
Vice President R&D Services,
Navigation Technology

MinRat Hermann Riehl
Bundesministerium für Bildung und Forschung – Referatsleiter
Produktionssysteme und -technologien

Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. e.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper
ehem. Institutsleiter Fraunhofer IPA und IFF (Universität Stuttgart)

MinR'in Dr. rer. pol. Ehrentraud Graw
Ministerium für Finanzen und Wirtschaft
Baden-Württemberg – Referatsleiterin
Produktionstechnik und Fahrzeugbau

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

Prof. em. Dr. rer. pol. Erich Zahn
ehem. Universität Stuttgart
Lehrstuhl für Allg. BWL und Strategisches Management

Dr. Stefan Hartung
Robert Bosch GmbH
Geschäftsführer

Dr. Uwe Siewert
Dürr Systems GmbH
Aircraft and Technology President & CEO

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

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

GESCHÄFTSFELD AUTOMOTIVE

Direkter Ansprechpartner und bessere Vernetzung für neue Themen und Partner

Für die Automobilindustrie hat das Fraunhofer IPA viel zu bieten: Vom Material bis zur Entsorgung, von Energiefragen bis zur Fabrikautomatisierung vereinigt das Stuttgarter Institut alle Kompetenzen, die in der Automotivebranche gebraucht werden. Um die einzelnen Fachabteilungen besser zu vernetzen, den Informationsaustausch zwischen Forschung und Automobilindustrie zu optimieren und neue Projekte schneller auf den Weg bringen zu können, wurde das »Geschäftsfeld Automotive« am Fraunhofer IPA ins Leben gerufen. Die Leitung des Geschäftsfelds übernahm Ivica Kolaric, zugleich Leiter der Abteilung Funktionale Materialien. Nach erfolgreicher Aufbauarbeit zeigt sich Kolaric überzeugt: »Das Geschäftsfeld Automotive stellt sicher, dass das Fraunhofer IPA auch in Zukunft ein erster Ansprechpartner für die Automobilindustrie sein wird.«

Die Arbeit des Geschäftsfelds soll dazu beitragen, Impulse aus der Industrie schneller aufzunehmen und potenziellen Partnern für neue Entwicklungsprojekte einen direkten Ansprechpartner zu bieten, der den kurzen Draht zu allen benötigten Fachkompetenzen hat. Über das Geschäftsfeld Automotive sollen nicht nur Informationen über Innovationen am Fraunhofer IPA schneller an die Industrie gelangen: Auch die rund 435 Mitarbeiter des Instituts, die über ihre Fachbereiche regelmäßig mit Automotive-Themen zu tun haben, erfahren über das Geschäftsfeld schneller von aktuellen Trends und Anforderungen aus der Automobilbranche. Dazu treffen sich die Automobilexperten aus allen 14 Fachabteilungen regelmäßig zu Geschäftsfeld-Meetings bei Ivica Kolaric.

Geballte interdisziplinäre Kompetenz

Wie Kunden und Partner des Fraunhofer IPA von der interdisziplinären Kompetenz am Institut profitieren können, erläutert Kolaric an einem Beispiel aus der Leichtbauentwicklung. Wenn es um die Verarbeitung des Zukunftsmaterials Kohlefaser geht,

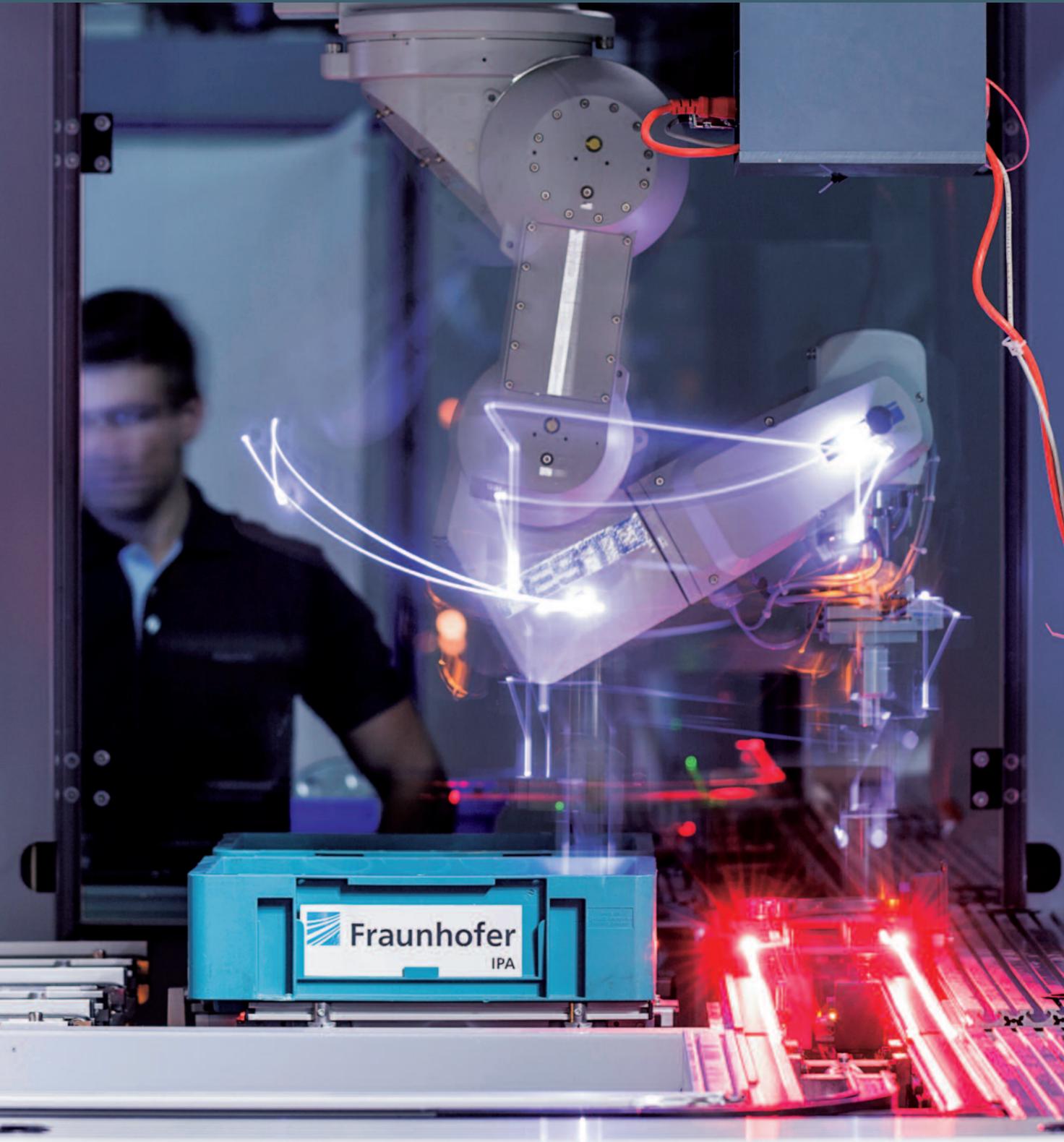
beherrschen die IPA-Experten den kompletten Prozess von der Lackierung und Verarbeitung bis zur Prozesssimulation und Qualitätskontrolle. »Wir sind wahrscheinlich das einzige Institut in Europa, wenn nicht weltweit, das auf diesem Feld den kompletten Prozess als Systemlösungen anbieten kann«, unterstreicht Kolaric. Die Unterstützung interdisziplinärer Ansätze und Projekte wird ein wesentlicher Aufgabenbereich des Geschäftsfelds Automotive sein.

Von »Industrie 4.0« über Elektromobilität bis ARENA2036

Aus laufenden Projekten hat das Fraunhofer IPA eine Reihe wichtiger Impulse für die Automotivebranche zu geben. Die Fraunhofer-Forscher befassen sich intensiv mit Fragen der cloudbasierten »Industrie 4.0« und der funktionalen Integration sowie der Entwicklung von Elektroden für Energiespeicher und Wandler als möglicher Alternativtechnologie zum Batterieeinsatz in der Elektromobilität. Besonders hebt Kolaric das Leuchtturmprojekt »ARENA2036« hervor. Unter der Leitung der Universität Stuttgart hat die Forschungsfabrik ARENA2036 im Juli 2013 ihre Arbeit aufgenommen. Inhalt ist unter anderem ein radikal neuartiges Produktionskonzept: die wandlungsfähige Fahrzeugproduktion ohne Takt und ohne Linie. Erforscht wird die wandlungsfähige Fahrzeugproduktion der Zukunft auf einem Forschungscampus mit einer weltweit einzigartigen Experimentier- und Demonstrationsumgebung.

Dipl.-Ing. (FH) Ivica Kolaric MBA
Geschäftsfeldleiter Automotive
Telefon +49 711 970-3729
ivica.kolaric@ipa.fraunhofer.de

GESCHÄFTSFELD MASCHINEN- UND ANLAGENBAU



Der Maschinen- und Anlagenbau von morgen

Die Industrieproduktion von morgen wird geprägt durch Produktionstechnologien und Organisationsformen für die hochflexible Herstellung individualisierter Produkte, die intensive Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse sowie die Kombination von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen zu sogenannten hybriden Produkten. Die Verknappung an natürlichen Ressourcen wird die Entwicklung neuer und effizienterer Produktionsmittel forcieren und nicht zuletzt werden kostengünstigere und intelligentere Automatisierungslösungen sowohl der demographischen Entwicklung Rechnung tragen als auch zu einer Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Maschinen- und Anlagenhersteller führen.

Smart Factory

Neue Ansätze zur Steigerung der Produktivität im Maschinen- und Anlagenbau ergeben sich aus der sogenannten 4. Industriellen Revolution. Diese Bezeichnung steht für die zunehmende Intelligenz von Produkten und Produktionssystemen, deren Vernetzung sowie die Integration in Wertschöpfungsnetzwerke. Das Zusammenspiel von einer zunehmenden Vielzahl von Sensoren, Aktoren, Software und entsprechenden informatorischen Vernetzung bietet u. a. neue Möglichkeiten in der Organisation von Produktion, aber auch in der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Produkte wie der Entwicklung von Produktions-Apps.

Wandlungsfähigkeit

Neue Technologieentwicklungen oder schwankende Marktbefehle gehören zu den Treibern, die wandlungsfähige Fabriken erforderlich machen. Die Wandlungsfähigkeit findet dabei in allen produktionsbezogenen Bereichen – also im Gebäude, im Layout, in der Gebäude- und Produktionstechnik, aber auch in der Organisation und den IT-Systemen ihren Niederschlag. Die

Herausforderung besteht darin, die zum Teil bestehenden methodischen Ansätze, wie beispielsweise die Modularisierung und Standardisierung, in technische und organisatorische Lösungen umzusetzen.

Ressourceneffizienz

Die Entwicklungen reichen hier von Methoden und technischen Lösungen, wie Energiewertstrom, Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 über materialeffiziente Beschichtungstechniken bis hin zu energieeffizienten Antrieben. Als Basis für neue Innovationen dient die Vision der »energieautarken« und »abfallfreien« Fabrik. Hier können Ansätze wie neue Methoden zur Energieeinsatzoptimierung und Zero-Waste-Produktionstechnik sowie neue, effektive Verfahrenskombinationen und neue Recyclingverfahren entwickelt und getestet werden.

Neue Produktionstechnologien und technische Assistenzsysteme

Zum einen bietet sich das Fraunhofer IPA als anerkannter Partner für die Verfahrensentwicklung, z. B. zur Herstellung von Funktionalen Materialien, generativen Fertigungstechniken oder in der Beschichtungstechnik an. Aber auch im traditionsreichen Gebiet der Automatisierungstechnik setzt das Fraunhofer IPA immer wieder neue Trends im Bereich der Robotik, wie beispielweise in der Entwicklung moderner Mensch-Maschine-Schnittstellen, der autonomen Navigation und Umgebungserkennung, um neue Einsatzfelder durch höhere Sicherheit, mehr Einsatzflexibilität und höhere Wirtschaftlichkeit dieser Anwendungen zu realisieren.

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

GESCHÄFTSFELD ELEKTRONIK UND MIKROSYSTEMTECHNIK



Die Elektronikindustrie und die Mikrosystemtechnik gehören zu den stärksten und besonders innovativen Wachstumsbranchen. Der dort anhaltende Trend zur Miniaturisierung von Produkten und die zunehmend erforderliche Integration von sensorischer und aktorischer Funktionalität zur Realisierung intelligenter Systemlösungen stellen die Herausforderung sowohl für Produzenten als auch deren Ausrüster dar. Innovationsgrad und Fortschritt in der Forschung und Entwicklung von Komponenten, Materialien sowie Fertigungsprozessen sind maßgeblich am Erfolg der Branche beteiligt.

Sensortechnik und Sensornetzwerke

Für Sensornetze, die in Anwendungen zum Einsatz kommen, bei welchen es auf eine hohe Ausfallsicherheit und Genauigkeit ankommt, entwickelt das Fraunhofer IPA Messprinzipien und treibt deren Implementierung und Umsetzung in die Gerätetechnik voran. Hierbei fokussieren sich die Wissenschaftler auf die produktionstechnischen Spezifika wie Materialauswahl und -bewertung, Oberflächenbeschichtung und Sensorverkapselung. Die Vernetzung von Einzelsensoren zu komplexen, hochintegrierten »Cyber-physischen Sensor-Systemen« (CPSS) erfolgt meist unter reinheitstechnisch kontrollierten Bedingungen. Die Forschungs- und Entwicklungsleistungen stellen die Grundlage für innovative Produkte und flexibel einsetzbare Sensorik bei einer hohen Zuverlässigkeit in der Produktion dar. Bei der verfahrenstechnischen Entwicklung werden vermehrt Anfragen für individuelle Fertigungskonzepte mit digitalen Drucktechnologien an das Fraunhofer IPA gestellt.

Produktionstechnologien

Bei der Herstellung kleinster Strukturweiten für die Halbleiterindustrie sind Fertigungsabläufe unter Vermeidung von Partikelverunreinigungen und Ausgasungsrückständen unabdingbar, sodass Handhabungs-, Automatisierungs- und Verfahrensentwicklungen diesem Anforderungsprofil gerecht werden müssen.

Wie keine andere Branche steht die Elektronikindustrie unter extremem Druck: Innerhalb kürzester Entwicklungs- und Prozessdurchlaufzeiten müssen Innovationen umgesetzt werden, und zwar zu Herstellkosten, die nur aufgrund hocheffizienter Fertigungsverfahren, höchster Präzision, flexiblen Fertigungskonzepten, ressourcenschonender Verarbeitung sowie A-priori-Maßnahmen wie virtuellen Inbetriebnahmen möglich sind. Durch die ganzheitliche Betrachtung der Einflussfaktoren bietet das Geschäftsfeld seinen Kunden die Entwicklung von Konzepten, Strategien und Methoden zur Erhöhung der Ausbeuteraten, der Fertigungssicherheit und der Risikominimierung. Die Kernkompetenzen des Fertigungsanlagendesigns, der logistischen Auslegung, IT-gestützter Vernetzung und innovativer Produktionstechnologien von reinen Fertigungen stärken den Ausbau der Kooperationen mit international führenden Halbleiterherstellern.

Technologieanbieter für die Batterieentwicklung

Bis 2020 sollen eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren, so wollen es die ehrgeizigen Ziele des nationalen Entwicklungsplans der Bundesregierung. Um dem gerecht zu werden, sind verlässliche Speichersysteme für elektrische Energie unabdingbar. Diese müssen sich durch hohe Energie- und Leistungsdichten, Schnellladefähigkeit und hohe Ladezyklenzahlen auszeichnen. Für die »Batterieproduktion von morgen« werden beim Geschäftsfeld verstärkt Konzepte für die Elektroden- und Zellfertigung, die Elektrolytbefüllung und das Recycling in Auftrag gegeben.

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

GESCHÄFTSFELD ENERGIEWIRTSCHAFT

Paradigmenwechsel in der Energiewende

Das »Erneuerbare-Energien-Gesetz« (EEG) wurde reformiert, Ziele und Rahmenbedingungen neu definiert; dabei rücken zunehmend wirtschaftliche Gesichtspunkte in den Vordergrund. Die energiepolitischen Kompetenzen sind neu geordnet worden, die Erhaltung der industriellen Wertschöpfungsketten und der Arbeitsplätze müssen sichergestellt werden. Um die letztgenannten Forderungen erfüllen zu können, sind neben den politischen Maßnahmen die Ausschöpfung der produktionstechnischen Potenziale von enormer Wichtigkeit und von außerordentlicher Wirkung für viele industrielle Prozesse. Vor dem Hintergrund der zwar immensen Kapazität von erneuerbarer Energie, aber des nur sehr kleinen gesicherten Anteils dieser Kapazität muss ein Umdenken in der Energienutzung stattfinden. Wurde bislang die Energieerzeugung dem Energiebedarf angepasst, so muss in Zukunft auch der umgekehrte Weg gegangen werden. Das zukünftige Paradigma lautet: Energie nutzen, wenn sie zur Verfügung steht.

Mit Energieeffizienz und Energieflexibilität produzieren

Für Unternehmen ergibt sich aus dem Paradigmenwechsel eine neue Herausforderung. Neben höheren Anforderungen an die Energieeffizienz muss auch die Energieflexibilität der Prozesse erhöht werden. Hierzu bedarf es einer informationstechnischen Vernetzung von Verbrauchern und Erzeugern mit entsprechenden Steuerungsmöglichkeiten – dem »Smart Grid«. Solche Lösungen müssen weiterentwickelt und in neue Bereiche und Anwendungen überführt werden. Das Fraunhofer IPA arbeitet seit Jahren an effizienzsteigernden Lösungen und Planungsmethoden in unterschiedlichen Bereichen wie Lackiertechnik, Oberflächentechnik, Fabrikgestaltung, Roboter- und Maschinenteknik. »Smart Energy in Production« behandelt im Geschäftsfeld Energiewirtschaft das Zukunftsthema »Micro Smart Grid« und energieflexible Produktion mit der Fokussierung auf industrielle Nutzbarkeit.

Neue Speichertechnologien für Logistik, Mobilität und Consumer-Produkte

Neben der Nutzung von Einsparpotenzialen und der intelligenten Energieverteilung versprechen Neuentwicklungen aus dem Bereich der Speichertechnologien eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten in der Intralogistik, Mobilität und bei Consumer-Produkten. So werden Batterien mit hohen Energiedichten und Superkondensatoren mit hohen Leistungsdichten vermehrt zur Energierückgewinnung bzw. Rekuperation in der Antriebstechnik eingesetzt. Ein sehr großes Potenzial wird dabei der intelligenten Kombination von Superkondensatoren und Batterien zugeschrieben.

Zur Kapazitätssteigerung der bestehenden elektrochemischen Energiespeichersysteme bedarf es neuer funktionaler Nanomaterialien und der Entwicklung von innovativen Produktionsprozessen für die industrielle Herstellung. Deshalb beschäftigen sich die Experten des Fraunhofer IPA mit der Herstellung von neuen Elektroden für Energiespeicher der nächsten Generation. Ziel ist es, die Elektrodenoberflächen für die Speicherung zu vergrößern und für die elektrochemischen Reaktionen zugänglich zu machen. Am Fraunhofer IPA werden dazu verschiedenste Nanomaterialien synthetisiert und verarbeitet, welche ideal für den Einsatz in Superkondensatoren geeignet sind. Die neuen Materialsysteme sollen ohne größere Eingriffe in ausgereifte Fertigungsprozesse integriert werden, um Kunden den raschen Umstieg zur Herstellung leistungsstärkerer Energiespeicher zu ermöglichen. Dadurch wird ein wichtiger Schritt in Richtung Einsatz von erneuerbaren und nachhaltigen Energietechnologien gemacht.

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

GESCHÄFTSFELD MEDIZIN- UND BIOTECHNIK



Komplexe und interdisziplinäre Lösungen aus einer Hand

Das Querschnitts- und Zukunftsthema Life Sciences ist die Schnittstelle, die das Zusammenführen von Medizintechnik und Biotechnik in einem gemeinsamen Geschäftsfeld nahelegt. Drei Fachabteilungen sind am Fraunhofer IPA mit Entwicklungen aus der Medizin- und Biotechnik befasst.

Synergien aus einem breiten Spektrum von Arbeitsgebieten und Projekten

Schwerpunkte im Bereich der Medizintechnik sind die Arbeitsgebiete Interventionelle Medizin, Orthopädie und Rehabilitation, Assistenz und Pflege sowie die Dental-Technologie. Die Stärken in der Biotechnik liegen auf den Arbeitsgebieten Pharmazeutik, Diagnostik, Biotechnologie sowie Lebensmittel und Chemie. Weitere branchenrelevante Dienstleistungen aus anderen im Geschäftsfeld vernetzten Fachabteilungen sind Simulations- und Bilderkennungsverfahren, Reinheitstechnologien, Fabrik- und Montageplanung sowie Intralogistik, Anlagen- und Gerätebau, Zulassungsverfahren und Regulatorien oder Liquid Handling in automatisierten Laborprozessen.

Ein Beispiel für diese Entwicklungssynergien ist das neue Demonstrationslabor für innovative Lösungen in Assistenz und Pflege. Erfahrungen aus Servicerobotik, Signal- und Bildverarbeitung ermöglichen ein mobiles Notfall-Assistenzsystem, das durch automatisierte Sturzerkennung und Unterstützung bei der Kommunikation mit externen Betreuern älteren Menschen ein längeres eigenständiges Leben in vertrauter Umgebung erlaubt.

Querschnittsthema demographischer Wandel

Die Frage, wie angesichts der demographischen Entwicklung auch in Zukunft eine wirtschaftliche und qualitativ hochwertige Patientenversorgung gewährleistet werden kann, ist für die

industriennahe Forschung im Geschäftsfeld Medizin- und Biotechnik ein wichtiges Querschnittsthema. Bei der interdisziplinären Entwicklung neuer technischer Lösungen im Gebiet der orthopädischen Chirurgie und der modernen Rehabilitation greifen Biomechanik, Bewegungserfassung und -kontrolle sowie Simulations- und Testverfahren eng ineinander, um im intensiven Zusammenwirken mit Anwendern und Industrie neue Konzepte für eine verbesserte Altersmobilität zu entwickeln.

Innovationen in Interventionsmedizin, Endoprothetik und Gewebekultur

Ein wesentlicher Faktor für den medizinischen Fortschritt ist die Weiterentwicklung interventioneller Verfahren, um effiziente und qualitätsgesicherte Medizin auch morgen noch sicherstellen zu können. Die Fraunhofer-Experten im Bereich Medizin- und Biotechnik arbeiten an neuen Lösungen für die computer- und robotergestützte Chirurgie und an der Entwicklung mechatronischer chirurgischer Instrumentensysteme. Bei der Entwicklung neuer orthopädischer Implantat-Systeme bewährt sich die interdisziplinäre Zusammenarbeit über die Fachabteilungsgrenzen hinweg nicht nur mit der Robotik, die bei der Entwicklung robotergestützter Funktionstests für die Hüft-Endoprothetik zum Zuge kommt, sondern auch mit der Biotechnologie. Die Erforschung der Beschichtung von Implantaten mit Zellkulturen ist eines von vielen Beispielen für das effektive Zusammenwirken von Medizin- und Biotechnik. Die Tissue-Fabrik zur Herstellung künstlicher Hautmodelle ist der bekannteste Nachweis der hohen Expertise des Fraunhofer IPA in der automatisierten Zell- und Gewebekultur.

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

KOMPETENZZENTRUM DIGITALE WERKZEUGE IN DER PRODUKTION

Reale und nützliche Technik für das Zukunftsthema Industrie 4.0

Die Hannover Messe 2013 hat eindrucksvoll gezeigt, dass das Zukunftsthema Industrie 4.0 das gesamte produzierende Gewerbe erfasst hat. Das Fraunhofer IPA war ebenfalls auf der Messe vertreten und hat neben verschiedenen Fachvorträgen zum Themenkomplex »Informationstechnologie in der Produktion« zusammen mit verschiedenen Partnern aus Forschung und Industrie unter anderem auch die sichere Service-Plattform für Industrie 4.0, das sogenannte »Virtual Fort Knox« vorgestellt. Mit dieser frühzeitigen und zukunftsweisenden Entwicklung hat das Fraunhofer IPA seiner Rolle als Vordenker und Umsetzer innovativer Lösungen im Umfeld von Produktions-IT Rechnung getragen und sich als kompetenter Partner in diesen Bereichen vorgestellt.

Auf den noch deutlich gestiegenen Forschungs- und Entwicklungsbedarf hat das Fraunhofer IPA im letzten Jahr u. a. mit der Etablierung des IPA-internen »Industrie 4.0 @ IPA«-Programms reagiert. Das Programm bündelt unter der Leitung des Kompetenzzentrums »Digitale Werkzeuge in der Produktion« Kernkompetenzen aus den verschiedenen IPA-Abteilungen unter dem Gesichtspunkt von Industrie-4.0-Anforderungen. Die hier erarbeiteten systemischen Lösungen werden sowohl KMU als auch Großunternehmen in verschiedenen Märkten über die fünf Geschäftsfelder des Fraunhofer IPA zur Verfügung gestellt.

Das Programm bearbeitet in fünf fachlichen Arbeitsgruppen die folgenden Industrie-4.0-Themen:

- Geschäftsprozesse und Anwendungsfälle: Erarbeitung innovativer Geschäftsmodelle und -prozesse und quantifizierbarer Use Cases für Industrie-4.0 sowie Industrie-4.0-Service-Definition
Sprecherin: Anja Schatz (anja.schatz@ipa.fraunhofer.de)
- mIT-Architektur: Entwicklung einer Industrie-4.0-IT-Architektur, Industrie 4.0-Service-Design und -Implementierung
Sprecherin: Ursula Rauschecker (ursula.rauschecker@ipa.fraunhofer.de)

- Smarte Objekte: Entwicklung von smarten Objekten für die Produktion auf Basis netzwerkfähiger Sensorik und Aktorik
Sprecher: Dirk Schlenker (dirk.schlenker@ipa.fraunhofer.de)
- Kommunikation: Integrationskonzepte für die intelligente Vernetzung von Anlagen und weiteren smarten Objekten in der Fertigung und Logistik
Sprecher: Jan Schlechtendahl (jan.schlechtendahl@isw.uni-stuttgart.de)
- Human-Machine-Interface: Entwicklung neuartiger Mensch-Maschine-Kollaborationen, User Interfaces und Bedienkonzepte für das Produktionsumfeld
Sprecher: Marius Pflüger (marius.pflueger@ipa.fraunhofer.de)

Innerhalb eines Anwendungszentrums werden die erarbeiteten Lösungen mit Hilfe der Industrie-4.0-Service-Plattform Virtual Fort Knox und verschiedener verteilter Cyber-physischer Produktionssysteme (CPPS) erprobt. Hierfür stellt das Anwendungszentrum für Null- bzw. Kleinserien von innovativen Firmengründungen flexible Produktionskapazitäten zur Verfügung. Etablierte Firmen erhalten die Möglichkeit, ihre individuellen Produktionsprozesse in einem Industrie-4.0-Umfeld zu erproben und so auch Migrationsszenarien zu entwickeln.

Zu guter Letzt hat das Kompetenzzentrum im Rahmen seiner wissenschaftlichen Arbeit am Fraunhofer IPA an der Ausarbeitung des Industrie-4.0-Buches »Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik«, das im April 2014 im Springer Vieweg Verlag erscheinen soll, mitgewirkt.

Weitere Informationen unter: www.virtualfortknox.de

Dipl.-Ing. Joachim Seidelmann
Leiter Kompetenzzentrum
»Digitale Werkzeuge in der Produktion«
Telefon +49 711 970-1804
joachim.seidelmann@ipa.fraunhofer.de

STUTTGARTER PRODUKTIONS-AKADEMIE



Stuttgarter Produktionsakademie gegründet

Eine alte chinesische Weisheit sagt: »Lernen ist wie Rudern gegen den Strom, sobald man aufhört, treibt man zurück!«. Xúnzǐ (altchinesischer Philosoph 298-220 v. Chr.)

Am 20. Februar 2013 wurde von den Institutsleitern des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Prof. Alexander Verl und Prof. Thomas Bauernhansl, die SPA Stuttgarter Produktionsakademie gGmbH als gemeinnützige Gesellschaft gegründet. Ziel der Stuttgarter Produktionsakademie ist es, Unternehmen erstklassige Weiterbildung zu Führungs-Know-how sowie operationellen und technologischen Fähigkeiten auf dem Gebiet der industriellen Produktion anzubieten.

Das Weiterbildungsangebot der Stuttgarter Produktionsakademie beinhaltet rollen- und zielgruppenspezifische Seminare, angefangen bei Themen wie der Organisation der industriellen Produktion über Spezial-Know-how zu innovativen Technologien bis hin zu juristischen Querschnittsthemen oder Themen zur Mitarbeiterführung. Zum Konzept gehört u. a. die Einteilung in Kompakt- und Vertiefungsseminare. Kompaktseminare verschaffen Führungskräften einen schnellen und fundierten Überblick über das Themengebiet. Vertiefungsseminare vermitteln in kleinen Lerngruppen mit hohem Praxisanteil Fähigkeiten auf dem gewählten Themengebiet. Das Weiterbildungsangebot umfasst derzeit mehr als 160 Seminare. Bei Bedarf organisiert das Team der Produktionsakademie auch firmenspezifisch angepasste Inhouse-Seminare. Als Referenten werden Experten aus dem Fraunhofer-Netzwerk, der Universität Stuttgart sowie ausgewählter Kooperationspartner eingesetzt, die neben der Vermittlung von »state of the art«-Wissen auch über aktuelle Trends und Entwicklungstendenzen in ihrem Fachgebiet informieren. Beim Aufbau der technologischen Fähigkeiten verfolgt die Stuttgarter Produktionsakademie das Konzept »learning by doing« und setzt im Rahmen der Seminare Labore des Fraunhofer-Netzwerks und der Universität Stuttgart ein bzw. übt das Erlernte anhand von Praxisbeispielen und Plan-

spielen. Die Bewertung der Seminare durch die Teilnehmer fiel bereits im ersten Jahr durchweg überaus positiv aus. So wurde der Inhalt der Seminare im Schnitt mit der Note 1,7 bewertet und die Organisation der Seminare sogar mit der Note 1,5. Stellvertretend für all die positiven Rückmeldungen möchten wir gerne einen Teilnehmer zu Wort kommen lassen, der uns folgende Mail im Nachgang zu einer Schulung schickte:

»Nach der zweiten Veranstaltung an der Stuttgarter Produktionsakademie möchte ich es nicht versäumen, Ihnen und Ihren Mitarbeitern hiermit ausdrücklich zu danken. Wie bereits beim ersten Seminar war ich wieder begeistert von der hervorragenden Veranstaltung. Das ist genau die Form von Wissenstransfer, die mir weiterhilft. Expertenwissen in essenzieller Form – dargereicht als wohlbekömmliches Destillat. Die kleinen Gruppengrößen finde ich sehr hilfreich, da sich hierdurch die Möglichkeit ergibt, spontane Rückfragen in der kleinen Gruppe zu reflektieren. Die Rahmenbedingungen (Organisation, Räumlichkeiten, kurzer Anfahrtsweg) sind sehr gut. Kurzum, die Seminare der Stuttgarter Produktionsakademie werde ich weiterempfehlen.« Volker Wagner, Qualitätsverantwortlicher Produktion, elero GmbH.

Das aktuelle Veranstaltungsprogramm der Stuttgarter Produktionsakademie finden Sie unter www.stuttgarter-produktionsakademie.de. Den Weiterbildungskatalog »Impulse« können Sie gerne unter info@stuttgarter-produktionsakademie.de anfordern. Sollten für Sie wichtige Weiterbildungsangebote fehlen, nehmen Sie einfach Kontakt zur Produktionsakademie auf. Das Team um Dr. Alexander Schloske freut sich, Ihren individuellen Bedarf in die Programmgestaltung zu integrieren.

Dr.-Ing. Alexander Schloske

Geschäftsführer der Stuttgarter Produktionsakademie

Telefon +49 711 970-1890

alexander.schloske@stuttgarter-produktionsakademie.de

ABTEILUNG NACHHALTIGE PRODUKTION UND QUALITÄT



Nachhaltiges Wirtschaften für Unternehmen bedeutet gleichrangig, ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Aspekte zu berücksichtigen, diese regional und global zu betrachten sowie Verantwortung für heutige und zukünftige Generationen zu übernehmen. Ressourceneffizienz wird deshalb zunehmend wichtiger, gewinnt in der Wirtschaft immer stärkere Beachtung und fordert Unternehmen heraus, qualitativ hochwertige und zugleich schadstoffarme Produkte mit energiearmen und sicheren Prozessen zu produzieren.

Aber nicht nur auf makroökonomischer Ebene verspricht die Steigerung der Rohstoff- und Materialproduktivität hohe Einsparpotenziale für die Unternehmen. Auch Life-Cycle-Management-Konzepte ermöglichen für Unternehmen eine gesamtwirtschaftliche Optimierung ihrer Aktivitäten hinsichtlich Zeit, Kosten, Qualität sowie Umwelt und Energie. Weitere Stellhebel sind die Identifikation und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen zur Erhöhung der Rohstoff- und Materialeffizienz in der Produktion und im betrieblichen Umfeld.

Die Abteilung Nachhaltige Produktion und Qualität steht ihren Kunden im Rahmen von Forschungs- und Industrieprojekten bei der Entwicklung und Optimierung von ressourcenschonenden und energieeffizienten Produktionsprozessen, Produkten und Technologien sowohl über den gesamten Produktlebenszyklus als auch spezifisch für einzelne Lebensphasen zur Seite.

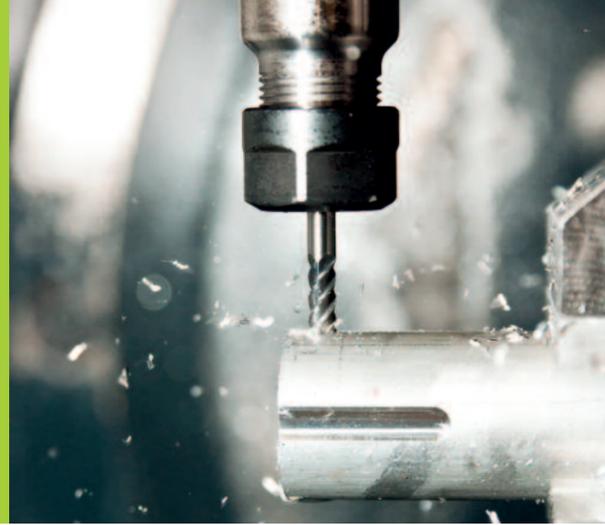
Dazu bearbeitet die Abteilung folgende Themen:

- Verbesserung von Produktionsprozessen unter den Gesichtspunkten Energie- und Ressourceneinsparung
- Aufbau von kundenspezifischen Prozessen zur Sicherstellung der produktbezogenen Umweltgesetzgebung (REACH, RoHS, ERP, WEEE)
- Nachhaltige Verbesserung der Prozessstabilität, Qualität und Instandhaltungskonzepte
- Technisches Risikomanagement von Prozessen und Produkten
- Funktionale Sicherheit nach ISO 26262

Die Abteilung Nachhaltige Produktion und Qualität hat aus diesem Themenspektrum im vergangenen Jahr eine Vielzahl an Industrie- und Forschungsprojekten vor allem in den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Automotive, Energiewirtschaft und Medizintechnik erfolgreich bearbeitet. Die ausgewählten und im Folgenden kurz dargestellten Referenzprojekte geben nur einen exemplarischen Ausschnitt aus dem Tätigkeitsfeld der Abteilung wieder.

Im Bereich Schadstoffmanagement und Produktrecycling informieren und diskutieren Wissenschaftler des Fraunhofer IPA in Expertenforen gemeinsam mit der Industrie Lösungsansätze zum Schadstoffmanagement, um zukünftigen EU-Gesetzgebungen gerecht zu werden. Im Bereich Energiemanagement führt das Fraunhofer IPA Energiemanagementsysteme ein und entwickelt Konzepte zum effizienten Umgang mit der Ressource Energie bis hin zur Shopfloor-Ebene. Und nicht zuletzt haben Experten der Abteilung im Bereich Produkt- und Prozessentwicklung eine Vielzahl von Projekten zur Risikoabsicherung von Produkten und Prozessen durchgeführt – von der Absicherung mechatronischer Systeme bis hin zur ökonomischen Beurteilung der Prüfkonzepte in der Montage.

Dr. Jörg Mandel | Abteilungsleiter
Telefon +49 711 970-1980
joerg.mandel@ipa.fraunhofer.de



ENERGIEEFFIZIENZ, LEBENSZYKLUSKOSTEN UND TECHNISCHE VERFÜGBARKEIT ENTSCHEIDEN ÜBER INVESTITIONEN

Für den Erhalt des Produktionsstandorts Europa ist eine hohe Effizienz von Maschinen und Anlagen entscheidend – ebenso für Europa als Lieferant hochwertiger Investitionsgüter. Neben dem Thema der Energieeffizienz spielen für zukünftige Investitionsentscheidungen vor allem die Lebenszykluskosten sowie die technische Verfügbarkeit der Produktionsanlage eine herausragende Rolle. Dies spiegelt sich entsprechend in der öffentlichen Förder- und Forschungslandschaft wider und ermöglicht dem Fraunhofer IPA die vorhandenen, langjährigen Erfahrungen aus Industrieprojekten zu nutzen, um neue Ansätze und Lösungen zu entwickeln. So werden Lösungen in nationalen Initiativen wie Industrie 4.0 und auf europäischer Ebene im Rahmen des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms entwickelt.

Die Abteilung Nachhaltige Produktion und Qualität beteiligt sich an drei im Folgenden beschriebenen EU-geförderten Forschungsprojekten. Ziel ist es, über die Wertschöpfungskette von Maschinen und Anlagen in der Entwicklung sowie der Nutzungsphase Systematiken und Methoden zu erarbeiten, die die im Lebenszyklus beteiligten Partner zur Analyse und Optimierung ihrer Systeme einsetzen können. Zugleich soll damit erreicht werden, dass ein Know-how-Transfer über die Projekte und Konsortien erfolgt.

Adaptive Business Collaboration by progressive knowledge sharing and engineering – TRANSPARENCY

Das im Jahr 2013 abgeschlossene Projekt TRANSPARENCY (NMP-2009-3.4-2) zielte vor allem auf die Produktentwicklung von (Portal-)Fräsmaschinen. Ansatzpunkt der Abteilung war es, eine der entscheidenden Kennzahlen aus der Nutzungsphase

von Maschinen und Anlagen, die sog. Gesamtanlageneffektivität (Overall Equipment Effectiveness – OEE) bereits in der Entwicklungsphase zu berücksichtigen. Die OEE stellt dabei dar, welcher Zeitanteil der Maschine tatsächlich wertschöpfend nutzbar ist. Der potenzielle Zeitverlust wird durch drei Faktoren repräsentiert: den Verfügbarkeitsverlust, der durch Stillstände der Maschine entsteht; den Leistungsverlust durch kleinere Ausfälle und Taktzeitüberschreitungen und den Qualitätsverlust durch Zeitaufwände, in denen Produkte außerhalb der festgelegten Spezifikation produziert werden. Im Rahmen des Projekts wurden die bestimmenden Faktoren für die OEE herausgefunden, die seitens des Maschinenentwicklers beeinflussbar sind, und in eine Prognosemethodik zur sogenannten pOEE (predicted OEE) überführt. Kernelement für die Prognose von Verfügbarkeitsverlusten ist ein Datenmodell, das es erlaubt, Herstellerdaten von Komponentenlieferanten, integriert in ein Gesamtanlagenmodell, zu überführen und zur Abschätzung der Nichtverfügbarkeiten aufgrund sowohl der korrektiven wie auch der präventiven Instandhaltungen zu ermitteln. Ein Schwerpunkt lag auf der Prognose der Qualitätsrate der zukünftigen Maschine. In die Prognose gehen die möglichen Fehlerquellen ein: Dazu gehören solche, die sich auf die Genauigkeit der (Fräs-)Maschine auswirken, wie z. B. Temperaturen (u. a. lokale Spindeltemperatur, Temperaturdifferenzen in der Maschine). Weitere sind geometrische bzw. kinematische Fehler sowie statische und dynamische Fehlerquellen, außerdem die Fehlereinflüsse, die durch die Einspannung des Werkstücks zustande kommen. Ein vergleichender Ansatz mit der bisherigen Maschine macht es möglich, die zukünftig zu erreichenden Genauigkeiten zu prognostizieren und unter Berücksichtigung der geplanten auf der Maschine herzustellenden Toleranzen die Ausschussrate vorherzusagen.

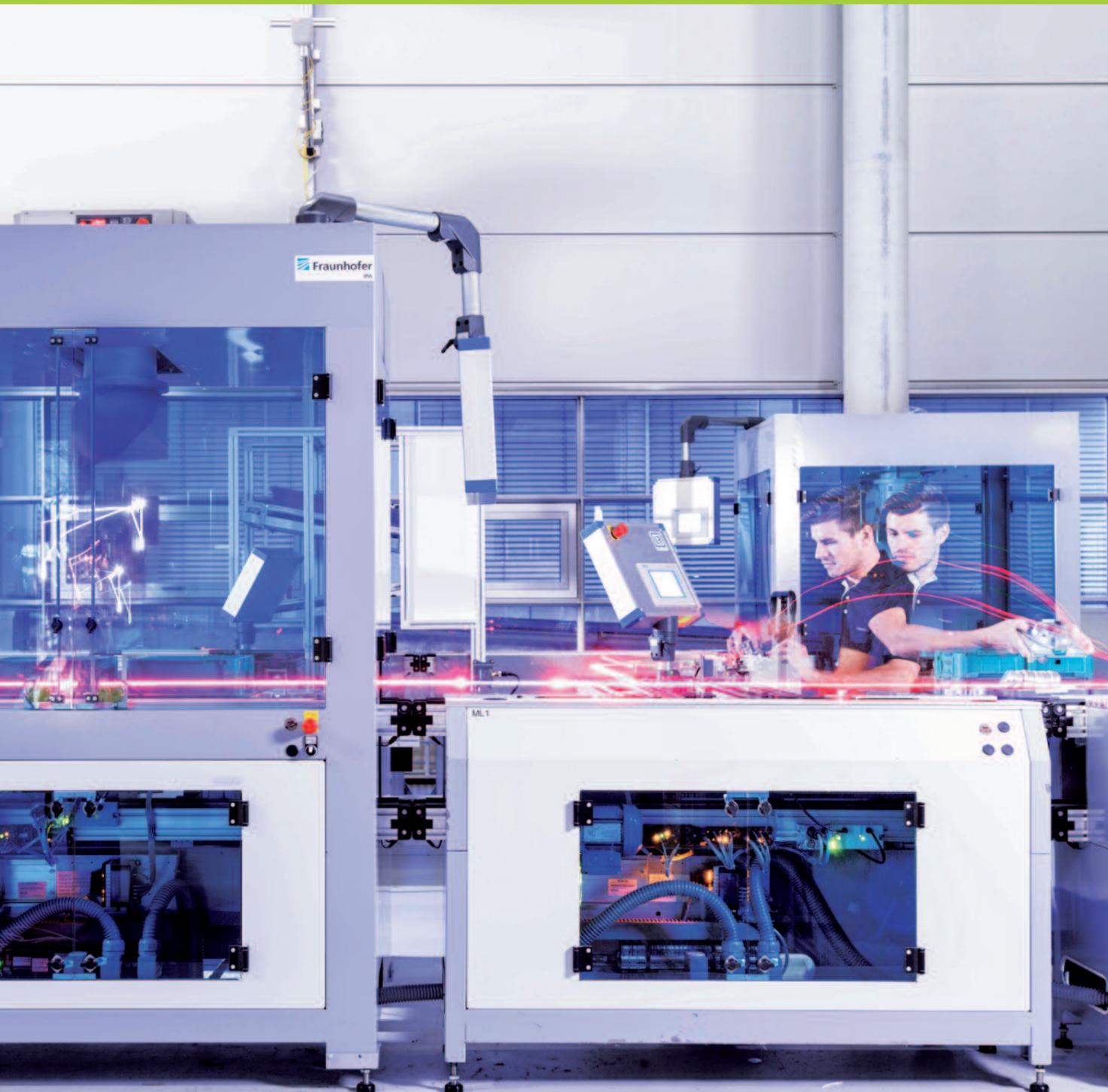
Sustainable predictive maintenance for manufacturing equipment – SUPREME (FoF.NMP.2012-2)

Der Fokus des im September 2012 gestarteten Projekts SUPREME liegt auf der sensorgestützten, prognostischen Instandhaltung und der darauf aufbauenden Adaption der Instandhaltungsstrategie. Das Konsortium dieses Projekts umfasst zehn internationale Partner unter Koordination von CETIM. Das Hauptziel des Projekts ist die Erhöhung der Verfügbarkeit bei gleichzeitiger Reduzierung der Instandhaltungskosten und Senkung des Energieverbrauchs durch Optimierung der Betriebsparameter. Um diese gegensätzlichen Ziele zu erreichen, werden neue digitale Werkzeuge zur dynamischen Anpassung der Instandhaltungsstrategie unter Berücksichtigung des Produktionsplans entwickelt. Die dynamische Datenbasis ermöglicht die Momentaufnahme kritischer Maschinen- und Anlagenkomponenten. Die Prognose- und Verschleißmodelle verwenden Daten neu entwickelter, drahtloser Sensoren. Die Datenerfassung erfolgt auch unter widrigen Produktionsbedingungen zuverlässig und in hoher Qualität, was für präzise und aussagekräftige Verschleißprognosen Voraussetzung ist. Die SUPREME-Methode ist branchenneutral und skalierbar. Sie bildet die Grundlage für die Implementierung des SUPREME-Systems. Dieses besteht aus einem Modul zur Identifizierung kritischer Anlagenkomponenten, einem Modul für die Vorhersage und Prognose über die verbleibende Lebensdauer sowie einem Modul für die Dynamisierung der Instandhaltungsstrategien und Synchronisation von Produktions- und Instandhaltungsplänen. Entwickelt und getestet werden die SUPREME-Methode und das SUPREME-System zunächst an einer real produzierenden Papiermaschine.

Health Monitoring and Life-Long Capability Management for SELF-SUStaining Manufacturing Systems – SelSus (FoF.NMP.2013-8)

Ein wesentlicher Aspekt für das Projekt SelSus ist die nachhaltige Nutzung aus den bereits in TRANSPARENCY und SUPREME erarbeiteten Ergebnissen und deren konsequente Weiterentwicklung. So wird aus dem Projekt TRANSPARENCY ein Teil des Datenmodells »Komponentenlieferant – Maschinenentwickler – Nutzer« sowie der Prognosemethodik pOEE, aus SUPREME der Aufbau der Prognose- und Verschleißmodelle und die daraus resultierenden dynamisierten Instandhaltungsstrategien genutzt. Die wesentlichen Weiterentwicklungen, die im Rahmen des im September 2013 gestarteten Projekts SelSus erfolgen, sind zum einen die Erweiterung und Erarbeitung von Verschleißmodellen auf weitere Anwendungen (wie z. B. Schweißautomaten, Pressen, Linearantriebe) sowie die Integration weiterer Sensordatenquellen. Zum anderen soll im Laufe des Projekts ein Prognosemodell entstehen, das als zusätzlicher Mehrwert systematisch in der Entwicklung von Komponenten sowie Maschinen erstellt werden kann. Das Prognosemodell auf Basis der Bayes'schen Netze hat zudem den Vorteil, durch Informationen über die Lernalgorithmen in der Nutzungsphase sich stetig zu verbessern. So wird dem späteren Maschinennutzer auf Basis des Prognosemodells ein Entscheidungsmodell zur Verfügung gestellt, das die Optimierungsrichtung zu bestimmen ermöglicht. Je nach Auslastung der Fabrik kann damit eine Verbesserung der präventiven Instandhaltung, aber auch der (diagnoseunterstützten) korrektiven Instandhaltung erfolgen. So kann eine Analyse auch unter besonderen Zuständen durchgeführt werden: z. B. bei vollständiger Auslastung mit möglichst kurzen Stillstandszeiten bzw. möglichst geringem Risiko für länger andauernde Ausfälle oder bei geringerer Auslastung der Fabrik mit dem Ziel möglichst geringer Instandhaltungs- und Gesamtbetriebskosten. Damit kann je nach Ausgangslage die optimale Instandhaltungs- bzw. Reparaturstrategie ausgewählt werden.

ABTEILUNG FABRIKPLANUNG UND PRODUKTIONSOPTIMIERUNG



Wandlungsfähigkeit

Eine notwendige Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit von global agierenden Unternehmen ist ihre reaktionsschnelle Anpassung an sich ändernde Marktbedingungen. Die rasante Ausbreitung neuer Technologien, neuer Wettbewerber sowie eine immer dichtere Vernetzung der Güter und Kapitalströme bei einer gleichzeitigen Fragmentierung und dynamischen Neukonfiguration der Wertschöpfungsketten sind nur einige Charakteristika dieses Wandels. Produkte werden in zunehmender Variantenvielfalt nachgefragt, die Produktlebenszyklen werden kürzer, Nachfragezahlen schwanken immer stärker, Änderungen an bereits eingeführten Produkten werden häufiger. Der Markt als solcher wird immer unkalkulierbarer.

Vor dem Hintergrund schwieriger Prognostizierbarkeit zukünftiger Stückzahlen und sinkenden Produktlebenszeiten ist ein vorausschauendes Planen und die entsprechende flexible Gestaltung der Produktion nicht mehr ausreichend, um im gegenwärtigen Wettbewerb bestehen zu können. Vielmehr müssen Unternehmen in der Lage sein, die Produktion kostengünstig und zeitnah auf Gegebenheiten umzustellen, die im Vorfeld schwer prognostizierbar waren. In der Gestaltung von Produktionssystemen und Fabriken müssen Anpassungspotenziale vorgesehen werden, die im Bedarfsfall genutzt werden können, ohne kostenintensive Lösungen vorzuhalten. Anstatt einer Vergrößerung des Flexibilitätskorridors wird eine investitionsarme Verschiebung desselben angestrebt – die Wandlungsfähigkeit.

Die Forschung befasst sich seit Mitte der 1990er Jahre intensiv mit dem Thema Wandlungsfähigkeit. Diese wird durchweg durch die Begriffe »Wandlungstreiber«, »Wandlungsbefähiger« und »Wandlungshemmer« genauer bestimmt. Dabei werden Ereignisse, Trends o. Ä. Wandlungstreiber genannt, die z. B. ein Unternehmen oder einen Prozess dahin bringen, dass sie reagieren müssen. Wandlungstreiber können durch Eintrittswahrscheinlichkeit, Vorlaufzeit oder Auswirkungshöhe gemessen werden. Damit ein Unternehmen oder ein Prozess sich wandeln können, brauchen sie Eigenschaften, die sie zum Wandel be-

fähigen. Sogenannte Wandlungsbefähiger ermöglichen es, sich auf die Treiber einzustellen. Dies kann je nach Situation vor Wandlungseintritt oder reaktiv geschehen. Dabei spielen sogenannte Wandlungshemmer die Rolle des passiven Widerstands. Sie stellen sich der Änderung entgegen und können sowohl technischer als auch sozialer Natur sein.

In der Abteilung Fabrikplanung und Produktionsoptimierung des Fraunhofer IPA lag im Jahr 2013 ein Fokus darauf, die Wertstrommethode und die Fabrikplanungsrichtlinie VDI 5200 durch den Aspekt der Wandlungsfähigkeit zu erweitern, um eine noch höhere Planungsqualität zu erreichen. Das neue Verfahren konnte in mehreren Beratungsprojekten aus der Industrie angewendet werden. Seine hohe Praxistauglichkeit attestierte den Theorien zur Wandlungsfähigkeit einen bisher unerreichten Grad an Anwendbarkeit. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse konnten für die Wandlungstheorie wiederum fruchtbar gemacht werden: So ließ sich beispielsweise die Zahl der abstrakten Wandlungsbefähiger von fünf bis acht auf vier reduzieren.

Diese Ergebnisse fließen in das Leuchtturmprojekt ARENA2036 ein und werden dort in Zusammenarbeit mit der Daimler AG, der Robert Bosch GmbH sowie dem Institut für Steuerungstechnik von Werkzeugmaschinen (ISW) und dem Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart weiter detailliert. Um radikal wandlungsfähige Produktionen entwerfen zu können, soll innerhalb der nächsten vier Jahre eine neue Fabrikhalle inklusive der dazugehörigen Produktionsmittel umgesetzt werden.

Dipl.-Ing. Michael Lickefett | Abteilungsleiter
Telefon +49 711 970-1993
michael.lickefett@ipa.fraunhofer.de



DIE WANDLUNGSFÄHIGE FABRIK DER ZUKUNFT

Entwicklung eines modularen Fabrikkonzepts für die Brose Gruppe

Brose gehört zu den Top 40 der weltweit agierenden Automobilzulieferer. Das Unternehmen ist Partner der internationalen Automobilindustrie und beliefert rund 80 Automobilmarken sowie über 30 Zulieferer mit Systemen für Fahrzeugtüren, Heckklappen und Sitzstrukturen sowie elektrischen Antrieben.

Als erfolgreiches Unternehmen auf Wachstumskurs steht Brose immer wieder vor der Aufgabe, neue Werke auf- oder bestehende auszubauen. Um seine Fabrik systematisch und effizient erweitern und bei Neubauten ein Grundkonzept nutzen zu können, benötigt der Zulieferer eine Planungssystematik für wandlungsfähige Fabriken. Dabei ist auch die Frage nach der richtigen Wertschöpfungsverteilung zwischen Kundennähe und kostengetriebener Zentralisierung zu beantworten. Dazu hat Brose gemeinsam mit dem Fraunhofer IPA ein modulares Konzept entwickelt, das die wandlungsfähige Gestaltung der Fabriken absichert und Fehlentwicklungen bei Um- und Ausbau vorbeugt. Das Projektergebnis trägt dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit bei Brose zu stärken und hilft dem Unternehmen seine internationale Technologie- und Marktführerschaft zu festigen und auszubauen.

Fabrikplanung für wandlungsfähige Fabriken

Das Projektvorgehen orientierte sich an der vom Fraunhofer IPA entwickelten Erweiterung der VDI-Richtlinie 5200 zur Planung wandlungsfähiger Fabriken:

- Mit der Zielfestlegung und der Identifikation relevanter Wandlungstreiber und deren Folgen durch Expertenbefragung wurden die Rahmenbedingungen des Projekts abgesteckt.
- Produktionsprozesse und Fabrikgebäude wurden mit einer Wertstromanalyse erfasst und dabei hinsichtlich ihrer

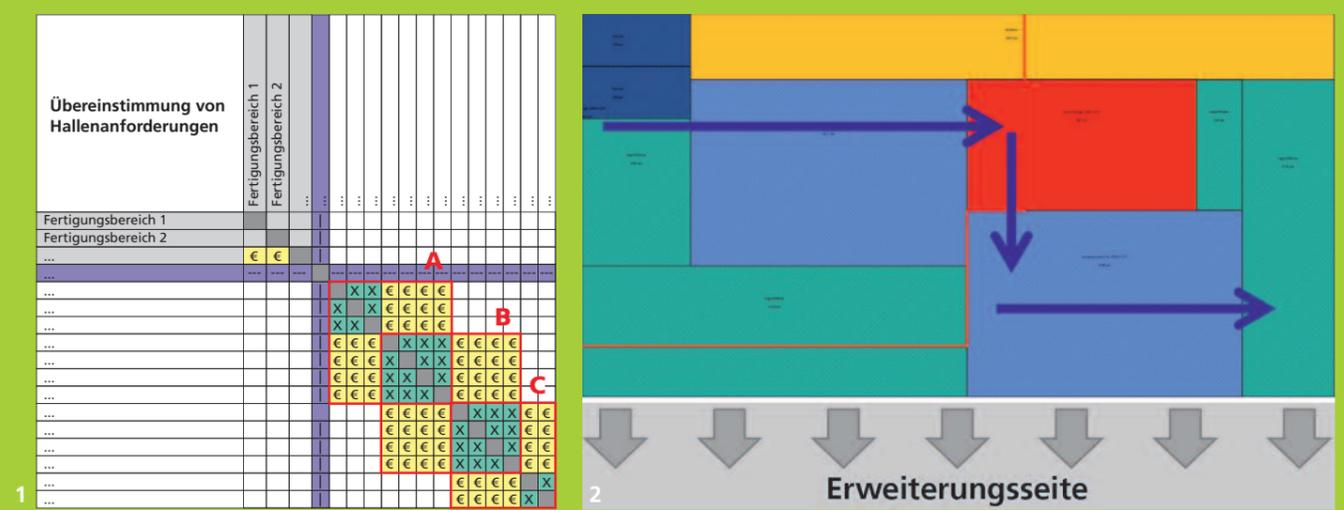
Wandlungsfähigkeit bewertet.

- Der Abgleich zwischen Fähigkeiten und Treibern ergab die Optimierungsanforderungen für die Ideallayouts jeder einzelnen Produktfamilie, die im ersten Schritt geplant wurden.
- Eine vergleichende Analyse aller benötigten Produktions- und Logistikflächen der Ideallayouts bildete die Basis für die Ableitung standardisierter Flächenmodule, die über alle Produktfamilien anwendbar sind.
- In der Idealplanung wurden diese Flächenmodule für den Aufbau von Standardlayouts verwendet. Die Modularisierung ermöglicht die Wandlungsfähigkeit der Standardlayouts: Sie können im Bedarfsfall leicht erweitert werden und erlauben die Transformation zwischen den Produktfamilien.
- In beispielhaften Transformationsszenarien wurde die Anwendbarkeit der Layouts überprüft.
- Abschließend wurde exemplarisch für eine Fertigungstechnologie und für zwei infrastrukturelle Gestaltungsmerkmale der im Gesamtkontext wirtschaftliche Grad der Wandlungsfähigkeit bestimmt.

Anforderungen der Wandlungstreiber an das Fabrikkonzept

Aus der Analyse der für Brose relevanten Wandlungstreiber haben sich fünf Planungsprämissen für das zu entwickelnde Konzept ableiten lassen:

- Für die Werke muss eine generelle Erweiterungsstrategie vorhanden sein. Das entspricht auch dem Basisziel der klassischen Fabrikplanung.
- Eine etwaige Umnutzung der Produktionsflächen in Logistikflächen und umgekehrt muss in der Planung berücksichtigt werden, was die Gebäudegestaltung stark beeinflusst.



- Eine Downsizing-Strategie für die Werke soll vorhanden sein. Insbesondere für kundennahe Fabriken ist ein Nachnutzungskonzept zu erstellen.
- Die bereits weitgehend standardisierten Prozessmodule auf der Ebene der Fabrikelemente bilden eine geeignete Voraussetzung für schnellere Umbauten. Das zu entwickelnde Fabrikkonzept soll daher auf diesen Fertigungsmodulen basieren.
- Eine bauliche Trennung bestimmter Fertigungsmodule muss berücksichtigt werden. Diese Prämisse bestätigt sich auch in der folgenden Wandlungsfähigkeitsanalyse.

Wandlungsfähigkeitsanalyse mit der Wertstrommethode

Die Wertstromanalyse als bewährte Methode zur übersichtlichen und umfassenden Darstellung der Ist-Situation einer Produktion eignet sich auch zur Bewertung vorhandener Wandlungsfähigkeit aller Elemente des Wertstroms. Die am Fraunhofer IPA erarbeitete Modifizierung der Methode sieht die Einführung eines Wandlungsfähigkeits-Datenkastens vor. In diesem wird die Wandlungsfähigkeit eines Produktionsprozesses in den vier Kategorien Skalierbarkeit, Universalität, Kompatibilität und Mobilität bewertet. Für jeden dieser Wandlungsbefähiger sind in einem standardisierten Fragebogen die jeweiligen Hauptmerkmale in unterschiedlicher Ausprägung hinterlegt. In einem Expertenworkshop können so die Wandlungsbefähiger eines jeden Produktionsprozesses auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet sowie ergänzend besondere Merkmale notiert werden.

Das Ergebnis dieser pragmatischen Vorgehensweise ist ein auf dieser Punktevergabe beruhender Erfüllungsgrad hinsichtlich der Wandlungsfähigkeit, ein Wandlungsindex. So lassen sich vor allem jene Wandlungshemmer identifizieren, die bei der Fabrikplanung im Unterschied zu den wandlungsfähigen Fabrikelementen einer besonderen Berücksichtigung bedürfen. Die Visualisierungsstärke des Wertstroms wird durch die vorgenommene Modifizierung auf den Bereich der Wandlungsfähigkeit übertragen. Die aus der Modularität von Fabrikelementen resultierende Wandlungsfähigkeit eines Produktionsprozesses

ist mit den vier Analysekatogorien bereits erfasst. Die Modularität ist vielmehr als Lösungskonzept für wandlungsfähige Fabriken anzusehen, was im Folgenden auch verifiziert werden konnte.

Konzeption wandlungsfähiger Fabriken mit Fabrikmodulen

Auf Basis der Ergebnisse der Wandlungsfähigkeitsanalyse konnten zunächst die unterschiedlichen Fertigungsmodule entsprechend ihrer jeweiligen Hauptanforderungen an die Gebäudeumgebung klassifiziert werden (Bild 1). Manche Prozessmodule sind in ihren Anforderungen identisch (grünes Kreuz), manche mit geringem Aufwand aufeinander abstimmbare (€, gelb). In Summe haben sich so für typische Brose-Werke jeweils bis zu drei Produktionssegmente ergeben (A, B, C). Ferner konnten Sonderbereiche (grau) und das »Kreuz der Monumente« (lila, identifizierte Wandlungshemmer) in das Schema integriert werden.

Dieses Schema bildet die Basis für die Entwicklung konsequent modular aufgebauter Ideallayouts (Bild 2). Dazu sind neben den Fertigungs- auch Logistikmodule zu definieren. Jedes der farblich gekennzeichneten Segmente besteht aus diesen standardisierten Modulen. Die daraufhin entwickelte systematische Kombinatorik der Einzelmodule erlaubt, dass sich sämtliche produktfamilien-spezifischen Ideallayouts ineinander transformieren lassen. So können für den Lebenslauf jeder Fabrik sowohl deutliche Stückzahländerungen als auch Änderungen des Produktspektrums im standardisierten Wandel vorgedacht werden. Das Ergebnis ist eine standort- und geschäftsbereichsübergreifende Standardisierung aller Fabriken, das alle unternehmensspezifischen Bedingungen von Brose berücksichtigt.

1 Bewertung der Kompatibilität einzelner Fertigungsbereiche als Vorarbeit zur Ableitung von Modulen.
2 Ideallayout als Zwischenschritt eines Transformationsszenarios mit farblich gekennzeichneten Segmenten.

ABTEILUNG AUFTRAGSMANAGEMENT UND WERTSCHÖPFUNGSNETZE

Die Komplexität in produzierenden Unternehmen und ihren Liefernetzwerken nimmt seit Jahren zu – ein Ende ist nicht in Sicht. Dabei müssen sich Wertschöpfungspartner in immer stärker fragmentierten Lieferketten koordinieren und gemeinsam immer flexibler agieren. Das beginnt bereits bei einer möglichst vollständigen und schnellen Auftragsklärung mit dem Kunden, welche Varianten oder Spezifikationen genau in welcher Stückzahl benötigt werden. Interne und externe Lieferanten in der Supply Chain müssen dann zeitnah über eventuelle Änderungen informiert werden. Die eigene Produktion und Montage müssen diese Flexibilität auch mitgehen können. Eine durchgängige Unterstützung dieses komplexen Zusammenspiels unterschiedlicher Wertschöpfungspartner und Wertschöpfungskonstellationen durch verschiedenste IT-Systeme ist in technologisch schnellleibigen Branchen, wie z. B. der Automobilindustrie, unverzichtbar.

Mit innovativen und praxiserprobten Lösungen hat die Abteilung Auftragsmanagement und Wertschöpfungsnetze auch im Jahr 2013 zahlreiche produzierende Unternehmen verschiedenster Branchen bei der Beherrschung dieser Komplexität im Auftragsabwicklungsprozess unterstützt – sowohl auf strategischer als auch operativer Ebene, von der Konzeption bis zur Umsetzung:

- Redesign von gewachsenen Produktionsnetzwerken für eine optimierte Wertschöpfungsverteilung
- Kosten reduzieren mit ganzheitlichem Komplexitätsmanagement (Prozesse, Organisation IT)
- Komplexitätsreduzierte und effektive Planung und Steuerung der Produktion (Lean PPS)
- Lean indirekt für schlanke Prozesse in Einkauf, Entwicklung, Vertrieb, Qualität und Co.
- Bestandsoptimierung in Supply Chain und Produktion für effektive Lieferfähigkeit
- Flexibilitätsorientiertes Lieferantenmanagement
- Optimierung des produktionsnahen IT-Einsatzes (ERP, MES, SCM, Konfiguratoren)

Das Thema Transparenz gewinnt eine immer höhere Bedeutung. Aufgrund der größer werdenden Anzahl von Unternehmen, die in Wertschöpfungsnetzwerken gemeinsam hochindividualisierte Produkte herstellen, wird eine schnellere Abstimmung, Koordination und eine häufigere Anpassung der Wertschöpfungsverteilung mit dem Ziel einer ganzheitlichen Kostenoptimierung notwendig. Lebenszyklusbezogene Betrachtungen – von der Entwicklung über den Anlauf in die Serie bis zum Auslaufen eines Produkts führen dabei zu multidimensional ausgewogenen Lösungen. Hinzu kommt eine immer größer werdende Dynamik aufgrund schwankender globaler Marktnachfrage in verschiedenen Regionen. Zentrale Herausforderung ist das Zusammenführen und Interpretieren von Daten aus unterschiedlichsten IT-Systemen, die in den Unternehmen nach und nach gewachsen sind und nicht selten komplett voneinander getrennt betrieben und gepflegt werden.

Diese Trends greift die Abteilung stark anwendungsorientiert in Forschungsprojekten auf nationaler und europäischer Ebene auf. Radikale Veränderungen sind im IT-gestützten Auftrags- und Supply Chain Management notwendig:

- Neue Organisations- und Zusammenarbeitsprozesse in der Auftragsabwicklung bis hinein in die Supply Chain mit modularen IT-Technologien
- Kombination von maschineller und menschlicher Intelligenz in Entscheidungsprozessen der Wertschöpfung und deren Verteilung im Produktionsnetzwerk
- Echtzeitinformationen im Produktionsnetzwerk verfügbar machen, auch über Standort- und Unternehmensgrenzen hinweg

Dipl. oec. soc. Anja Schatz | Abteilungsleiterin
Telefon +49 711 970-1076
anja.schatz@ipa.fraunhofer.de



KONZEPTION EINES UNTERNEHMENS-SPEZIFISCHEN IT-TOOLS ZUR OPTIMIERUNG DER LOGISTIKKOSTEN

Nicht ausreichende Transparenz in den Materialflussbewegungen führte bei einem Automobilzulieferer immer wieder zu aufwendigen Analysen bei der Optimierung der Logistik. Der Grund: Vergangene Zukäufe und Fusionen führten zu komplexen, gewachsenen Strukturen sowohl in den weltweit verteilten Produktionsstandorten und deren technologischen Kernkompetenzen als auch in deren IT-Landschaft und den damit verbundenen logistischen Geschäftsprozessen. Besonders der sich überlappende Projekt-Lebenszyklus einer Vielzahl von Kundenprojekten – von der Akquisition über die Planung und Herstellung der Produkte bis zum »Ramp down« – stellte den Zulieferer bei der Optimierung logistischer Größen wie Bestand oder Transportkosten vor große Herausforderungen.

Die Logistikkosten von den Lieferanten ins Produktionswerk (Inbound) sowie vom Produktionswerk bis zum Kunden (Outbound) konnten nur mit sehr hohem Aufwand ermittelt werden: zum einen bei der Zuteilung von projektspezifischen Produktionsressourcen bei Neuprojekten und zum anderen auch bei Produktionsverlagerungen. Ebenso waren die vom Produktionsstandort abhängigen Bestände und damit verbundenen bilanzwirksamen Kapitalbindungskosten nur äußerst aufwendig zu kalkulieren.

Vor allem der für die Logistikkostenoptimierung sehr bedeutende jährliche Budgetierungsprozess, der die Ziele für die produktspezifischen Geschäftsbereiche festlegt, basierte auf Mitarbeitererfahrung und nicht auf kalkulierten Zielwerten auf Basis eines Bottom-up-Ansatzes, der die einzelnen Kosten der Teilebewegungen in der Supply Chain berücksichtigt. Die fehlende Transparenz erschwerte das Herunterbrechen der Geschäftsbereichsbudgets auf die einzelnen Werke. Auch die Zielanpas-

sungen bei unterjährigen Neuvergaben oder bei vollzogenen Produktionsverlagerungen erzeugten hohe Aufwände bei der Nachverfolgung der logistischen Zielgrößen.

Der Automobilzulieferer konnte im aktuellen Budgetierungsprozess die Einschätzung der Zielwerte auf Basis von Vergangenheits- und Prognosewerten nicht durch eine Analyse der tatsächlichen Supply Chain absichern. Daher war es möglich, dass Budgetziele entweder Potenziale unberücksichtigt ließen oder unrealistische Werte ergaben.

Tool soll die Logistikkosten mitkalkulieren

Das Fraunhofer IPA unterstützte den Automobilzulieferer bei der Konzeption eines unternehmensspezifischen IT-Tools. Das Tool sollte so konzipiert werden, dass bereits in der frühen Produktlebenszyklusphase bei der Budgetierung von Projekten die Logistikkosten mitlaufend kalkuliert werden können. Das Tool soll Kostentransparenz schaffen und dadurch Entscheidungen auf Basis von gesicherten Kalkulationen ermöglichen, ebenso soll es Potenziale ermitteln und Verbesserungen aufzeigen.

Das Fraunhofer IPA erarbeitete die Inhalte gemeinsam mit dem Kunden in Form von Workshops und Interviews. Hierbei übernahm das Team des Fraunhofer IPA zum einen die Moderatorenrolle hinsichtlich der unternehmensspezifischen Anforderungen, zum anderen die Rolle des Mitgestalters der Funktionalitäten aufgrund der langjährigen Projekterfahrung auf dem Gebiet der Gestaltung von logistischen IT-Systemen sowie der Planung und Ausführung von logistischen Prozessen. Als Ergebnis lag das IT-Konzept in Form eines Lastenhefts vor.

IT-Konzept als Lastenheft spezifiziert

Das Lastenheft wurde so gestaltet, dass sowohl die fachlichen Anforderungen der Logistik- und Supply-Chain-Bereiche wie auch die IT-technische Sicht auf Funktionalitäten berücksichtigt wurden. Das Lastenheft bestand aus 3 Teilen:

- Zunächst erfolgte im ersten Teil des Lastenhefts die Darstellung der Idee und des Ziels des IT-Tools, der potenziellen Anwender im Unternehmen und des jeweiligen Nutzens der verschiedenen Fachbereiche. Somit konnte dieser Teil des Lastenhefts intern erfolgreich zur Abstimmung zwischen den betroffenen Bereichen verwendet werden.
- Den Hauptteil des Lastenhefts bildete die inhaltliche Beschreibung der relevanten 9 Hauptfunktionalitäten mit exakter Beschreibung der notwendigen Daten und darauf basierenden Berechnungen. Bei den Daten erfolgte zudem die Angabe der Quelle zur Schnittstellenspezifikation bereits vorhandener Systeme. Die Verflechtung zu den bereits existierenden Systemen wurde innerhalb einer Systemlandkarte visualisiert. Dieser Teil diente intern zur Erstellung des Pflichtenhefts und der Realisierung durch den IT-Bereich.
- Der 3. Teil beinhaltete den Projektierungsplan, der die weiteren Schritte zur Realisierung darstellte, inklusive Kalkulation der jeweiligen Aufwände.

Bezüglich der Gestaltung der Hauptfunktionalitäten konnten viele der damaligen Herausforderungen mit entsprechenden konzeptionellen Lösungen bewältigt werden:

- Kunden- und projektspezifische Incoterms wurden durch die entsprechende Anbindung des Einkaufssystems berücksichtigt, ebenso auch die Vereinbarungen bezüglich Konsignationslägern. Dadurch entsteht eine klare Strukturierung der unterschiedlich gestalteten Materialflüsse. Es ist nun transparent und jederzeit abteilungsübergreifend abrufbar, welche Vereinbarungen bei Gefahrenübergängen bzw. Verantwortlichkeiten getroffen wurden. Änderungen der Incoterms werden somit zielwirksam, Budgetziele können durch Freigabe des Verantwortlichen im System angepasst werden. Veränderungen der Bestände und Transportkosten werden sofort transparent.

– Abhängig von diversen Eingangsparametern wurde es in der frühen Phase im Produktentwicklungsprozess möglich, ab Verfügbarkeit der Stückliste die Logistikkosten unter Angabe des geplanten Produktionswerks quasi auf Knopfdruck zu ermitteln. Damit ist eine schnelle Kalkulation verschiedener potenzieller Standorte möglich. Die Planung der überbetrieblichen Logistik ist in der frühen Phase durch eine gewisse Dynamik gekennzeichnet, verursacht z. B. durch Produktänderungen oder zu betrachtende Sourcing-Alternativen. Deshalb ist es umso wichtiger, schnelle Werkzeuge zur Bewertung von Alternativen zur Verfügung zu haben.

– Das »Tracken« sowohl des Zielwerts der Logistikkosten als auch des aktuellen Werts wird pro Entität kalkuliert. Entitäten können z. B. Projekte, produktspezifische Geschäftsbereiche, Werke oder Produkte sein. Die Transparenz hilft, die richtige Entscheidung zu treffen. Zudem unterstützt eine für alle Bereiche zugängliche Datenbasis gemeinsam getragene Entscheidungen – auch zum Nachteil für Teilbereiche, da der Gesamtnutzen des Unternehmens, wie z. B. das Erreichen von Budgetzielen, offengelegt wird.

– Die geschaffene Transparenz kann zur Optimierung der Supply Chain verwendet werden, Verlagerungen und deren Auswirkung auf Bestände und Transportkosten sind sofort verfügbar. Ebenso können zur Erreichung des Budgetziels gezielte Maßnahmen mit transparenten Kostenersparnissen eingeleitet werden.

– Die Kalkulation der Logistikkosten kann künftig bei der Ermittlung von anspruchsvollen und zugleich realistischen Budgetzielen verwendet werden, indem tatsächliche Supply-Chain-Szenarien auf Teileebene »Bottom-up« berechnet werden.

Das Unternehmen arbeitet derzeit an der Umsetzung des IT-Konzepts. Die Tool-Entwicklung wurde mehrfach als »Enabler« zur Gestaltung schlanker, kosteneffizienter Automotive Supply Chains bezeichnet.

ABTEILUNG BESCHICHTUNGSSYSTEM- UND LACKIERTECHNIK

Organische Beschichtungssysteme stellen die wirtschaftlich bedeutendste Oberflächentechnik dar. Dies ist bedingt durch Flexibilität und Vielseitigkeit dieser Technologie. Im Fraunhofer IPA hat dies zur grundlegenden Entscheidung geführt, im Januar 2012 die Abteilungen »Lacke und Pigmente« und »Lackiertechnik« als Abteilung »Beschichtungssystem- und Lackiertechnik« zu integrieren. Damit waren für das Aufgabenfeld Beschichtungstechnik die Weichen gestellt, die von Industrie und Wissenschaft erwarteten Innovationen und Problemlösungen schneller, gezielter, aber auch ganzheitlich aus einer Hand bereitzustellen. Ausgehend von der Entwicklung neuer Lacke und Lackkomponenten über die Lackapplikation und -aushärtung bis zum Entwickeln, Modellieren und Simulieren von produktionsgerechten Beschichtungsprozessen und -anlagen und deren Umsetzung steht die Prozesskette Beschichtungstechnik in ihrer Gesamtheit im Vordergrund. Von grundlegenden Forschungsarbeiten bis zur Beratung der Industrie bei Messaufgaben oder bei Prozess- oder Schadensanalysen steht ein sehr breites, anwendungsorientiertes Portfolio kompetent ausgeführter Dienstleistungen bereit.

Breites Aufgabenfeld

Neue Beschichtungsverfahren, höhere Auftragswirkungsgrade, kürzere Teiledurchlaufzeiten, Energie- und Materialeinsparung usw. sind lackiertechnische Basisherausforderungen, die im Zuge der Ressourcenverknappung dem Trend zur Effizienzsteigerung auch aktuell entgegenkommen. Erreicht werden konnten und können mit den resultierenden Forschungs- und Entwicklungsergebnissen kompaktere Beschichtungsanlagen mit deutlich reduziertem Flächenbedarf, fertigungsintegrierte Beschichtungsprozesse, Online-Überwachungs- und Steuerungssysteme, oversprayarme Auftragsverfahren, objektivere Prüfmethoden und die Integration der numerischen Simulation in Forschungs-, Entwicklungs- und Planungsprozesse der Beschichtungstechnik. Das Verstehen des Zusammenwirkens und der Wechselwirkungen unterschiedlicher Komponenten in Beschichtungsmaterialien, ein mögliches Vermeiden von Alterungs-

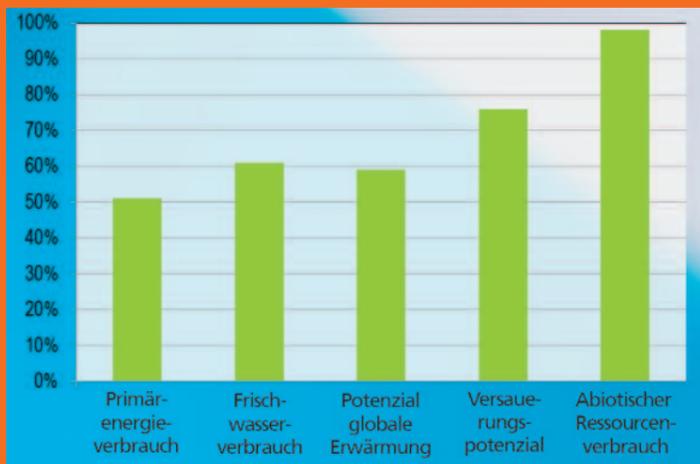
vorgängen in Beschichtungen, Kurzzeitprüftechnik, die stoffliche Modifizierung von Oberflächen von dispersen Beschichtungsmaterialkomponenten und die Entwicklung intelligenter Eigenschaftsprofile von Beschichtungen – von der Fotokatalyse bis zur Untersuchung von Mechanismen der Selbstreparatur – dies waren und sind Themen, an welchen werkstofftechnisch im Bereich der Beschichtungssysteme gearbeitet wird. Neuere Felder zielen auf die Nutzung der stark gewachsenen Kenntnisse aus dem Bereich Nanotechnologie ab und haben den Einsatz nachhaltiger, z. B. nachwachsender Materialien und Grundkomponenten in Beschichtungsmaterialien im Fokus.

Ein neues Thema im Bereich Energiespeicherung/-wandlung wurde in der Abteilung mit dem Fokus auf die eingesetzte Oberflächentechnik in Zusammenarbeit mit IPA-internen und externen Partnern vorangetrieben: die Effizienz-Optimierung der Beschichtungsprozesse bei der Elektrodenherstellung von Sekundärbatterien durch Trockenabschleifverfahren. Über diese Entwicklung wird separat berichtet.

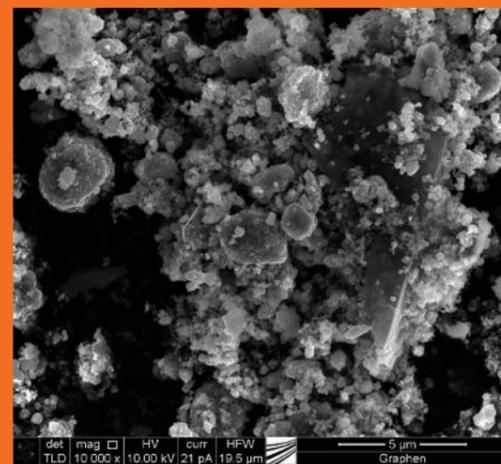
Forschungspotenzial

Die Abteilung Beschichtungssystem- und Lackiertechnik versteht oberflächentechnische Materialien und Prozesse, entwickelt exzellente Beschichtungssysteme und deren Komponenten sowie lackiertechnische Lösungen und setzt diese in zukunftsweisende Produktionen um. Auf Basis dieser Zielsetzung deckt die Abteilung eine erhebliche Aufgabenbreite ab: von Industriekleinaufträgen zur Unterstützung von KMU bis zu aufwendigen bilateralen oder konsortialen Industrie- oder öffentlichen Forschungsprojekten.

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



1



2

BATTERIE-ELEKTRODEN UMWELTFREUNDLICHER UND KOSTENGÜNSTIGER PRODUZIEREN

Die Konkurrenz auf dem Weltmarkt für Batteriechemie ist groß. Etablieren konnte sich der deutsche bzw. europäische Markt insbesondere im Bereich neuer Produktionstechniken, da die Fertigungstechnik den kostenintensivsten Part bei der Herstellung von Energiespeicher- bzw. Wandlerzellen darstellt. Nur mithilfe des Umstiegs auf nachhaltige Produktionskonzepte durch radikale Energieeinsparungen und Materialeffizienz können klimaverträgliche industrielle Fertigungsanlagen realisiert werden.

Neues Einsatzgebiet der umweltfreundlichen Pulverbeschichtung zur Herstellung von Energiespeicher- und Wandlerzellen

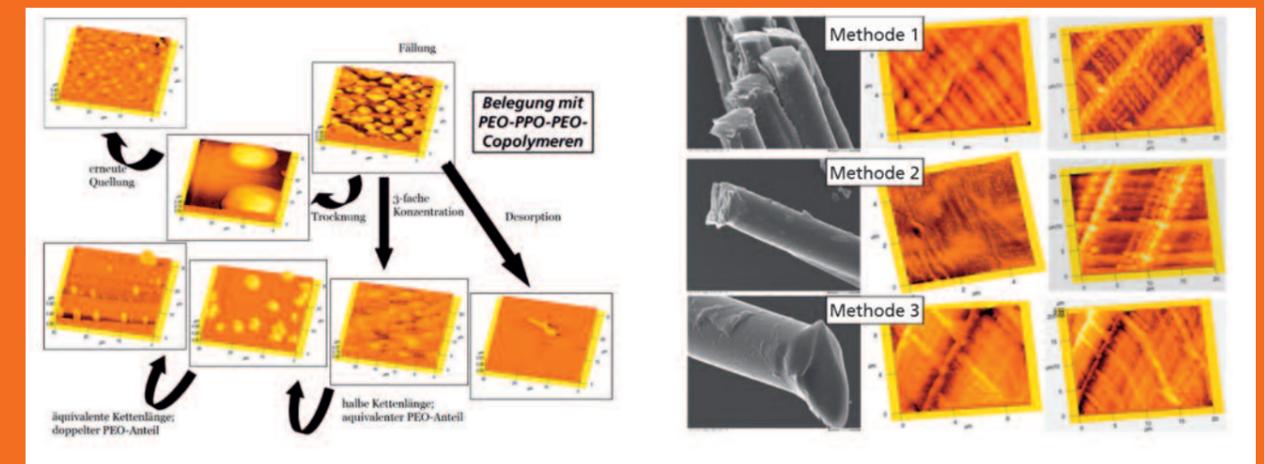
Weit über die Grenzen der bisherigen Anwendungsbereiche der Pulverbeschichtung hinaus gehen die am Fraunhofer IPA in der Abteilung Beschichtungssystem- und Lackiertechnik laufenden Entwicklungen auf dem Gebiet neuer Produktionstechnik für elektrochemische Energiespeicher und -wandler. Ein zentraler Prozessschritt bei der Herstellung von Elektroden ist hier die Beschichtung von Stromkollektoren mit funktionalen Aktivmaterialien. Bisher werden ausschließlich flüssige bzw. pastöse Materialien eingesetzt, deren Trocknung mit hohem Energiebedarf bzw. mit der Freisetzung zum Teil extrem kritischer Lösemittel verbunden ist (siehe Bild 1, LCA). Die Pulverbeschichtung mit lösemittelfreien Dry-Blend-Elektrodenmaterialien bietet zum einen umweltrelevante Vorteile, zum anderen lassen sich mit pulverförmigem Elektrodenmaterial bisher nicht mögliche Schichteigenschaften erzielen, beispielsweise durch Beimengung von Graphen (Bild 2). Aufgrund der gegenüber herkömmlichen Pulverlacken stark unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Dry-Blend-Materialien verfolgt das IPA bei der elektrostatisc-

hen Applikation völlig neue Lösungswege. Auch neue, nicht elektrostatische Beschichtungsverfahren werden für besondere Typen von Stromkollektoren, wie beispielsweise 3D-strukturierte Stromkollektoren, zusammen mit der Abteilung Galvanotechnik erprobt. Die neu entwickelten Beschichtungsverfahren können auch in der klassischen Pulverbeschichtung zu neuen Verfahrensalternativen führen.

Ein wichtiger Punkt bei der Steigerung der Energieeffizienz in der Herstellung ist die Einstellung einer geeigneten Porosität und Leitfähigkeit der Elektrodenbeschichtung. Die notwendigen verfahrenstechnischen sowie materialspezifischen Maßnahmen werden derzeit erprobt und entwickelt. Hierzu werden u. a. das Mischungsverhältnis aus Aktivmaterialien, Leitadditiven und Trockenbindern sowie die Partikelgrößenverteilung der Materialien variiert. Dabei kommt unter anderem auch Graphen, hergestellt von der Abteilung Funktionale Materialien, zum Einsatz.

Um die Prozesskette labortechnisch abdecken zu können, werden die hergestellten Elektroden, falls erforderlich, zu Zellen verbaut, bei Bedarf auch in Inertgas-Atmosphäre. Mittels Zyklostester werden die Zellen auf die Anzahl an Ladezyklen, die Schnellladefähigkeit sowie auf Energie- und Leistungsdichte geprüft.

- 1 Ergebnis der Life-Cycle-Analyse (LCA); Elektroden-Herstellungprozess nach dem derzeitigen Stand der Technik (100 %), verglichen mit der neuen Dry-Blend-Beschichtungs-technik.
- 2 Elektronenmikroskopische Aufnahme der Funktionsschicht einer Lithiumionen-Kathode.



1

OBERFLÄCHENMODIFIZIERUNG VON PARTIKELN UND FasERN DURCH POLYMER-PRÄZIPITATIONS-VERFAHREN

Die gezielte Modifizierung von Teilchenoberflächen hat sich innerhalb des letzten Jahrzehnts zu einem bedeutsamen Forschungszweig, vor allem in der Pigmentindustrie, entwickelt. Einen zukünftigen Schwerpunkt bildet hierbei die gezielte Oberflächenmodifizierung von Nanopartikeln. Jedoch auch im Textilbereich – und hier vor allem bei technischen Textilien – besteht ein großes Interesse an gezielter Oberflächenveränderung. Besonders attraktiv ist dabei, dass durch eine optimal gestaltete Oberflächenmodifizierung Produkte, welche seit längerer Zeit dem Stand der Technik entsprechen, mit besserer Performance und zusätzlichen Eigenschaften versehen werden können und damit höhere Attraktivität am Markt erlangen.

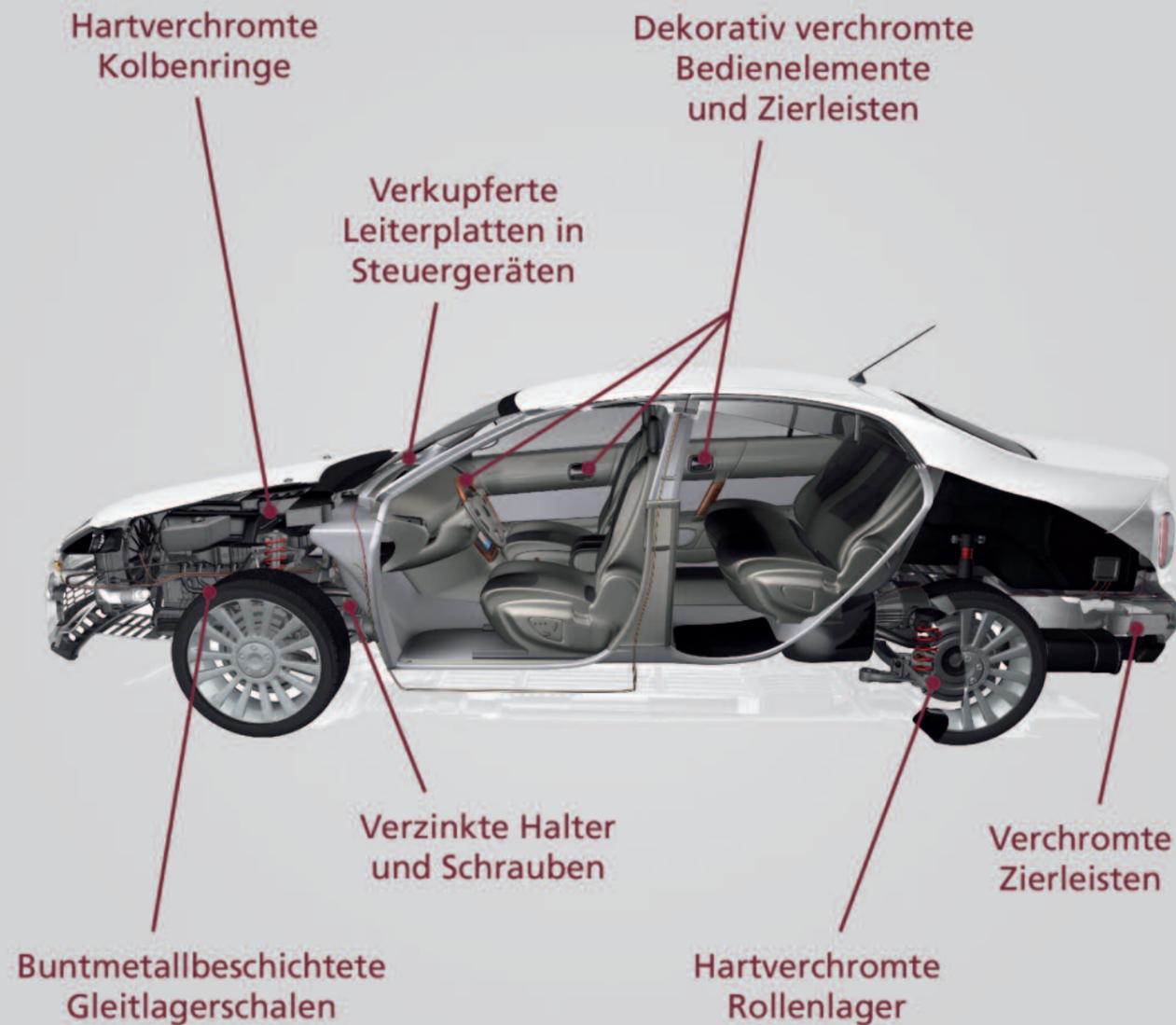
Aufgrund der großen Anzahl verfügbarer Verfahren gestaltet es sich manchmal selbst für den Experten schwierig, zeitnah eine Lösung für eine optimale Oberflächenmodifizierung von Partikeln zu finden.

Viele Fragestellungen in der Praxis lassen sich dem Aspekt der gezielten Anpassung der hydrophoben/hydrophilen Eigenschaften zuordnen, jeweils verbunden mit der Fragestellung einer Kompatibilisierung, beispielsweise für eine bestimmte Beschichtungsformulierung. Eine erfolgreiche Optimierung von hydrophilen/hydrophoben Oberflächeneigenschaften kann unter Verwendung von reaktiven Silan-Komponenten erfolgen. Ist eine relativ ausgeprägte Benetzung und Kompatibilisierung erwünscht, müssen die Partikel bessere Stabilität gegenüber Flokkulation aufweisen. Soll sogar eine Verkapselung bzw. eine Ausfällung von funktionellen Komponenten auf die Partikel erfolgen, so sind Polymerpräzipitationsverfahren die bessere Wahl.

Neuerdings wurden unter Verwendung von LCST-Polymeren (Lower critical Solution Temperature) auch Faseroberflächen modifiziert. Hierfür wurden in enger Kooperation mit industriellen Partnern neuartige reaktive LCST-Polymere synthetisiert, welche durch erhöhte Vernetzungsdichte eine höhere Permanenz der polymeren Oberflächenbelegung erzielen. Ein wesentliches Ziel des Projekts war die Modifizierung und auch Funktionalisierung von Textilfaseroberflächen mit Polymeren schon während der Faserherstellung. Durch diese Verfahrensweise kann eine Modifizierung der Textilfaseroberfläche unter Einsparung der bisher üblichen, der eigentlichen Faserherstellung nachgeordneten Verfahrensschritte, erreicht werden. Da im speziellen Fall der LCST-Polymeroberflächenmodifizierung eine Ausfällung und nicht nur ein Beschichten durch Verdampfen des Lösemittels stattfindet, sind die abgeschiedenen Beschichtungen in der Regel wesentlich homogener und dünner, was sich zumeist auch positiv auf die Oberflächenhaftung auswirkt. Durch Optimierung der Bedingungen bei der Textilfaserherstellung, im Wesentlichen durch Optimierung der Temperaturcharakteristik im Prozess, konnte die Vernetzung der erhaltenen LCST-Polymer-Oberflächenmodifizierung verbessert werden. Da sich über diese Methode auch Nanopartikel unterschiedlichster Art auf den textilen Oberflächen aggregieren und abscheiden lassen, sind nicht nur hydrophil/hydrophobe Modifizierungen der Textilfaseroberfläche, sondern sowohl Funktionalitäten wie Antistatik und eine Erhöhung der chemischen und mechanischen Beständigkeiten als auch veränderte Infrarot- und UV-Absorptions-/Reflexionseigenschaften zugänglich.

- 1 Charakterisierung der abgeschiedenen Polymerschichten unter Verwendung von Rasterkraftmikroskopie.

ABTEILUNG GALVANOTECHNIK



Anforderungen an Produkte wie Langlebigkeit, geringes Gewicht, hohe Effizienz und Individualität erfordern eine hohe Leistungsfähigkeit der Werkstoffe. Dies gilt sowohl für die Konstruktionswerkstoffe als auch für die Schichtwerkstoffe. Einerseits müssen Schichten immer höheren Anforderungen, z. B. hinsichtlich Verschleißbeständigkeit oder Korrosionsbeständigkeit, genügen, andererseits treten immer häufiger auch kombinierte Anforderungen in den Vordergrund. So müssen Oberflächen für technische Anwendungen häufig auch optischen Ansprüchen genügen, sodass die Gesamteigenschaften von Schichtwerkstoffen immer komplexer und spezifischer werden.

Galvanische Abscheidung und Galvanoformung

Die galvanische Abscheidung bietet dabei enorme Möglichkeiten. So kann beispielsweise der reine Schichtwerkstoff Nickel nur durch Varianz der Verfahrensparameter in einem Härtebereich von 150 bis 550 Vickers-Einheiten erzeugt werden. Die Ursache für diese Variabilität liegt in der direkten Beeinflussung der Elektrokristallisation durch die Verfahrensparameter und deren hoher Varianzbreite. Erweitert wird das Spektrum der einstellbaren Eigenschaften noch durch die Möglichkeiten, Legierungen und Dispersionsschichten abzuscheiden. Bei der Legierungsabscheidung können zwei oder mehr Metalle gleichzeitig als Schichtwerkstoff generiert werden. Unter Dispersionsabscheidung versteht man die Möglichkeit, partikelförmige Fremdstoffe in galvanische Schichten einzubauen. Dies können beispielsweise Hartstoffe, Abrasivmittel oder Trockenschmierstoffe sein. Die Eigenschaftsbreite der erzeugten Schichtwerkstoffe wird durch solche Möglichkeiten noch um ein Vielfaches gesteigert.

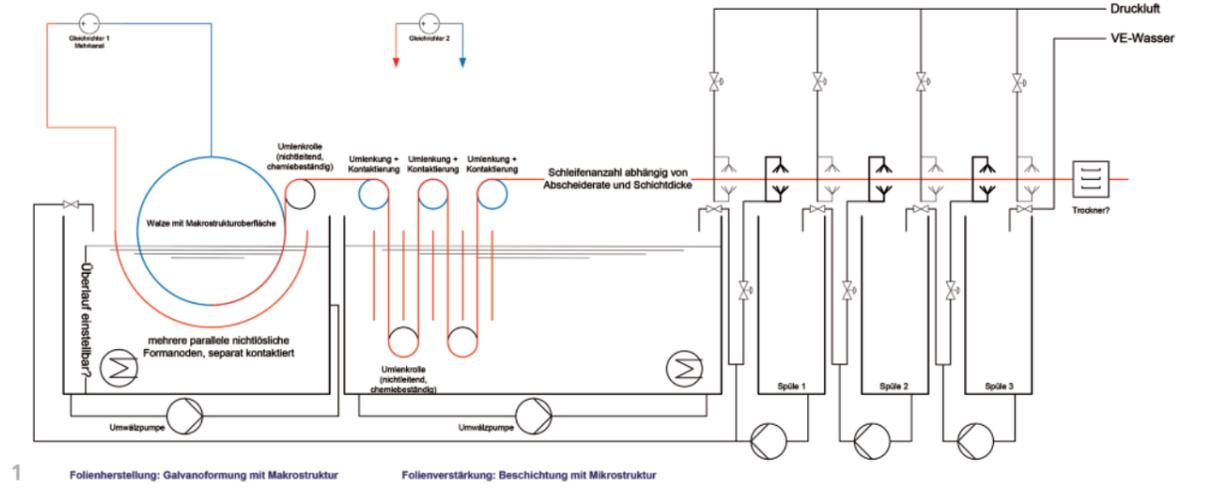
Erhebliche Perspektiven bietet zudem die Technologie der Galvanoformung. Hierbei wird kein Bauteil beschichtet, sondern auf galvanischem Weg eine Negativform umschichtet. Nach Trennen von diesem Negativ entsteht so eine freitragende Struktur und damit ein Bauteil oder eine Bauteilkomponente. Über den Weg der Galvanoformung können präzise Strukturen

erzeugt werden, auch solche, die auf mechanischem Weg nicht gefertigt werden können. Verknüpft mit der Tatsache, dass durch die galvanische Abscheidung sehr leistungsfähige Werkstoffe und damit dünnwandige und doch stabile Strukturen erzeugt werden können, bietet die Galvanoformung besonders für neue Produktarten erhebliche Perspektiven.

Kernkompetenzen Verfahrens- und Anlagen- bzw. Komponentenentwicklung

Umso höher die Anforderungen an Werkstoffeigenschaften sind, desto genauer müssen sie natürlich bei der Herstellung eingehalten werden. Dies gilt besonders bei der Galvanoformung, da nur das genaue Einhalten der Sollparameter verhindert, dass beispielsweise ein Verzug der Bauteile durch Eigenspannungen im Werkstoff auftritt. Die Grundvoraussetzung für ein solches genaues Einhalten von Verfahrensparametern ist die Präzision in der Anlagentechnik, z. B. in Bezug auf die Verteilung des elektrischen Felds oder die Strömungsführung. Für Forschungs- und Entwicklungsprojekte bedeutet dies, dass die Grundlage für eine industrielle Umsetzung der Ergebnisse, also z. B. neuerartiger Schichteigenschaften, die parallele Entwicklung der Verfahren zur Abscheidung und der zugehörigen Anlagentechnik ist. Diese beiden Aspekte stellen deshalb auch die Kernkompetenzen der Abteilung Galvanotechnik am Fraunhofer IPA dar: Verfahrensentwicklung und Anlagen- bzw. Komponentenentwicklung. Nur durch diese Aufstellung können wir gewährleisten, dass Schichtwerkstoffeigenschaften nicht nur im Labor erreichbar sind, sondern auf dreidimensionale Bauteile und industrielle Chargengrößen hochskaliert werden können.

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



GALVANOGEFORMTE ABLEITFOLIEN FÜR LEICHTBAU IN ENERGIESPEICHERSYSTEMEN

Energiespeicher wie beispielsweise Li-Ionen-Batterien enthalten neben den Aktivmaterialien auch Metallfolien. Diese Metallfolien nehmen in den Zellen verschiedene Aufgaben gleichzeitig wahr.

Sie dienen

- dem Ableiten des elektrischen Stroms in und aus der Zelle;
- als Träger für die Aktivmaterialien (Kathoden und Anoden);
- dem Abtransport von Verlustwärme aus der Zelle.

Zusätzlich fungieren die Metallfolien bei der Produktion der Zellen auch als Träger, auf der alle Bearbeitungsschritte während der Herstellung der Zellen durchgeführt werden. Die genannten Aufgaben müssen alle gleichermaßen erfüllt sein, damit Energiespeicher effizient produziert werden können und im Einsatz optimal arbeiten.

Aktuell werden auf der Kathodenseite der Zellen Aluminiumfolien mit dem Kathodenmaterial beschichtet und auf der Anodenseite in der Regel Kupferfolien mit einer Graphitschicht verwendet. Diese Metallfolien sind durch einen Separator elektrisch voneinander isoliert und aufeinander gestapelt. Diese einzelne »Vollzelle« ist zwischen 60 µm bis 120 µm dick. In konventionellen Pouchzellen werden je nach gewünschter Kapazität der Zelle bis zu 80 dieser Vollzellen zu einem »Stack« übereinander gestapelt.

Da der Abstand zwischen den einzelnen Vollzellen aber nur wenige 10 µm groß ist, ist das Befüllen der Zellen mit dem Elektrolyt ein zeitaufwendiger und fehleranfälliger Prozess. Um unbefüllte Stellen in den Zellen zu vermeiden, muss zwischen dem ersten Befüllen der Zellen und dem ersten Laden der fertigen Zellen teilweise mehrere Stunden gewartet werden. Die

einzelnen Zellen müssen in dieser Zeit aufwendig und vor allem trocken gelagert sein. Dies verursacht eine Unterbrechung der Fließfertigung und damit in der Regel zusätzliche Kosten.

Ein zusätzliches Problem stellt das Interface von den Aktivmaterialien (Li-Material auf der Kathodenseite und Graphit auf der Anodenseite) zu den Metallfolien dar. Da die Folien häufig gewalzt sind, ist deren Oberfläche in der Regel glatt. Dadurch haften die Aktivmaterialien nur schlecht an den Metallfolien. Ein gängiges Verfahren ist es deshalb, die Folien in einem mechanischen oder einem chemischen Prozess aufzurauen, um die Haftung des Aktivmaterials zu verbessern. Dies stellt aber einen zusätzlichen Prozessschritt bei der Produktion der Metallfolien dar.

Die 3D-Struktur galvanisch erzeugter Batteriefolien verringert die Zeit zwischen Befüllen und Formieren

Ziel ist es, die in den Energiespeichern genutzten Metallfolien dahingehend zu optimieren, dass eine bessere Haftung der Aktivmaterialien auf den Metallfolien sichergestellt wird. Gleichzeitig soll auch ein Weg gefunden werden, die sehr langen Lagerzeiten der Zellen nach deren Befüllung mit Elektrolyt zu senken.

Um diesen Problemen entgegen zu wirken, verfolgt die Abteilung Galvanotechnik den Ansatz, galvanisch erzeugte Kupferfolien schon bei deren Herstellung mit einer Mikro- und einer dreidimensionalen Makrostruktur zu versehen. Dabei dient die Mikrostruktur der Haftungsverbesserung der Aktivmaterialien auf der Kupferfolie, die dreidimensionale Makrostruktur beschleunigt das Befüllen der Li-Ionen-Zellen bei deren Fertigung.



2

Die galvanische Erzeugung von Kupferfolien erfolgt auf einer teilweise in ein galvanisches Kupferbad eingetauchten passivierten Edelstahl-Walze, die sich langsam dreht. Zwischen der halb eingetauchten Walze und im galvanischen Bad angebrachten Formanoden fließt ein elektrischer Strom, durch den sich Kupfer auf der Walze niederschlägt. Nachdem die Walze wieder aus dem Kupferbad austaucht, kann eine dünne, galvanisch erzeugte Folie abgezogen werden.

Diese Folie durchläuft danach weitere galvanische Bäder, in denen die Folie verstärkt werden kann und in denen auf die ursprünglich glatte Kupferfolie eine Mikrostruktur aufgebracht wird. (Abbildung 1 zeigt den Verfahrensablauf.)

Um die Kupferfolien nun mit einer dreidimensionalen Lochstruktur zu versehen, muss die erste, formgebende Walze optimiert werden. Dazu wurde ein Prozess entwickelt, mit dem die Edelstahl-Walze mit elektrisch leitfähigen und elektrisch isolierenden Bereichen versehen wird.

Die dadurch erzeugte Makrostruktur hilft dabei, die Befüllungszeiten der Zellen zu verringern und spart als Nebeneffekt auch noch Gewicht ein. Die geometrische Dimension der 3D-Struktur kann dabei in weiten Bereichen von 50 µm bis hin zu 400 µm variiert werden. Die im Anschluss auf die 3D-Folien aufgebrachte Mikrostruktur kann durch gezielte Variation der physikalischen und der chemischen Abscheidebedingungen der Kupferelektrolyte gesteuert werden.

Ziel ist es dabei, eine möglichst homogene, kantige Rauheit zu erreichen, um den später aufgetragenen Aktivmassen eine möglichst gute Anhaftung zu ermöglichen.

Ein dabei noch nicht näher untersuchter Vorteil von mikrorauen Strukturen ist auch die dadurch vergrößerte Oberfläche, die das Potenzial bietet, den Übergangswiderstand in den Zellen zu senken.

Die ersten Untersuchungen mit manuell gebauten Zellen zeigen, dass sich solche optimierten Li-Ionen-Zellen deutlich schneller mit Elektrolyt befüllen lassen. Zur Zeit werden noch Untersuchungen zum Haftvermögen der Aktivmaterialien auf den neuartigen Li-Ionen-Zellen durchgeführt.

Projektbeschreibung

Das Vorhaben ist ein Teilprojekt eines durch die Europäische Union geförderten Verbundprojekts mit der Bezeichnung ELIBAMA. Ziel des Vorhabens ist es, die Produktion von Li-Ionen Batterien zu optimieren und die Kosten dieser Energiespeicher zu senken. ELIBAMA ist ein Zusammenschluss internationaler Forschungseinrichtungen und Unternehmen, die an der gesamten Wertschöpfungskette von Batterien von der Entwicklung bis hin zum Recycling partizipieren.

Beteiligte Institute

Fraunhofer IPA (Abteilung Galvanotechnik, Beschichtungssystem- und Lackiertechnik sowie Reinst- und Mikroproduktion) und Fraunhofer ISIT

Weiter Informationen unter: <http://elibama.wordpress.com>

1 Anlagenprinzip zu Erzeugung von galvanogeformten Kupferfolien.

2 Schritte zur Herstellung von 3D-strukturierten Li-Ionen-Folien.

ABTEILUNG 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 (s. S. 103). 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
- Kugelgewindtriebe
- Sensortechnik
- Maschinenteknik
- FEM-Simulation

Die Wissenschaftler begegnen den dabei entstehenden Herausforderungen mit theoretischen Methoden, simulativen Untersuchungen und praktischen Versuchen sowie prototypischen Umsetzungen mit Industriepartnern. Neben der Grundlagenforschung berät die Abteilung Industrieunternehmen rund um die am Institut bearbeiteten Forschungsthemen und hilft damit den Transfer von der Grundlagenforschung in die Industrie sicherzustellen. Darüber hinaus werden Firmen bei der Umsetzung von Prototypen bis hin zu neuen Produkten durch das Know-how entsprechend der Anforderungen unterstützt.

Auch bei öffentlichen Ausschreibungen kooperieren Fraunhofer IPA und ISW hervorragend. So konnten ISW und Fraunhofer IPA fast die Hälfte aller BMBF-Ausschreibungen zum Themenfeld Industrie 4.0 für sich entscheiden und gegen 120 konkurrierende Konsortien durchsetzen. Unter den fünf großen gewonnenen Projekten sind zukunftsweisende Themen der Produktionstechnik für die Automobilindustrie. Diese werden zusammen mit Stuttgarter Partnern aus Forschung und Industrie im Rahmen des Forschungscampus »Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles – ARENA2036« definiert und demonstriert. Weitere zahlreiche aktuelle Projekte aus dem Umfeld Industrie 4.0 gliedern sich in die Forschungsaktivitäten ein – etwa die Entwicklungen zur industriellen Nutzung von cloudbasierten Lösungen für die Produktionstechnik. Die Steuerung von Maschinen und Anlagen aus der Cloud heraus stellt nur eine der möglichen zukünftigen Steuerungsarchitekturen dar. Erste Lösungen wurden dabei bereits von Industriepartnern zur Produktreife gebracht.

Dr.-Ing. Armin Lechler | Abteilungsleiter
Telefon +49 711 6858-2462
armin.lechler@isw.uni-stuttgart.de



CLOUDPLUG ÜBERTRÄGT PRODUKTIONS-DATEN SICHER IN DIE CLOUD

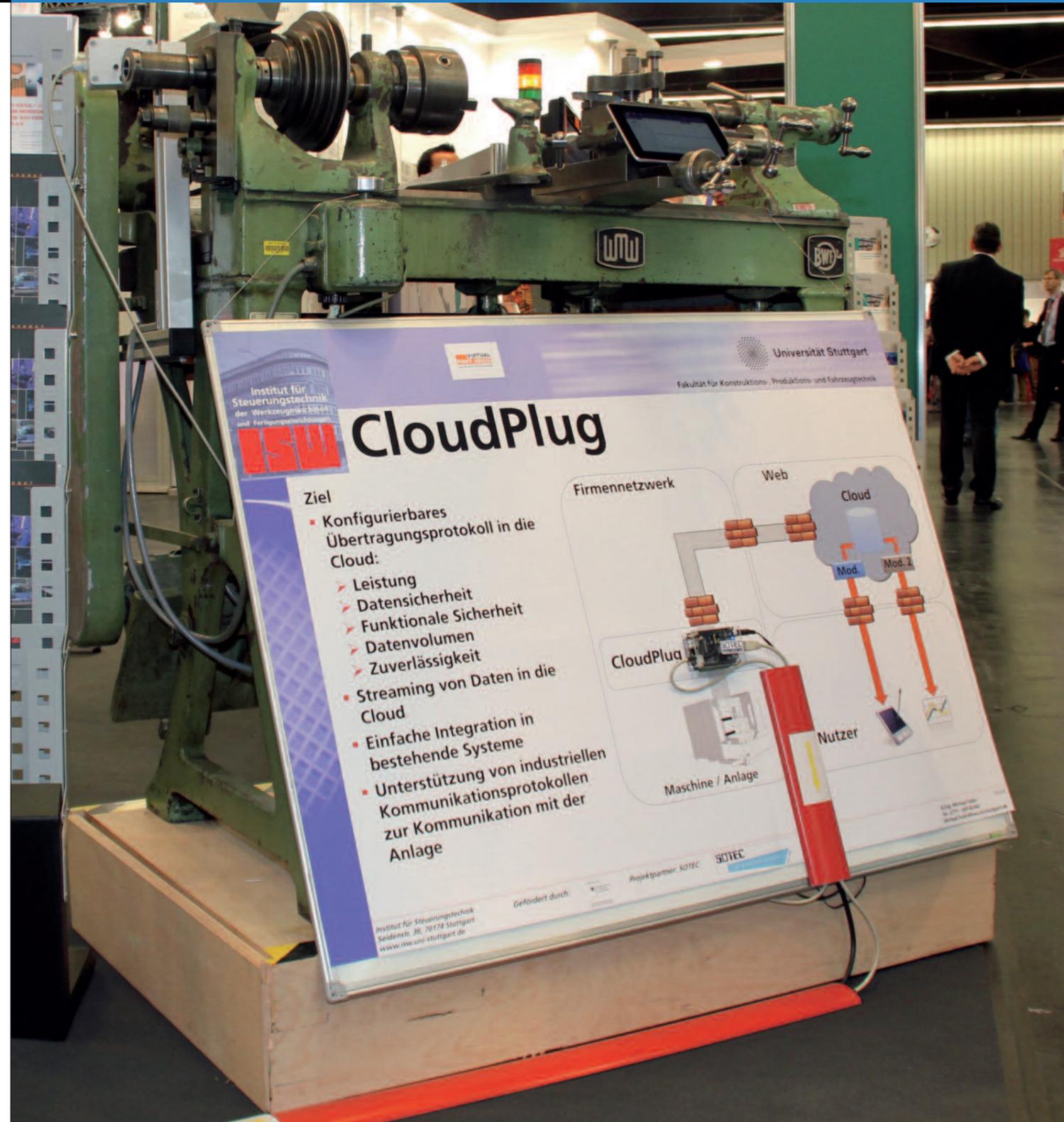
Heute sind Maschinen in der Produktion in vielfältiger Weise in ihr Umfeld eingebunden. So werden beispielsweise Kennzahlen der Anlage erfasst oder es werden Prüfergebnisse produktbezogen abgespeichert. Der Bedarf zur Erfassung von produktbezogenen Daten kann durch unternehmerische Ziele zur Prozessverbesserung oder durch Vorschriften des Gesetzgebers getrieben sein. Die Bereitstellung der hierfür notwendigen IT-Ressourcen zur lokalen Haltung und Auswertung von hohen Datenmengen verursacht zusätzliche Kosten und zählt oft nicht zu den Kernkompetenzen von produzierenden Unternehmen. Eine Lösung für diese Herausforderung im Rahmen von Industrie 4.0 stellen Clouddienste dar, welche die Auslagerung von IT-Ressourcen wie Speicherplatz, Rechenleistung und Auswertemethoden über ein Netzwerk erreichbarer IT-Infrastrukturen ermöglichen. Bei der Anforderungsdefinition zur durchgängigen Integration von Produktionsdaten in die Cloud sind drei unterschiedliche Aspekte zu betrachten: die Erfassung der Produktionsdaten aus der Maschine, die Übertragung der Produktionsdaten in die Cloud sowie die Realisierung der Anbindung von Cloud und Maschine.

Die Erfassung der Produktionsdaten erfolgt auf der Steuerungsebene. In produzierenden Unternehmen werden in der Regel Steuerungen unterschiedlicher Hersteller eingesetzt, die über proprietäre Schnittstellen den Zugriff auf Produktionsdaten ermöglichen. Nicht selten erfolgt die Implementierung der Schnittstellen auf unterschiedlichen Plattformen, das die Anbindung existierender Maschinen erschwert. Des Weiteren beruhen die Daten klassischerweise auf unterschiedlicher Semantik und Syntax. Damit die Produktionsdaten durchgängig in die Cloud integrierbar sind, erfordert es den Einsatz eines Gateways, dessen Aufgaben das Auslesen der Produktionsdaten aus der Maschine und die sichere Übertragung der Daten in die Cloud sind. Die gänzlichen Vorzüge der cloudbasierten Datenerfassung

ergeben sich jedoch nur, wenn sich das Gateway kostengünstig realisieren lässt. Dies betrifft sowohl die IT- bzw. Hardware-Ressourcen, die vom Gateway zur Erfüllung dieser Aufgabe benötigt werden, als auch den administrativen Aufwand zur Verwaltung des Gateways.

Zusammen mit der Firma Sotec wurde hierzu eine Lösung entwickelt, das sogenannte CloudPlug. Diese besteht darin, basierend auf einer Standard-Hardware-Plattform aus dem Consumerbereich, die durchgängige Integration von Produktionsdaten in die Cloud zu ermöglichen. Konkret wird hierfür ein kostengünstiger, erweiterbarer Einplatinen-Computer als Hardwarebasis eingesetzt, der für den industriellen Einsatz aufbereitet wird.

Die Erfassung der Produktionsdaten aus der Maschine erfolgt über den Kommunikationsstandard OPC UA, um die herstellerunabhängige Maschinenanbindung zu gewährleisten. Dabei wird im Cloud-Gateway der OPC UA Client implementiert, der sich mit dem OPC UA Server der Maschine verbindet. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, auf existierende Funktionalitäten des auf der Steuerung integrierten OPC UA Servers, wie z. B. Abonnieren von Daten, zurückzugreifen. Somit ist zur Integration des Cloud-Gateways keine Programmänderung auf der Steuerung notwendig, sondern die gewünschten Produktionsdaten müssen lediglich freigegeben werden. Weiterhin sind auf dem OPC UA Server in der Regel Mechanismen implementiert, die bei zu hoher Last auf dem Kommunikationskanal zwischen dem OPC UA Client und Server die abonnierten Produktionsdaten zwischenspeichern. Die über OPC UA erfassten Produktionsdaten werden dann vom Cloud-Gateway in die Cloud übertragen. Hierbei sind die unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich der Effizienz, Sicherheit, Zuverlässigkeit sowie Integrität der Datenübertragung gegeben.



ABTEILUNG ROBOTER- UND ASSISTENZSYSTEME



Die Anwendungen der Robotik standen von Beginn an im Mittelpunkt der Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Fraunhofer IPA. Entscheidende Innovationsimpulse in der Industrierobotik wurden in den Bereichen Montage, Handhabungstechnik, Beschichtung und mechanische Bearbeitung gesetzt. Ebenso gingen vom Fraunhofer IPA wesentliche Methoden und Technologien für den Einsatz von Robotern aus: Beispiele dafür sind die Einsatzplanung und Gestaltung von Industrierobotersystemen, die Regelung von Montageprozessen- und die graphische Simulation von Roboterprogrammen. Diese Kompetenzen werden nach wie vor erweitert und sowohl von produzierenden Unternehmen als auch von Ausrüstern stark nachgefragt.

Vom Industrieroboter zur Mensch-Maschine-Kooperation

Ob für Reinigung, Wartung, Transport, Entertainment oder Pflegeunterstützung: Das Fraunhofer IPA ist Schrittmacher, wenn es darum geht, innovative Serviceroboter in neuen Anwendungsfeldern zu nutzen. Gegenwärtig gelten die Industrie- und Servicerobotik international als Schlüsseltechnologien mit überragendem Zukunftspotenzial.

Die Robotik steht dabei im Spannungsfeld aktueller technologischer Entwicklungen und Trends:

- Künftige Robotersysteme sollen ohne Zäune mit dem Menschen kooperieren. Gleichzeitig sollen sie nicht nur sicher, funktional und wirtschaftlich sein, sondern auch ergonomische und ästhetische Anforderungen erfüllen.
- Sensoren und Bediensysteme werden zunehmend aus Massenmärkten übernommen.
- In Robotersystemen sind verstärkt neue Dateninfrastrukturen integriert. Beispiele dafür sind Cloud-basierte Dienste, Industrie-4.0-Plattformen und das »Internet der Dinge«.
- In zunehmendem Maße bildet die Software die zentrale leistungsbestimmende Komponente des Robotersystems.
- Indessen halten typische Robotertechnologien wie mobile Navigation, Objekt- und Szenenerkennung in unterschied-

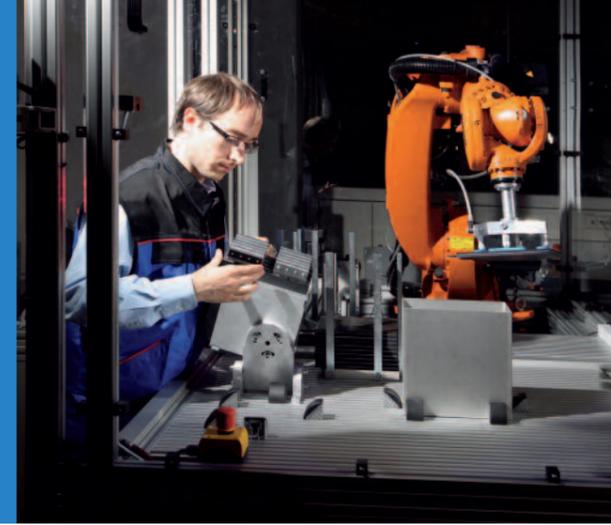
lichen Systemen, wie z. B. in Fahrzeugen, Haushaltsgeräten oder mobilen Endgeräten, umfassend Einzug.

Technologieentwicklungen und Anwendungen künftiger Roboter- und Assistenzsysteme

Das Fraunhofer IPA nimmt diese Trends in großen Forschungsinitiativen auf, um innovative und wirtschaftliche Robotersysteme zu entwickeln:

- Mit Roboterherstellern und produzierenden Unternehmen werden Technologien entwickelt, um eine intuitive, sichere und wirtschaftliche Kooperation zwischen Mensch und Roboter zu ermöglichen. Darauf basiert auch die geplante Forschungsfabrik »ARENA2036« zur Erforschung und Darstellung einer wandlungsfähigen Produktion für die Automobilproduktion der Zukunft.
- Ein weiterer wichtiger Aspekt der Mensch-Maschine-Kooperation ist die direkte physische Unterstützung des Menschen durch körpergetragene Hebehilfen (sog. »Exoskelette«). In mehreren Projekten werden dafür neuartige Antriebs- und Regelungstechniken entwickelt.
- Robotersysteme sollen die Umgebung erkennen, Daten erfassen, verarbeiten und interpretieren: Die Wahrnehmung ist die zentrale Robotertechnologie. Sie steht in engem Zusammenhang mit anderen Technologieentwicklungen wie der mobilen Navigation, dem Greifen und der Mensch-Maschine-Interaktion.
- Eine aufwendige Systemintegration in der Robotik erfordert neue Software-Engineering-Konzepte. Das Fraunhofer IPA spielt bei der industriegerechten Weiterentwicklung von Werkzeugen und Software-Bibliotheken, wie z. B. des Open-Source-Framework ROS (Robot Operating System), eine führende Rolle.

Dipl.-Ing. Martin Hägele M. S. | Abteilungsleiter
Telefon +49 711 970-1203
martin.haegele@ipa.fraunhofer.de



SOFTWARE UND SYSTEMS ENGINEERING ALS SCHLÜSSEL FÜR ZUKÜNFTIGE ROBOTER-SYSTEME

Steigende Anforderungen an die Flexibilität von Robotersystemen

Welche hohen Kosten für die Einrichtung und Programmierung von Servicerobotern entstehen, hat die vom Fraunhofer IPA im Jahr 2011 veröffentlichte EFFIROB-Studie eindrücklich veranschaulicht. Grund dafür sind die unstrukturierten und dynamischen Einsatzumgebungen sowie die daraus resultierende hohe Unsicherheit bei gleichzeitig höchsten Anforderungen an die Verlässlichkeit des Robotersystems. Durch den Einsatz von Sensoren und entsprechender Auswertesoftware müssen diese Informationsdefizite kompensiert werden.

Die zunehmende kundenspezifische Produktion erfordert auch in der Produktionstechnik flexible Automatisierungslösungen: So sollen sich Industrierobotersysteme schnell an veränderliche Randbedingungen bezüglich Einsatzumgebung, Verarbeitungsprozessen und zu handhabenden Objekten anpassen. Kann der bisher erhebliche Einrichtungs- und Programmieraufwand für neue Anwendungen deutlich reduziert werden, eröffnen sich weitere Einsatzgebiete für flexible Robotersysteme. Der Einsatz von Robotern als kooperierende Assistenzsysteme in der Produktion gilt als entscheidende Komponente wandlungsfähiger Produktionen. Damit ergeben sich zusätzliche Anforderungen an Sensorik und Steuerungstechnik wie Funktionssicherheit, intuitive Benutzerschnittstellen und flexible Anbindung an die Industrial IT (»Plug'n'Produce«).

Die Abteilung Roboter- und Assistenzsysteme arbeitet an folgenden Lösungen zur effizienteren Systemintegration:

- Modellgetriebene Entwicklungswerkzeuge zur Reduzierung der Komplexität und Erhöhung der Wiederverwendbarkeit von Roboterapplikationen

- Nutzung von de facto Schnittstellenstandards der Open-Source-Entwicklergemeinschaft ROS Industrial zur Reduzierung des Integrationsaufwands
- Anbindung der Robotersysteme an dezentrale IT-Strukturen (z. B. Cloud-Services) im Kontext »Industrie 4.0«
- Nutzung der Technologieplattformen Care-O-bot® und rob@work zur Demonstration und Evaluation der entwickelten Technologien

Dieses Technologieangebot richtet sich gleichermaßen an die Entwicklung und den Einsatz modernster Industrie- und Servicerobotersysteme. Das Fraunhofer IPA gilt als Schrittmacher in der Softwaretechnik und im Systems Engineering für Robotersysteme und plant, diesen Bereich weiter auszubauen.

Modellgetriebene Entwicklung zur Reduzierung der Komplexität

Innerhalb des europäischen Forschungsprojekts BRICS (Best-Of-Robotics; 2009-2013) wurde die Entwicklungsumgebung BRIDE (BRICS Integrated Development Environment) konzipiert. Erstmals bietet BRIDE eine modellbasierte Werkzeugkette zur modellgetriebenen Entwicklung von komplexen Roboterapplikationen. Die Vorteile dieser Entwicklung sind vielfältig: Zum einen erhöht sich die Wiederverwendbarkeit von auf einer höheren Abstraktionsebene modellierten Komponenten erheblich. Zum anderen lässt sich die Softwarequalität durch standardisierte Komponentenmodelle und automatische Codegenerierung signifikant steigern. Schließlich ermöglicht die Systementwicklung eine verbesserte Rollentrennung in Komponentenentwickler, Systemintegratoren und Applikationsentwickler. Dadurch sehen wir die modellgetriebene Entwicklung

als Wegbereiter für die Etablierung eines Markts für Robotik-Softwarekomponenten.

Konzepte zur schnellen Einrichtung von Roboteranlagen

Automatisierung in einem Tag: Ziel des EU-Forschungsprojekts Factory-in-a-Day (2013-2017) ist es, Technologien zu entwickeln, um ein Robotersystem innerhalb von 24 Stunden aufzustellen und betriebsbereit zu machen. Damit können insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen Robotersysteme schnell und kostengünstig für bestimmte zeitlich begrenzte Aufgaben einsetzen und somit ihre Produktion optimieren. Neben Verfahren zur »Vor-Ort-Produktion« von applikations-spezifischen Greifern mithilfe von 3D-Printing-Technologien steht in Factory-in-a-Day vor allem die Softwaretechnik für eine schnelle Anwendungsentwicklung im Fokus. Dazu wird die modellbasierte Entwicklungsumgebung BRIDE mit einem ROS-Industrial-Komponentenkatalog ausgestattet und um Werkzeuge für die Einrichtungs- und Qualitätssicherung, wie z. B. automatisiertes Testen, erweitert. Umgesetzt werden Anwendungsfälle z. B. in der Lebensmittel- und Verpackungsindustrie oder in der Montage.

Wiederverwendbare Robotik-Applikationen im Kontext Cloud-basierter Dienste

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie fördert das Forschungsprojekt ReApp (2014-2017) im Rahmen des Programms »Autonomik für Industrie 4.0«. Im Fokus steht die Entwicklung von wiederverwendbaren Softwarekomponenten für Roboterapplikationen. Diese »Apps« werden dezentral in einer Cloud bereitgestellt und können mithilfe einer modellbasierten Werkzeugkette auf einer flexiblen und generischen Roboteranlage, der sog. Integrationsplattform, kombiniert, konfiguriert und koordiniert werden. Die Integrationsplattform ist durch Plug'n'Produce-Technologien und ROS Industrial sowohl hardware- als auch softwareseitig schnell konfiguriert

und somit potenziell für zahlreiche Applikationen einsetzbar. Dank eines Cloud-basierten Simulationsdienstes können Applikationsentwickler zudem mühelos Anwendertest durchführen. Unter dem Leitmotto »Konfigurieren statt Programmieren« soll die Effektivität der in ReApp entwickelten Technologien nach drei Jahren Projektlaufzeit in drei konkreten Anwendungsfällen demonstriert werden.

ROS Industrial: Reduzierung des Integrationsaufwands für die Industrierobotik

Das Open-Source-Framework ROS hat sich innerhalb von sechs Jahren in der Robotikforschung etabliert, sodass nun eine Vielzahl von hoch entwickelten Softwarekomponenten verfügbar ist. Darüber hinaus hat die ROS-Entwickler-Community Schnittstellenstandards geschaffen, um die einfache Austauschbarkeit von Komponenten zur Navigation, Bewegungsplanung und 2D-/3D-Wahrnehmung zu gewährleisten. Diese de facto Standards der Open-Source-Entwicklergemeinschaft plant die ROS-Industrial-Initiative nun, auf die Industrierobotik zu übertragen. Die Automatisierungstechnik ist bis heute stark durch proprietäre Schnittstellen und somit durch starke Abhängigkeiten bzw. Bindungen an Roboter- und Steuerungshersteller geprägt.

Das Fraunhofer IPA leitet die ROS-Industrial-Initiative in Europa und organisierte dafür mehrere Workshops. Konzipiert wurde das interaktive Technologieseminar »ROS in der industriellen Anwendung«. Es wurde erstmals im Oktober 2013 am Fraunhofer IPA durchgeführt und stieß bei den Teilnehmern auf hervorragende Resonanz. Ein weiteres Highlight war die ROS-Entwicklerkonferenz ROSCon 2013: Aus aller Welt kamen mehr als 300 ROS-Entwickler im Mai nach Stuttgart, um über die Zukunft des ROS Framework zu diskutieren.

2014 ist neben zahlreichen ROS-Industrial-Workshops für Industrie und Forschung die Kick-off-Veranstaltung des europäischen ROS-Industrial-Konsortiums geplant.

ABTEILUNG BIOMECHATRONISCHE SYSTEME



Menschen mobiler machen

6,9 Mio Menschen erleiden jährlich ernsthafte gesundheitliche Schäden am Arbeitsplatz (EU-OSHA, 2013). Die demographische Entwicklung erfordert eine am Menschen orientierte Planung von Produktionssystemen. Die Prädiktion und Prävention von körperlichen Schäden und die Gesunderhaltung am Arbeitsplatz wird zunehmend relevanter. 50 Prozent aller chronischen Erkrankungen betreffen in unserer Gesellschaft den Bewegungsapparat. Mit einer geschätzten Verdoppelung der über 50-Jährigen werden diese noch stark zunehmen.

Forschung und Entwicklung arbeiten mit Hochdruck an einer prädiktiven und präventiven Ergonomie sowie an Lösungen für eine sozial nachhaltige Mobilität für Ältere und Mobilitätseingeschränkte. Die Abteilung Biomechatronische Systeme gestaltet technische Lösungen für die Erfassung, Kontrolle und Erzeugung von Bewegungen für medizinische Anwendungen. Ein interdisziplinäres Team aus den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Mathematik, Kybernetik, Mechatronik, Sportwissenschaften, Medizintechnik, Biologie und Medizin sorgt für die ganzheitliche Betrachtung der Fragestellungen.

Bewegungskontrollsysteme

Im Themenfeld Bewegungskontrollsysteme liegt der Fokus auf der Detektion und auf der Nachbildung von Bewegungsmustern. Ausgangspunkt ist dabei der natürliche Bewegungsablauf des Menschen. Die Besonderheit für Kunden der Abteilung ist die Kombination an Umsetzungs-Know-how in Tests, z. B. Dynamiktests von Antriebssystemen im Prototyp und der Weiterentwicklung der Sensoren. Die hier erlangten Erkenntnisse liefern wichtige Schlüsseltechnologien für das Arbeitsgebiet der Orthesen und Prothesen. Darüber hinaus nutzen Kunden auch in anderen Disziplinen die daraus entstandene Auslegungskompetenz in Antriebssystemen. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Technologieentwicklung in den Bereichen Inertiale Navigation, Sensorfusion und Aktorik des Gesamtsystems.

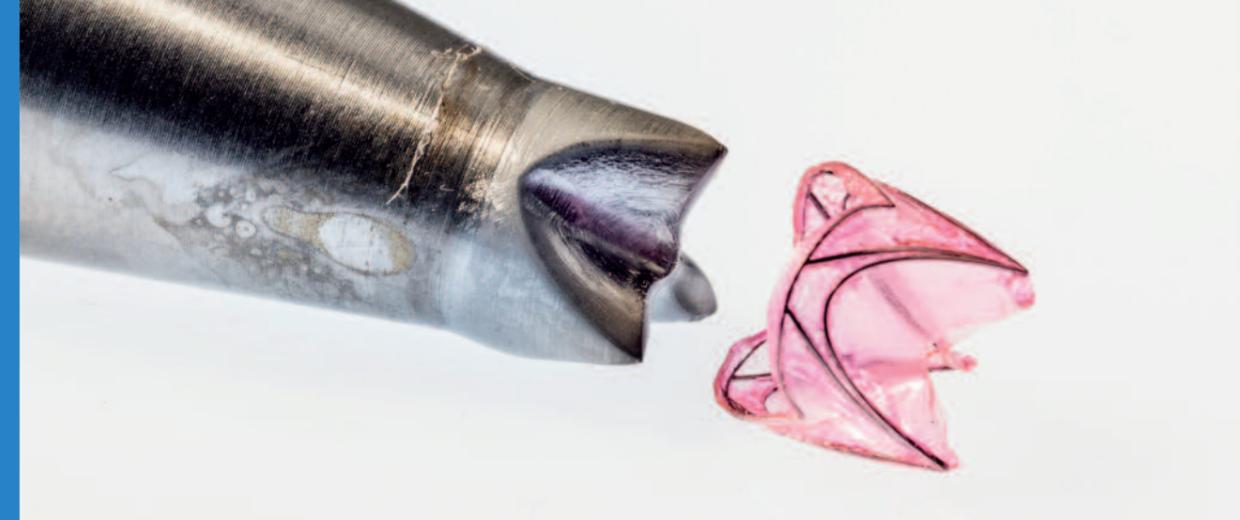
Biomechanik

Körperliche Mobilität ist eine wichtige Voraussetzung für eine hohe Lebensqualität. Das Ziel ist die Entwicklung technischer Lösungen im Bereich der Prothetik, Orthetik und Rehabilitation, um verlorengegangene Mobilität wieder herzustellen. Die Wahl der Methoden beschränkt sich hierbei nicht nur auf die Darstellung mechanischer Eigenschaften, sondern befasst sich auch mit biologischen Prozessen. Um ein optimales Ergebnis zu erzielen, wird das natürliche Vorbild »nachempfunden« und mit mechanischen Eigenschaften vereint. Einen der Forschungsschwerpunkte innerhalb des Themenfelds Biomechanik stellt die Entwicklung einer völlig neuartigen biomedizinischen als auch fertigungstechnischen PCU-Plattformtechnologie dar. Mit ihr können hochbeanspruchte Implantate und Membranen aus dem Hochleistungspolymer Polycarbonateurethan in 3D gefertigt werden. Eine Vielzahl neuer Produkte kann entstehen – auch über die Medizintechnik hinaus.

Virtuelle Entwicklungsumgebung für die Orthopädie

Das noch relativ junge Arbeitsgebiet der (computergestützten) Biomechanik soll am Standort Stuttgart etabliert werden, um biomedizinische Unternehmen in Forschung, Wissenschaft und Anwendung zu unterstützen. Ziel der neu geschaffenen Fraunhofer ATTRACT-Arbeitsgruppe ist es, eine Simulationsumgebung für die Orthopädieforschung und -entwicklung zu schaffen. »Das Virtual Orthopedic Lab« entwickelt einen simulationsgestützten Workflow für die Produktentwicklung in der Orthopädie, der künftig als Werkzeug »made by Fraunhofer« lizenzierbar zur Verfügung stehen soll.

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



Neuartiger Produktionsprozess für ein neues Implantat:

DIE BIOMIMETISCH NACHEMPFUNDENE VENENKLAPPENPROTHESE

Schließen Herzklappen nicht richtig, werden sie ersetzt. Versagen hingegen Venenklappen, behandeln Ärzte dies bislang konservativ, das heißt medikamentös und mit Kompressionsstrumpf. Künftig soll ein Implantat die Funktion des beschädigten Ventils übernehmen. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte »Innonet-Projekt« verfolgt ein doppeltes Ziel: zum einen auf Basis von drei naturimitierenden Prinzipien biomimetische Venenklappenprothesen zu entwickeln, zum anderen diese Implantate in einem völlig neuartigen Produktionsprozess herzustellen.

Die Venenklappen der Beinvenen verhindern das Absacken bzw. das Rückfließen des Bluts und unterstützen den Rückstrom zum Herzen durch eine sogenannte Muskelpumpe. Bei starker Schädigung der Klappen tritt eine chronisch-venöse Insuffizienz (CVI) auf, die zu einem großen Leidensdruck der Betroffenen und zur Arbeitsunfähigkeit führt. Unter CVI wird ein häufiges als Volkskrankheit angesehenes Leiden bezeichnet, das zu Durchblutungsstörungen und später zu offenen Beingeschwüren bis hin zur Amputation der betroffenen Extremität führen kann. Der erfolgreichen Behandlung kommt eine erhebliche klinische und sozioökonomische Bedeutung zu. Die Innovation »Neuartiger Produktionsprozess für ein neues Implantat« basiert auf drei im Folgenden beschriebenen naturimitierenden Prinzipien.

Implantataufbau mit Gradientenmaterial durch einen 3D-Tröpfchendosierprozess aus verschiedenen elastischen Polycarbonateurethanen

Bisher gibt es keine künstlichen oder auf Tierklappen basierenden Prothesen für das Venensystem – trotz des großen Bedarfs. Der Grund hierfür ist einerseits die Kleinheit der Klappen mit nur 5 bis 10 mm im Durchmesser und andererseits das venöse System. Das venöse System stellt eine besondere Herausforderung für Klappenprothesen dar, da es das Niederdrucksystem im Blutkreislauf des Körpers ist: Einerseits herrschen niedrige Öffnungs- und Schließdrücke für Venenklappen, andererseits können durch Bewegungen wie beispielsweise plötzliches Aufstehen oder Muskelanspannung hohe hydrostatische Drücke auftreten. Darauf musste mit einem geeigneten Klappendesign reagiert werden, welches leicht zu öffnen und dicht zu schließen ist sowie stabil in der Vene verankert werden kann. Die entwickelte Dosierkinematik fährt die Freiformflächen der Venenklappenform auf Bahnkurven schichtweise ab und beträufelt diese mit verschiedenen elastischen Shorehärten eines Polycarbonateurethans. Die damit erzeugten Gradienten ermöglichen sanfte Übergänge von härteren zu weicheren, von dünneren zu dickeren Bereichen, so wie es die natürlichen Klappen aufweisen. Nach jeder Schichtauftragung erfolgt ein Trocknungsprozess. Die Festlegung der Bahnkurven erfolgt automatisiert aus dem CAD-Modell heraus, was es ermöglicht, schnell die Implantatgeometrie zu wechseln, um beispielsweise individualisierte Prothesen zu erzeugen.

Naturimitierendes Klappendesign mit Bulbennachbildung (Ausstülpungen)

Des Weiteren ist das venöse System aufgrund der vorherrschenden geringen Flussgeschwindigkeiten besonders anfällig für Thrombosierung, also Blutverklumpungen, insbesondere an »fremdem« Material. Dem sollte durch eine entsprechende Materialauswahl und durch ein strömungsoptimiertes »Totwassergebiet« verhinderndes Klappendesign entgegen gewirkt werden. Ziel ist die Vermeidung einer lebenslangen Einnahme von Gerinnungshemmern, wie sie bei arteriellen Stents oder Herzklappen notwendig ist.

Antithrombogene Glycocalyx-Oberflächenbeschichtung

Als weitere Maßnahme zur Reduzierung der Thrombogenität wurde ein Verfahren zur chemischen Oberflächenmodifizierung des Polycarbonateurethans mit einer hämokompatiblen Beschichtung entwickelt. Diese besteht aus Kohlehydratketten, welche die Glycocalyx-Oberflächenstruktur der die Gefäßwände auskleidenden Endothelzellen imitiert. Dies stellt ein alternatives Wirkprinzip zur angewandten Heparinisierung dar und soll langfristig stabil sein.

Die Entwicklung einer neuartigen biomedizinischen und fertigungstechnischen Plattformtechnologie

Im ersten Schritt erarbeiteten die Wissenschaftler eine geeignete Fertigungsstrategie für ein Gradientenpolymer-Venenklappenimplantat. Verschiedene PCU-Shorehärten wurden dazu in Lösung gebracht und in je einen speziell entwickelten Dosierkopf (Werkzeug) gefüllt. Dieser fährt in Bahnkurven über einer Venenklappenform aus Metall und beträufelt diese in bis zu 100 Tröpfchen pro Sekunde und einer Fertigungsgenauigkeit von 25 µm im Raum. Entscheidend ist dabei ein schneller Wechsel von Werkzeug und Polymer im laufenden Prozess. In

einem Werkzeugbahnhof können bis zu 3 Piezo-Dosierköpfe aufgenommen und die Tanks automatisch gefüllt werden.

Eine aufgebaute Werkstückkinematik erlaubt das Abfahren komplexer Freiformflächen und Kanten entlang gekrümmter Bahnkurven. An einem vibrationsdämpfenden Granitportal wird das Werkstück mittels mehrerer Schwenk- und Rotationsachsen betropft.

Im nächsten Schritt wurde die Steuerung vom subtraktiven (Fräs-)Verfahren auf ein additives/generatives (Dosier-)Verfahren umgesetzt. Die Invertierung vom subtraktiven zum additiven Verfahren realisierten die Wissenschaftler, indem sie die Steuerbefehle der Programmiersprache G-Code im CAD-Programm »Pro« generierten.

Eine Anforderung besteht darin, Implantate patientenindividuell und in verschiedenen Größen fertigen zu können. Das lösten die Wissenschaftler mit einem automatisierten Datenprocessing. Dabei werden die CAD-Datensätze der Steuerungsbefehle in G-Codes umgewandelt und diese dann auf die 5 Achsen der Dosierkinematik weitergegeben, sodass der Dosierkopf die Bahnkurven auf den Freiformflächen abfahren kann.

Anwendungen: Bionische Bandscheiben, bewachsene Implantate und industrielle Beschichtungen

Für die Herstellung von biomimetischen Venenklappenprothesen aus Gradientenmaterial wurde eine völlig neuartige biomedizinische und auch fertigungstechnische Plattformtechnologie geschaffen, durch die auch über die Venenklappenprothese hinaus neue Produkte entstehen können. Anwendungsgebiete sind Herzklappen und Bandscheibenprothesen oder Membranen mit 3D-Topographien, z. B. für akustische Membranen. Anhand der gerade als Nachfolgeimplantat vom Fraunhofer IPA entwickelten naturnahen Bandscheiben kann gezeigt werden, wie schon existierende Implantattypen in einer neuen Qualitätsklasse hergestellt werden können.

ABTEILUNG LABORAUTOMATISIERUNG UND BIOPRODUKTIONSTECHNIK

RIBOLUTION



Laborautomatisierung und Produktionstechnologien fördern den »Big Bang« der Life Sciences

Der Blick auf Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der In-vitro-Diagnostik als auch in der Pharmazie zeigen: Der Entwicklungsfortschritt wird maßgeblich durch den Einsatz von automatisierten Prozessabläufen vorangetrieben. Aus diesem Grund ist die Laborautomatisierung zu einem wichtigen Faktor für die schnellere Identifikation neuer Wirkstoffkandidaten und in der Entwicklung neuer diagnostischer Methoden geworden. Die Hauptmotivation der Endnutzer für Automaten ist hierbei seit jeher die Möglichkeit zur drastischen Durchsatzsteigerung bei der Durchführung der Experimente. Daran gekoppelt ist stets auch die Anforderung einer reproduzierbaren und standardisierten Durchführung der Prozessabläufe und einer Online-Datengenerierung.

Heute nimmt die Nachfrage nach Laborautomatisierungslösungen im akademischen Umfeld ebenso wie bei kleinen mittelständischen oder Start-up-Unternehmen zu. Infolgedessen müssen Automaten flexibler werden, damit neue Prozesse und Abläufe schnell automatisiert umgesetzt und validiert werden können. Benötigt werden Automaten, die in der Lage sind, auf die im Prozessablauf generierten Messdaten zu reagieren und die Prozessabläufe entsprechend anzupassen. Die Übersicht über geeignete Lösungen auf dem Markt ist aber aufgrund der großen Anzahl an hochspezialisierten Geräteanbietern für den Endnutzer unübersichtlich.

Mit der Einführung von branchenweit geltenden Standards kann sichergestellt werden, dass Endnutzer ihre individuelle Automatisierungslösung so konfigurieren können, dass für jeden Prozessschritt die optimale Umsetzung gewählt werden kann.

Durch seine aktive Mitgestaltung bei dem Projekt »Standardisierung in Laboratory Automation« (SiLA) sowie als SiLA-Zertifizierungsstelle kann die Abteilung Laborautomatisierung und

Bioproduktionstechnik für seine Partner schnelle Integrationen sowohl technisch als auch prozessseitig geräteunabhängig durchführen.

Neben einer Standardisierung bei der Integration verschiedener Geräte in eine komplexe Anlage muss bei vielen Projekten neben den geltenden Richtlinien für einen sicheren Betrieb einer Anlage auch auf eine regularienkonforme Entwicklung vor dem Hintergrund des Arzneimittel- oder Medizinproduktegesetzes geachtet werden. Auch dieser Anforderung ist das Fraunhofer IPA gewachsen. So erfolgt z. B. im Fraunhofer-internen Projekt »Elvira« die Konzeption und der Aufbau einer Anlage für die Impfstoffherstellung, basierend auf einer automatisierten elektronenstrahlbasierten Inaktivierung von Viren und Bakterien.

Ein weiteres wichtiges Zukunftsfeld der Abteilung ist die automatisierte Produktion von Zelltherapeutika, z. B. angereicherte Immunzellen, die zur Krebstherapie eingesetzt werden. Diese müssen individualisiert kultiviert und prozessiert werden, was bei den geltenden regulatorischen Anforderungen einen enormen Kostenaufwand verursacht. Eine wesentliche Zielstellung ist hier eine Reduktion der Herstellungskosten durch die Entwicklung neuer Gerätekonzepte und Integration in neue Produktionstechnologien.

In der Bioproduktionstechnik ist die zellfreie Proteinsynthese im Kommen, mit dem Vorteil einer deutlich effizienteren Produktion. Die Umsetzung einer zellfreien Proteinsynthese im Hochdurchsatz soll in einem Reaktor mit integrierter Regelung aller relevanten Prozess-Parameter erfolgen.

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



RIBOLUTION

Automatisiertes RNA-Biomarker Screening und Validierung

Molekulare Diagnostik

Der demographische Wandel stellt die Gesellschaft und die Finanzierung des öffentlichen Gesundheitssystems vor große Herausforderungen. Insbesondere die steigende Zahl an degenerativen, chronisch entzündlichen sowie onkologischen Erkrankungen der älter werdenden Bevölkerung belastet das öffentliche Gesundheitssystem. Fehlende diagnostische Werkzeuge verhindern, dass die Ausprägung, Schwere und das Stadium der Krankheit korrekt analysiert werden können. Eine für den Patienten optimale und spezifische Behandlung wird somit verhindert.

Moderne Verfahren der molekularen Diagnostik haben das Potenzial, unseren Umgang mit Krankheiten und unser Gesundheitssystem zu revolutionieren. Die Konzentration spezieller RNA-Moleküle in Blut, Urin oder Gewebe z. B. kann als sogenannter Biomarker auf Krankheiten hinweisen und als Indikator zur frühzeitigen Diagnose und Prognose eingesetzt werden. Die Diagnose über Biomarker eröffnet ein deutlich differenzierteres Behandlungsspektrum, das spezifisch auf den Patienten zugeschnitten ist. Auf diese Weise sind die Kosten deutlich zu senken, da der Bedarf an kostenintensiven intensivmedizinischen Behandlungen und Medikamenten reduziert werden kann. Die Nachfrage nach krankheitsspezifischen Biomarkern ist entsprechend hoch und wächst stetig. Die Erforschung und Validierung von aussagekräftigen Indikatoren ist jedoch mit hohen Kosten und experimentellem Aufwand verbunden.

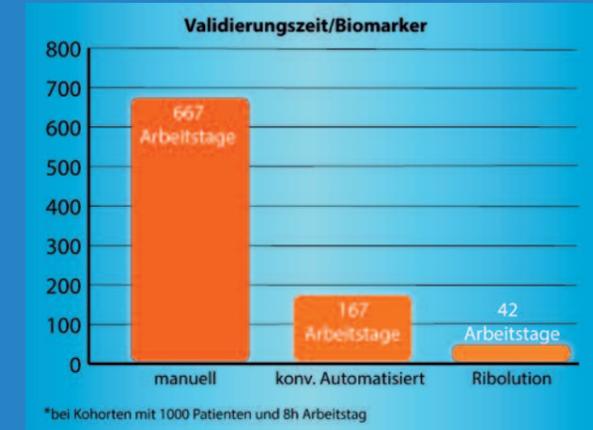
Im Rahmen des Projekts RIBOLUTION (Innovative Ribonucleic acid-based Diagnostic Solutions for Personalized Medicine) stellt sich ein interdisziplinäres Konsortium aus fünf Fraunhofer-Instituten (IPA, IZI, IGB, ITEM, FIT) in enger Kooperation mit mehreren deutschen Universitäten (Leipzig, Dresden) sowie der

Industrie (GlaxoSmithKline) den Herausforderungen, ein leistungsfähiges und intelligentes Biomarker-Screening zu etablieren.

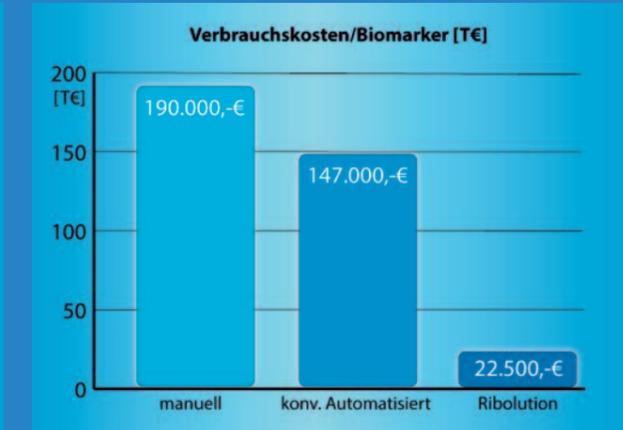
Next-Generation Biomarker-Screening

Das RIBOLUTION-Konsortium hat eine mehrstufige Entwicklungspipeline zur Biomarker-Identifizierung und -Validierung etabliert. Qualität, Performance und Kosten sind die zentralen Säulen, die der Entwicklung zugrunde liegen. Die Entwicklungspipeline adressiert erstmals und umfassend alle Schritte von der Gewinnung der Blut- bzw. Gewebespende bis zu Validierung und Vermarktung der Biomarker. Diese konsequente und umfassende Betrachtung des Biomarker-Screenings macht den RIBOLUTION-Ansatz einzigartig.

Durch die Adressierung einer bisher im Screening-Umfeld nur selten betrachteten Klasse von RNA – der sogenannten nicht-kodierenden RNA (ncRNA) – bietet RIBOLUTION ein hohes Wertungspotenzial und ein attraktives Anknüpfungsfeld für KMU im diagnostischen Markt. Aufgrund der regulatorischen Funktion von ncRNA im Organismus stellen diese ein vielversprechendes Target (Wirkstoff-Zielverbindungen) für eine Vielzahl von Erkrankungen dar. Die systematische Entwicklung von ncRNA-basierten Biomarkern bringt eine hohe logistische wie experimentelle Komplexität mit sich. Durch die Methoden und Automatisierungslösungen, die im Rahmen von RIBOLUTION entwickelt wurden, ist erstmals ein Screening zu attraktiven Kosten und in angemessener Zeit möglich (s. Bild 1 und 2). Im laufenden RIBOLUTION-Projekt wird dies exemplarisch an den gesellschaftlich und ökonomisch äußerst relevanten Erkrankungen Prostatakrebs, chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) sowie chronischer Lungentzündung demonstriert.



1



2

In einer ersten Screening-Phase wird eine kleine gut charakterisierte Patientenkohorte mittels Next Generation Sequencing analysiert. Gesundes und krankes Gewebe wird hinsichtlich Abweichungen in der RNA-Sequenz verglichen, um mit leistungsfähigen Bioinformatikmethoden mögliche Biomarker-Kandidaten zu erarbeiten.

Der Screening-Phase schließt sich eine Validierung der vorab charakterisierten Biomarker-Kandidaten an. Mittels quantitativer Real-Time-PCR (Polymerase Kettenreaktion: Methode zur Amplifikation von DNA-Sequenzen zur spezifischen Analytik) werden die identifizierten Kandidaten anhand großer Personengruppen von bis zu 500 Patienten pro Erkrankung (Kohorten) getestet. Für die im Rahmen von RIBOLUTION adressierten Erkrankungen und Kohorten fallen somit ca. 500 000 PCR-Testpunkte für die Validierung an.

Basierend auf der am Fraunhofer IPA entwickelten I-DOT-Technologie, setzt RIBOLUTION qPCR-basierte Diagnostik auf neuen, bisher unerreichten Skalen um. Die Miniaturisierung der Ansätze auf Submikroliter-Maßstäbe und das präzise Dosieren von Einzelmedien im Bereich von wenigen Nanolitern eröffnet neue und kostengünstige Wege der Automatisierung. Insbesondere die damit einhergehende deutliche Reduktion der Verbrauchskosten pro Datenpunkt (s. Bild 2) sowie der geringe Bedarf an kostbarer Spender-RNA stellen klare Vorteile von RIBOLUTION gegenüber konventionellen Screening-Strategien dar.

Die deutliche Reduktion der Volumina der PCR-Reaktionsansätze ermöglicht die starke Parallelisierung auf kleinstem Raum (1536 Testpunkte pro Mikrotiterplatte). Die I-DOT-Technologie garantiert hierbei die schnelle und individuelle Adressierung der Wells und bietet dem Forscher weitreichende Freiheiten bei gleichbleibend hoher Qualität und geringer Komplexität der Anlage.

RIBOLUTION setzt bei der Integration und Vernetzung der Geräte erstmals konsequent auf die Verwendung SiLA-kompatibler Geräte und Gerätetreiber. SiLA (Standardization in Laboratory

Automation) definiert eine standardisierte Kommunikationsschnittstelle, die eine schnelle und einfache Vernetzung von Anlagenkomponenten ermöglicht. Die vernetzte Hardware wird durch die am Fraunhofer IPA entwickelte Steuer- und Scheduling-Software LACS (Laboratory Automation Control Suite) zu einem leistungsstarken Entwicklungstool komplettiert. Durch die einzigartige Verknüpfung von SiLA und LACS kann die Laborinfrastruktur für ein Screening-Projekt wie RIBOLUTION smart und schlank gehalten werden, ohne dabei auf Prozesssicherheit und Performance zu verzichten.

Durch die Arbeiten und Entwicklungen in RIBOLUTION wird es dem biologischen Forscher sowie der pharmazeutischen Industrie erstmals möglich mit kalkulierbarem Aufwand und kalkulierbaren Kosten neue Biomarker zu entwickeln. Die für das Screening erforderliche RNA-Menge pro Marker-Kandidat kann durch die Prozessminiaturisierung und die Möglichkeit der Dosierung von einzelnen Nanolitern um bis zu 98 Prozent reduziert werden (s. Bild 2). Es ist zu erwarten, dass durch den geringen Bedarf an RNA sowie die aufgezeigte Screening-Pipeline der Zugang zu den kostbaren Kohorten und RNA-Banken deutlich erleichtert wird. Der Zeitvorteil gegenüber konventionellen Lösungen kann direkt in einen wissenschaftlichen sowie wirtschaftlichen Wettbewerbsvorteil und Entwicklungsvorsprung umgesetzt werden.

Das Fraunhofer IPA hat sich durch RIBOLUTION als einer der führenden Partner für miniaturisierte Bio-Assays für Screening und Validierungsprojekte in Europa etabliert.

Weitere Informationen unter:
www.ribolution.org

I-DOT-System – Bioproduktion am Fraunhofer IPA:
www.bioproduktion.com/idoT.html

SiLA Rapid Integration, Standardization in Lab Automation:
www.sila-standard.org

ABTEILUNG REINST- UND MIKROPRODUKTION



CleanLab 2020 – Innovatives Labor für Sauberkeitsanalysen und rein- heitsrelevante Forschungsaufgaben am Fraunhofer IPA

Seit Mitte September 2013 erweitert der neu gestaltete Labortrakt CleanLab das Leistungsspektrum am Fraunhofer IPA im Bereich der Reinheits- und Reinigungsbewertung von Bauteilen, Oberflächen und Flüssigkeiten durch ein weltweit einzigartiges Reinheitskonzept: Der bestehende, ca. 200 m² große Reinraum der derzeit besten Luftreinheitsklasse 1 (nach ISO 14644-1) wird dabei durch ein reinheitstechnisch optimiertes, gestaffeltes Reinraumkonzept mit den CleanLab-Laboren der ISO Klasse 3, 6 und 8 verbunden. Die komplette Neugestaltung erfolgte unter Leitung der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion.

Mit den neuen Laboren können die Reinheitsanforderungen von der Automobiltechnik über die Medizin- und Pharmaindustrie bis hin zur Raumfahrt- und Halbleiterindustrie mit einer durchgängigen Vernetzung von Reinigungs- und Reinheitsvalidierung bearbeitet werden. Neueste automatisierte lichtoptische, Fluoreszenz- und Rasterelektronenmikroskope, Raman-Spektrometer und 3D-Computertomographen bieten die bestmögliche Antwort auf aktuelle und zukünftige Reinheitsfragen – von der Detektion und Analyse von Partikeln im Nanometerbereich, die z. B. für Integrierte Schaltungen mit Strukturbreiten von aktuell 14 nm kritisch sind, bis hin zu Partikeln im Mikrometerbereich, die beispielsweise für Common-Rail-Einspritzsysteme mit Düsenbohrungsdurchmessern von aktuell 90 µm funktionskritisch sein können.

Zusätzlich wird der neue Laborbereich auch bei Schulungen direkt für Kunden aus der Industrie erlebbar. In einer einmaligen Kombination aus Theorie und Praxis in den Seminaren zur Technischen Sauberkeit sowie dem Grundlagenseminar zum Fertigen unter reinen Bedingungen schult das Fraunhofer IPA Personal, das in kontaminationskritischen Bereichen im Einsatz ist.

Prüfumgebung

- Turbulente Reinraumbereiche der Luftreinheitsklasse 6 und 8 nach ISO 14644-1
- Laminare Reinraumbereiche der Luftreinheitsklasse 1 und 3 nach ISO 14644-1

Ausstattung Extraktion

- Spritzkabinette für unterschiedliche Bauteilgrößen – von klein bis groß
- Equipment zur Extraktion mit Ultraschall
- Spüleinrichtung mit hohen Volumenströmen
- Separater Prüfbereich für hochsaubere Komponenten

Ausstattung Analyse

- Lichtmikroskope zur automatisierten Partikelanalyse ab 5 µm
- Fluoreszenzmikroskop
- Rasterelektronenmikroskope zur automatisierten Partikelanalyse
- Mikro-CT zur 3D-Partikelanalyse
- Scanner zu Partikelanalyse
- Fünfstellige Analysenwaage

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



AUFBAU SAUBERER UND REINER PRODUKTIONSSTANDORTE

Um die Verschmutzung von Produkten bei deren Herstellung zu vermeiden, müssen bereits bei der Planung und Konzeption von Fertigungen, den Fertigungsabläufen sowie bei der Gestaltung von Geräten und Prozessen eine Vielzahl an Faktoren und Richtlinien berücksichtigt werden. Die Nichtbeachtung führt oftmals zu erheblichen Qualitätsproblemen, die im Nachhinein nicht mehr korrigierbar sind oder bestenfalls nur durch aufwendige Umbauten oder durch die Inkaufnahme hoher Betriebskosten abgefangen werden können.

Um dies zu vermeiden, wird das Fraunhofer IPA zunehmend herangezogen, die Planung von Sauber- und Reinstsystemen zu unterstützen oder gar als Generalunternehmer zu betreuen. Experten des Fraunhofer IPA erstellen Konzepte für Sauber- und Reinraumsysteme, zugehörige Medienversorgungen und Reinigungssysteme. Insbesondere maßgeschneiderte Luftführungsvarianten, die richtigen Fertigungsabläufe sowie eine optimale Auswahl und Gestaltung von Arbeitsplätzen, Geräten und Anlagen spielen im Gesamtkonzept eine ausschlaggebende Rolle. Zur durchgehenden Sicherung der Sauberkeit oder Reinheit bedarf es dem Einsatz ausgewählter Monitoring- und Messsysteme. Last but not least benötigen Fertigungslinien agile, leistungsfähige produktionsnahe IT-Systeme, die längst als wichtiger Baustein für wettbewerbsfähige Produktionen erkannt wurden.

Als Betreiber des reinsten Reinraums der Welt – der sogar die ISO Luftreinheitsklasse 1, die offiziell als reinste Luftreinheitsklasse anerkannt ist, um das Zehnfache übertrifft – ist das Fraunhofer IPA ein anerkannter Partner in Forschung und Entwicklung. In den vergangenen Jahren unterstützten die Experten der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion u. a. den Aufbau dreier großer Produktionsstätten national und international.

LED-Produktion in Rumänien

Vor rund zwei Jahren begann die Zusammenarbeit mit dem rumänischen Projektpartner Microelectronica S. A. zur Konzeption und Realisierung einer ca. 1200 m² großen LED-Produktion. Die Fertigung von LEDs allein bringt dabei schon einige Herausforderungen mit sich, da sie eine reine Fertigungsumgebung erfordert. Im speziellen Fall des Herstellers Microelectronica kam noch erschwerend hinzu, dass sich die Räumlichkeiten, in denen das Unternehmen die LED-Produktion vorsah, im Kellergeschoss eines stillgelegten Halbleiterfertigungswerks befanden, in dem begrenzter Platz kombiniert mit Feuchtigkeit vorherrschte.

Neben der Planung koordinierten die Ingenieure des Fraunhofer IPA als Generalunternehmer alle Bauleistungen und garantierten so dafür, dass bereits Ende 2012 eine schlüsselfertige LED-Produktion ihren Betrieb aufnehmen konnte. In der Folge erarbeitete das Fraunhofer IPA auch eine Strategie für den Aufbau eines paneuropäischen Qualitäts- und Reinheitskompetenz-zentrums. Die Konzeption verknüpft eine einzigartige Prüfumgebung mit einer Reihe an Prüfequipment rund um das Thema Qualität und Reinheit. Es wurde ca. 120 m² Reinraumfläche der höchsten, technisch realisierbaren Luftreinheitsklasse 1 (nach ISO 14644-1) realisiert. Diese Prüfumgebung gewährleistet, dass Kontaminationseinflüsse aus der Umgebung ausgeschlossen werden können. In dieser Prüfumgebung werden Dienstleistungen zur Überprüfung der Maßhaltigkeit und Reinheit, unterschiedliche Inspektionsmöglichkeiten sowie die Präzisionsreinigung mit CO₂-Schnee angeboten. Entsprechend den Anwendungsszenarien steht neueste Analysetechnik wie Koordinatenmessmaschine, Rasterelektronenmikroskop, Computertomographie, Kontaminationsmesstechnik und optische Partikelzähler zur Verfügung.

In einem weiteren Bereich wurden Sauberräume (100 m² Fläche) mit kontrollierten Bedingungen realisiert, die beispielsweise für die Prüfung der Technischen Sauberkeit genutzt werden können und speziell für Rumänien und die angrenzenden osteuropäischen Staaten durch die hier zahlreichen, ansässigen Automobilzulieferer eine immer größere Bedeutung erlangt. Entsprechend wurden diese Räume mit Extraktionsequipment und Analyseequipment zur automatisierten Partikelanalyse ausgerüstet.

Nach nur zwei Jahren Realisierungszeit wurde dieses Zentrum am 18. März 2014 feierlich mit geladenen Vertretern aus Industrie, Politik und Wissenschaft eröffnet.

Die erste 200-mm-Halbleiterfabrik Südamerikas

Für eine Kapazität von 360 200-mm-Wafern am Tag sollte die neue Halbleiterfabrik der SIX Semicondutores S.A. in Minas Gerais, Brasilien, ausgelegt sein. Dabei kam für die Steuerung und Kontrolle der rund 180 Geräte und Anlagen, die sich in 85 verschiedene Typen unterscheiden lassen, nur eine innovative Produktionssteuerungslösung in Frage. In dem knapp zweijährigen Projekt wurden nach der Definition von Best-Practice-Arbeitsabläufen für 200-mm-Halbleiterfertigung mehrere Komponenten implementiert.

Das Fertigungsmanagementsystem, besser bekannt unter dem Begriff Manufacturing Execution Systems (MES), ist dabei eine Landschaft kooperierender Dienste, die nicht nur Daten aus der Produktion sammeln, verdichten und analysieren, sondern auf Basis dieser Daten planend und steuernd den Betrieb der Produktion unterstützen. Darüber hinaus wurden eine Statistische Prozesslenkung (SPC) zur kostengünstigen Einhaltung der definierten Produktqualität sowie ein Advanced Process Control (APC), mit der sich die Effizienz von Industrieprozessen erheblich steigern lassen, realisiert.

Parallel zu dieser Produktionslinie spezifizierte und installierte das Fraunhofer IPA eine FuE-Komponente in das Fertigungsumfeld, die zu gleichzeitigen Produktentwicklungen dient und reguläre Abläufe nicht beeinträchtigt.

Schlüsselfertige Technische Sauberkeit

Im Bereich der Technischen Sauberkeit, d. h. der Beherrschung und Messung von Partikelverunreinigungen im Automobilbau, hat sich das Fraunhofer IPA in den letzten 15 Jahren eine eindrucksvolle Alleinstellung erarbeitet. Partikelanalysen, Entwicklung von Prüftechnik, Planung und Optimierung sauberer Fertigungsbereiche, Schulung aber auch Standardisierung sind Punkte dieses umfangreichen Leistungsangebots.

Genau diese Bündelung von unabhängiger Kompetenz wurde 2013 von einem weltweit führenden Automobilhersteller genutzt, um zwei Labore für Technische Sauberkeit aufzubauen. Eines der beiden Labore wird zukünftig als zentrale Stelle Prüfspezifikationen für neue Eigenfertigungs- oder Kaufteile erarbeiten und übernimmt im Konzern eine führende Rolle. Im zweiten Labor werden an einem weiteren Standort fertigungsbegleitende Analysen zur Sicherung der Sauberkeitsqualität durchgeführt.

Die Arbeit des Fraunhofer IPA begann im Rahmen dieses Projekts mit der Laborkonzeption und der Auswahl der eingesetzten Analysegeräteausstattungen, die im engen Dialog mit den Experten und Mitarbeitern des Kunden im Rahmen von Workshops spezifiziert wurden. Alle weiteren Schritte wie Beschaffung der Gerätschaften, Aufbau der Laborinfrastruktur, Installation und Einweisung in die Analysegeräte wurden ebenfalls durch die Mitarbeiter aus der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion begleitet. Selbst die Ausbildung der Labormitarbeiter zum Prüfer für Technische Sauberkeit sowie die Vorbereitung der Labore für eine spätere Akkreditierung als abschließende Arbeitspunkte waren Bestandteile dieses Projekts.

ABTEILUNG BILD- UND SIGNALVERARBEITUNG



Bild- und Signalverarbeitung sind Schlüsseltechnologien sowohl in technischen als auch in nichttechnischen Bereichen des täglichen Lebens. In der hochtechnisierten Produktion befähigen sie fahrerlose Transportsysteme autonom zu navigieren, Montage- und Robotersysteme situationsgerecht zu agieren und Handhabungssysteme sich schnell und flexibel auf die variantenreiche Produktion zu adaptieren. Auf dem Weg zur Nullfehlerproduktion ist die Absicherung der Qualität von Produkten ohne Bild- und Signalverarbeitung nicht mehr denkbar. Bildverarbeitungssysteme unterstützen uns, die zunehmende Situationskomplexität im Straßenverkehr besser zu beherrschen und potenzielle Gefahrensituationen zu vermeiden. Auf Bildverarbeitung basierende Systeme erkennen Notsituationen von Bewohnern im häuslichen Umfeld und erlauben somit auch älteren Menschen in ihrer gewohnten Umgebung sicher zu leben.

Die Abteilung Bild- und Signalverarbeitung erforscht und entwickelt für die genannten Anwendungsbereiche hoch innovative Lösungen, von Algorithmen über Prototypen bis hin zu industriell einsetzbaren Systemen.

In den Bereichen Handhabungs-, Montage- und Robotersysteme liegt der Fokus auf der Szenenanalyse, der Objekt- und Objektlageerkennung und der effizienten Kalibrierung von Bildverarbeitungs- und mechatronischen Systemen. Lösungen für den »Griff in die Kiste«, den »Griff vom Band« und andere kameragestützte Handhabungsaufgaben sind verfügbar.

Die Sicherung der Qualität in der Produktion stellt einen Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Abteilung dar. Insbesondere wird intensiv an modularen Lösungen zur prozessintegrierten Prüfung und Qualifizierung von Faserverbundkunststoffen gearbeitet. Technologisch decken unsere Arbeiten die Bereiche Thermographie, Spektroskopie im nahen Infrarot, optische 2D-Mess- und Oberflächenprüftechnik im sichtbaren Bereich, optische 3D-Messtechnik sowie Mess- und Prüftechnik mittels Computertomographie ab. Darüber hinaus werden der Einsatz und die Erweiterung von kostengünstigen

Smartkameralösungen in der Produktion erforscht. Die Identifikation von optisch erkennbaren Kennzeichen (Bar-, Dot-Matrix-Code u. a.) auf Bauteilen und Produkten zum Zweck der eindeutigen Zuordnung von Qualitäts- und Produktionsdaten ergänzen das Spektrum. Verfügbare Lösungen reichen von Algorithmen in Form von Bibliotheken über Labordemonstratoren bis hin zu industrietauglichen Anlagen, von denen ca. 200 Systeme in Kooperation mit Anlagenbauern entwickelt und im Produktionsumfeld betrieben werden.

Für den Straßenverkehr entwickelt die Abteilung Algorithmen zur Unterstützung der Fahrzeugnavigation auf Basis von Ultraschallsignalen und Kamerabildern. Komplette, vom Fraunhofer IPA entwickelte und hergestellte, auf Ultraschallprüfung basierende Prüfanlagen stellen bei Herstellern die hohen Qualitätsanforderungen von Rädern und Wellen von Schienenfahrzeugen sicher.

Einen weiteren Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bilden Altersassistenzsysteme, die darauf abzielen, älteren Menschen möglichst lange ein sicheres Leben in der gewohnten, häuslichen Umgebung zu ermöglichen. Erste, auf Kamertechnologie aufgebaute Produkte, die im Rahmen des Forschungsprojekts »sens@home« entwickelt wurden, werden derzeit in 30 Haushalten getestet und zur Produktreife gebracht.

Um der zunehmenden Komplexität der Aufgabenstellungen und den damit verbundenen steigenden Anforderungen an die Bildverarbeitungssysteme auch zukünftig gerecht zu werden, bzw. bisher nicht lösbare Aufgaben mit Bildverarbeitung erschließen zu können, werden in der Abteilung Bild- und Signalverarbeitung neue Ansätze der Bildsimulation für die Bildverarbeitung unter dem Begriff »Virtuelle Bildverarbeitung« (engl.: Virtual Image Processing) verfolgt.

Dipl.-Inf. Markus Hüttel | Abteilungsleiter
Telefon +49 711 970-1817
markus.huettel@ipa.fraunhofer.de



1

ADAPTSMART

Adaptive Smartkameralösungen für die flexible Automatisierung im Produktionsprozess

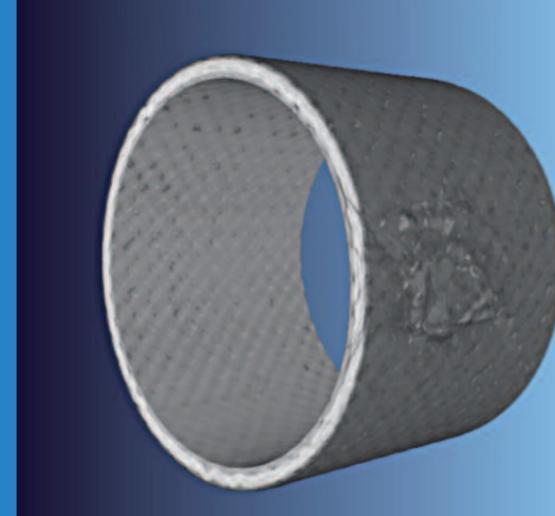
Industrielle Bildverarbeitungslösungen sind heutzutage aus automatisierten Produktions- und Handhabungsprozessen nicht mehr wegzudenken. Durch ihre schnelle und berührungslose Arbeitsweise hat sich die Bildverarbeitung zur Schlüsseltechnologie etabliert. Neben den klassischen PC-basierten Bildverarbeitungssystemen bieten Smartkameras, d. h. optische Sensoren, die nicht nur Bilder aufnehmen, sondern diese auch selbst auswerten können, eine äußerst kompakte und vergleichsweise kostengünstige Alternative. 2D-Smartkameras haben sich insbesondere bei sensorbasierten Inspektionssystemen bereits bewährt. Die 2D-Bildtechnologie stößt jedoch bei komplexen Mess- oder Objektlageerkennungsaufgaben an ihre Grenzen und wird zukünftig auch durch intelligente 3D-Kameras erweitert. Trotz des enormen Nutzens dieser Technologie, speziell in kostensensitiven Prozessen wie der Massenproduktion, sind am Markt verfügbare Smartkameras nur in einer sehr eingeschränkten Auswahl von Anwendungen einsetzbar.

Hier setzt das Forschungsprojekt »AdaptSmart« an, das vom BMBF in der Fördermaßnahme »KMU – innovativ: Produktionsforschung« gefördert wurde. Ziel des Projekts war die Entwicklung einer adaptiven Systemplattform für Anwendungen im Bereich der Automatisierungs- und Handhabungstechnik, die den breiten Einsatz von Smartkameras in unterschiedlichsten Industriebranchen unterstützt. Diese Entwicklung wurde in Kooperation des Fraunhofer IPA mit den Industriepartnern robomotion GmbH, SmartRay GmbH und SensoPart Industrie-sensorik GmbH durchgeführt.

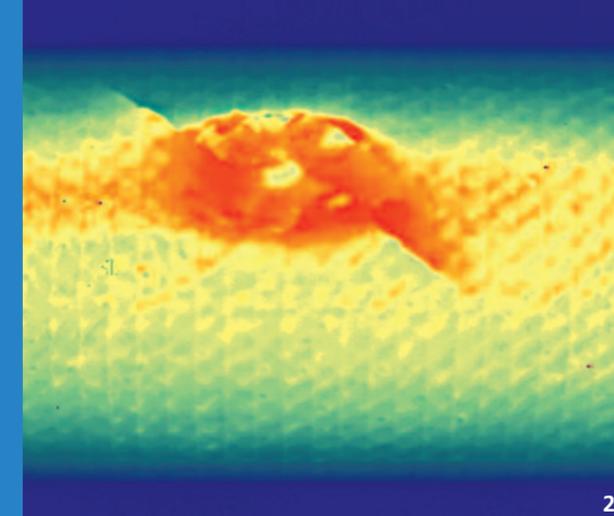
Im Fokus der Arbeiten des Fraunhofer IPA stand die Entwicklung von integrierten Auswertelgorithmen, insbesondere für komplexe messtechnische Anwendungen und 3D-Objektlageerkennungsaufgaben. Denn integrierte Auswertelgorithmen für 3D-Smartkameras beschränkten sich bisher vornehmlich auf einfache, messtechnische Aufgaben zur Qualitätsprüfung oder Prozessüberwachung, wie z. B. Inhalts-, Füllstands- oder Vollständigkeitsprüfung.

Die Basis der am Fraunhofer IPA entwickelten Verfahren zur 3D-Objekt- und Lageerkennung in 3D-Messpunktcloudbildern bilden Verfahren zur Besteinpassung von Grundgeometrieelementen (z. B. Ebene, Kugel, Zylinder, Kegel usw.), die auf ein Embedded-Linux-System portiert wurden. Die Vorverarbeitung der Messdaten, insbesondere die intelligente Unterteilung einer großen Messpunktcloudbild in kleinere Teildatensätze, ermöglicht performante 3D-Besteinpassungen. Um dies zu gewährleisten, ist ein neues Verfahren zur Berechnung einer optimalen Vorverarbeitungsstrategie entwickelt worden, das mittels evolutionärer Algorithmen automatisch eine geeignete Vorsegmentierung durchführt. Weiterhin sind neue Verfahren zur 3D-Besteinpassung von STL- bzw. CAD-Modellen in Messpunktcloudbildern entstanden, die abhängig von der erforderlichen Genauigkeit des Ergebnisses verschiedene Rechenverfahren während der Optimierung verwenden und mit Rechenzeiten von unter einer Sekunde den Einsatz dieser Algorithmen für die 3D-Objektlageerkennung ermöglichen. Im Rahmen von Messeauftritten wurden die im Projekt entstandenen Demonstratoren zum »3D-Griff-in-die-Kiste« und »3D-Griff-vom-Band« präsentiert und dienen den Partnern weiterhin als Plattform für Vorführungen oder Voruntersuchungen.

1 Segmentierungsergebnisse durch automatisch erzeugte Vorverarbeitungsstrategien.



1



2

FASERINSPEKT

Zerstörungsfreie Inspektion von Faserverbundwerkstoffen mit kombinierter Prüftechnik

Der Einsatz von Faserverbundkunststoffen (FVK) in den verschiedensten Branchen der Industrie hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Dies liegt vor allem an den besonderen Eigenschaften der FVK, die einerseits leicht und flexibel, andererseits jedoch stark belastbar und temperaturstabil sind. Mittlerweile nutzt auch die Automobilindustrie verstärkt FVK und der Leichtbau wird als wichtiger Bestandteil für die Zukunft der Fahrzeugproduktion gesehen. Damit der Schritt zum Masseneinsatz dieser Werkstoffe gelingt, bedarf es jedoch einer Qualifizierung der Prüfprozesse.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Forschungsprojekts FaserInspekt hatten es sich die Projektpartner RayScan Technologies GmbH und Fraunhofer IPA daher zum Ziel gesetzt, Prüf-abläufe und -techniken zu entwickeln, die das Spektrum der Anforderungen beim industriellen Einsatz von FVK möglichst breit abdecken können.

Die industrielle Computertomographie ermöglicht die zerstörungsfreie, dreidimensionale Erfassung von FVK. Dabei werden sowohl alle inneren Strukturen als auch die geometrische Form von Leichtbauteilen vollständig abgebildet. Folglich ist nicht nur eine qualitative, sondern auch eine quantitative Detektion und räumliche Analyse von Defekten auf Basis von CT-Daten durchführbar. Die Thermographie ist in der Lage, die Inhomogenitäten in Temperaturfeldern sowohl örtlich als auch zeitlich auszuwerten. Durch Kombination beider Verfahren, d. h. durch die Nutzung von hochaufgelösten CT-Daten als Referenz für die Thermographieergebnisse, lassen sich die Anwendungsmöglichkeiten der Thermographie im Hinblick auf die Inline-Prüfung von CFK/GFK erweitern.

Die CT-Technologie wurde von RayScan Technologies im Projekt so weiterentwickelt, dass eine hochaufgelöste 3D-Datenaufnahme zur optimalen Darstellung der Faserstrukturen ermög-

licht wird. Ein Schwerpunkt der Arbeiten des Fraunhofer IPA war die Realisierung von automatisierten 3D-Auswerteverfahren in diesen CT-Daten. Für die Defekterkennung ist eine 3D-Texturanalyse entwickelt worden, die Fehlstellen als Abweichungen von der vorherrschenden Materialstruktur erkennt und dadurch besonders geeignet für die faserverstärkten Kunststoffe ist. Außerdem kann die 3D-Texturanalyse zur Bestimmung von Faserrichtungen, die sich auf die Stabilität des Bauteils auswirken können, verwendet werden. Weiterhin ist eine 3D-Porositätsanalyse entstanden, die im CT-Volumen die vorhandenen Poren detektiert und vom Bediener konfiguriert und adaptiert werden kann.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten bestand darin, durch Korrelation mit CT-Volumendaten, die Thermographie zur aussagekräftigen Prüfmethode für FVK weiterzuentwickeln. Ein entsprechendes Thermographie-Prüfsystem wurde hierfür am IPA aufgebaut und eine für die FVK-Prüfung optimierte Datenaufnahme realisiert. Untersuchungen an diversen Testteilen ergaben, dass die Thermographie für viele Fehlertypen wie z. B. Delaminationen, Impact-Schäden oder Poren im oberflächennahen Bereich ein geeignetes, zerstörungsfreies Prüfverfahren darstellt, das auch für die Inline-Prüfung eingesetzt werden kann. Alle entwickelten Soft- und Hardwarekomponenten wurden in einem Demonstrator umgesetzt, anhand von realen Bauteilen erfolgreich getestet und die Ergebnisse in einem Anwendungskatalog zusammengefasst.

1 CT-Daten Impactschaden in CFK-Zylinder.
2 Impact-Schaden im Thermographie-Ergebnisbild.

ABTEILUNG FUNKTIONALE MATERIALIEN

Faszination Kohlenstoff – Mehr als 10 Jahre Nanotechnologie am Fraunhofer IPA

Kohlenstoff ist der Werkstoff für die Zukunft und quasi unbegrenzt verfügbar. Je nach Molekülform besitzt er unterschiedlichste Eigenschaften. Weich wie Graphen oder hart wie Diamant sind beispielsweise bereits bekannte und etablierte Charaktere des Kohlenstoffs. Im Automobilssektor gewinnt Kohlenstoff immer stärkere Bedeutung. So sind Kohlefaser-Verbundwerkstoffe eine der wichtigsten Technologien im gesamten Kontext des Leichtbaus. Beispielsweise hat der Autobauer BMW ein Fahrzeug mit Kohlenfasertechnologie für den Serienstart angekündigt. Aber Kohlenstoff kann noch viel mehr: Er hält extremsten Temperaturen stand, kann sowohl Wärme als auch extrem hohe elektrische Ströme leiten und findet seine Anwendungen sowohl als Sensor als auch als Aktuator.

Die Wissenschaftler aus der Abteilung Funktionale Materialien beschäftigen sich seit über zehn Jahren mit der Erschließung neuer Werkstoff- und Produkteigenschaften, basierend auf Kohlenstoff-Nanoröhrchen, auch bekannt unter dem Begriff »Carbon Nanotubes« (CNT), und weiteren nanoskaligen Kohlenstoff-Allotropen wie dem des Graphen. Dabei gewinnen unsere Forschungsarbeiten zur Synthese, Formulierung, Dispergierung und Applikation von nanoskaligen Kohlenstoffen durch die zunehmende Verknappung der Ressourcen an Bedeutung.

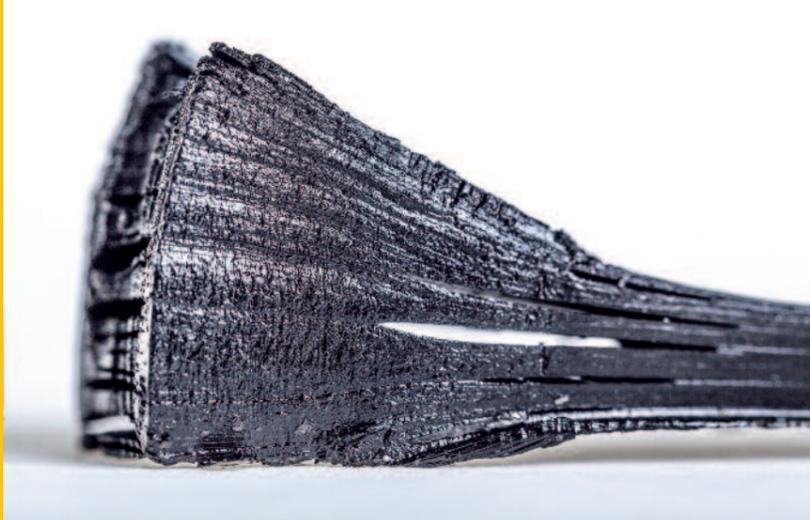
Durch das hohe Maß an Technologie und Verfahrensintegration ist das Fraunhofer IPA in der Lage, schnell kundenspezifische Lösungen zu erarbeiten und Kunden eine weltweit einzigartige Dienstleistung anzubieten: Metalle mit höherer Festigkeit und deutlich verbesserten tribologischen Eigenschaften, energieeffiziente Heizungsschichten, die vollkommen neue Designfreiheiten ermöglichen, oder transparente und elektrisch leitfähige Schichten für Photovoltaik, Unterhaltungselektronik wie Touchpanels und Displays. Dabei zeichnen sich diese Lösungen immer durch maximale Wirtschaftlichkeit und Produktionstauglichkeit aus.

Um diese zum Teil hoch komplexen Aufgaben zu bewältigen, muss der kontinuierlichen Integration von neuen Materialien wie Graphen – ein bislang kaum bearbeitetes Feld in der Wertschöpfungskette, das Engineering nanoskaliger funktionaler Partikel wie beispielsweise des Kohlenstoffs, erschlossen werden. Gestützt durch Simulationsdaten und das fundamentale Verständnis von funktionalen Eigenschaften der Partikel, arbeiten die IPA-Wissenschaftler an der Umsetzung neuester Produktinnovationen.

Dabei verfolgen sie das Ziel, lokalen Kunden die international besten Lösungen anbieten zu können. Um dies zu erreichen, nehmen sie am internationalen Dialog teil und stellen sich dem globalen Forschungswettbewerb. Neben einer jährlich stattfindenden Fachtagung, den Stuttgarter NanoDays, auf der internationale Spitzenforscher ihre neuesten Ergebnisse vorstellen und über kommende Forschungsschwerpunkte diskutieren, ist die Abteilung insbesondere in Ostasien aktiv. Dabei nimmt Japan neben dem gigantischen Wachstumsmarkt China eine besondere Rolle ein. Japan ist in der Nanotechnologie insbesondere den CNT der am weitesten entwickelte Markt. Nach der Pionierarbeit der Professoren Endo und Iijima sind dort die weltweit meisten Unternehmen mit nanoskaligem Kohlenstoff und dessen Produkten beschäftigt.

Um an diesen Entwicklungen teilhaben zu können, hat die Abteilung eine Kooperationsvereinbarung mit der Stadt Osaka abgeschlossen und verfügt über exzellente Beziehungen zum dortigen Forschungs- und Industriemarkt, der nun strategisch erschlossen wird. Im Jahr 2013 konnten weitere Applikationen mit CNT in der Industrie vorangebracht werden – so wurden in der Abteilung z. B. Anwendungen wie flexible Heizelemente aus Zellulose oder transparent leitfähige Folien mit CNT bis zur Marktreife entwickelt.

Dipl.-Ing. (FH) Ivica Kolaric | Abteilungsleiter
Telefon +49 711 970-3729
ivica.kolaric@ipa.fraunhofer.de



SYNTHESE UND FUNKTIONALISIERUNG VON GRAPHEN UND ANDEREN 2D-MATERIALIEN

Seit der Entdeckung des Graphens im Jahr 2004 spielte die Modifikation des Kohlenstoffs mit einer zweidimensionalen und wabenförmigen Struktur in der Forschung eine bedeutende Rolle. Dieser Umstand ist den interessanten mechanischen, elektrischen, thermischen und optischen Eigenschaften des Graphens geschuldet. Aufgrund dieser Eigenschaften ist Graphen ein aussichtsreicher Kandidat für verschiedene Anwendungen, z. B. in der Elektronik, in Verbundwerkstoffen, Sensoren sowie Energiespeichersystemen. Bisherige Forschungsergebnisse basieren oft auf manuell hergestellten Demonstratoren im Labormaßstab und lassen sich prozessbedingt nicht hochskalieren.

Das Fraunhofer IPA beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit der prozesssicheren Herstellung von Graphen und Graphen-Nanoplatlets (GNP) durch CVD und elektrochemische Exfolierung. Diese Materialien werden Projektpartnern bereitgestellt oder für Anwendungsentwicklung am Fraunhofer IPA genutzt. Um eine Weiterverarbeitung der Materialien zu funktionalen Schichten zu gewährleisten, funktionalisieren die Wissenschaftler die GNP während oder nach der Herstellung chemisch. Durch eine gezielte chemische Anbindung von funktionalen Gruppen können die Nanomaterialien in verschiedensten Matrixmaterialien eingesetzt werden. Dabei ist es möglich, die Eigenschaften der finalen Schicht gezielt einzustellen. Die auf diese Weise hergestellten Schichten sind dann als transparente, elektrisch leitfähige Schicht, Barrierschicht oder optoelektrische Komponente in einer Vielzahl von Anwendungen (flexible Elektronik, selektive Barrierschichten, Transistoren und Sensoren) einsetzbar. Die Systemintegration der Schichten in die finalen Anwendungen erfolgt zusammen mit europäischen und japanischen Forschungsinstituten und Industrieunternehmen.

Ziel des Fraunhofer IPA ist eine reproduzierbare, großflächige, kostengünstige Herstellung von multifunktionalen Graphenschichten. Erste Funktionsmuster von Superkondensatoren mit Graphen-Elektroden wurden bereits aufgebaut. Eine Hochskalierung der Herstelltechnologien wird zur Zeit für die Synthese mittels CVD und den folgenden Transfer, basierend auf einem geschützten Prozess, durchgeführt. Dazu wird in 2014 eine Rolle-zu-Rolle-Anlage im Technikum des Fraunhofer IPA aufgebaut.

Für die nasschemische Herstellung der GNP entwickelt das Fraunhofer IPA einen Prozess zur Synthese und Funktionalisierung im Technikumsmaßstab. Dadurch können die Einflüsse der prozesstechnischen Parameter auf die Qualität der entstehenden Graphen-Schichten in größerem Maßstab untersucht werden.

Basierend auf den Erfahrungen bei der Synthese von Graphen, arbeitet das Fraunhofer IPA auch an Möglichkeiten, andere 2D-Materialien kostengünstig herzustellen. Gegenüber der Herstellung von hochreinen CVD-Schichten können diese Plättchen in vergleichsweise größeren Mengen produziert und weiterverarbeitet werden.

Dabei liegt der Fokus vor allem auf der Entwicklung von Herstellprozessen für hochreine Bornitrid- und Molybdänsulfid-Plättchen. Diese sollen zu heterogenen Schichten verarbeitet werden. Durch eine gezielte Stapelung weisen sie multifunktionale Eigenschaften auf und können als aktive Schichten in elektronischen Bauelementen wie beispielsweise Halbleitern, ultraeffizienten Solarzellen und flexibler Elektronik eingesetzt werden. Dazu wird im Jahr 2014 eine Attract Gruppe am Fraunhofer IPA angesiedelt, die sich speziell mit der Forschung auf dem Gebiet der 2D-Materialien und der möglichen Überführung dieser Materialien in Anwendungen beschäftigt.



ENTWICKLUNG VON MATERIALIEN UND PRODUKTIONSPROZESSEN SOWIE ENERGIESPEICHERN DER NÄCHSTEN GENERATION

Forciert durch die Energiewende besteht ein dringlicher Bedarf an neuen, robusten, leistungsstarken Energiespeichersystemen. Dabei stehen Materialien im Fokus, die über eine hohe spezifische Oberfläche verfügen und gleichzeitig in bestehenden Produktionsprozessen verarbeitet werden können. Das Fraunhofer IPA entwickelt zusammen mit verschiedenen Partnern aus der Industrie und Forschung Materialkombinationen für Batterien und Superkondensatoren sowie Hybridsysteme.

In dem vom Fraunhofer IPA koordinierten EU-Projekt »ElektroGraph« (electrograph.eu) werden neue, graphenbasierte Elektroden entwickelt, die für einen Einsatz in Superkondensatoren geeignet sind. Aufgrund seiner elektrischen Eigenschaften und seiner spezifischen Oberfläche ist Graphen ein aussichtsreicher Kandidat für diese Anwendung. Die Entwicklung von Produktionsprozessen für die Materialien, Komponenten sowie Geräte ist ein wesentlicher Bestandteil des Projekts. An dessen Ende sollen die Leistungen des Materials und der Komponenten in einem Funktionsmuster für Automobile demonstriert werden.

In einem weiteren, vom Ministerium für Wirtschaft und Finanzen des Landes Baden-Württemberg geförderten Projekt beforscht das Fraunhofer IPA Energiespeichertechnologien der nächsten Generation. Zusammen mit Industriepartnern werden Materialien und Produktionsprozesse für asymmetrische Energiespeicher entwickelt und die jeweiligen Vorteile von Batterien und Superkondensatoren in einem Hybridsystem vereint. Dieses stellt eine Brückentechnologie zwischen konventionellen Kondensatoren mit hoher Leistungsdichte, hoher Anzahl an Ladezyklen sowie schnellem Ladungsaustausch und Batterien mit hohen Energiedichten dar. Dabei stehen die Schnellladefähigkeit und lange Lebensdauer besonders im Vordergrund,

da diese wesentliche Kriterien für den Markteintritt in der Automobilindustrie sind. Des Weiteren wird bei diesem Projekt auf den Einsatz kostengünstiger und umweltschonender Materialien sowie deren Verarbeitungsprozesse geachtet. In Elektro- und Hybridfahrzeugen sollen die entwickelten Energiespeicher als Puffersystem zur Ergänzung von Batteriesystemen eingesetzt werden. Sie dienen zur Rekuperation von temporär gewonnener Energie wie beispielsweise beim Bremsen oder als Abdeckung des ungleichmäßigen Spitzenbedarfs. Generell können die entwickelten Speicher überall dort eingesetzt werden, wo sehr ungleichmäßige Lastspitzen auftreten wie in der Werkzeugmaschinen und Logistikbranche. Dadurch entsteht ein enormes Einsparpotenzial in verschiedensten Antriebsträngen, da Motoren mit geringerer Leistung eingesetzt werden können. Ebenfalls im Sektor der erneuerbaren Energien können aufgrund starker Angebot- und Nachfrage-Schwankungen an elektrischer Energie Leistungsspitzen kompensiert werden.

Durch die große Nachfrage immer leistungsstärkerer und schnellerer Energiespeicher ist die Entwicklung neuartiger und nachhaltiger Nanomaterialien sowie deren Synthese- und Verarbeitungsprozesse unerlässlich. Das Ministerium für Wirtschaft und Finanzen fördert die Etablierung dieser Plattformtechnologien, um eine Stärkung der Forschung und Industrie in Baden-Württemberg in diesen wichtigen Zukunftsmärkten sicherzustellen. Am Fraunhofer IPA werden das Know-how aus Industrie und Forschung gebündelt und so der Einsatz von neuen Materialien in marktreife Produkte vorangetrieben. Durch die neuen Technologien soll der Wirtschaftsstandort Deutschland im Bereich neuer Energiespeicher für Consumer und Industrie am globalen Markt gestärkt werden.

ABTEILUNG GENERATIVE FERTIGUNG

Generative Fertigung auf dem Weg zur selbstverständlichen Verfahrensalternative in der professionellen Fertigung

»3D-Printing« – umgangssprachliches Synonym für die generative Fertigung – ist mittlerweile nicht nur Ingenieuren und Technikenthusiasten ein Begriff: Der Blick in die Tageszeitung oder in Nachrichtenmagazine genügt, um regelmäßig von den vermeintlich neuen Verfahren zu lesen. Dies spiegelt sich auch im aktuellen Garnter »Hype-Cycle« wider, welcher jährlich die Technologiereife und die Erwartung an neue Technologien bewertet und darstellt: Das »Consumer 3D-Printing« ist am Gipfel der vorerst überzogenen Erwartungen angekommen und somit auf dem Weg in das Tal der Tränen, welches der normalen Erkenntnis geschuldet ist, dass die geweckten Erwartungen wohl noch nicht zu erfüllen sind. Bemerkenswert ist jedoch, dass zusätzlich das »Enterprise 3D-Printing« aufgeführt ist, und zwar im Aufstieg heraus aus dem Tal der Tränen hin zum »Plateau der Produktivität«.

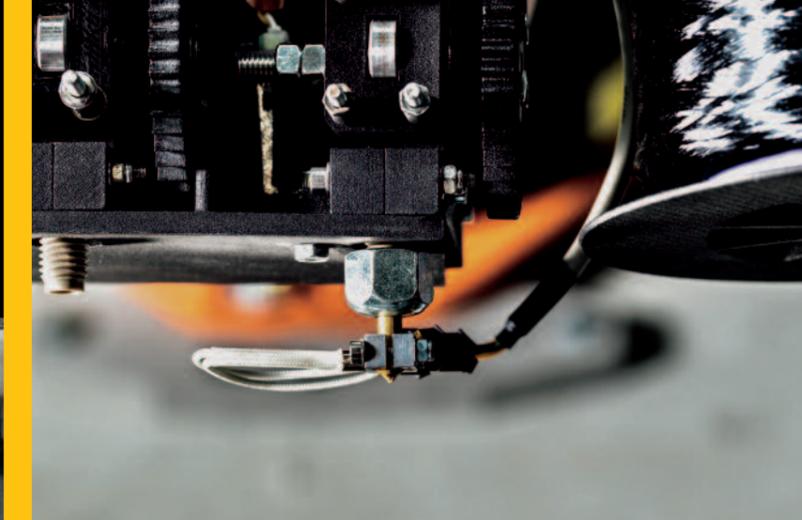
Diese Einschätzung der generativen Fertigungstechnologie bestätigt sich auch in den Projekten und der Arbeit am Fraunhofer IPA: Während in den vergangenen Jahren die generativen Fertigungstechnologien nur selten die Grenzen der Fachabteilung überschritten haben, hat der allgemeine Hype im Zuge des »Consumer 3D-Printing« dazu geführt, dass das Interesse und die Möglichkeiten der Technologie auch im professionellen Umfeld breiter wurden. Es muss zwar des Öfteren Aufklärungsarbeit geleistet werden, dass die in der allgemeinen Presse getroffenen Aussagen nicht unbedingt den tatsächlichen Möglichkeiten der Technologie entsprechen, doch der positive Effekt überwiegt: Die generative Fertigungstechnologie rückt in das Bewusstsein und es wird fachübergreifend sowie bei Kunden und Projektpartnern über diese Technologie nachgedacht. Als Resultat wird die Technologie als gewinnbringende Ergänzung zu bereits etablierten Fertigungsverfahren begriffen.

Dieser veränderte Blickwinkel findet sich wiederum in den aktuellen Projekten bestätigt: Beinahe ausschließlich definieren sich die im vergangenen Jahr angelaufenen Projekte in diesem Bereich über eine Kombination der generativen Fertigung mit anderen Verfahren und Technologien. Die EU-Projekte »CassaMobile« (www.cassamobile.eu) sowie »NextFactory« (www.nextfactory-project.eu) und »Reborn« sind dafür die besten Beispiele. Während im ersten Projekt generative Verfahren als Bestandteil einer hochintegrierten Prozesskette zur schnellen und kosteneffizienten Fertigung kundenindividueller Produkte weiterentwickelt werden, kombiniert NextFactory die generative Fertigung mit klassischen Verfahren aus dem Bereich der Mikrosystemtechnik. Im Projekt Reborn wird die generative Fertigung schließlich zur Bereitstellung von Produktionshilfsmitteln in flexiblen Fertigungslinien eingesetzt.

Dabei wird auch die Bandbreite deutlich, in welcher generative Verfahren gewinnbringend eingesetzt werden können: Solange man diese nur vermeintlich neue Technologie – sie existiert bereits seit über 20 Jahren – richtig und gegebenenfalls kombiniert einsetzt, ergeben sich gewinnbringende Vorteile, die mehr und mehr von der Industrie erkannt werden. Dadurch kann auch auf eine steigende Nachfrage gehofft werden, welche sich in einem verstärkten »Market-Pull« niederschlagen könnte und somit den generativen Verfahren endgültig aus den Kinderschuhen helfen würde. Das Fraunhofer IPA steht mit seiner Kompetenz bereit, diese Entwicklung zu unterstützen und zu beschleunigen.

Dipl.-Ing. (FH) Steve Rommel
Gruppenleiter Prozessentwicklung FDM/SLS
Telefon +49 711 970-1821
steve.rommel@ipa.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Oliver Refle
Gruppenleiter Digitale Drucktechnik (2D/3D)
Telefon +49 711 970-1867
oliver.refle@ipa.fraunhofer.de



BAUTEILE IM FASERKUNSTSTOFFVERBUND AUS DEM 3D-DRUCKER

3D Fibre Printer des Fraunhofer IPA ermöglicht generative Fertigung thermoplastischer Kunststoffteile mit integrierter Endlos-Karbonfaser

Prototypen, Einzelanfertigungen, Kleinserien oder individualisierte Produkte aus dem 3D-Drucker, kostengünstig und ohne Gussform, dafür mit größerer Freiheit für komplexere und individuellere Gestaltung – die Vorteile von aufbauender statt abtragender Fertigung gewinnen auch in der industriellen Praxis immer weiter an Raum. Eine Herausforderung besteht in der Erschließung weiterer und anspruchsvoller Werkstoffe für die generative Fertigung. Die Forscher des Bereichs Fused Deposition Modeling (Schmelzschichtung, FDM) bzw. Fused Filament Fabrication (FFF) am Fraunhofer IPA leisten hier Pionierarbeit. Das Team um Gruppenleiter Steve Rommel und Projektleiter Andreas Fischer hat einen 3D Fibre Printer entwickelt, mit dem thermoplastische Bauteile aus Faserkunststoffverbund schnell, hochwertig und kostengünstig aufbauend hergestellt werden können.

»Das Verfahren hat enormes Potenzial für eine Vielzahl von Zukunftsbranchen«, ist IPA-Institutsleiter Alexander Verl überzeugt. Leichtbauteile aus Faserkunststoffverbund-Werkstoffen werden in Luft- und Raumfahrt, Automobilbau und vielen anderen Branchen immer stärker nachgefragt. Limitierender und kostentreibender Faktor ist die eingeschränkte industrielle Herstellbarkeit dieser Werkstoffe, die bislang einen hohen Einsatz von Handarbeit und die Verwendung einer Form verlangen. Um Faserverbundkunststoff auch für die generative Fertigung nutzbar zu machen, erschien den Fraunhofer-Forschern Andreas Fischer und Steve Rommel das Schmelzschichtverfahren am besten geeignet. Beim Fused Deposition Modeling werden geschmolzene Polymere mit einer dreidimensional im Raum verfahrenen Düse aufgespritzt und so das zunächst am

Computer erzeugte Werkstück schichtweise aufgebaut. Die Verarbeitungstemperatur liegt üblicherweise zwischen 200 und 300 °C bei einer Schichtdicke von 0,1 bis 0,4 mm und einem Düsendurchmesser von 0,2 bis 0,5 mm. Dieser Prozess kann jederzeit unterbrochen werden, beispielsweise um Halbzeuge wie z. B. Magnete oder Leuchtfolien zu integrieren, so dass FDM/FFF für die Herstellung hochkomplexer Endprodukte besonders geeignet ist. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind die montagefreie Kapselung verschiedener Materialien oder ganzer Produkte, auch in Verbindung mit Produktindividualisierung. Ein Beispiel: individualisierte ergonomische Griffe und Griffschalen für hochwertige Werkzeuge.

Komplexe Problemstellung – innovativ gelöst

Der Lösungsansatz des am Fraunhofer IPA entwickelten und zum Patent angemeldeten 3D Fibre Printer besteht in der Einbringung von Fasern in den Kunststoffstrang während des Druckprozesses, sodass aus dem speziellen Schmelzkopf des Printers der Matrixfaserverbund schichtweise aufgetragen werden kann. Der Schmelzkopf selbst wird von einem 6-Achs-Knickroboter geführt. Das kommt nicht nur der besseren Skalierbarkeit der Bauteilgröße zugute, sondern bietet auch die Möglichkeit, andere Bauteile, Komponenten oder Halbzeuge in den dreidimensional gedruckten Faserkunststoffverbund zu integrieren und auch faserspezifisch zu drucken. »Durch den 3D Fibre Print wird die automatisierte und formlose Herstellung komplexer thermoplastischer Faserkunststoffverbund-Bauteile aus Matrix und Endlosfaser ab Losgröße eins erreichbar«, fasst Andreas Fischer das Ergebnis zusammen.

Faserförderung als zentrales Problem

Auf der Suche nach Lösungen für das zentrale Problem der Faserförderung rechneten Steve Rommel und sein Team verschiedene Alternativen durch. Der von den Fraunhofer-Forschern gewählte Weg vereinigt geschmolzenes Thermoplast-Material und Karbonfaser direkt im Austrittskanal der Printerdüse. Die Faser wird innerhalb der Düse dem Hauptstrom des Filaments zugeführt. Durch die mechanische Einbindung der Faser in die Schmelze entsteht – in Abwandlung des Prinzips einer Wasserstrahlpumpe – ein Zug, der die Faser kontinuierlich weiter in den Extruder zieht. Mit diesem Mechanismus wird die Karbonfaser auf dem kurzen Weg zum Düsenausgang mit der richtigen Menge Kunststoff ummantelt und zugleich mit derselben Vorschubgeschwindigkeit wie der Kunststoff mitgeführt.

Spezialdüse – generativ gefertigt

Um dieses innovative Prinzip zu realisieren, musste eine spezielle Düse entwickelt werden, die sich zwar an die Konstruktion einer Standard-Messingdüse anlehnt, wie sie im FDM-Verfahren längst Stand der Technik ist, sich aber gleichzeitig in der komplexen inneren Kanalführung unterscheidet. Mit konventionellen Mitteln lässt sich eine solche komplexe Innengeometrie allerdings nicht erreichen. Die Spezialdüse des 3D Fibre Printer wird deshalb ebenfalls generativ mit einem Sinterverfahren, dem Selective Laser Melting (SLM), hergestellt. Auch für die Vorschubeinheit des 3D Fibre Printer wurde ein aufbauendes

Fertigungsverfahren gewählt: Die robust für den Dauereinsatz ausgelegte Baugruppe aus zwei Fördereinheiten wurde über Selektives Lasersintern (SLS) hergestellt und ermöglicht so einen zuverlässigen Vorschub auch bei anderen Werkstoffen wie beispielweise thermoplastischem Polyurethan (TPU) – ebenfalls eine Neuentwicklung der Fraunhofer-Forscher.

Vielversprechende Testergebnisse: Das Verfahren funktioniert

»Die bisherigen Druckversuche und Erprobungsläufe mit dem 3D Fibre Printer sind vielversprechend verlaufen«, bilanziert Andreas Fischer. Die Ummantelung der Faser mit dem Kunststoff, die eine optimale Haftung beider Werkstoffe aneinander erzeugen soll, ist einheitlich. Der Einsatz eines Industrieroboters zur Führung des Schmelzkopfes hat sich als richtiger Weg zum fasergerechten FDM erwiesen, um auch größere Bauteile mit adäquaten Fertigungsstrategien zeitgünstig und mit hoher Oberflächengüte herstellen zu können. Bis zum industriellen Einsatz der Technologie sind noch weitere umfangreiche Untersuchungen erforderlich. So sollen Langzeittests u. a. erhitzen, ob SLM das geeignete Verfahren für die Herstellung der Düse ist und ob die bisher erarbeitete konstruktive Auslegung der Düse später in einem industriellen Fertigungsumfeld auch Bestand haben kann. Fakt ist: Das am Fraunhofer IPA gefundene Verfahren zur Einbringung einer Faser in den FDM-Prozess funktioniert – und es hat großes Potenzial für die industrielle Anwendung.

ABTEILUNG LEICHTBAUTECHNOLOGIEN

Die Energiewende und die zunehmende globale Ressourcenverknappung waren im Jahr 2013 die bestimmenden Themen in Politik und Wirtschaft. Den Energie- und Ressourcenverbrauch vom Wirtschaftswachstum und der Wohlstandsentwicklung in Industriestaaten zu entkoppeln, wird entscheidend für den Erfolg der Energiewende und den Paradigmenwechsel im Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen. Mit Konzepten und Strategien zur Nachhaltigkeit von Produkten und Produktionsprozessen sowie dem Einsatz erneuerbarer Energien und nachwachsender Rohstoffe soll der Ressourcenverknappung begegnet werden. Industrie und Forschung arbeiten an Entwicklungen, die Effektivität von Prozessen, bezogen auf den Energie- und Materialeinsatz, zu erhöhen.

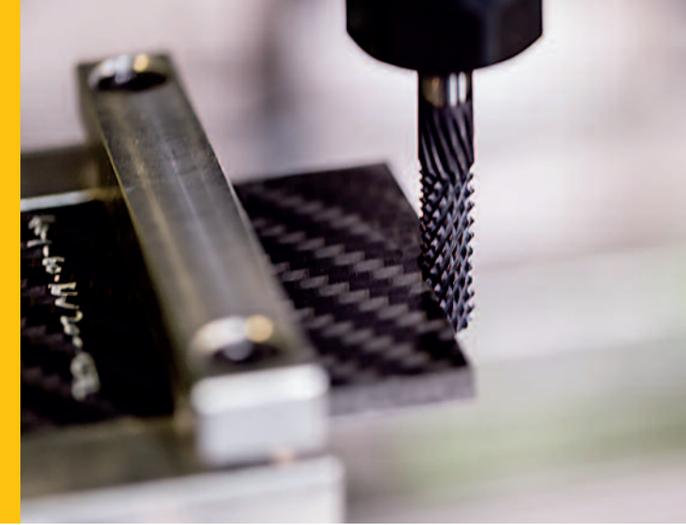
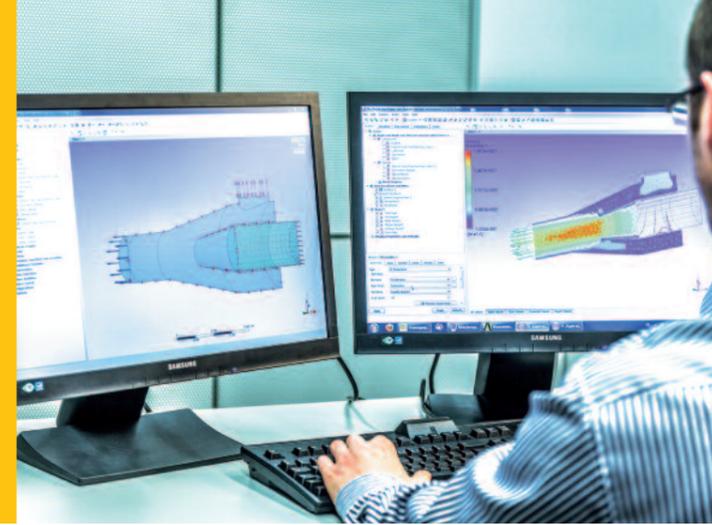
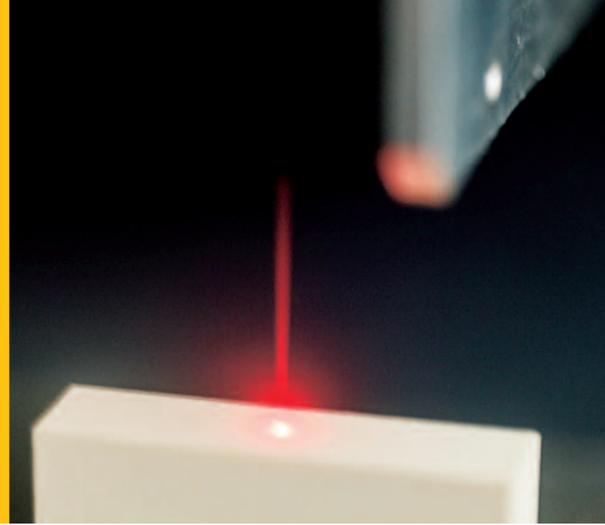
Eine Schlüsseltechnologie, um den Herausforderungen der Energie- und Materialeffizienz zu begegnen, ist die Leichtbautechnologie. Unter diesem Begriff verbirgt sich eine Vielzahl von Lösungsmöglichkeiten in einer Vielzahl von Branchen und Produkten. Die Branchen erstrecken sich von der Architektur über Sportartikel und Windkraftanlagen bis hin zum Flugzeugbau und der Automobilindustrie. Neben der reinen Einsparung von Werkstoffen stehen bei bewegten Objekten – vom Flugzeug über das Automobil bis hin zum Schlitten einer Werkzeugmaschine – die Steigerung der Beschleunigung und Geschwindigkeit oder die Einsparung von Energie bei der Bewegung im Vordergrund.

Will man das weite Feld der Leichtbautechnologien für die Industrie nutzbar machen, stehen grundsätzlich drei Ansätze zur Verfügung: Leichte Produkte können durch fortschrittliche Bauweisen geschaffen werden, durch den Einsatz leichter und hochfester Werkstoffe sowie durch die genaue Durchdringung des Belastungsfalls, um so Werkstoff und Gewicht einzusparen. Die Umsetzung folgt dann analog auf drei Wegen: Zum einen entwickelt die Abteilung Leichtbautechnologien konstruktiv im Formleichtbau Lösungen, die durch eine optimierte Kräfteverteilung und Formgebung, z. B. Topologieoptimierung, ein

hohes Tragvermögen, hohe Steifigkeiten und Festigkeiten mit geringstem Stoffeinsatz erreichen. Dazu werden moderne Berechnungsprogramme und jahrelange Erfahrung genutzt. Zum anderen werden im Stoffleichtbau spezifisch schwere Werkstoffe durch leichtere oder festere ersetzt. Die Verfahren und Berechnungen dazu erarbeitet die Abteilung in enger Kooperation mit dem Fraunhofer ICT. Drittens wird der Bedingungsleichtbau umgesetzt. Durch methodische Anforderungsanalysen und integrative Maßnahmen entwickelt die Abteilung Leichtbaulösungen, die sich genau den Kundenanforderungen anpassen.

Neben diesen konstruktiven Themen beforcht die Abteilung Leichtbautechnologien auch den Produktionsprozess. Im Bereich des Flugzeugbaus zeigen die Wissenschaftler Automatisierungspotenziale auf, um Leichtbauwerkstoffe und Hybride zu bearbeiten. Für den Automobilbau werden Bearbeitungsverfahren ebenso wie Produktionsmittel neu entwickelt, um eine wirtschaftliche Serienfertigung umzusetzen. Der Fokus der Verfahren liegt dabei auf der spannenden Bearbeitung sowie auf Fügeverfahren für Leichtbauwerkstoffe und deren Kombinationen. Einblick geben die beiden folgenden Seiten, auf denen Kernthemen und Projekte der Abteilung Leichtbautechnologien exemplarisch dargestellt werden.

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



LEICHTBAU FÜR LEICHTBAU

Die Abteilung Leichtbautechnologien erarbeitet Lösungen, die sich dem Themenfeld Leichtbau für Leichtbau zuordnen. Eingebunden in die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowohl des Fraunhofer IPA in Bezug auf Produktionstechnik und Automatisierung als auch angelehnt an das Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart, befassen sich die Forschungsarbeiten mit den beiden Aspekten Leichtbaulösungen und -technologien für die Produktionstechnik und zugleich Fertigungstechnik und Automatisierungslösungen zur Herstellung und Bearbeitung von Leichtbauwerkstoffen.

Der Einsatz von Leichtbaulösungen und neuen Konzepten wird insbesondere für den Maschinen- und Anlagenbau betrieben. Steigende Personal- und Energiekosten erhöhen dort den Druck auf die Hersteller und verlangen nach innovativen Maschinenkonzepten. Gerade deswegen sind hochdynamische Maschinen zur Reduktion der laufenden Kosten von der Industrie sehr gefragt. Um diesen Markt bedienen zu können, entwickelt die Abteilung Lösungen für bewegte Maschinenelemente, um diese möglichst leicht auszulegen, ohne jedoch dabei funktionelle Einbußen hinnehmen zu müssen. In diesem Zusammenhang ist neben einer Leichtbaukonstruktion auch das Verständnis der zu verarbeitenden Werkstoffe essenziell. An einem Portal zum Handling von Wellen setzen die Wissenschaftler Maßnahmen zur Erhöhung der Dynamik um, indem sie durch methodische Analysen zunächst die Anforderungsprofile schärfen und Leichtbaulösungen ableiten. Unter Berücksichtigung der Fertigungsmöglichkeiten und Erfahrungen der beteiligten Unternehmen erarbeiten die Forscher solche Leichtbaulösungen in Bezug auf die Achskonzepte, Antriebsarten und eingesetzten Werkstoffe und Bauweisen, die eine schnelle Implementierung

in den Unternehmen erlauben. Eingebunden sind diese Entwicklungstätigkeiten in Unternehmensnetzwerke in Baden-Württemberg, um hier dem wichtigsten Produktionsstandort in Deutschland für Werkzeugmaschinen und Maschinenausrüster einen Zugang zu den Potenzialen im Leichtbau zu ermöglichen.

Eng verbunden mit konstruktiven Lösungen im Leichtbau sind die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Fügetechnik für Leichtbau- und Verbundwerkstoffe. Insbesondere der Einsatz neuer Werkstoffe, das Verbinden unterschiedlicher Werkstoffe und die Nachfrage nach einer stetigen Massenreduktion verlangen nach neuen und innovativen Fügekonzepten. Den Stand der Technik stellen derzeit konventionelle Fügeverfahren dar, welche den steigenden Anforderungen und der Variantenvielfalt kaum mehr gerecht werden können. Um bestehende Fügeverfahren an die neuen Anforderungen anzupassen oder neue Fügeverfahren zu entwickeln, arbeiten Industrie und Forschung eng zusammen. Neben der spanenden Bearbeitung der Werkstücke zu Beginn des Fügeprozesses gehören zudem viele unterschiedliche Fügeverfahren zu den Forschungsschwerpunkten. Hierbei werden nicht nur Werkstoffe auf Faserverbundbasis betrachtet, sondern es werden Fügeverfahren für unterschiedliche Werkstoffe und auch Automatisierungsgrade im Fügeprozess entwickelt. Diese Verfahren schließen klassische Nietoperationen mit ein, wobei hierzu vollautomatisierte, roboterbasierte Anlagen Verwendung finden. Aber auch Technologien wie Clinchen und Schweißen entwickelt die Abteilung weiter, wenn auch nicht das klassische thermische Schweißen, sondern Verfahrensvarianten wie Reibrührschweißen und Ultraschallschweißen.

Neben diesem Hauptgebiet des konstruktiven Leichtbaus und der dazu notwendigen Fügetechnik entwickelt die Abteilung Technologien, um Leichtbauwerkstoffe zu bearbeiten. Angefangen bei der Prozesstechnologie über die Zerspanwerkzeuge bis zur Spanntechnik der Werkstücke und die Maschinenkonstruktion wird die gesamte Prozesskette ausgelegt und optimiert. Dies erfolgt sowohl in experimentellen Laborapplikationen als auch in einer Abbildung der Prozesse auf virtueller und simulativer Ebene. Einen besonderen Schwerpunkt bilden hierbei die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Maschinenemissionen. Bei der Zerspanung von Leichtbauwerkstoffen ist mit einer starken Emission von Spänen und Stäuben zu rechnen, die auf unterschiedliche Weise den Maschinenbediener, die Bearbeitungsmaschine, aber auch die Prozesssicherheit gefährden.

Gesundheitsgefährdungen gehen vor allem von feinen Faserstäuben aus, wie sie bei der Zerspanung von Faserverbundwerkstoffen in großen Mengen entstehen. Untersuchungen am Fraunhofer IPA haben gezeigt, dass eine große Fraktion der Partikel lungengängig, teilweise sogar alveolengängig ist. Neben den aus der Holzbearbeitung bekannten Erkrankungen durch hohe Staubbelastung stehen splitterförmige Bestandteile der Stäube zusätzlich im Verdacht, krebserregend zu sein, da sie den betreffenden WHO-Definitionen entsprechen und Asbestpartikeln ähneln. Daher werden in Forschungsvorhaben Faserstäube und deren Wirkungen untersucht. In enger Zusammenarbeit mit der Berufsgenossenschaft und OEMs werden Richtlinien und Standards für einen sicheren Umgang mit diesen Stoffen erarbeitet. Weiterhin stellen Stäube von CFK aufgrund ihrer exzellenten elektrischen Leitfähigkeit eine Gefährdung für elektrische und elektronische Baugruppen dar. Mit Schaltschrankherstellern untersucht und entwickelt die

Abteilung Leichtbautechnologien wirkungsvolle Schutzmechanismen und prüft diese in eigens dafür aufgebauten Prüfständen.

Bei der Zerspanung von Leichtmetallen wie Aluminium sowie Faser- und Holzwerkstoffen besteht die Gefahr von Staubexplosionen. Diese können jedoch durch eine effektive Absaugvorrichtung verhindert werden. Die Entwicklung solcher Absaugvorrichtungen und die Einbindung in den Zerspanprozess steigern die Effektivität der Stauberfassung und sind maßgeblich für die Erhöhung der Prozesssicherheit sowie den Schutz von Mensch und Maschine verantwortlich. In Zusammenarbeit mit einem Industriepartner wurde deshalb 2013 ein neuer Ansatz zur Staub- und Späneerfassung entwickelt und patentiert, um den Energieverbrauch zu minimieren und die Erfassung von Spänen und Stäuben zu verbessern. Ein parallel dazu entwickeltes automatisiertes Erfassungssystem erlaubt innerhalb eines neuartigen, adaptiven Absaugsystems eine sensorbasierte Späneerfassung und kann zugleich den Energieverbrauch um den Faktor 10 reduzieren. Somit entstehen für die beteiligten Unternehmen Technologien, die die Fertigung von Leichtbauwerkstoffen effektiver und wirtschaftlicher machen und so die Wettbewerbsvorteile der deutschen Produktion stärken.

FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE FÜR AUTOMATISIERUNG IN DER MEDIZIN UND BIOTECHNOLOGIE PAMB

Das ist erst der Anfang – Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie

Im Juli 2011 nahm die Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB an der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg ihre Arbeit auf. Nach aktuellem Erkenntnisstand ist eine solche Einrichtung einzigartig. Bereits aus heutiger Sicht hat sich dieser Schritt für die Projektgruppe IPA-PAMB, so die offizielle Kurzbezeichnung, und das Klinikum gelohnt. In den zweieinhalb Jahren ihres Bestehens wurde deutlich, dass das am Anfang erwartete Potenzial für die Medizin und Biotechnologie viel zu gering eingeschätzt worden war. Neue, teilweise grundlegend geänderte Ansätze für den Einsatz von Assistenzsystemen, Closed-loop-Systeme für Diagnose und Intervention und den Einzug von Produktionstechnik in die inneren Areale der Interventionsumgebung sind nur einige Bereiche, in denen Automatisierungstechnik völlig neue Möglichkeiten schaffen kann, bzw. erst die Voraussetzung, z. B. für die personalisierte Diagnose und Intervention, geschaffen hat. Die Automatisierungstechnik liefert hierfür den Grundansatz zur Beherrschung komplexerer, parallelierter Prozesse, höherer Präzision oder Reproduzierbarkeit.

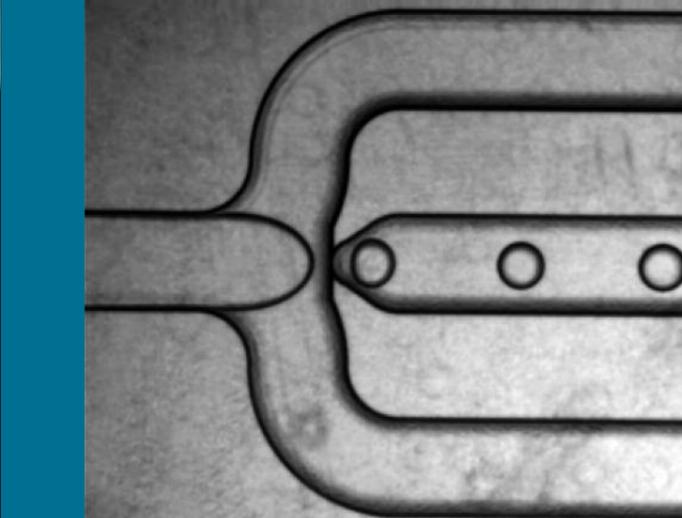
Ein solches Potenzial kann nur in enger Zusammenarbeit mit den klinischen Spezialisten und Naturwissenschaftlern erschlossen werden: »100 m vom Krankenhaus entfernt, ist schon zu weit«, so wird die Situation scherzhaft auch von anderen Forschergruppen beschrieben. Die Möglichkeit zur unmittelbaren Teilnahme am klinischen Alltag während eines Eingriffs oder auch die Besprechung am Mittagstisch ermöglicht ein grundlegendes Verständnis der Erwartungen an die Ingenieure und ist der Schlüssel zur Identifikation von neuen Trends in der Medizin. PAMB hat seine Büros und Labore mitten im Universitätsklinikum Mannheim. Die Mediziner in Mannheim haben die Projektgruppe herzlich und mit offenen Armen willkommen geheißen.

Der Zugang zur Spitzenmedizin ist für die Mitarbeiter von PAMB fast zur Selbstverständlichkeit geworden. Darüber hinaus ist das Interesse an einer Katalysatorfunktion von PAMB groß und wird von den Medizinern am Standort aktiv unterstützt: Unternehmen mit relevanten Produkten und Kompetenzen finden über PAMB einen unkomplizierten Zugang und Beratung zu Anwendungen ihrer Produkte auf dem Markt für Medizin- oder Biotechnik.

Mit bald fünf Gruppen für Bioprosesstechnik, Mikromechanik, Optische Biomesstechnik, Regelungssysteme für die Medizin und Biotechnologie und IT für die Biomedizin stehen alle integralen Bestandteile für die Entwicklung von Automatisierungslösungen für die Diagnose und Intervention sowie für die Bioprosesstechnik/kliniknahe Automatisierungstechnik für unsere Kunden zur Verfügung. Mit dem Fachwissen in den Gruppen sind wir außerdem optimale Partner auch für Teilentwicklungen und Einzelprodukte. Die Infrastruktur im Klinikum ermöglicht uns in Zusammenarbeit eine weitreichende klinische Evaluierung der Projektergebnisse als grundlegende Voraussetzung für eine Produktentwicklung in diesem Bereich.

Die langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Medizin- und Bioprosesstechnik, die Nähe zum Anwender und eine Vision von der Zukunft aus medizintechnischer Sicht macht uns zum optimalen Partner für Entwicklungen auf diesen Arbeitsgebiet.

Dr. Jan Stallkamp
Leiter Fraunhofer-Projektgruppe für
Automatisierung in der Medizin und
Biotechnologie PAMB
Telefon +49 621 17207-101
jan.stallkamp@ipa.fraunhofer.de
<http://pamb.ipa.fraunhofer.de>



MIKRO-PARTIKEL HUNGERN KREBSZELLEN AUS

Die Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB entwickelt multimodal sichtbare Embolisatpartikel, die gezielt an die richtige Stelle gespritzt, Krebstumoren die Nährstoffzufuhr abschneiden. Die winzigen EmboFORM-Partikel bestehen aus einem bioverträglichen Polymer, das im Gegensatz zu den bislang verwendeten Materialien sowohl auf CT- als auch auf MRT-Aufnahmen sichtbar ist.

Jede Zelle im menschlichen Körper überlebt auf Dauer nur, wenn sie ausreichend mit Nährstoffen versorgt wird. Das gilt ganz besonders für Krebszellen. Weil sie vor allem auf Wachstum programmiert sind, ist ihr Nährstoffbedarf in vielen Fällen besonders groß. Genau hier setzt die Embolisierungstherapie an: Kann ein Tumor nicht durch Chemotherapie zerstört oder chirurgisch entfernt werden, gibt es die Möglichkeit, ihn auszuhungern, indem man gezielt das Geflecht feiner Gefäße, welches die Krebszellen am Leben erhält, verstopft. Die Embolisierungstherapie wird am häufigsten bei bösartigen Lebertumoren, hepatozellulären Karzinomen, eingesetzt, aber auch für eine Vielzahl anderer Tumore wie Nierenzellenkarzinomen oder Uterusmyomen. Zum Einsatz kommen bei dieser Form der Krebstherapie Gele, Schäume und Partikel aus Kunststoff. Partikel haben gegenüber Gelen und Schäumen den Vorteil, dass sie wesentlich schneller und einfacher zu verabreichen sind.

Bei der Embolisierungstherapie handelt es sich um einen minimal-invasiven Eingriff, sodass eine größere Operation nicht notwendig ist. Während der Behandlung wird durch den praktizierenden Radiologen ein Katheter oder Mikrokatheter direkt in das Hauptgefäß des Tumors gelegt und durch eine Trägerflüssigkeit die Mikropartikel injiziert.

Das Problem dabei: Die bislang verwendeten kommerziell erhältlichen Partikel auf Basis von Polyvinylalkohol (PVA) sind weder in bildgebenden Verfahren wie der Röntgen-Computertomographie (CT) noch mit Hilfe der Magnetresonanztomographie (MRT) direkt zu sehen. Ihr Weg lässt sich lediglich indirekt über die Trägerflüssigkeit verfolgen, in der sie gespritzt werden. Dazu muss dieser Flüssigkeit zusätzlich ein Kontrastmittel beigemischt werden, welches rasch nach der Applikation ausgewaschen wird. Darüber hinaus kann eine Beurteilung, ob und in welchem Maße eine Okklusion nach der Injektion stattgefunden hat, bisher nur mit der weiteren Gabe von Kontrastmittel überprüft werden.

Gemeinsam mit Medizinern des Mannheimer Instituts für klinische Radiologie und Nuklearmedizin (IKRN) hat die Fraunhofer PAMB deshalb im Projekt EmboFORM Partikel entwickelt, die mittels Röntgen und MRT direkt sichtbar sind – auch dann noch, wenn das Kontrastmittel längst verschwunden ist. Der Vorteil hierbei liegt zum einen darin, dass eine geringere Menge an Kontrastmittel verabreicht werden muss und zum anderen dass der behandelnde Radiologe von nun an den Eingriff besser überwachen kann und eine Nachkontrolle im weiteren Verlauf der Therapie dadurch ermöglicht wird.

Für den Patienten ist dabei von Vorteil, dass die Stoffe, die den nötigen Kontrast für das CT erzeugen, hochkonzentriert in den Partikeln selbst vorliegen und damit die Strahlenbelastung während der Durchleuchtung sinkt: Die EmboFORM-Partikel bestehen aus einem Acrylpolymer, welches unter anderem das Monomer 2-methacryloxyethyl-(2,3,5)-triiodobenzoate (MAOETIB) enthält. An diesem sind Iod-Atome gebunden, wodurch bei einer angepassten Menge die Partikel auf dem

Röntgenschirm sichtbar werden. Für den Einsatz der Magnetresonanztomographie werden superparamagnetische Eisenoxidnanopartikel während des Produktionsprozesses eingebracht und eingekapselt.

Die Embolisatpartikel mit verbesserten Eigenschaften wurden bereits in präklinischen Tests von den Medizinern des IKRN auf ihre Funktionalität geprüft und zeigten sehr gute Ergebnisse.

Die benötigte Partikelgröße hängt unter anderem von der Größe der Blutgefäße ab, die sie okkludieren sollen, und kann je nach Indikation sehr unterschiedlich sein. Beispielsweise werden bei hepatozellulären Karzinomen Partikel mit Größen zwischen 50 bis 120 Mikrometern und bei Uterusmyomen Partikel von bis zu 1000 Mikrometern verwendet.

Die Produktion von Embolisationspartikeln erfolgt meist über konventionelle Herstellungsverfahren wie der Emulsionspolymerisation oder der Sprühtrocknung. Dabei werden bei der Emulsionspolymerisation ganz kleine Tropfen aus Monomer durch eine Emulsion gebildet und diese dann zu harten Partikeln auspolymerisiert. Im Gegensatz dazu wird bei der Sprühtrocknung ein bereits vorhandenes Polymer in einem Lösungsmittel gelöst und durch eine Düse in Form kleinster Tropfen zerstäubt. Durch Einbringen der Tropfen in einen Heißluftstrom trocknen diese schnell zu festen Partikeln.

Die aus diesen Methoden hergestellten Partikel bringen jedoch den Nachteil einer breiten Größenverteilung mit sich, sodass diese in nachgeschalteten Siebprozessen erst in kleine Größenfraktionen aufgetrennt werden müssen. Dies kann einerseits zeitintensiv sein und andererseits können die Partikelgrößen nur begrenzt eingestellt werden, sodass eine gewisse Größenverteilung immer bestehen bleibt.

Im Projekt EmboFORM wurde neben der Verbesserung der Partikel selbst an einer Produktionsplattform gearbeitet, die es zum einen ermöglicht, Mikropartikel mit den gewünschten Eigenschaften und zum anderen mit nahezu exakt definierten Größen zu produzieren. Die Größe der Partikel lässt sich so auf den jeweiligen Anwendungsfall einstellen. Ein nach der Produktion folgender Siebprozess entfällt. Dadurch lassen sich Zeit und Kosten sparen.

Derzeit können Partikel mit Durchmessern von 60 bis 300 Mikrometern hergestellt werden und das mit einer Abweichung von lediglich 0,6 Prozent von der Zielgröße. Partikel in diesen Größenordnungen werden beispielsweise zur Behandlung von Lebertumoren verwendet. Zukünftig sollen die neuen multimodal sichtbaren Partikel zusätzlich mit Chemotherapeutika funktionalisiert werden. Partikel mit Wirkstoffen kommen bei der transarteriellen Chemoembolisation (TACE) für die Behandlung von hepatozellulären Karzinomen zum Einsatz. Die Partikel werden kurz vor der Behandlung in den Wirkstoffen inkubiert, sodass eine Adsorption der Wirkstoffe an der Oberfläche stattfindet. Auch hier besteht Verbesserungspotenzial: Durch die schwache Bindung der Chemotherapeutika an die Oberfläche werden diese bei der Applikation sehr schnell und unkontrolliert abgegeben. Dadurch gelangt ein Großteil des Wirkstoffs nicht an den Tumor und wird rasch ausgewaschen. Aus diesem Grund arbeitet die Fraunhofer PAMB an Lösungen zur Wirkstofffunktionalisierung der multimodal sichtbaren Partikel, mit denen eine zeitlich kontrollierte Langzeitabgabe von Chemotherapeutika möglich ist. Dabei sollen die Partikel mit einer dünnen Hülle beschichtet werden, die die Wirkstoffe enthält und sie über einen längeren Zeitraum abgibt. Damit könnten sich die Wiederholungsintervalle der Behandlung für den Patienten reduzieren und ebenso die Anzahl der Eingriffe.

FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE REGENERATIVE PRODUKTION, BAYREUTH



Die Fraunhofer-Projektgruppe Regenerative Produktion wurde 2006 in Bayreuth als Außenstelle des Fraunhofer IPA gegründet.

Sie ist am Lehrstuhl für Umweltgerechte Produktionstechnik angesiedelt und bündelt

- Produkt-,
- Produktions- und
- Refabrikations-Know-how

zu einem anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungsangebot mit produktlebenszyklusorientierter interdisziplinärer internationaler Ausrichtung für produzierende Unternehmen.

Ziel der Fraunhofer-Projektgruppe ist es, die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit ihrer Auftraggeber zu stärken und Entwicklungs- und Optimierungspotenziale aufzuspüren. Durch intensive Konzentration auf die Bedürfnisse und Herausforderungen des Produktionsumfelds sowohl bei der Neuproduktion als auch bei der Refabrikation erschließt sie Unternehmen fundiertes Know-how, damit diese mit innovativen, kostengünstigen und umweltfreundlichen Produkten, Produktionsabläufen und -prozessen am Markt bestehen und sich stetig verbessern können.

Die Fraunhofer-Projektgruppe unterstützt branchenübergreifend Unternehmen des produzierenden Gewerbes umfassend bei deren Herausforderungen in Gegenwart und Zukunft mit Fokus auf

- Ressourceneffizienz (Material und Energie),
- Fabrikplanung,
- Produktionsbetrieb sowie
- Produktions- und Technologiemanagement.

Das Leistungsangebot erstreckt sich von der Potenzialanalyse bis in die praktische Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen sowohl in als etabliert geltenden Produktionsabläufen als auch in neuen, zukunftsweisenden Themenfeldern wie Leichtbau, Reparatur von CFK-Strukturen, Reverse Engineering, generativer Fertigung und Service Engineering.

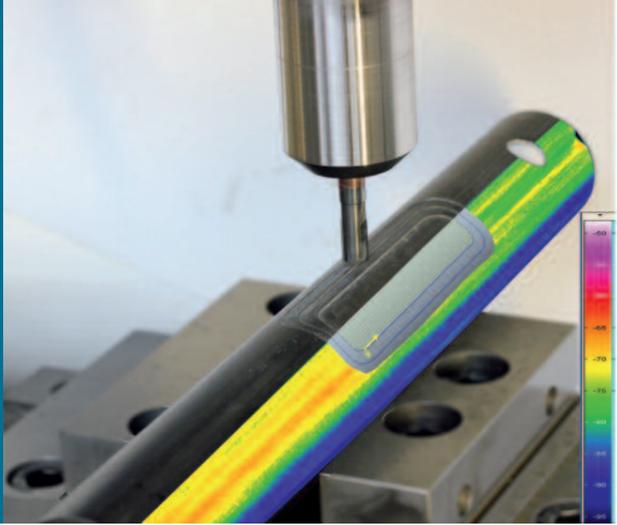
In über 120 Industrie- und Forschungsprojekten konnten vor allem bei kleinen und mittelständischen Unternehmen, aber auch in der Großindustrie in den vergangenen Jahren wesentliche Beiträge zur Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerung sowie zur Kosteneinsparung geleistet werden.

Im Folgenden werden beispielhaft zwei aktuelle Projekte vorgestellt, die verschiedene Facetten industrieller Anforderungen aufweisen und gleichermaßen wegweisende Beiträge zur Realisierung der vierten industriellen Revolution darstellen.

Der erste Bericht bezieht sich auf die Neuproduktion. Am Beispiel der Fertigung individueller und variantenreicher Verpackungshohlkörper zeigt die unternehmensübergreifende Produktionsoptimierung Lösungen zum Umgang mit den zunehmenden Anforderungen der Flexibilisierung von Produktionsverbänden bei hoher Stückzahlvariabilität, bei der Verbesserung von Qualitätsprozessen sowie bei der Weiterentwicklung von Produktionsprozessen auf.

Für die Reparatur von zunehmend in verschiedensten Branchen eingesetzten CFK-Leichtbauprodukten werden praxismethoden und Verfahren vorgestellt, die in aktuellen Forschungsarbeiten entwickelt wurden.

Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper
Leiter Fraunhofer Projektgruppe
Regenerative Produktion
Telefon +49 921 55-7300
rolf.steinhilper@uni-bayreuth.de
www.lup.uni-bayreuth.de



KNOW-HOW-ENTWICKLUNG ZUR CFK-BAUTEILINSTANDSETZUNG

Aufgrund der herausragenden mechanischen Eigenschaften wird kohlenfaserverstärkter Kunststoff (CFK) mit seinen hohen spezifischen Materialkennwerten verstärkt in den Branchen Automobil, Luftfahrt sowie Windkraft verwendet. Durch den zunehmenden Einsatz und die steigende Produktlebenszeit der CFK-Bauteile nimmt auch die Zahl an beschädigten Bauteilen und somit der kundenseitige Bedarf an Reparaturen zu. Bei der Reparatur von CFK-Bauteilen sind die initialen Produkteigenschaften wie Festigkeit und Optik wiederherzustellen. Gängige Praxis sind oft erfahrungsbasierte Reparaturtechniken, die den Anforderungen an einen stabilen Prozess mit reproduzierbarer Qualität und hoher Bauteilfestigkeit nur unzureichend erfüllen. Aus diesem Grund ist ein Austausch der beschädigten Bauteile die verbreitete Reparaturstrategie im CFK-Bereich.

Mit der technischen Dienstleistung zur Reparatur von CFK-Bauteilen bietet die IPA-Projektgruppe technisches Know-how zur Reparatur von CFK-Bauteilen im Sinne einer nachhaltigen Nutzung von CFK-Bauteilen an. In gemeinsamen Projekten können sowohl Nutzer als auch Hersteller des Leichtbauwerkstoffs profitieren.

Basis hierfür bildet die entwickelte ganzheitliche Reparatursystematik. Diese umfasst den gesamten Prozess von der Schadensanalyse über die Einordnung des Schadensfalls in ein Klassifikationsmodell, die Reparaturtechniken selbst, bis hin zur Überprüfung der wiederhergestellten Bauteilfestigkeit.

In einer Vielzahl von Projekten wurde eine umfangreiche Datengrundlage zur Analyse typischer Schadensfälle aus verschiedenen CFK-Branchen in Hinblick auf spezifische Schadenscharakteristika und Häufigkeit der jeweiligen Beschädigungsarten erhoben. Um Aufschluss über das vorliegende Ausmaß und die möglichen Auswirkungen der Schädigungen zu erlangen, sind die Bau-

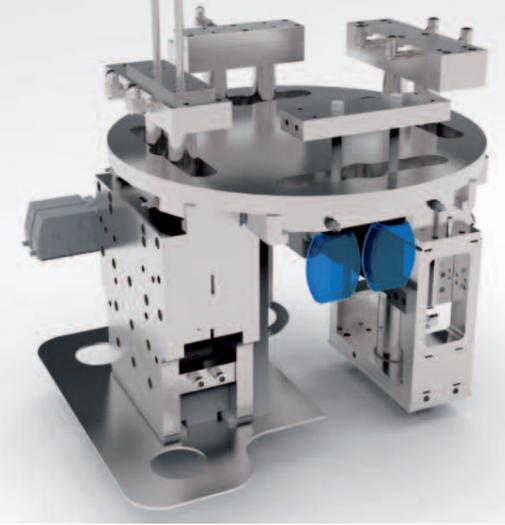
teile mit unterschiedlichen bildgebenden Verfahren wie Ultraschall, Röntgen- und Computertomographie sowie der aktiven Thermographie analysiert worden. Die Ergebnisse wurden als Grundlage für die Entwicklung eines Modells zur Einordnung typischer Schadensfälle genutzt. Das Modell beinhaltet differenzierte Schadensklassen, auf dessen Basis vorliegende Schadensfälle bezüglich ihrer wirtschaftlichen Reparaturfähigkeit bewertet werden können.

Zusätzlich wurde ein kosteneffizientes Analyseverfahren aufgestellt. Hierzu sind alternative zerstörungsfreie Prüfverfahren anhand von definierten Schäden untersucht und bewertet worden.

Kern der Dienstleistungsentwicklung war die Definition methodenbasierter Techniken zur Reparatur von CFK-Bauteilen. Dazu sind die verschiedenen Reparaturtechniken angewendet und bewertet worden, dann wurden die Arbeitsabläufe in Bezug auf ihre technische Machbarkeit analysiert und ausgewertet und schließlich wiederhergestellten Festigkeiten bestimmt.

Die gewonnenen Ergebnisse dienen der Festlegung bauteilindividueller Reparaturtechniken in Abhängigkeit vom Schadensausmaß und von der Bauteilfunktion. Dabei wurde unter anderem der Einfluss von Abtragverfahren, Oberflächenbehandlung (mechanischer, chemischer und physikalischer Natur), Reparaturgeometrie, des Materialsystems sowie unterschiedlicher Lagenaufbauten auf die Zugfestigkeit beurteilt.

Die Bedeutung der Reparatur von CFK-Bauteilen wird durch den zunehmenden Einsatz des Leichtbauwerkstoffs weiter steigen. Zukünftig gilt es, duroplastische Verbundsysteme nicht nur aus ökonomischer Sicht, sondern auch im Hinblick auf ökologische Aspekte so lange wie möglich im Produktlebenszyklus zu belassen.



WERKSTROM

UNTERNEHMENSÜBERGREIFENDE PRODUKTIONSOPTIMIERUNG AM BEISPIEL DER EFFIZIENTEN FERTIGUNG INDIVIDUELLER VERPACKUNGSHOHLKÖRPER

Unternehmensübergreifende Entwicklungs- und Produktionsabläufe sind in vielen Branchen industrielle Praxis. Während Einzelunternehmen bereits im Grenzbereich des technisch, logistisch und organisatorisch Möglichen operieren und sich kontinuierlich verbessern, werden Potenziale einer integrierten, unternehmensübergreifenden Produktionsoptimierung oft übersehen und vernachlässigt. So endet beispielsweise die wertstromorientierte Prozessoptimierung an den Toren der Fabrik und verschenkt Potenziale des engen Ineinandergreifens von Produktions-, Informations- und Workflow-Prozessen über Unternehmensgrenzen hinweg.

Die international tätigen Partner im Werkstromverbund gestalten, entwickeln und produzieren arbeitsteilig kundenspezifische Verpackungshohlkörper aus PET, PE etc. und zugehörige Fertigungsmittel des Spritzstreckblasens. Operativ erfolgt die Arbeitsteilung auftragsabhängig in den Lebenszyklusphasen Produktentwurf/Design (Hering's Büro), Produktentwicklung und Betriebsmittelkonstruktion/-fertigung (Jakob Baumann Werkzeugbau GmbH) sowie Bemusterung und -produktion (ISB Design & Technologie GmbH). Die hochgradig iterative Auftragsbearbeitung geschieht standortübergreifend. Projektziel ist ein enges Ineinandergreifen standortübergreifend optimierter Informations-, Ablauf-, Materialfluss- und Produktionsprozesse.

Basis der integrierten Gesamtprozessoptimierung ist die umfassende Aufnahme und Analyse von Produktmerkmalen sowie unternehmensspezifischer Prozessabläufe und zugehöriger Informations- bzw. Materialflüsse. Durch visuelles und kennzahlenbasiertes Screening konnte rasch gezeigt werden, wo Prozessabläufe ineffizient, nicht bedarfsgerecht und durch ite-

rative Abwicklung redundant waren. Folgerichtig wurden übergreifende organisatorische Maßnahmen in Bezug auf Arbeitsablauf, Rollenverteilung, Freigabeeinheiten und -kriterien etc. definiert. Für die Steuerung der Abläufe und die zugehörige Informationsbereitstellung wurde das PLM-System Contact Database implementiert.

Eine Produktmodularisierung und der Aufbau von Geometrie-standards im Produkt sowie die assoziative, regelbasierte, damit weitestgehend automatisierbare Produkt- und Betriebsmitteldefinition im CAD und die Einführung gleicher und konsistenter Modelldatenstandards erlaubte darüber hinaus neben der schnellen Kundenbedarfserfüllung eine stark qualitätsgesteigerte Auftragsabarbeitung.

Die Detailanalyse und technologische Verbesserung des Spritzstreckblasprozesses erlaubt einen um über 50 Prozent früheren Fertigungsstart.

Schlanke, optimierte und integrierte Prozessabläufe vom Produktdesign bis zur -auslieferung über Standortgrenzen hinweg, gestatten eine deutliche Reduzierung von Durchlaufzeit und Produktkosten. Wichtige Wettbewerbsvorteile wie Geschwindigkeit und Prozessqualität konnten deutlich gesteigert werden. Das technologisch weiter entwickelte Fertigungsverfahren Spritzstreckblasen ist nun bei kleinen Stückzahlen als ressourceneffiziente Alternative zum Extrusionsblasen anwendbar.

Das Projekt belegt, dass die unternehmensübergreifende Werkstromoptimierung gegenüber der reinen Wertstromoptimierung zusätzlich hohen Nutzen bringt.

FRAUNHOFER-ANWENDUNGSZENTRUM FÜR GROSSSTRUKTUREN IN DER PRODUKTIONSTECHNIK AGP, ROSTOCK



Entwicklungsteam »Schweißtechnik«

Der Bereich Schweißtechnik des Fraunhofer AGP beschäftigt sich seit ca. 10 Jahren insbesondere mit den Problemstellungen der Schiffbauindustrie und des Baus von Offshore-Tragstrukturen für Windenergieanlagen. Der Tätigkeitsschwerpunkt liegt in der Weiterentwicklung eigentlich bekannter Verfahren, wie z. B. dem Unterpulverschweißen (UP).

Die außergewöhnlich hohen Anforderungen an die mechanisch-technologischen Güterwerte der Schweißverbindungen im Offshorebau, insbesondere an die Tieftemperaturzähigkeit, bedingen eine neue Herangehensweise in der fertigungstechnischen Umsetzung dieser Großstrukturen, die z. B. bis zu 1000 Tonnen Gewicht als Monopile-Tragstruktur erreichen können. Hier ist für eine wirtschaftliche und vor allem prozesssichere Realisierung der Schweißverbindungen eine optimale Abstimmung zwischen Grundmaterialien (Stahlgüten), Zusatzwerkstoffen (Drähten, Pulvern), UP-Verfahren (Ein-, Mehrdrahtvarianten, Bestromungs- und Pulsungsarten), Wärmebehandlung (Vor-, Nachwärmen) und Nahtvorbereitungen (Flankenwinkel, Fräsung) notwendig.

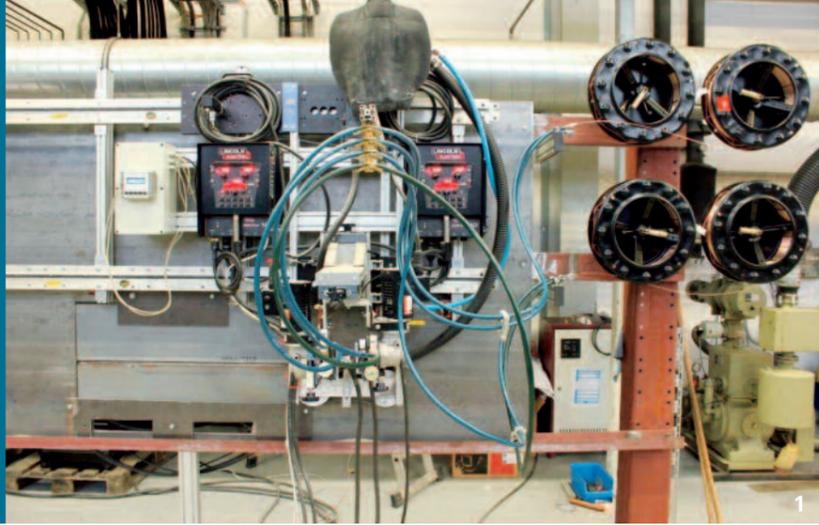
Qualitätssprung durch systematische Verknüpfung innovativer Schweißtechnik

Seit Anfang der 1990er Jahre hat es in der Schweißtechnik vielfältige Innovationen in den einzelnen Prozessen gegeben, die allerdings nicht systematisch verknüpft und untersucht wurden. So ermöglichen z. B. Inverterstromquellen Veränderungen beim Werkstoffübergang in der Schweißkammer, so dass gemeinsam mit weiterentwickelten Legierungskonzepten der Zusatzdrähte leistungsfähige Gefügestrukturen in den Verbindungen entstehen. Erst durch diese werden die hohen

Qualitätsanforderungen an Zähigkeit und Festigkeit bei wirtschaftlichen hohen Abschmelzleistungen überhaupt erreicht. Während für komplexe Tragstrukturen in Gitterbauweise (z. B. Jackets) häufig auf das teilmechanische MSG-Schweißen mit relativ geringen Abschmelzleistungen und hohem manuellen Aufwand zurückgegriffen werden muss, könnte für rotations-symmetrische oder linienförmige Schweißnähte eine vollmechanische bzw. automatisierte Brennerführung verwendet werden. Diese Voraussetzung ermöglicht dann auch, insbesondere für größere Blechdicken, den wirtschaftlichen Einsatz von Schweißverfahren mit hoher Abschmelzleistung (z. B. UP).

Durch die gute Ausstattung des Fraunhofer AGP, die kontinuierliche Mitarbeit in der schweißtechnischen Gemeinschaftsforschung und eine enge Abstimmung der Forschungsthemen mit den Anwendern und Zulieferern der Offshore- und Schiffbauindustrie werden Fragestellungen für die wirtschaftliche Gestaltung von Schweißprozessen für normal- und höherfeste Werkstoffe und verschiedene Fertigungsbedingungen, z. B. für den Bau von Monopiles und Tripoden, ermittelt und entsprechende Lösungen gefunden (Titelbild: Verbindungsschweißung in Querposition zwischen Basistripod und Turmverbindungs-teil (gelb), Quelle: Weserwind AG). Ein typisches Beispiel ist die Entwicklung des nachfolgend beschriebenen UP-Querschweißens an größeren Blechdicken in der Offshore-Struktur- und Schiffskörperendmontage.

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



UP-QUER-SCHWEISSEN AN GRÖßEREN BLECHDICKEN IN DER OFFSHORE-STRUKTUR- UND SCHIFFSKÖRPERENDMONTAGE

Die Fertigungsprozesse beim Bau von schiffbaulichen Großsektionen und Offshore-Tragwerken, z. B. Tripoden, erfordern häufig Positionsschweißungen in Querposition. Aufgrund der hohen Baugeschwindigkeit muss die Wirtschaftlichkeit von Fügeverfahren für linienförmige und rotationssymmetrische Quernahtstöße gesteigert werden. Diese werden derzeit fast ausschließlich durch teil- und vollmechanische MSG-Prozesse mit Massiv- oder Fülldrähten ausgeführt. Typische Schweißaufgaben sind Rundnähte großen Durchmessers für Materialstärken im Offshorebau bis 120 mm, wobei, bedingt durch den Fertigungsablauf, nicht mehr in Wannenposition geschweißt werden kann und die langen Fertigungszeiten hohe Kosten erzeugen. Ähnliches gilt für lange Quernähte in der schiffbaulichen Blockfertigung mit Materialstärken von 13 bis 30 mm. Im Vergleich zum MSG-Schweißen weist das UP-Schweißen eine deutlich höhere Abschmelzleistung und damit eine höhere Wirtschaftlichkeit auf. Auch der höhere Abbrand von Legierungselementen und der schwierige Schutz des Schweißbades durch Schutzgase, insbesondere unter Montagebedingungen im Außenbereich, sind bekannte Nachteile des MSG-Schweißens im Vergleich zum UP-Verfahren. Das zu präferierende UP-Schweißen wird bisher in Querposition lediglich im Tank- und Behälterbau i. d. R. bis ca. 30 mm Blechdicke eingesetzt. Die hochproduktiven Mehrdrahtvarianten kommen dabei kaum zur Anwendung. Führungs- und Trägersysteme für die Anlagentechnik sind außerdem derzeit nur für zylindrische Bauteilkonturen verfügbar und erfordern oberseitig meist freie Kanten zum Einhängen bzw. die Notwendigkeit von Heftschweißungen für Führungsschienen.

Flexibles Führungssystem und eine sichere, reproduzierbare Schweißtechnologie für den Dickblechbereich

Die konstruktiven und qualitätsseitigen Anforderungen an eine entsprechende Anlagentechnik im Offshorestruktur- und Schiffbau lassen diese Vorgehensweise nicht zu. Gefordert wird ein flexibles und schnell einzurichtendes Führungssystem und eine sichere, reproduzierbare Schweißtechnologie, die den hohen mechanisch-technologischen Güteanforderungen und Abschmelzleistungen auch im Dickblechbereich genügt. Die einseitige Zugänglichkeit steht dabei besonders für die Schiffbauanwendung im Vordergrund. Das zu entwickelnde System muss eine Haltekraft für die UP-Anlage mit Peripherie sowie Zusatz- und Hilfsstoffe auch in Mehrdrahtvariante sicher aufbringen können und außerdem handhabbar bleiben. Eine zentrale Forderung beim UP-Quernahtschweißen von großen Querschnitten ist die sichere Pulverzuführung in den Wurzelbereich. Die gebräuchlichen Pulverpflüge sind hier unzureichend. Schweißtechnologisch muss ein effizienter Lagenaufbau mit den entsprechenden Parametern gefunden werden, der das Verlaufen der großvolumigen Schmelzbäder verhindern kann. Besonderes Augenmerk ist bei Wurzelschweißungen auf die Verhinderung eingeklemmter Schlackereiste, auf die Badsicherung, variierende Spaltbreiten und eine glatte Raupenstruktur an der Werkstückoberfläche zu legen.

Testergebnisse mit dem Prototyp einer Schweißanlage für das Unterpulverschweißen in Querposition

In einem zweijährigen Verbundforschungsvorhaben von Fraunhofer AGP und der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt Mecklenburg-Vorpommern wurde der Prototyp einer Schweißanlage entwickelt, der die Anforderungen an das Unterpulverschweißen in Querposition für verschiedene UP-Verfahrensvarianten ermöglicht (Eindraht, Twin, Tandem, Tandem-Twin). Die Erprobung wurde an Schiffbaublechen mit 13 und 20 mm Blechdicke des Typs GL A36 sowie an Offshore-Blechen der Güte S355G10+M mit 30 und 60 mm Blechdicke, Nahtvorbereitungen von 43 Grad sowie Vorwärmtemperaturen von 120 °C und Zwischenlagentemperaturen von 220 °C durchgeführt. Für Wurzel-, Zwischen- und Decklagen wurden geeignete Schweißparameter gefunden, die an der Anlage schnell variiert werden können und z. B. für die Decklage eine gleichmäßige Oberflächenstruktur bei hoher Qualität gewährleisten. Die Anforderungen an die mechanisch-technologischen Gütewerte, insbesondere sichere Kerbschlagwerte bei -40 °C, konnten mit mehreren Draht-Pulverkombinationen erfüllt werden. Diese hohen Kerbschlagwerte wurden sowohl durch spezielle inverterseitige Bestromungseinstellungen mit Standardschweißdrähten (Typ S3Si) bei -40 °C Prüftemperatur erreicht als auch mit den höherlegierten Schweißdrähten auf NiCrMo-Basis. Sehr hohe Abschmelzleistungen sind im Tandem- und Tandem-Twin-Verfahren von bis zu 21 kg/h erzielt worden. Besonders effektiv erwies sich dabei das entwickelte Schneckenfördersystem für die Pulverzuführung. Die Halte- und Führungseinrichtungen wurden mit Magnetschienen an der Oberfläche befestigt, die Gesamtmasse der Anlage von ca. 100 kg ist dabei mit 6-facher Sicherheit der Haltekraft ausgelegt worden.

Fazit: Qualitätssteigerung und Wirtschaftlichkeits-erhöhung im schweren Stahlbau mit Schweißverfahren

Das Projekt, an dem die Anwender Fa. Weserwind (Offshore), Meyerwerft/Flensburger Schiffbaugesellschaft (Schiffbau) und die Zulieferer Fa. Lincoln (UP-Systeme) sowie verschiedene Draht-/Pulverhersteller beteiligt waren, wurde planmäßig mit Vorführungen der Funktionsfähigkeit des Systems im Januar 2014 abgeschlossen. Es reiht sich ein in eine Vielzahl von Vorhaben am Fraunhofer AGP zur Qualitätssteigerung und Wirtschaftlichkeits-erhöhung im schweren Stahlbau mit Schweißverfahren hoher Abschmelzleistung (Unterpulver- und Elektrogasschweißen). Nach Anpassungen an die unmittelbaren Baugesgebenheiten in der Praxis ist eine Anwendung im Offshore- und Schiffbau-bereich geplant. Aufgrund der engen Abstimmung mit den betreffenden Unternehmen konnten weitere Projekte entwickelt werden, die z. B. effizientere metallurgische Beeinflussungen sowie Verbesserungen in der Prozessregelung beinhalten und damit einen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit dieser schweiß-intensiven Industriebereiche liefern.

1 Prototypische UP-Quer-Versuchsanlage in 4-Drahtausführung mit Magnethaltern, Schienen und Pulverförderschnecke bei Versuchsschweißungen an einem Blech mit s=20 mm. (Quelle: SLV MVI Fraunhofer AGP, Rostock)

2 Einseiten-UP-Mehrdrahtschweißen in Querposition an S355-Proben (s=30 mm) mit Variation der Pulverzuführung. (Quelle: Fraunhofer AGP, Rostock)

FRAUNHOFER AUSTRIA RESEARCH GMBH GESCHÄFTSBEREICH PRODUKTIONS- UND LOGISTIKMANAGEMENT, WIEN, ÖSTERREICH

Seit nunmehr neun Jahren ist Fraunhofer – zuerst in Form einer Projektgruppe – in Österreich tätig. 2008 wurde dann die Fraunhofer Austria Research GmbH als direkte Tochter der Fraunhofer-Gesellschaft gegründet und vereint die Aktivitäten unter einem österreichischen Dach. Im November 2013 konnte das 5-jährige Bestehen im Rahmen einer Festveranstaltung gefeiert werden.

Im Geschäftsjahr 2013 wuchs der Betriebshaushalt von Fraunhofer Austria um 11 Prozent auf 2 845 000 €. Dieser teilte sich auf den Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement in Wien mit 2 175 000 € (76,5 %) und den Geschäftsbereich Visual Computing in Graz mit 668 000 € (23,5 %) auf. Aus Projekten mit Wirtschaft und öffentlichen Auftraggebern wurden externe Erträge in Höhe von 2,14 Mio Euro erzielt (Steigerung zu 2012: 43 %). Hierbei entfielen 1,55 Mio Euro auf den Wiener Bereich.

Produktionsstrategien der Zukunft

Der Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement unter der Leitung von Geschäftsführer Prof. Wilfried Sihm und Geschäftsbereichsleiter Jürgen Minichmayr kooperiert eng mit der Technischen Universität Wien. Unter dem Leitthema »Ganzheitliche Lösungen in Produktion und Logistik« forschen 28 wissenschaftliche Mitarbeiter an Lösungen und Methoden, die Antworten auf die Produktionsstrategien der Zukunft für Industrieunternehmen in Hochlohnländern liefern.

Von Industrie 4.0 über Ergonomiebewertung bis Corporate Capability Management – Themenauswahl 2013

In der Gruppe Produktionsoptimierung standen 2013 einerseits das Thema Industrie 4.0 und andererseits ergonomische Aspekte von Arbeitssystemen im Fokus. Das Portfolio wurde um den Aspekt Ergonomiebewertung erweitert und in einer Studie im Auftrag des Fachverbands der Maschinen- und Metallwarenin-

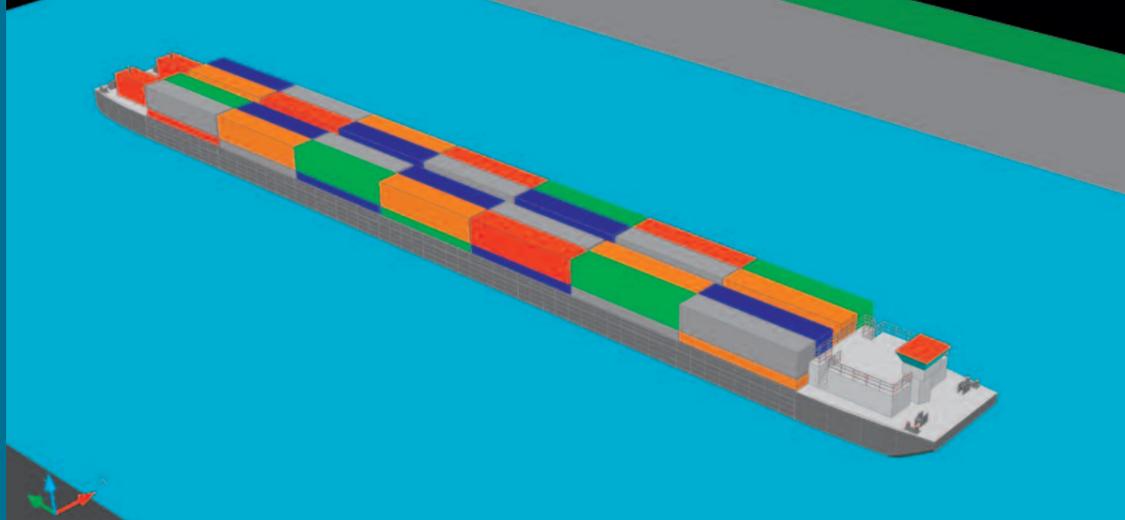
dustrie untersucht, wie sich ergonomische Arbeitssystemgestaltung auf die Produktivität auswirkt. Mit dem »Corporate Capability Management« hat Fraunhofer Austria ein ganzheitliches Konzept zur Produktivitätssteigerung entwickelt, welches die »kollektive Intelligenz« eines Unternehmens besser nutzen kann. Im Themenfeld Anlagenmanagement wurde das Forschungsprojekt »Instandhaltung 4.0: Sicherung der Produktqualität und Anlagenverfügbarkeit durch einen echtzeitbasierten Instandhaltungs-Leitstand« erfolgreich beantragt, das im ersten Quartal 2014 startet.

Die Gruppe Produktionsstrukturen baute die Planungskompetenz im Themenfeld Fabrikplanung in Industrieprojekten aus und entwickelte mit dem Geschäftsbereich Visual Computing das Fabrikplanungstool zur Materialflussoptimierung GrAPPA. Im Themenfeld Technologiemanagement werden bestehende Innovationsprozesse in Unternehmen umfassend analysiert und Potenziale durch eine differenzierte Betrachtung von Produkt- und Prozesstechnologien transparent gemacht.

Die Gruppe Logistikmanagement beschäftigt sich mit ganzheitlichen Logistikstrategien bis hin zur Detailplanung von Prozessen und deren Controlling mit dem Ziel der Synchronisation und Optimierung der Lieferkette. So können etwa Flexibilität und Logistikleistung gesteigert und Kosten und CO₂-Emissionen gesenkt werden. Logistikeinrichtungen werden geplant, kostenoptimale innerbetriebliche Materialflüsse realisiert und Ineffizienzen im gesamten Logistiknetzwerk beseitigt.

Gruppenübergreifend wurden in 2013 Lösungsansätze aus dem Industrie-4.0-Umfeld entwickelt und beispielhaft in der Industrie umgesetzt. Darüber hinaus wurden in einer Studie die »Entwicklung des Automobilstandorts Österreich« beleuchtet.

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Sihm
Leiter Fraunhofer Austria Research GmbH
Telefon +43 1 58801-33041
wilfried.sihm@fraunhofer.at | www.fraunhofer.at



NEUES LOGISTIKMANAGEMENT FÜR EUROPÄISCHES WASSERSTRASSENSYSTEM

Die Transportkapazitäten der Wasserwege in Zentraleuropa, vor allem die der Donau, sind längst nicht ausgeschöpft. Das im 7. EU-Rahmenprogramm geförderte Projekt NEWS (Development of a Next generation European Inland Waterway Ship and logistics system) will hier durch effizientere, umweltfreundlichere, optimal an die Anforderungen des heutigen Transportwesens angepasste Schiffe und klug geplante Transportketten entgegenwirken. Das europäische Wasserstraßensystem soll stärker genutzt und als Verkehrsträger für den Güterverkehr attraktiver gestaltet werden. NEWS setzt sowohl an der Modernisierung der Binnenschiffsflotte als auch an der Optimierung der logistischen Systeme an.

Im Rahmen des internationalen Konsortiums führt Fraunhofer Austria eine Marktanalyse im Automotive Sektor und der Kurzstrecken-Seeschifffahrt sowie eine sozioökonomische Analyse mit Fokus auf den Einsatz des zu entwickelnden Transportgerätes durch. NEWS unterstützt durch technische und logistische Innovationen den grenzüberschreitenden europäischen Transport in Binnengewässern und die Integration der Wasserstraße in die intermodale Transportkette.

Im Projekt wird erstmals untersucht, wie ein ökonomisch und ökologisch effizientes Transportmittel auszusehen hat und welche logistischen Strukturen einen optimalen Einsatz erlauben. Entwickelt wird ein Binnenschiffskörper, dessen Transportkapazität sich trotz Beibehaltung aktueller technischer und infrastruktureller Vorgaben um bis zu 100 Prozent steigern lässt. Ein Ballasttank zur Regulierung des Tiefgangs erlaubt eine Erhöhung der schiffbaren Tage und ein regulierbares LNG-elektrisches Antriebssystem die Reduzierung des Energiebedarfs um bis zu 30 Prozent.

Auf dieses innovative Transportmittel ist ein spezifisches, intermodales Logistiksystem zugeschnitten. Es wird mit einer mikro-regionalen Logistik und Supply Chain für die Marktanforderungen in der identifizierten Catchment Area ausgestattet sein.

Zusätzlich wird untersucht, wie das europäische Wasserstraßensystem für einen effizienten Containertransport erweitert und das Konstruktionsprinzip der Schiffe für die Wasserstraßenklassen III und IV angepasst werden kann. Geplant sind weitere neue Infra- und Suprastrukturkonzepte für die Binnenhäfen und eine Reorganisation der intermodalen Aktivitäten, wie die Stärkung des Einbezugs der Wasserstraße in die intermodale Transportkette. Somit können die Kosten für den Operator, das Zeitmanagement und der ökologische Fußabdruck optimiert und die Wettbewerbsfähigkeit der Binnenwasserstraße gegenüber Straße und Schiene erhöht werden. Langfristig soll ein kooperatives Kompetenzzentrum für Inland Waterway Transport (IWT) in Zentraleuropa etabliert werden.

Das internationale Konsortium wird koordiniert von der TU Wien, Institut für Managementwissenschaften. Beteiligt sind neben Fraunhofer Austria: Ziviltechnikerkanzlei DI Anzböck (Österreich), First-DDSG Logistics Holding GmbH (Österreich), Regional Development Agency of the West Region Romania (Rumänien), Lindenau Maritime Engineering and Projecting (Deutschland), Universität Duisburg-Essen – Institut für Wirtschaftsgeographie, insbes. Verkehr & Logistik (Deutschland), TU Dortmund Universität – Institut für Transportlogistik (Deutschland), University of Novi Sad – Technische Fakultät (Serbien), Intermodal Concepts & Management AG (Schweiz), PROJEKT-kompetenz.eu (Österreich).



HYDROCELL – WASSERSTOFFERZEUGUNG MIT FESTSTOFFOXID-ELEKTROLYSE-ZELLEN

Heutige Energieverteil- und -übertragungsnetze können nur sehr bedingt mit stochastisch auftretenden regenerativen Energiequellen (Wind, Sonne) umgehen, da die Stromproduktion nicht planbar ist und Überschussenergie nur beschränkt gespeichert werden kann. Die Umwandlung dieser Überschussenergie über Elektrolyse ist hier ein attraktiver Lösungsansatz. Im Projekt HydroCell entwickelt ein Konsortium namhafter Partner aus dem Technologiebereich SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) ein neues Hochtemperaturelektrolyse-Verfahren, das in einem »proof of concept«-System realisiert wird, basierend auf Feststoffoxid-Zellen (SOEC = Solid Oxide Electrolyser Cell). Die Hochtemperaturelektrolyse verspricht einen wesentlich höheren Wirkungsgrad (> 80 %) und niedrigere Kosten als konventionelle Verfahren. Durch Elektrolyse wird die überschüssige regenerativ erzeugte Energie in Wasserstoff oder ein Synthesegas umgewandelt. Diese Gase können z. B. im Erdgasnetz gespeichert oder zu Kraftstoffen weiterverarbeitet werden.

Sowohl die Schlüsselkomponente SOE-Stack als auch die Umsetzung in eine komplette SOE-Anlage werden im Rahmen von HydroCell untersucht. Dabei werden die einzelnen Komponenten als auch das ganze SOE-Stack prototypisch entwickelt und unter systemnahen Rahmenbedingungen getestet. Darauf aufbauend wird ein komplettes Anlagenkonzept aufgebaut und in einem »proof of concept«-System analysiert. Verschiedene Anwendungsszenarien werden dargestellt und Up-Scale-Szenarien erarbeitet, um die Technologie in Zukunft auf eine großindustriell relevante Größenordnung zu skalieren. Über eine im Zuge des Projekts erstellte Simulationsplattform werden Zuverlässigkeitsanalysen hinsichtlich Leistungsdichte und Haltbarkeit durchgeführt.

Begleitend zur Technologieentwicklung wird von Fraunhofer Austria eine technisch-ökonomische Studie zur Identifikation

und Bewertung von Wertschöpfungseffekten durch die Herstellung dieser Elektrolysesysteme erstellt. Zunächst werden die Anforderungen an eine großindustrielle SOE-Anlage erfasst, die potenziellen Nutzergruppen eines SOE-Systems identifiziert und die technischen Anforderungen an eine industriell einsetzbare Anlage über Expertengespräche ermittelt. Zur technisch-ökonomischen Analyse werden die Anforderungen in Systemvarianten übersetzt und für diese Herstellkosten ermittelt bzw. stückzahlabhängige Kostenentwicklungsszenarien abgeleitet. Über die Analyse der Wertschöpfungskette zur Herstellung von SOE-Systemen und die Identifikation potenzieller Hersteller für die verschiedenen Komponenten lassen sich mögliche Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte abschätzen.

Das Projekt HydroCell soll substantielle Erkenntnisse und Betriebserfahrungen mit SOE-Zellen/-Stacks/-Modulen in einem SOE-System liefern. Parallel dazu werden die wirtschaftlichen und anwendungsspezifischen Rahmenbedingungen zum wirtschaftlichen Einsatz der Hochtemperaturelektrolyse untersucht. Die Synergien zwischen den verwandten Technologien der Hochtemperatur-Elektrolyse und Hochtemperatur-Brennstoffzelle sollen ausgenutzt werden, um die SOE-Technologie auf einen industrialisierbaren Stand zu bringen.

Projektinformation:

FTI-Initiative: Forschungs- und Technologieprogramm »e!MISSION.at – Energy Mission Austria« des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und des Klima- und Energiefonds.

Konsortium: AVL List GmbH, Plansee, Fraunhofer Austria Research GmbH, Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Physikalische Chemie, Fraunhofer IKTS. Laufzeit: 3.2013–8.2015

FRAUNHOFER OFFICE FOR PROCESS ENGINEERING OF FUNCTIONAL MATERIALS AND ROBOTICS OPER, OSAKA, JAPAN



Motivation

Wissen entsteht heute nicht mehr ausschließlich in den etablierten Zentren Europas und Amerikas, sondern zunehmend in den Wachstumsmärkten Ostasiens. Hier spielt Japan eine bedeutende, teils marktbeherrschende Rolle (z. B. Batterie-technik und Carbonfasern). In diesen Bereichen ist der technologische Vorsprung Japans bereits so groß, dass ein Wissens- und Know-how-Transfer nach Europa erheblich günstiger ist als eine eigene Entwicklung der benötigten Technologien.

Eine der wichtigsten wissenschaftlichen und technologischen Metropolregionen Japans ist die Region um Osaka. Vor allem in den Bereichen Robotik, Leichtbau, Photovoltaik, Nanotechnologie, Produktion sowie in der Entwicklung neuartiger Energiespeicher nimmt das Innovationszentrum Osaka einen großen Stellenwert ein.

Die Abteilung Funktionale Materialien des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA am Standort Stuttgart arbeitet bereits seit 2000 an der Forschung und Entwicklung neuartiger nanoskaliger Carbon-Modifikationen. Genau diese Expertise des Fraunhofer IPA spielt in den oben genannten Bereichen eine zentrale Rolle. Um den wissenschaftlichen Know-how-Austausch zwischen deutschen und japanischen Spitzenkräften in der Metropolregion Osaka initiieren und weiter ausbauen zu können, ist deshalb eine regionale Repräsentanz von entscheidender Bedeutung.

Aufgabenstellung

Trotz vielfältiger Gemeinsamkeiten zeichnen sich Deutschland und Japan durch große Unterschiede wie beispielsweise der Sprache, Kultur und Mentalität aus. Diese Unterschiede verstehen und zwischen beiden Kulturen vermitteln zu können, ist ein wesentliches Fundament für eine andauernde und konstruktive Zusammenarbeit.

Die Aufgabe des Fraunhofer OPER ist es, eine Brücke zwischen beiden Kulturen zu schlagen, um konstruktive Dialoge zu fördern und die wissenschaftliche Kooperation beider Partner gemeinsam voran zu bringen. Damit wird eine Basis geschaffen, auf der die besten Wissenschaftler Japans eng mit den Forschern des IPA zusammen arbeiten können. Auf diese Weise wird ein Know-how-Transfer initiiert, der durch die internationale Vorreiterrolle Japans zum Erwerb vorwettbewerblichen Wissens beiträgt.

Ein Beispiel für diese Vermittlerrolle ist die enge Kooperation des Fraunhofer IPA mit dem National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) in Osaka, zu dem das Fraunhofer OPER essenziell beigetragen hat. Hier wurde eine dauerhafte und konstruktive Basis für gemeinsame Projekte, wie z. B. der Entwicklung einer Mikro-Pipette auf Basis elektroaktiver Polymere (EAPs) geschaffen. Diese wissenschaftlich exzellente Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Japan ist immer noch im Anfangsstadium, soll aber in Zukunft noch viel stärker ausgebaut werden, um den Wissensaustausch weiter voranzubringen und neue technologische Errungenschaften zu ermöglichen.

Nao Tomita
Telefon +81 50 5539-0310
tomita@fraunhofer.jp

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

www.oper.fraunhofer.jp

INSTITUT ENERGIEEFFIZIENZ IN DER PRODUKTION (EEP)



Energieeffizienz auf der politischen Agenda

Ende Februar 2013 haben Heinz Dürr, einer der Stifter des Instituts für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) an der Universität Stuttgart, und EEP-Institutsleiter Thomas Bauernhansl Bundesumweltminister Peter Altmaier ein Positionspapier zur Energiewende überreicht. Beim Effizienz-Gipfel Stuttgart 2013 am 16. Mai diskutierte Altmaier das Papier mit hochrangigen Wirtschaftsvertretern sowie geladenen Gästen aus Politik und Wissenschaft. Das Institut für Energieeffizienz in der Produktion hat das Ziel, die hohe Bedeutung der Energieeffizienz für eine erfolgreiche Energiewende in der Öffentlichkeit, Politik und Wirtschaft klar hervorzuheben. Auf dem Effizienz-Gipfel haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Politik, Forschung und Industrie die Schlüsselstellung der Energieeffizienz für das Gelingen der Energiewende herausgearbeitet. Das Positionspapier des EEP bezieht dazu kritisch Stellung. »Das übergeordnete volkswirtschaftliche Ziel, Wohlstand und ökonomisches Wachstum vom Primärenergieverbrauch zu entkoppeln, steht derzeit weder in der öffentlichen Diskussion noch im Fokus politischen Handelns«, so die Verfasser Thomas Bauernhansl und Heinz Dürr.

Um die Ziele der Energiewende zu erreichen, muss aus Sicht des EEP neben dem Ausbau von regenerativen Energiequellen und der Dezentralisierung der Energieerzeugung vor allem eine massive Verbesserung der Energieeffizienz erreicht werden. Dazu hat das EEP den Energieeffizienzindex der deutschen Industrie entwickelt und den aktuellen Stand im Dezember 2013 unter hoher Aufmerksamkeit der Presse veröffentlicht. Die Zahlen sollen halbjährlich aktualisiert und veröffentlicht werden. Die Metastudie Energieeffizienz in Deutschland, die über 270 Publikationen zum Thema analysiert und daraus Handlungsempfehlungen ableitet, wird 2014 als Springer-Buch erscheinen. Die Management Summary wurde bereits im Frühjahr 2013 gedruckt und ist auch online abrufbar: www.eep.uni-stuttgart.de/aktuelles/4.shtml.

Der EEP-Beirat, der die Arbeit des im Oktober 2012 gegründeten EEP unterstützt und begleitet, ist prominent besetzt. Der

Stifter Heinz Dürr hat den Vorsitz übernommen. Mit dabei sind außerdem der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Reimund Neugebauer, Karl Schlecht, der zweiten Stifter des EEP, Gründer der Firma Putzmeister und Vorstandsvorsitzender der Karl-Schlecht-Stiftung, Prof. Klaus Töpfer, ehemaliger Umweltminister, UNO-Beauftragter für Umweltschutz und Leiter des Instituts für Klimawandel, Erdsystem und Nachhaltigkeit (IASS) in Potsdam, Stephan Kohler, Leiter der Deutschen Energie-Agentur DENA und Dr. Carsten Rolle, Abteilungsleiter Energiepolitik beim Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI), Dietmar Hexel, Mitglied des geschäftsführenden Bundesvorstands des DGB, sowie der Rektor der Universität Stuttgart, Prof. Wolfram Ressel. Die hochkarätige politische und institutionelle Vernetzung bewirkt eine hohe öffentliche Wahrnehmung der Forschungsaktivitäten, -ergebnisse und der EEP-Veröffentlichungen.

Das EEP in Zahlen

Personal: 7 Mitarbeiter | Budget: 492 500 €

Projekte:

- Energieeffizienzindex der deutschen Industrie
- Meta-Studie: Energieeffizienz in Deutschland
- Energie-Effizienzgipfel: Mai 2013
- Technologie-Roadmaps für Querschnittstechnologien
- FastStorage BW: Machbarkeitsuntersuchung, Potenzialanalyse und grundlegende Forschungsarbeiten für neuartige Hochleistungsspeicherzellen und deren Fertigungsmethodik, Land Baden-Württemberg

Management Summary zur Metastudie Energieeffizienz in Deutschland zum Download:

www.eep.uni-stuttgart.de/aktuelles/4.shtml

Dr.-Ing. Jörg Mandel | Forschungsleiter
Telefon +49 711 970-1980
joerg.mandel@eep.uni-stuttgart.de

INSTITUT FÜR INDUSTRIELLE FERTIGUNG UND FABRIKBETRIEB DER UNIVERSITÄT STUTT GART (IFF)



Die Umstrukturierung des IFF wurde im Jahr 2013 konsequent weitergeführt. Im IFF-Gebäude haben die Forschungsabteilungen »Fabrikplanung und Produktionsoptimierung« sowie »Auftragsmanagement und Wertschöpfungsnetze« des Fraunhofer IPA Einzug gehalten, die universitären Aufgaben wie das Praktikantenamt, die Arbeitsgruppe für Studienangelegenheiten AfS sowie die Lernfabrik sind weiterhin hier untergebracht. Wissenschaftliche Projekte werden nun weitgehend in unterschiedlichen Abteilungen des Fraunhofer IPA bearbeitet. Die Lernfabrik für advanced Industrial Engineering (aIE) wurde als Demonstrator und Anwendungszentrum für Industrie 4.0 erweitert und wird nun in der Forschungsfabrik im Rahmen des Projekts ARENA2036 fortentwickelt. Die Forscher der Gruppe Schichtbautechnik, Prozessentwicklung FDM und SLS – bis vor Kurzem noch am Fraunhofer IPA, wurden im November am IFF angesiedelt. Das Team um Gruppenleiter Steve Rommel und Projektleiter Andreas Fischer hat einen 3D Fibre Printer entwickelt, mit dem thermoplastische Bauteile aus Faser-Kunststoff-Verbund schnell, hochwertig und kostengünstig aufbauend hergestellt werden können (s. S. 74) Mit ihnen wandert der 3D Fibre Printer ans IFF. Die Generative Fertigung thermoplastischer Kunststoffteile mit integrierter Endlos-Karbonfaser wird nun insbesondere in ihren Grundlagen weiterentwickelt.

Das IFF in Zahlen

Personal: Mitarbeiter: 55
Budget: 2 460 000 EUR
Projekte:

- DFG: Forschergruppe ECOMATION – Teilprojekt: Maschinenferner Energiereglerkreis in PPS/MES
- DFG: C60-dotierte Metalloberfläche zur Senkung des Verschleißes endoprothetischer Implantate

- ZIM-Verbundprojekt: Optimierung der Lackschichtqualität beim Verarbeiten von Pulverlacken durch Einsatz von gepulster Hochspannung und gepulster Pulverförderung: Entwicklung und Erprobung einer neuen Auflademethode durch Einsatz gepulster Hochspannung
- ZIM: Hocheffizientes Reinigungssystem mit innovativer, integrierter Mess- und Regelungstechnik zum ressourcenschonenden Einsatz von Energie, Chemikalien und Reinigungsmedien in industriellen Lackieranlagen
- BMBF/KIT: Früherkennen, Messen, Bewerten und Gestalten von Wandel im Wertschöpfungsnetz (Vertumnus) – Teilprojekt: Gestalten von Wandlungsbefähigern im Wertschöpfungsnetz
- BMBF/KIT – Forschungscampus ARENA 2036 – Aufbau einer Forschungsfabrik – Teilprojekt: Grundlagen der Wandlungsfähigkeit und Industrial IT (gemeinsam mit dem ISW)
- BMU/FZ Jülich (Verbundprojekt): Entwicklung einer Pulverlackbeschichtung und deren Applikationsprozess zum Schutz vor Korrosion bei Parabolspiegeln für solarthermische Kraftwerke (KorPa)
- EU: Verbundprojekt HIPPOCAMP: High-power Impulse Plasma Process Operations for Nano-Composite Advanced Metals and Polymers

Studienarbeiten: 54
Diplom-/Masterarbeiten: 30
Bachelorarbeiten: 18
Veröffentlichungen: 59

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

INSTITUT FÜR STEUERUNGSTECHNIK DER WERKZEUGMASCHINEN UND FERTIGUNGSEINRICHTUNGEN (ISW)



Intelligente Maschinen für mehr Effizienz

Deutschland lebt von innovativen Technologien, die den Produktionsstandort durch effiziente Maschinen und Anlagen weiter nach vorne bringen. Dabei gilt es, sowohl die Forschungsgebiete zur industriellen Steuerungs- und elektrischen Antriebstechnik als auch die Maschinenteknik sowie geeignete Simulations- und Engineeringmethoden weiter auszubauen.

Intelligente Steuerungstechnik

Intelligente Steuerungstechnik beschäftigt sich heute bereits mit den Problemen von morgen. Dies bedeutet zum Beispiel, dass die Steuerung einer Anlage durch Hardware-in-the-Loop-Simulation bereits entwickelt werden kann, obwohl die Anlage noch gar nicht existiert. Eine Kopplung der realen Steuerung mit einer Simulation der Anlage macht dies möglich. Durch Hardware-in-the-Loop-Simulation konnte z. B. in kürzester Zeit die Ansteuerung für die Energiezentrale im deutschen Pavillon auf der Expo in Shanghai durch das ISW realisiert werden.

Intelligente Steuerungstechnik weiß, was passiert. Durch Vernetzung aller in einer Anlage verbauten Komponenten kann schnell auf Veränderungen reagiert werden. Entscheidend für die Kommunikation der Komponenten untereinander ist eine standardisierte Vernetzung. Das ISW ist eines der führenden Forschungsinstitute auf dem Gebiet der digitalen Feldbus- und Antriebssysteme und arbeitet aktiv an der Normung und Zertifizierung von Feldbussen mit.

Intelligente Steuerungstechnik bietet Schnittstellen und ist erweiterbar. Nur die Möglichkeit, eigene Algorithmen in moderne industrielle Steuerungstechnik zu integrieren, erlaubt eine Weiterentwicklung der Steuerungstechnik durch die universitäre Forschung. Das ISW ist deshalb eng mit den meisten Steuerungsherstellern vernetzt und verfügt hierdurch über Wissen von Produkten und Schnittstellen.

Hochdynamische Antriebe und optimierte Maschinenteknik

Ein entscheidender Faktor für die Produktivität von Maschinen und Anlagen ist die Leistungsfähigkeit der eingesetzten Antriebstechnik und deren Wechselwirkung mit den vorhandenen Maschinenstrukturen. Im Allgemeinen werden für den Bereich der Produktionsmaschinen höchste Anforderungen an die Genauigkeit, das dynamische Verhalten, die Effizienz und die Zuverlässigkeit der Antriebssysteme gestellt. Derzeit werden am ISW neue Konzepte für die Regelung von Antriebssystemen entwickelt und umgesetzt.

Modulare mechatronische Systeme

Unter dem Stichwort Ressourceneffizienz können mechatronische Module den Werkzeugmaschinenbau revolutionieren. Hierbei kann es sich sowohl um kleine Baugruppen als auch um komplette Achseinheiten handeln, welche eine oder mehrere Funktionalitäten zur Verfügung stellen. Diese mechatronischen Systeme sind dabei als autarke Systeme konzipiert, sodass minimale Anforderungen an die Schnittstellen gestellt werden. Dadurch können die Module universell eingesetzt oder ausgetauscht werden.

Effiziente Engineeringmethoden

Das Engineering des Produktionssystems ist der zentrale Schlüsselfaktor, um den Wirkungsgrad verschiedener innovativer Automatisierungsstrategien in einer effizienten Einheit zu vereinigen. Deshalb sind Engineeringmethoden ein bedeutender Forschungs- und Arbeitsschwerpunkt am ISW. Zu diesem Schwerpunkt gehören neuartige Ansätze zur effizienteren Planung und Entwicklung von Fertigungseinrichtungen, Werkzeugmaschinen und Robotern.

Dr. Armin Lechler | Telefon 49 711 6858-2462
armin.lechler@isw.uni-stuttgart.de

DATEN UND EREIGNISSE

Innenansichten aus dem »Virtual Fort Knox«

Cloud-Technologien einsetzen, um durch intelligente, vernetzte und sichere Datennutzung Ingenieurwelt und IT zusammenzubringen – das ist der Schlüssel zur smarten Fabrik in der »Industrie 4.0«. Voraussetzung für diese nächste industrielle Revolution ist, dass gemeinsam genutzte sensible Daten so sicher sind wie die US-Goldreserven im legendären Stützpunkt Fort Knox. Wie das konkret machbar ist, zeigte das Fraunhofer IPA, die Hewlett Packard GmbH und ihre Projekt- und Netzwerkpartner der Forschungsinitiative »Virtual Fort Knox«. Auf der Hannover Messe 2013 präsentierten sie den aktuellen Stand ihrer intelligenten und sicheren Community-Cloud-Plattform für produzierende Unternehmen.

¹ Prof. Thomas Bauernhansl, Institutsleiter Fraunhofer IPA, im Gespräch mit Dr. Nils Schmid, Minister für Finanzen und Wirtschaft des Landes Baden-Württemberg, dessen Haus »Virtual Fort Knox« als Leuchtturmprojekt unterstützt, auf dem Messestand.

Physische Produktion und digitale Welt sicher verbunden

Die Verbindung zwischen Werkzeugmaschinen und deren Steuerungen zu sicheren Cloudspeichern verschaffte den Besuchern der SPS/IPC/DRIVE vom 26. bis 28. November 2013 auf der NürnbergMesse einen Einblick, wohin sich Fertigungsmanagementsystem und Prozessautomatisierung entwickeln werden. Die Themen reichten von den Einsatzmöglichkeiten moderner Auswertemöglichkeiten über den direkten Onlinezugriff auf Prozessdaten bis zu den Vorzügen optimal vernetzter Prozesse. Ein wesentliche Rolle spielt dabei die sichere Verknüpfung und Vernetzung der Informationen aus der physischen Produktion mit der digitalen Welt auf der föderativen und sicheren Plattform »Virtual Fort Knox«. Wie die vertikale Integration von der Anlage bis zur Cloud funktioniert und wie eine stufenweise Migration in der Fertigung hin zu Industrie 4.0 mit »Virtual Fort Knox« möglich ist, konnten die Besucher selbst erleben.

Auf dem Stand wurden live Informationen übertragen: von der Werkzeugmaschine über »Cloud Plug«, dem Gateway in die Cloud, hinein ins »Virtual Fort Knox«, um die Daten mobil in einer Betriebsdatenerfassung auszuwerten (s. Bild 2). Die erstaunlich einfache und kostengünstige Einkopplung in schon bestehende Infrastrukturen machte Industrie 4.0 greifbar.

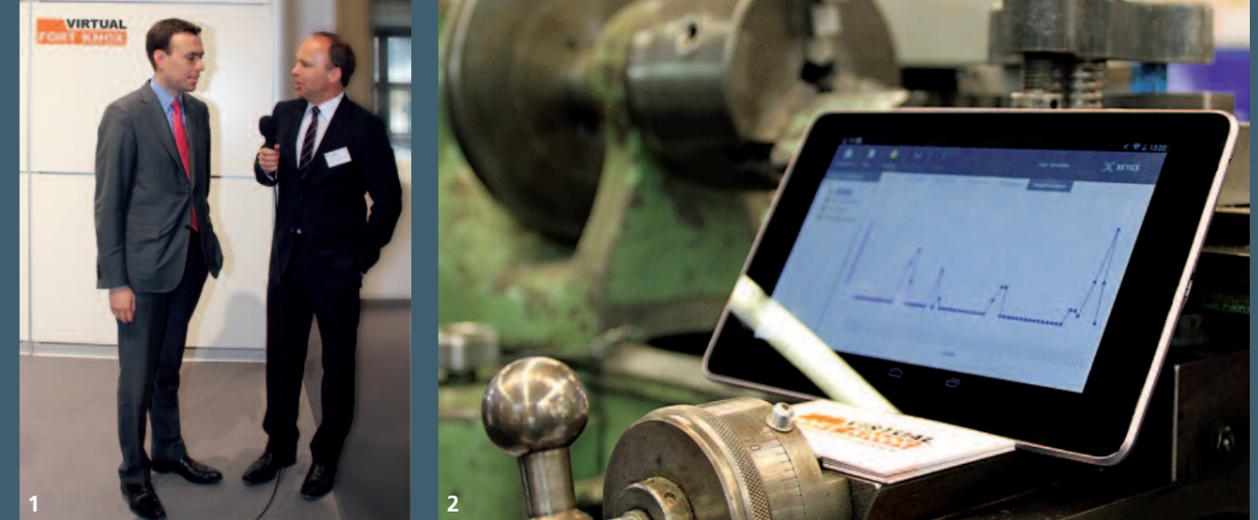
Technische Assistenzsysteme für Haushalt und Pflege

Mehr Lebensqualität für Hilfsbedürftige und Unterstützung in der häuslichen und stationären Pflege: Technische Assistenzsysteme bieten das Potenzial, sowohl ältere und behinderte als auch pflegende Personen zu unterstützen und zu entlasten. Am 24. April 2013 eröffnete das Fraunhofer IPA sein Pflegelabor, in dem erstmals Entwicklungen und Forschungsansätze zur Pflege ganzheitlich präsentiert wurden.

Das Labor gliedert sich in die Bereiche »Handhabung«, »Interaktion« und »Mobilität«. Der Bereich »Handhabung« zeigt Assistenzroboterlösungen sowohl für den häuslichen als auch den stationären Einsatz: Care-O-bot® 3, die Produktvision eines interaktiven Haushaltsassistenten, serviert Getränke und Snacks. Des Weiteren wird das Konzept eines teilautonomen Pflege-wagens vorgestellt, der bedarfsgerecht, automatisch Pflegeutensilien vorhalten kann.

Stürze zählen neben plötzlich auftretenden Krankheiten wie Herzinfarkt oder Schlaganfall zu den größten gesundheitlichen Risiken für ältere Menschen. Wie ein automatisches Notfall- und Sturzerkennungssystem funktionieren kann, wird im Bereich »Interaktion« demonstriert.

Der Bereich »Mobilität« beschäftigt sich u. a. mit Monitoringssystemen. Auf Basis leicht zu installierender sogenannter ambienter Sensoren können beim Aktivitätsmonitoring Informationen zum Tagesablauf in der Wohnung erfasst und über das Internet eingesehen werden.



Ohne Energieeffizienz keine Energiewende

Das Institut für Energieeffizienz in der Produktion der Universität Stuttgart (EEP) will die hohe Bedeutung der Energieeffizienz für eine erfolgreiche Energiewende in der Öffentlichkeit, Politik und Wirtschaft klar hervorheben. Am 16. Mai 2013 fand daher in Stuttgart der erste Effizienz-Gipfel des EEP statt. Hochrangige Vertreter aus Politik, Forschung und Industrie diskutierten anhand eines Positionspapier des EEP die Schlüsselstellung der Energieeffizienz speziell in der Produktion für das Gelingen der Energiewende. EEP-Institutsleiter Prof. Thomas Bauernhansl hält die Zeit bis zur Umsetzung für einen ganz entscheidenden Faktor: »Aktivitäten von Produktionsunternehmen zur Energieeinsparung können viel schneller ihre Wirkung entfalten als Großvorhaben, wie etwa die im Bundestag verabschiedete Beihilfe zur Anhebung der jährlichen Sanierungszahl für Wohnungsheizung und -dämmung. Kleinere Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz können in der Industrie am raschesten umgesetzt werden und entfalten sofort ihre Wirkung.«

1. Stuttgarter Kongress für Oberflächentechnik

Der Mix aus branchen- und technologieübergreifenden Vorträgen beim 1. Stuttgarter Kongress für Oberflächentechnik am 19. Juni gelang. 73 Teilnehmer zeigten sich mit dem Kongressangebot höchst zufrieden. Themen wie Aspekte zur Steigerung der Effektivität und Effizienz in der Produktion, der sich immer deutlicher abzeichnende Fachkräftemangel und der Mehrwert, der durch anwendungsorientierte Oberflächentechnik an Bauteilen erzeugt werden kann, standen ebenso auf dem Programm wie Vorträge über Lackier-, Galvano- und Vakuumsbeschichtungstechnik in den Branchen Automotive, Maschinen- und Anlagenbau sowie Energiewirtschaft. Weiterer Höhepunkt des Kongresses war die Preisverleihung der »OBERFLÄCHE 2013«.

Teilnehmerrekord bei der »ROSCon 2013«

Rund dreihundert Experten und Anwender aus aller Welt, ein Drittel mehr als beim erfolgreichen Auftakt in Minnesota/USA im Jahr 2012, besuchten am 11. und 12. Mai das internationale Jahrestreffen der weltweiten Entwicklercommunity für das Open-Source-Betriebssystem für Roboterprogrammierung ROS auf dem Campus der Universität Stuttgart. Das rapide gestiegene Interesse gerade industrieller Anwender an der bisher vor allem im Forschungsbereich weit verbreiteten Open-Source-Plattform belegt nach Ansicht der Organisatoren, dass ROS sich auch bei Industrie- und Servicerobotik-Anwendungen als ernstzunehmende Option zur herkömmlichen, oft kostspieligen Steuerungstechnik anbietet und neue Standards schafft. Vieles, was unter dem Schlagwort »Industrie 4.0« als Vision gehandelt werde, sei in der ROS-Community bereits Realität, konstatiert Professor Alexander Verl, Institutsleiter am Fraunhofer IPA.

Neuer Besucherrekord auf dem 5. FTS-Technologieforum

Technische Innovationen im Bereich der Steuerungs- und Sensortechnik schaffen neue Generationen von Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) und mobilen Robotern. Ob als fahrerlose Gabelstapler in Lager und Produktion, als vollautomatisches und höchst zuverlässiges Warentransportsystem im Krankenhaus oder im menschenleeren Parkhaus von morgen: FTF und FTS erobern aufgrund ihrer Fähigkeiten systematisch weitere Einsatzbereiche. Potenziale bieten sie vor allem bei der Kostenreduktion in der Logistik bei gleichzeitig erhöhter Produktivität. Zudem verbessern sie die Prozesssicherheit und ermöglichen eine durchgängige Warenverfolgung. In neun Vorträgen wurden am 24. September 2013 im FTS-Technologieforum in Stuttgart innovative Technologien und neue Anwendungen der FTF und mobilen Roboter präsentiert und aus den unterschiedlichen Blickwinkeln der Anwender, Hersteller, Verbände sowie Forschung und Entwicklung beleuchtet.

EHRUNGEN UND PREISE

Hans-Jürgen Warnecke Innovationspreis 2013

Zum 21. Mal wurde der IPA-Innovationspreis des Fraunhofer IPA vergeben. Die aus den Institutsleitern und externen Juroren zusammengesetzte Jury orientierte sich bei der Vergabe der Auszeichnungen an den Kriterien »Kundennutzen«, »Kreativität« und »methodisch-wissenschaftlicher Ansatz«.

Zwei erste Preise

Elastopolymere Venenklappenprothesen mittels 3D-Tröpfchensdosiertechnik, entwickelt von Dr. Oliver Schwarz, Miroslav Miklosovic und Christian Schneider, wurden mit einem ersten Preis ausgezeichnet (s. S. 54 f.).

Neue Wege in der Lackierung durch verlustfreies Beschichten brachten für Dr. Oliver Tiedje, Wolfgang Niemeier und Abteilungsleiter Dr. Michael Hilt einen weiteren gleichberechtigten ersten Platz.

Spritzlackierprozesse erzeugen immer Materialverluste in Form von Lacknebel, der nicht auf dem zu lackierenden Objekt abgedehnt wird, dem sogenannten Overspray. Anders bei dem prämierten Lackierverfahren: Hier werden gezielt Tropfen definierter Größe erzeugt, die zielgenau appliziert werden. Der Nutzen der Innovation liegt vor allem in der Ressourcen-Effizienz: Energie kann eingespart werden, aufwendige Maßnahmen zur Entfernung des Lacknebels oder z. B. bei der Maskierung für Mehrfarblackierungen entfallen, durch den entfallenden Overspray wird Lackmaterial eingespart und eine Entsorgung von Lackschlamm ist nicht mehr erforderlich.

Dritter Preis

Der dritte Preis ging an das Projekt RIBOLUTION – Identifizierung neuartiger RNA-basierter Biomarker für die molekulare personalisierte Diagnostik. Das IPA-Team bestand aus Christopher Laske, Mario Bott, Andreas Traube, Klaus Fischer, Holger Saal, Christoph Fischer und Benjamin Schulz (s. S. 58 f.).

1 Die Preisträger mit Juroren und Organisator des Innovations- und Gründertags (v. l. n. r.): Dr. Oliver Tiedje, Dr. Jochen Schließer, Wolfgang Niemeier, Dr. Wolfgang Rauh, Prof. Rolf Dieter Schraft, Dr. Michael Hilt, Chris Schaeffer, Christopher Laske, Mario Bott, Dr. Urs Schneider, Andreas Traube, Dr. Oliver Schwarz und Prof. Thomas Bauernhansl. (Quelle: Fraunhofer IPA)

German High Tech Champion Award 2013

Mit der Kampagne German High Tech Champions (GHTC) laden die Fraunhofer-Gesellschaft und das Bundesministerium für Bildung und Forschung jährlich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dazu ein, ihre anwendungsnahen Technologieentwicklungen insbesondere Fachexperten und Unternehmen im Ausland vorzustellen. Unter dem Motto »Lightweight Design« konnte in diesem Jahr eine Technologie des Myrobotics-Teams überzeugen und den GHTC Award in Höhe von 10 000 € gewinnen. Mit dem Myrobotics Toolkit können Forscher, industrielle Anwender und Hobbytütler Leichtbau-Roboter nach dem Prinzip eines menschlichen Bewegungsapparates für unterschiedliche Anwendungen entwickeln und selbst bauen.

Weitere Informationen unter:

www.myrobotics.eu | www.research-in-germany.de/dachportal/de/Beteiligungsmoeglichkeiten/GHTC-Wettbewerb.html

»Best Save Living-Concept«

Bereits zum 6. Mal wurde am 28. Juni 2013 in Köln der »Health Media Award« für erfolgreiche und innovative Maßnahmen im Bereich der Gesundheitskommunikation unter der Schirmherrschaft des Bundesgesundheitsministers Daniel Bahr verliehen. In der Sonderkategorie Altenpflege erhielt die Firma Sikom als Vertreter des safe@home-Projekts den »Health Media Award« als das »Best Save Living-Concept«. Das vom Fraunhofer IPA



1



2

entwickelte safe@home-System gewährt Sicherheit im eigenen Zuhause, indem es Menschen in Notsituationen zuverlässig und schnellstmöglich Hilfe zukommen lässt. Dabei schränkt safe@home nicht die Freiheit der Nutzer ein und wahrt ihre Privatsphäre. An der Decke installierte Sensorboxen erkennen, wenn eine Person stürzt oder hilflos ist. Der Nutzer muss dafür weder Sensoren tragen noch sich um das System kümmern. Für Sicherheit in der gesamten Wohnung sorgen die in allen Räumen angebrachten Sensorboxen. Erkennt safe@home eine Notsituation, wird die Alarmeinheit in der Wohnung aktiviert und Helfer werden informiert – per Telefon, Mobilfunk und Internet.

Schnelldiagnosesystem zur Vermeidung von Blutgefäßverengungen

Bei 20 bis 30 Prozent der heute eingesetzten Gefäßstützen (Stents) tritt eine Restenose, eine Wiedereinengung des Blutgefäßes, ein. Konnte dieser Wiederverschluss bisher nur mit einem aufwendigen Verfahren diagnostiziert werden, lässt sich der Zustand des Gefäßes nun frühzeitig ermitteln. Die Forscher des Fraunhofer IPA, Alexej Domnich, Laborautomatisierung und Biotechnik, sowie Jonathan Schächtele, Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB, Mannheim, erhielten den zweiten Preis des von der BioRegio STERN Management GmbH ausgeschriebenen Ideenwettbewerbs »Scienc2Start« für die Entwicklung eines »Drahtlosen Restenose-Frühdiagnosesystems, integriert in einen Stent«. Durch das intelligente, integrierte Diagnosesystem lassen sich der Zustand und der Innendurchmesser der Gefäße schnell erkennen, was das Risiko einer möglichen lebensbedrohlichen Restenose deutlich vermindert. Die aus Wissenschaftlern, Wagniskapitalgebern und Unternehmern zusammengesetzte Jury honorierte insbesondere die Innovativität und das wirtschaftliche Potenzial dieser Entwicklung.

1. Platz für »Energieeffizienz von parallelen Seilrobotern«

Auf dem Kongress der SPS IPC Drives 2013 in Nürnberg wurde am 27. November 2013 erstmals der Innovationspreis der Automatisierungsindustrie verliehen. Den mit 3000 € dotierten ersten Preis erhielt Werner Kraus vom Fraunhofer IPA für seine Untersuchungen zur »Energieeffizienz von Seilrobotern«. Sein Beitrag umfasst ein neues Verfahren: Durch die Reduktion von Seilkräften lassen sich der Energieverbrauch senken und die Seilmechanik schonen.

Viele Anwender wünschen sich die hohe Pick-Leistung von Delta-Robotern auch für größere Bauteile oder längere Transportwege: Im Bereich Pick-and-Place können Seilroboter neue Maßstäbe setzen. Zudem können sie Regale mit kleinen Paketen beschicken. Auch tonnenschwere Lasten lassen sich mit der Seilrobotertechnologie unter Verwendung von Kranwinden handhaben.

Weitere Informationen:

www.mesago.de/de/SPS/Der_Kongress/Innovationspreis/index.htm

2 »Prof. Walter Schumacher, Technische Universität Braunschweig, verleiht den ersten Preis an Werner Kraus, Fraunhofer IPA.« (Quelle: Messago/Thomas Geiger)

Jörg Siegert erhält Ehrenprofessorenwürde

Der stellvertretende Institutsleiter des IFF, Jörg Siegert, erhielt am 14. Oktober 2013 die Ehrenprofessorenwürde der Technischen Universität Cluj-Napoca. Die Auszeichnung wurde ihm für sein langjähriges Engagement im Rahmen des deutsch-rumänischen Maschinenbau-Studiengangs verliehen. Prof. Onorific Jörg Siegert hält seit acht Jahren regelmäßig die Vorlesung Fabrikbetriebslehre vor rumänischen Studierenden in Cluj.

PROMOTIONEN



VON DER IDEE ÜBER DAS PATENT BIS ZUR VERWERTUNG

Interview mit Christoph Schaeffer vom Fraunhofer IPA

Christoph Schaeffer, Leiter Patent- und Innovationsmanagement am Fraunhofer IPA, berichtet im Interview über einen wichtigen Teil seiner Arbeit: die Unterstützung der gesamten Innovationskette am Fraunhofer IPA – von der Idee zur Erfindung über das erteilte Patent bis zur wirtschaftlichen Verwertung mit Kunden oder über eine eigene Ausgründung.

Herr Schaeffer, wie erkennen Sie unter vielen Forschungsergebnissen und Innovationen die eine gute Idee?

Ganz einfach: An den leuchtenden Augen des Erfinders oder der Erfinderin, wenn er oder sie von der Idee berichtet. Nein, Spaß beiseite, durch die Auseinandersetzung mit der Idee, deren Machbarkeit und dem Marktpotenzial dahinter. Im modernen Intellectual Property Management – hier geht es um das Management geistigen Eigentums wie Marken, Patente, Know-how in Unternehmen – gibt es eine Vielzahl an Literatur, Verfahren und Methoden und auch Kurz-Checklisten, um das Verwertungspotenzial von Ideen abzuklopfen; um also festzustellen, ob es sich bei der neuen Erfindung um eine grundlegende neue Basiserfindung, eine maßgebliche Schlüsselerfindung, eine alternative Verbesserungslösung oder doch eher »nur« um eine umgehbare Detaillösung handelt. Dies gilt es gemeinsam mit dem Erfinder und seiner Fachabteilung herauszufinden.

Welche Kriterien müssen die Entwicklungen der Wissenschaftler erfüllen, um als Patent angemeldet zu werden?

Absolute, weltweite Neuheit und erfinderische Tätigkeit – Erfindungshöhe zum Stand der Technik – dies sind die beiden wichtigsten formalen Hürden zur Erteilung eines technischen Verfahrens oder einer technischen Vorrichtung zum Patent.

Hinzu kommt natürlich noch die Entscheidung auf Sinnfälligkeit bzw. Verwertbarkeit einer Patentanmeldung durch ein Fraunhofer-Institut selbst bzw. durch den Projektkunden. Wenn ein Return on Invest aus der Patentverwertung nicht gegeben oder sehr unwahrscheinlich ist, macht der Invest in eine teure Patentanmeldung zumeist keinen Sinn und das Fraunhofer-Institut wird alternativ über eine exklusive Lizenzierung der Erfindung als »Geheimes Know-how« nachdenken oder aber über eine Veröffentlichung mit Sperrwirkung für Dritte.

Wie lange dauert so ein Prozess?

Der Anmeldeprozess kann im Extremfall als Notanmeldung noch am gleichen Tage in Form einer ersten, aber vollständigen Hinterlegung der Erfindungsidee beim Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA) durchgeführt werden. Also etwa durch Einreichung einer vollständigen Master- oder Dissertationsschrift – gegebenenfalls sogar noch am Tage der Veröffentlichung der Arbeit oder des Messeauftritts als unausgearbeitete technische Patenthinterlegungsschrift. Daraufhin hat man dann maximal ein Jahr Zeit, um zusammen mit einem Patentanwalt aus dieser technischen Hinterlegungsschrift noch die Patentansprüche und Patentbeschreibung zu formulieren. Allerdings können dann keine neuen Erfindungsmerkmale mehr hinzugefügt werden. Für einen systematischen Patentanmeldeprozess mit und durch einen externen Patentanwalt sollte man jedoch besser zwei bis drei Monate Dauer einplanen. Früheste Patenterteilungen liegen zum 18. Monat nach Prüfungsantrag vor. Im Durchschnitt dauert es jedoch am DPMA bis zur Patenterteilung etwa drei bis fünf Jahre.

Lesen Sie das ganze Interview unter:
<http://www.ipa.fraunhofer.de/Patente.2126.0.html>

16. Januar 2013

Paul Thieme

Entwicklung einer neuen Methode zur Prozessleistungsmessung

4. Februar 2013

Philipp Riffelmacher

Konzeption einer Lernfabrik für die variantenreiche Montage

26. Februar 2013

Arne Rost

Untersuchung von Antrieben mit Kunstfaserseilen für den Einsatz in Leichtbau-Gelenkarmrobotern

6. März 2013

Christian Connette

Kinematische Modellierung und Regelung omnidirektionaler, nichtholonomer Fahrwerke

20. März 2013

Christoph Forster

Referenzmodell zur Gestaltung der Serviceorganisation in Unternehmen der Raumfahrtbranche zum Betrieb bemannter Raumfahrtsysteme

20. März 2013

Holger Haag

Eine Methodik zur modellbasierten Planung und Bewertung der Energieeffizienz in der Produktion

18. April 2013

Peter Dürr

Modell zur Bewertung der Effizienz der IT-Unterstützung im Auftragsabwicklungsprozess von produzierenden KMU

18. April 2013

Philipp Kroß

Mehrskalige Belastungsregelung in der variantenreichen Serienfertigung von KMU

30. April 2013

Jochen Böck

Integration nicht-konventioneller Verfahren in flexible Fertigungs- und Montagelinien

24. Juli 2013

Matthias Zapp

Semantische WIKI-Systeme in der wandlungsfähigen Produktion

10. September 2013

Christian Fischmann

Verfahren zur Bewertung von Greifern für Photovoltaik-Wafer

10. September 2013

Dominik Kaltenbacher

Neuartiger piezoelektrischer Mikro-Biegeaktor als Schallwandler in einem implantierbaren Hörgerät

23. September 2013

Dominik Martin Lucke

Ad hoc Informationsbeschaffung unter Einsatz kontextbezogener Systeme in der variantenreichen Serienfertigung

23. September 2013

Marcus Sauer

Vorgehensmodell zur Implementierung eines meilensteingestützten Kundenänderungsmanagements

23. September 2013

Frank Zwißler

Modell zur integrierten Liquiditätsbedarfsermittlung KMU

24. September 2013

Siegfried Frey

Verbesserung des dynamischen Verhaltens von Vorschubantrieben durch semiaktive Dämpfung

26. September 2013

Ulrich Reiser

Eine webbasierte Integrations- und Testplattform zur Unterstützung des verteilten Entwicklungsprozesses von komplexen Serviceroboter-Applikationen

5. November 2013

Georg Arbeiter

3D-Umgebungserfassung für teilautonome mobile Roboter

5. November 2013

Nikolaus Blümlein

Function-based Cost Estimation for Service Robot Prototypes in Early Design Phases

12. Dezember 2013

Julia Kroll

Aufgabenangepasste, kontrollierte Oberflächenextraktion aus 3D-Computertomographiedaten



WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN ÜBER LINKS UND QR-CODES

WISSENSMANAGEMENT

Wissens- und Informationstransfers schaffen Mehrwert: Unter dem Abteilungsnamen »Wissensmanagement« vereint und ergänzt die Fachinformation und Bibliothek ihr vielseitiges Leistungsangebot. Die Abteilung Wissensmanagement unterstützt auf vielfältige Weise die interdisziplinäre Forschung am Fraunhofer IPA und trägt entscheidend zum fachübergreifenden Wissenstransfer und zur Kommunikation bei.

Die Dienstleistungen des exzellent ausgestatteten Bereichs reichen von Intensiv-Schulungen zur schnellen und bestmöglichen Integration neuer Mitarbeiter bis zur Informationen von und über Kunden. Des Weiteren ist in Form einer Mitarbeiterdatenbank mit integrierten Kompetenznachweisen bestmögliche Transparenz über die intern vorhandenen Fähigkeiten und Qualifikationen der Mitarbeiter erreicht worden.

Dazu kommen klassische Aufgaben: Text- und Bilddaten werden gesammelt, gespeichert, verdichtet und inhaltlich erschlossen, alle für das Institut wichtigen Informationen werden lückenlos bereitgestellt. Für die Wissenschaftler wird die Möglichkeit geschaffen, komplexe Recherchen in großen, exklusiven Datenbanken durchzuführen, u. a. mit einem neuen »one stop«-Recherchetool.

Außerdem erstellt die Abteilung Wissensmanagement Konzepte zur Verknüpfung unterschiedlicher Informationstypen, ermöglicht die standardisierte Verbreitung von Informationen in die jeweiligen Geschäftsfelder oder die lokalen Arbeitsumgebungen einzelner Wissenschaftler und Forscherteams sowie das Monitoring für diese.

Bei Publikationen wie Dissertationen werden Wissenschaftler des Fraunhofer IPA z. B. in der Rechertechnik oder in der Literaturverwaltung unterstützt. Wissensmanagement begleitet also den gesamten Lebenszyklus einer wissenschaftlichen Publikation.

Christina Berse | Telefon +49 711 970-1543
christina.berse@ipa.fraunhofer.de



www.ipa.fraunhofer.de/Publikationen/Rueckblick

Online-Rubriken des Jahresberichts:

Gremien

www.ipa.fraunhofer.de/Gremien



Patente

<http://www.ipa.fraunhofer.de/Patente.2126.0.html>



Promotionen

www.ipa.fraunhofer.de/Promotionen



Veranstaltungen und Messen

www.ipa.fraunhofer.de/Veranstaltungen/Rueckblick



Universitäre Schwesterinstitute des Fraunhofer IPA

www.eep.uni-stuttgart.de

www.iff.uni-stuttgart.de

www.isw.uni-stuttgart.de

Außenstellen des Fraunhofer IPA

<http://pamb.ipa.fraunhofer.de>

www.fraunhofer.at

www.hro.ipa.fraunhofer.de

www.lup.uni-bayreuth.de/de/fhg

www.oper.fraunhofer.jp

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut
für Produktionstechnik und
Automatisierung IPA

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Alexander Verl
Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

Leitung Marketing und Kommunikation

Dr. rer. pol. Kai Kohler

Anschrift

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-00 | Fax -1399
www.ipa.fraunhofer.de

Redaktion

Jörg-Dieter Walz

Redaktionelle Mitarbeit

Kathrin Gaiser
Désirée Lempart
Fred Nemitz

DTP

Hannelore Betz

Fotonachweise:

Titelbild: Quelle: Fraunhofer IPA, Foto: Rainer Bez

Seite 13, 20, 28, 52, 54, 55, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 79,
110, 107 – Bild 1, Quelle: Fraunhofer IPA, Foto: Rainer
Bez/Heike Quosdorf

Seite 10, Foto: Torben Seidler

Seite 25, Foto: igor terekhov

Seite 32, Foto: Nataliya Hora

Seite 34 und 35, Quelle: MEV Verlag GmbH, Germany,
Foto: Karl Holzhauser

Seite 46, Foto: Sebastian Frey

Seiten 47, 105, Quelle: Fraunhofer IPA, Foto: Tobias Herbst

Seite 50, Bild 1; Seite 51, Bild 1 und 2, Quelle: Fraunhofer IPA,
Foto: Christian Hass Stuttgart

Seite 82, Bild 1, Foto: Picasa

Seite 92, Quelle: MEV Verlag GmbH, Foto: Kuebler Thomas

Seite 95, Quelle: MEV Verlag GmbH, Foto: independent light

Seite 99, Quelle: MEV Verlag GmbH, Foto: Karl Holzhauser

Seite 107, Bild 2, Foto: Mesago/Thomas Geiger

Druck

GO Druck Media GmbH & Co. KG
Kirchheim unter Teck

Bestellservice

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