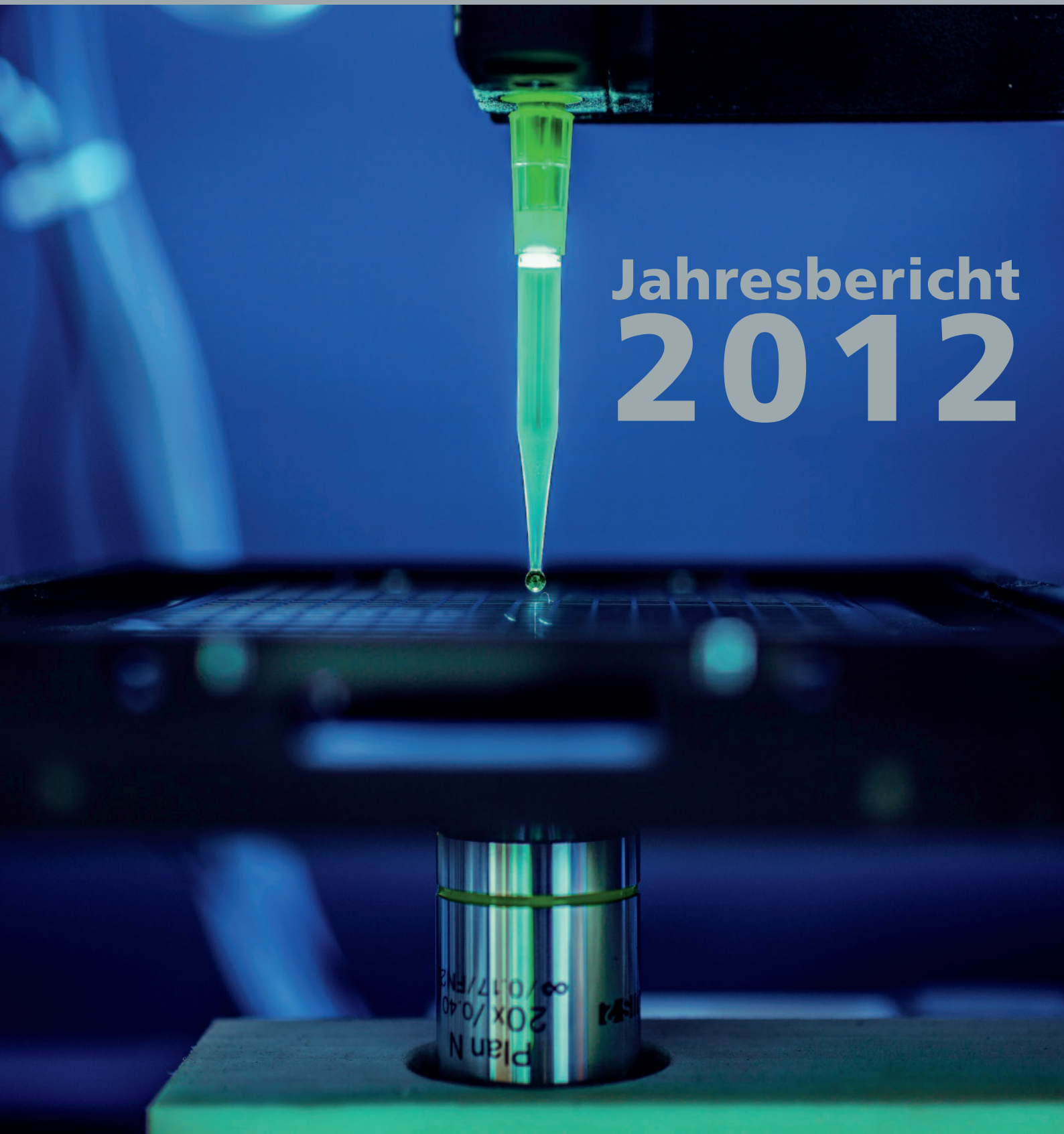
Fraunhofer
IPA

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA



Jahresbericht 2012

FRAUNHOFER IPA
JAHRESBERICHT 2012

Quelle: Werner Sobeck, Stuttgart

Quelle: muench-lichtbildnerei.com

EDITORIAL

ZUKUNFTSBRANCHEN IM FOKUS

Innovationen, also die Umsetzung von Inventionen in die industrielle Praxis, treiben das Fraunhofer IPA nun schon seit mehr als 50 Jahren an. Ziel unserer Forschungs- und Entwicklungsprojekte war es von Anfang an, Automatisierungs- und Rationalisierungspotenziale in Unternehmen sowie in ganzen Branchen aufzuspüren und auszuschöpfen, um mit innovativen, kostengünstigen und umweltfreundlichen Produkten und Produktionsabläufen die Wettbewerbsfähigkeit und die Zukunftsfähigkeit unserer Kunden zu stärken. Die noch intensivere Fokussierung auf die Bedürfnisse der Unternehmen im Produktionsumfeld stellen wir durch die im Jahr 2012 eingeführte Matrix-Organisation mit fünf branchenorientierten Geschäftsfeldern sicher. Das Jahr 2012 war am Fraunhofer IPA durch eine bemerkenswerte Dynamik und Wachstum geprägt. Rund 370 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben einen Jahresumsatz von 50,25 Mio Euro erwirtschaftet. Mit den verbundenen Universitätsinstituten IFF, ISW und IfW bildet das Fraunhofer IPA mittlerweile den größten Standort für die Produktionsforschung in Europa.

Lesen Sie in diesem Jahresbericht unter anderem über zwei Forschungsinitiativen aus dem Wettbewerb »Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Im Rahmen der Forschungsinitiative ARENA2036 (s. S. 98), zu dessen Partnern das Fraunhofer IPA gehört, wird ein radikal neues und ganzheitliches Produktionskonzept nach den Anforderungen künftiger Wandlungsfähigkeit für funktionsintegrierten Leichtbau erforscht. So gestalten wir die Neuerfindung des Automobils mit. Ziel der Forschungsinitiative M²OLIE (s. S. 91) ist es, die Behandlung insbesondere von Krebserkrankungen durch Eingriffe in die Struktur der Körperzellen weiter zu verbessern. Zu den Projektpartnern gehört unsere Außenstelle für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie in Mannheim.

Erfahren Sie auch mehr über die Forschungsinitiative »Virtual Fort Knox« (s. S. 21), ein Leuchtturmprojekt des Landes Baden-Württemberg. Kürzere Produktlebenszyklen, komplexere Technologien und der globale Wettbewerb verlangen neue Wege für die Produktion von morgen. Das Fraunhofer IPA ist mit der Leitung des durch das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg geförderten Projekts betraut und ist dadurch direkt an der weiteren Gestaltung des Konzepts Industrie 4.0 (vgl. auch S. 58 f. u. S.100) beteiligt.

Wie können wir nachhaltig mit einem hohen Wertschöpfungsanteil in Deutschland für einen globalen Markt produzieren? Diese Forschungsfrage steht auch in den kommenden Jahren im Mittelpunkt unserer Arbeit.

Wir freuen uns auf zukünftige Herausforderungen und den Dialog mit Ihnen und wünschen Ihnen nun viel Freude beim Lesen des neuen Jahresberichts des Fraunhofer IPA.

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

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

INHALTSVERZEICHNIS

Editorial **5**

Organigramm **8**

Das Institut in Zahlen **8**

Kuratorium **9**

Die fünf Geschäftsfelder des Fraunhofer IPA **10**

Nachhaltige Produktion und Qualität **13**
Energieeffizienz auf Prozessebene 14
Optimierung einer Motorenmontagelinie 16
Expertenforum Produktentwicklung und Produktrecycling 17

Fabrikplanung und Produktionsoptimierung **19**
Materialflusssimulation für mehrere Produktionslinien 20
»Virtual Fort Knox« – intelligente, vernetzte und sichere Datennutzung 21
Optimierung eines Produktionskonzepts für Raddrehzahlsensoren 22
Von der Werkstattproduktion zur wertstromorientierten Fabrik 23

Auftragsmanagement und Wertschöpfungsnetze **25**
Hoher Servicegrad trotz schwankender Bedarfe bei Freudenberg 26
Analyse und Optimierung der PPS in einem Unternehmen der Medizintechnik 28

Beschichtungssystem- und Lackiertechnik **31**
Innovationsallianz Green Carbody Technologies erfolgreich abgeschlossen 32
Markenschutz für Textilien durch Verwendung unsichtbarer Markierungen 34
Photokatalytisch aktive Baufarben für saubere Fassaden 35

Galvanotechnik **37**
ÖKOXAL – Harteloxieren auf einem neuen Effizienzniveau 38
Schaden am galvanisch beschichteten Bauteil – Was nun? 40

Roboter- und Assistenzsysteme **43**
Kognitive Industrierobotik – Industrieroboter werden intelligent 44
(Industrial) ROS in der Anwendung 46

Biomechatronische Systeme **49**
Hüftimplantat mit Langzeitwirkung 50
Instrumentengriff mit integrierter Elektronik erleichtert Operationen 51

Laborautomatisierung- und Bioproduktionstechnik **53**
Standards in der Laborautomatisierung 54
Biomoleküle vom Band 55

Reinst- und Mikroproduktion **57**
»TRANSPARENCY« 58
Eine reine LED-Fertigung für eine saubere Umwelt 60

Bild- und Signalverarbeitung **63**
EcoExtrude – Energieeffiziente Extrusionsanlagen 64
Technik für den Menschen 66

Funktionale Materialien **69**
Graphen 70
Transparente leitfähige Folien 71

Generative Verfahren und Digitale Drucktechnologie **73**
Digitale Drucktechnologien zur Herstellung multifunktionaler 3D-Oberflächen 74
Generative Fertigung – neue Entwicklungen und Anwendungserweiterungen 76

Leichtbautechnologien **79**
Bearbeitungstechnologie 80
Maschinentechnologie 82
Fertigungsmittel 83

Fraunhofer-Anwendungszentrum für Großstrukturen in der Produktionstechnik AGP, Rostock **84**

Fraunhofer Austria Research GmbH Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement, Wien **86**

Fraunhofer Office for Process Engineering of Functional Materials and Robotics OPER, Osaka **88**

Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB, Mannheim **90**

Project Center for Production Management and Informatics PMI, Budapest **92**

Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth **94**

Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) **96**

Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) **98**

Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) **100**

Daten und Ereignisse **102**

Ehrungen und Preise **104**

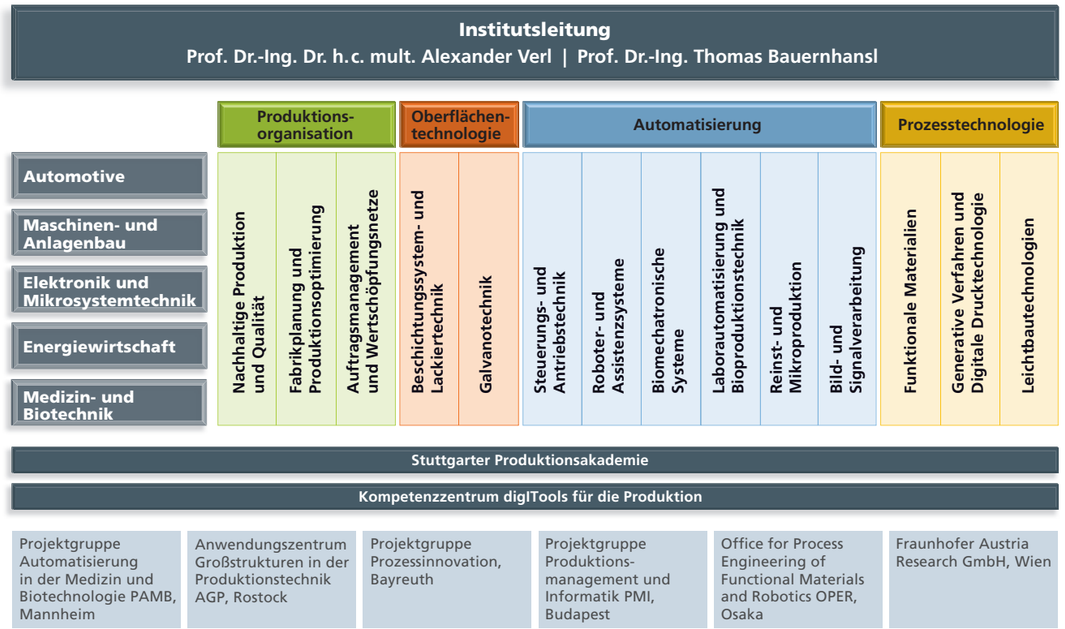
Promotionen **106**

Wissensmanagement **107**

Weiterführende Informationen über Links und QR-Codes **108**

Impressum **109**

ORGANIGRAMM
DAS INSTITUT IN ZAHLEN



Betriebshaushalt	**Mio €**
ohne Investitionen	50,25
davon Wirtschaftserträge	19,30

Anzahl der Mitarbeiter	
Fraunhofer IPA, Mitarbeiter	370
Fraunhofer IPA, Wissenschaftliche Hilfskräfte	300
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart	31
Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Universität Stuttgart	55
Graduiertenschule für advanced Manufacturing Engineering (GSaME)	60

Weitere Kennzahlen	
Promotionen	10
Patente	33
Veröffentlichungen	707

KURATORIUM

Vorsitzender des Kuratoriums

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

Mitglieder des Kuratoriums

Dipl.-Kfm. Thilo Brodtmann
VDMA e. V.
Geschäftsführer

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

Dipl.-Ing. Olaf Dunkler
Daimler AG
Leitung Montage A-/B-Klasse
Mercedes-Benz Werk Rastatt

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Flegel
Daimler AG
Leitung Forschung Produktionstechnik

MinR'in Dr. rer. pol. Ehrentraud Graw
Ministerium für Finanzen und Wirtschaft
Baden-Württemberg
Leitung Referat 73 –
Produktionstechnik und Fahrzeugbau

Dipl.-Math. Bernd Liepert
KUKA AG
Chief Technology Officer CTO

Dr. Rainer Ohnheiser
Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH
Geschäftsführer

MinRat Hermann Riehl
Bundesministerium für
Bildung und Forschung
Referatsleiter 512 –
Produktionssysteme und -technologien

Dr. Uwe Siewert
Dürr Systems GmbH
Geschäftsführer
Aircraft and Technology Systems

Dr.-Ing. e. h. Manfred Wittenstein
WITTENSTEIN AG
Mitglied des Vorstandes

Prof. em. Dr. rer. pol. Erich Zahn
ehem. Universität Stuttgart
bwi Betriebswirtschaftliches Institut

Gäste des Kuratoriums

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

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

DIE FÜNF GESCHÄFTSFELDER DES FRAUNHOFER IPA

Das Fraunhofer IPA hat seine Organisationsstruktur 2012 den Herausforderungen und Themen der Zeit angepasst. Fünf Zukunftsbranchen sind für das IPA identifiziert, die entsprechend in fünf Geschäftsfeldern abteilungsübergreifend bearbeitet werden. Damit werden Synergien geschaffen und das Institut kann sich auf seine Kunden aus der Industrie optimal einstellen. »Angewandte Forschung braucht ein systemisches Verständnis. Einerseits zur Definition der richtigen Forschungsfragen, aber andererseits auch zur interdisziplinären Entwicklung und zum Transfer der Lösungen in die Industrie«, erläutert Institutsleiter Prof. Thomas Bauernhansl die Neustrukturierung.

Automotive

Mobilität nimmt mit dem technologischen Fortschritt und in unserer alternden Gesellschaft eine zunehmend wichtigere Rolle ein und stellt große Herausforderungen an technologische Entwicklungen.

Das Geschäftsfeld »Automotive« versteht sich als kompetenter erster Ansprechpartner für die Automobil-(Zulieferer-)Industrie. An der Schnittstelle zwischen den Branchenanforderungen und den Kompetenzen der Abteilungen initiieren wir neue Produktideen und Produkte. Durch die übergreifende Funktion des Geschäftsfelds können die Kompetenzen verschiedener Abteilungen kombiniert und Synergieeffekte genutzt werden. Daher ist das Geschäftsfeld in der Lage, Dienstleistungen über den gesamten Lebenszyklus und entlang der Wertschöpfungskette anzubieten.

Schon früh erkannte das Fraunhofer IPA Trendbranchen und besitzt heute besonders in den Trendbereichen wie Leichtbau und Elektromobilität jahrelange Erfahrungen und Kompetenzen. Somit stehen wir nicht nur den OEMs, sondern ebenso der Zuliefererindustrie auch in jungen Dienstleistungs- und Forschungsbereichen zur Seite.

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

Maschinen- und Anlagenbau

Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau ist im globalen Wettbewerb sehr gut positioniert und wichtiger Wachstumsmotor für den wirtschaftlichen Erfolg Deutschlands und Europas. Gründe hierfür sind Top-Innovationen, Hightech-Produkte, hohe Qualität und Erfahrungswerte sowie flexible Organisationsstrukturen und Prozesse. Politisch wird diese Entwicklung unter anderem durch die Agenda Industrie 4.0 des BMBF mit wichtigen FuE-Förderprogrammen weiter vorangetrieben. Die Industrieproduktion der Zukunft ist geprägt durch Fertigungstechnologien und Organisationsmodelle für die hochflexible Herstellung individualisierter Produkte, die intensive Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse und die Kombination von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen zu so genannten hybriden Produkten.

Das Geschäftsfeld Maschinen- und Anlagenbau des Fraunhofer IPA bündelt die Kompetenzen und Dienstleistungen aus 14 Abteilungen rund um die Herausforderungen der Produktion im Maschinen- und Anlagenbau. Unser Fokus sind gesamtheitliche Innovationen und Lösungen für produzierende Unternehmen. Unser Tun ist geprägt durch Freude an Innovationen, nachhaltigen Lösungen und technischen Weiterentwicklungen in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit unseren Kunden.

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

Elektronik und Mikrosystemtechnik

Die Elektronikindustrie gehört zu den stärksten und besonders innovativen Wachstumsbranchen. Innovationsgrad und Fortschritt in der Forschung und Entwicklung von Komponenten, Materialien sowie Fertigungsprozessen sind maßgeblich am Erfolg der Branche beteiligt.

Das Fraunhofer IPA unterstützt in der Fertigungstechnik von den Grundlagen bis zur Endanwendung und ist häufig Enabler für die Herstellung neuartiger Systeme. Wir sind Entwicklungspartner für herausfordernde Aufgaben mit hohem Vernetzungsgrad innerhalb der Forschungslandschaft und in der Industrie.

Aufgrund der Empfindlichkeit elektronischer bzw. mikrosystemtechnischer Produkte ist die Kontaminationskontrolle eine der wichtigsten Maßnahmen zur Sicherstellung qualitativ hochwertiger Produkte. Dies gilt von der Gestaltung der Fertigungsumgebung, dem Einsatz reinheitstauglicher Anlagen, dem Präzisions- und Automatisierungsgrad von Prozessen bis hin zu qualifiziertem Personal.

Im Bereich der gedruckten Elektronik bspw. sollen durch die Reduzierung der Herstellungskosten, der Bedruckbarkeit großflächiger und flexibler Substrate sowie durch neuartige Funktionalitäten neue Anwendungsfelder für die Elektronik erschlossen werden.

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

Energiewirtschaft

Die Energiewende schreitet mit großen Schritten voran. Offshore-Windparks werden trotz immenser technischer Herausforderungen aufgestellt und an unser Stromnetz angeschlossen. Der Photovoltaikausbau war im Jahr 2012 größer als je zuvor. Die politischen Vorgaben wurden erneut übererfüllt.

Die Politik steht vor der Aufgabe, wirksame Maßnahmen zur Steuerung zu entwickeln. Viele dezentrale Lösungen sind mit ihren intelligenten Systemen in der Lage, die fluktuierende Energiegewinnung je nach Bedarf in Speicher, Eigennutzung oder Netzeinspeisung zu kanalisieren. Hier gilt es, die richtige Lösung für den jeweiligen Bedarf zu finden. Nicht zuletzt müssen Politik, Wirtschaft und Forschung gleichermaßen die gesamte Energiewende wirtschaftlich sinnvoll, bezahlbar und zeitlich abgestimmt umsetzen. Bei allen zum Einsatz kommenden technischen Produkten stellen wir uns der harten Konkurrenz aus Fernost.

Das Geschäftsfeld Energiewirtschaft entwickelt Lösungen für diese Aufgabenstellungen. Wir bieten durch abteilungsübergreifende branchenspezifische Kompetenzen unseren Kunden hoch innovative Lösungen für optimale Produktionsprozesse im Bereich erneuerbarer Energien und Energieeffizienz. Dies geschieht in den Bereichen nachhaltige Produktion von PV-Systemen, Windkraftanlagen und Energiespeicher sowie Nutzung von Energieeinsparpotenzialen und nachhaltige Energienutzung.

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

Medizin- und Biotechnik

Das Fraunhofer IPA blickt im Bereich der Medizin- und Biotechnik auf jahrzehntelange Erfahrung zurück. Unser Dienstleistungsportfolio umfasst Beratungsleistungen, die Entwicklung von Instrumenten, Geräten und Anlagen sowie Technologie- und Verfahrensentwicklungen bzw. -modifikationen. Unsere Projektteams stellen wir für unsere Kunden dem Arbeitsgebiet entsprechend spezifisch zusammen: von der Interventionellen Medizin, der Orthopädie und Rehabilitation sowie der Pflege und Assistenz über die Pharma, Diagnostik zur Bioproduktion und Laborautomatisierung. Im Jahr 2012 stellten wir unser Geschäftsfeld und unsere Kernkompetenzen auf international relevanten Messen wie der Orthotec Europe in Zürich, der Lab Automation in Orlando oder der Medtec Europe in Stuttgart vor. Unter unseren zahlreichen Aktivitäten ist die erfolgreiche Akquisition eines großen vernetzten Laborautomatisierungsprojekts in der Pharmaproduktion hervorzuheben.

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

NACHHALTIGE PRODUKTION UND QUALITÄT

Nachhaltiges Wirtschaften für Unternehmen bedeutet gleichrangig ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Aspekte zu berücksichtigen, diese sowohl regional als auch global zu betrachten sowie Verantwortung für heutige und zukünftige Generationen zu übernehmen. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, qualitativ hochwertige und zugleich schadstoffarme Produkte mit Hilfe energiearmer und sicherer Prozesse zu produzieren. Dabei werden Unternehmen immer stärker mit externen Anforderungen konfrontiert. Life-Cycle-Management-Konzepte ermöglichen Unternehmen eine gesamtwirtschaftliche Optimierung ihrer Aktivitäten hinsichtlich Zeit, Kosten, Qualität sowie Umwelt und Energie.

Die Abteilung »Nachhaltige Produktion und Qualität« unterstützt ihre 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.

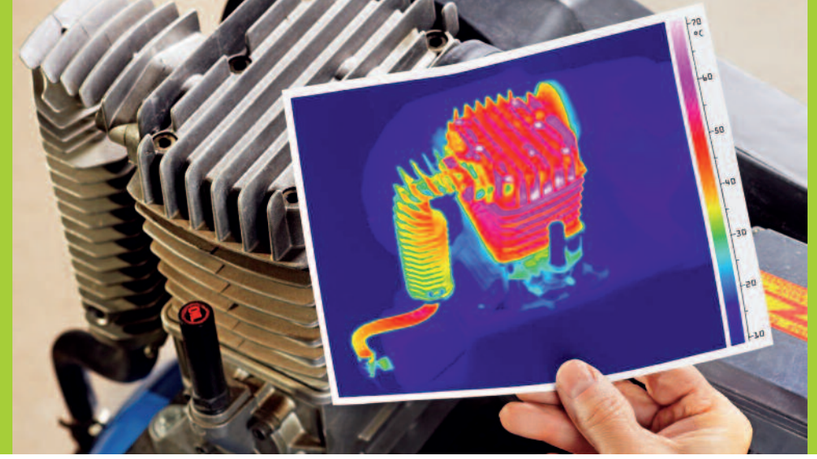
Das Abteilungsportfolio umfasst dabei folgende Themen:

- Verbesserung von Produktionsprozessen unter den Gesichtspunkten Energie- und Ressourceneinsparung
- Aufbau von Energiemanagementsystemen nach ISO 50001
- 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

Die Abteilung hat aus diesem Themenspektrum im Jahr 2012 eine Vielzahl an Industrie- und Forschungsprojekten in den unterschiedlichsten Branchen erfolgreich bearbeitet. Die ausgewählten und im Folgenden kurz dargestellten Referenzprojekte geben nur einen kleinen Ausschnitt aus unserem Tätigkeitsfeld wieder.

Aus dem Bereich Schadstoffmanagement und Produktrecycling informieren wir in Expertenforen mit der Industrie über Lösungsansätze zum Schadstoffmanagement, um zukünftigen EU-Gesetzgebungen gerecht zu werden. Im Bereich Energiemanagement führen wir Energiemanagementsysteme ein und entwickeln Konzepte zum effizienten Umgang mit der Ressource Energie bis hin zur Shop-Flor-Ebene. Last but not least haben wir 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 | Telefon +49 711 970-1980
joerg.mandel@ipa.fraunhofer.de



ENERGIEEFFIZIENZ AUF PROZESSEBENE

Angetrieben durch die knapper werdenden Ressourcen in der Energieproduktion rückt ein verantwortungsvoller und bewusster Umgang mit Energie wie Strom, Wärme, Kälte und Wasser zunehmend in den Fokus von produzierenden Unternehmen. Aber auch die politischen Zielsetzungen zum Klimaschutz wie die »20-20-20-Ziele« der Europäischen Union oder die noch ambitionierteren, nationalen Ziele im Zuge der »Energiewende« priorisieren Themen wie die Reduktion des Primärenergieeinsatzes, die Senkung des CO_2-Ausstoßes und die Steigerung der Energieproduktivität. Monetäre Anreize wie die Kopplung von Steuerentlastungen an die Einführung von Energiemanagementsystemen und eine Reduzierung der Energieintensität sind Maßnahmen, um im industriellen Umfeld diese visionären Ziele zu erreichen.

Kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz

Zum Zwecke einer Festlegung von Mindestanforderungen an Energiemanagementsysteme wurde die Normenreihe DIN EN ISO 50001 eingeführt. Unternehmen können sich nach diesen Anforderungen auditieren und zertifizieren lassen und somit ihre Aktivitäten zur Reduktion des Energieverbrauchs gegenüber den Stakeholdern glaubhaft belegen. Neben anderen Anforderungen ist dabei die kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz ein Kernstück des Energiemanagements und deren Nachweis zertifizierungsrelevant. Kontinuierliche Verbesserungsprozesse erfordern dabei einerseits organisatorische Rahmenbedingungen, wie Verantwortlichkeiten, hierarchische Strukturen oder Anreizsysteme, andererseits beinhalten sie auch technische Vorrausetzungen, wie die systematische Erfassung von Energieströmen oder die Ermittlung von aussagekräftigen Kennzahlen.

Das Fraunhofer IPA begleitete in den vergangenen Jahren mehrere große Unternehmen aus verschiedenen Branchen erfolgreich bei der Einführung und Zertifizierung von Energiemanagementsystemen. Während die Schaffung der organisatorischen Rahmenbedingungen beinahe schon als unternehmensspezifische Adaption von Standards gesehen werden kann, stellt die Unterstützung der technischen Ebene auf Prozessniveau die eigentliche Herausforderung dar.

Bei der Gebäudetechnik oder bei Querschnittstechnologien, wie der Drucklufterzeugung und -bereitstellung, ist eine isolierte Betrachtung eines relativ überschaubaren und gut dokumentierten Aufgabenfelds ausreichend. Auf Prozessebene stellt sich die Ausgangssituation jedoch wesentlich komplexer dar. Der Verbrauch von Anlagen und Maschinen muss detailliert analysiert werden, inklusive der Verbräuche von Einzelkomponenten und Querschnittstechnologien. Anhand dieser Energiedaten können anschließend Erkenntnisse gewonnen und Maßnahmen zur Optimierung des Energieeinsatzes abgeleitet werden. Als problematisch erweist sich dabei häufig fehlendes Wissen im Bereich der Datenerfassung und -strukturierung, dem anschließenden Interpretieren der Daten und dem Ableiten und Auswählen von Maßnahmen. Um bei der Auswahl von Maßnahmen Prozess- und Qualitätsrisiken auszuschließen, ist neben der Expertise im Bereich Energieeffizienz in der Produktion ein detailliertes Prozess- und Qualitätswissen erforderlich.

Prozessspezifische Energieverbräuche eines großen Weißwarenherstellers

Im Falle eines großen Weißwarenherstellers wurde das Fraunhofer IPA beauftragt, im Bereich der Oberflächenbeschichtung in verschiedenen Werken die prozessspezifischen Energieverbräuche zu ermitteln. Auf Basis einer Analyse sollten für ein Werk Maßnahmen ergriffen werden, die zu einer Reduktion des Energieverbrauchs in Höhe von 20 Prozent führen. Darüber hinaus wurde in einem anderen Werk die Investition in neue Anlagentechnik eines Oberflächenprozesses hinsichtlich ihres Energieverbrauchs evaluiert. Durch eine geeignete Projektdokumentation sollte das Unternehmen selbstständig die Energieeffizienzoptimierung weiterführen können.

Neuer Ansatz zur Unterstützung der technischen Ebene

Im Rahmen dieses Projekts entwickelte das Fraunhofer IPA zusammen mit dem Kunden einen neuen Ansatz zur Unterstützung der technischen Ebene. Dabei stand die Suche nach einer einfachen Methodik im Vordergrund. Sie sollte mit Hilfe geringer Investitionen, z. B. in Messtechnik oder Infrastrukturen, eine kontinuierliche Verbesserung der Energieeffizienz bestehender Anlagen ermöglichen und auch bei der Beschaffung neuer Anlagen als Leitfaden herangezogen werden können.

Zunächst ermittelten die Fraunhofer-Experten in einem Pilotprojekt den aktuellen Energieverbrauch der Oberflächenprozesse. Da Messeinrichtungen auf Prozessebene größtenteils fehlten, wurden umfangreiche Messungen der Energieverbräuche nötig. So konnten Gasverbräuche teilweise nur durch eine Bilanzierung der Wärmeverluste ermittelt werden. Als Ergebnis dieser Analyse stand nicht nur der Energieverbrauch des Gesamtprozesses fest, sondern auch der für die einzelnen Prozessschritte benötigte Energieeinsatz konnte transparent dargestellt werden. In Kombination mit den korrelierenden Produktionsdaten wurden spezifische Kennzahlen ermittelt, die zur Ableitung von Maßnahmen oder zum Benchmarking geeignet sind. Nachdem die Energieverbräuche einzelner Komponenten, Anlagen und Querschnittstechnologien feststanden, konnten geeignete Maßnahmen zum Energiesparen identifiziert und ausgewählt werden. Die ermittelten Maßnahmen im Pilotprojekt übertrafen in Summe die geforderte 20-prozentige Reduzierung des Energieverbrauchs deutlich.

Die Überprüfung der geplanten Anlagen erfolgte zunächst anhand der Lasten- und Pflichtenhefte. Dabei wurden die Angebote gegen aktuelle Best-Practice-Beispiele und den Stand der Technik geprüft. Mit Hilfe des VDMA-Einheitsblatts 24 378 prognostizierte Fraunhofer den Energieverbrauch für die geplanten Anlagen sowie die zu erwartenden Produktionszahlen und verifizierte die Prognose anhand der im Pilotprojekt ermittelten Verbräuchen und Kennzahlen.

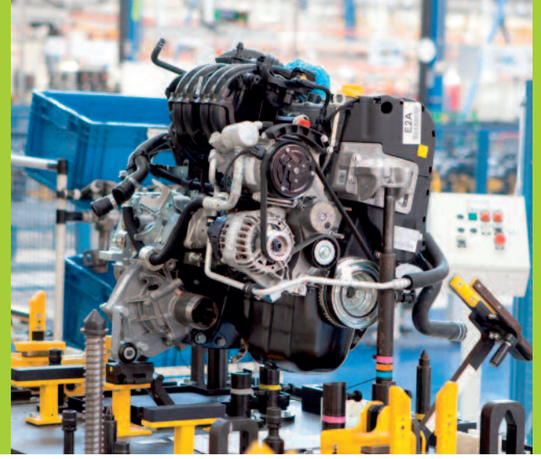
Zusammen mit den gewonnenen Erkenntnissen versetzt die angewandte Methodik den Kunden in die Lage, in Eigenregie die Energieeffizienzoptimierung weiterzuführen bzw. die Vorgehensweise auf ähnliche Prozesse der Oberflächentechnik anzuwenden.

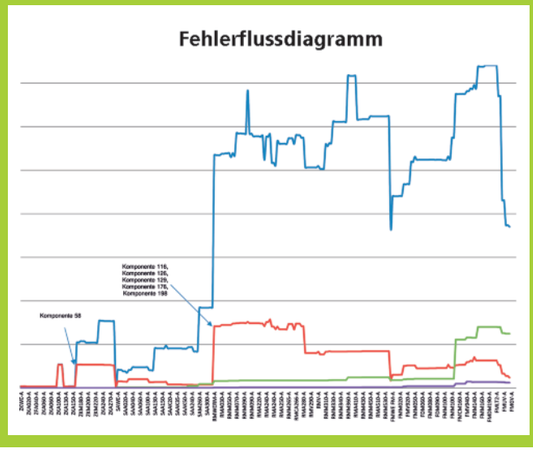
Energieeffizienzoptimierung mit geringen Kosten

Die Projektergebnisse belegen, dass der Kunde mit der Methodik die Energieeffizienzoptimierung mit geringen Kosten selbstständig und kontinuierlich weiterführen kann. Der Kundennutzen wird bei einem werkübergreifenden Einsatz der Methode für ähnliche Prozesse bzw. bei standardisierten Prozessen noch maximiert. Außerdem ermöglicht diese Methode zusätzlich zur Reduzierung der Energiekosten eine verursachungsgerechte Zuordnung der Energiekosten auf Produkte bzw. Prozesse.

Sylvia Wahren | Telefon +49 711 970-1115
sylvia.wahren@ipa.fraunhofer.de

Marcus Dörr | Telefon +49 711 970-1334
marcus.doerr@ipa.fraunhofer.de





OPTIMIERUNG EINER MOTORENMONTAGELINIE

Fehler-Prozess-Matrix (FPM)

Das Fraunhofer IPA wurde von einem Automobilhersteller beauftragt, die am Fraunhofer IPA entwickelte Methode zur Optimierung von Montagelinien – die Fehler-Prozess-Matrix (FPM) – auf eine Reihe von Montagelinien anzuwenden. Die geplanten Linien sollen zukünftig in einem weitgehend standardisierten Prozess Motoren produzieren, die ebenso Bestandteil eines Standardisierungsprozesses sind. Die FPM erlaubt eine schlanke Analyse der geplanten Prozesse. Dabei wird das Wissen und die Erfahrung der Werker, welche Fehlerkosten durch Nacharbeit, Ausschuss oder Wertschöpfungsverlust zu erwarten sind, einbezogen. Auf dieser Basis erfolgt eine Priorisierung der Vermeidungs- und Entdeckungsmaßnahmen. Durch die Standardisierung der Prozesse und der Produkte sollte der Transfer der Analyse auf zusätzliche Linien weniger Aufwand erfordern. Belastbare Kennzahlen sollten trotzdem frühzeitig zur Verfügung stehen.

Kontinuierliche Verbesserungen durch frühzeitige Analyse

Das Fraunhofer IPA entwickelte für diese konkrete Aufgabenstellung eine neue Softwareversion zur Unterstützung der FPM. Das auf MS-Excel basierende Werkzeug kann ohne Umwege über zusätzliche Software direkt Reports aus den Analysedaten erstellen. Der Ablauf wurde so geplant, dass die Linie, auf der der künftige Standard-Prozess basieren sollte, mit deutlichem Vorlauf analysiert wurde. Damit konnten die dort erarbeiteten Verbesserungen für die weiteren Prozesse als Standard übernommen werden.

Die Fehler-Prozess-Matrix wird in Interviews mit erfahrenen Werkern des Bandes, mit deren Arbeitsschritten und den potenziellen Fehlern gefüllt. Der im Excel-Werkzeug enthaltene Programmcode rechnet die Aussagen zur Fehlerhäufigkeit (z. B.: »einmal pro Woche«, »einmal pro Tag« etc.), basierend auf den geplanten Produktionszahlen, in absolute Fehlerzahlen pro Jahr um. Zusammen mit den Aussagen der Werker zu den für die Fehlerdiagnose und -behebung notwendigen Zeiten können so direkt die pro Jahr zu erwartenden Kosten berechnet werden.

Dieses systematische Vorgehen ist leicht verständlich und kann auch mit einem neuen Team ohne weitere Schulungsmaßnahmen durchgeführt werden. Es ist mittlerweile in den unterschiedlichsten Branchen erprobt. Die Kennzahlen quantifizieren die Nacharbeitssekunden pro produziertem Motor, die Direktläuferquote (Anteil der Motoren, die in einem komplett fehlerfreien Prozess produziert wurden) und die Anzahl der potenziell zum Kunden gelangenden Fehler. Sie werden direkt im Excel-Tool berechnet. Darüber hinaus können zur Unterstützung bei der Maßnahmendefinition Auswertungen hinsichtlich der Fehlerkosten (Nacharbeit, Ausschuss, Gewährleistung) erstellt werden.

Ergebnisse

Die Eignung der FPM und des neuen Tools zur Unterstützung der Methode wurden hinreichend nachgewiesen. Die Kennzahlen waren – wie gefordert – auf Knopfdruck verfügbar. Sie hielten, was noch wichtiger ist, stets einer kritischen Nachprüfung stand. Die Übertragbarkeit auf weitere standardisierte Prozesse war mit geringem Aufwand möglich. Er bestand im Wesentlichen aus einem Review der Bewertungen und der bereits definierten Maßnahmen.

Jürgen Henke | Telefon +49 711 970-1881
juergen.henke@ipa.fraunhofer.de

EXPERTENFORUM PRODUKTENTWICKLUNG UND PRODUKTRECYCLING

In den letzten 19 Jahren haben insgesamt mehr als 95 Partnerunternehmen aus Industrie, Handel und Vertrieb sowie Verbände, Logistikdienstleister, Demontagebetriebe, Recycler, Verwerter, Kommunen und Vertreter der Behörden an dem Experten-Forum Produktentwicklung und -recycling des Fraunhofer IPA teilgenommen.

Hintergrund des Forums

Stoffbeschränkungen für komplexe Erzeugnisse ergeben sich zum einen aus produktbezogenen gesetzlichen Regularien, zum anderen auch aus kundenspezifischen Anforderungen. Insbesondere die europäische Umweltgesetzgebung, wie zum Beispiel die Richtlinien RoHS2 (2011/65/EU) sowie die Verordnung REACh (EG/1907/2006), die Marktüberwachungsverordnung (EG/765/2008) und der EU-Beschluss zur Marktüberwachungsverordnung (768/2008/EG) mit dem Modul A in Anhang II zwingen die Hersteller zu einer internen Fertigungskontrolle und zur technischen Dokumentation in Übereinstimmung mit der harmonisierten Norm EN 50581. Weitere Anforderungen werden im Bereich der Kreislaufführung und Energieeffizienz von Produkten durch die EU-Richtlinien WEEE(2), ELV, BatterieV und ErP gestellt. Von Unternehmen wird die Erfüllung dieser Anforderungen für die europäische Gesetzgebung, aber auch der entsprechenden weltweiten internationalen Gesetzgebung in China, Korea, Kalifornien und zuletzt Indien und Brasilien (z. B. China-RoHS, China-WEEE, Green Chemistry etc.) gefordert. Was zu einer Pflicht des »Global Environmental Compliance« für Hersteller und Zulieferer in der gesamten Supply Chain führt.

Die Aufgabe des Forums besteht darin, die Änderungen in den genannten produktbezogenen gesetzlichen Regularien zu vermitteln; dies beinhaltet Vorgehensweisen sowie Best-Practice-Beispiele und die Frage, wie mit den gesetzlichen Anforderungen umzugehen ist. Die Inhalte werden im Rahmen von Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen mit Experten und Vertretern aus der Industrie, der Politik, Verbänden und Wissenschaft thematisiert.

Informationsplattform für Unternehmen

In jährlich sechs Arbeitstreffen und einer öffentlichen Abschlusstagung werden aktuelle Änderungen zur produktbezogenen Umweltgesetzgebung und daraus resultierende Folgen mit Fokus auf die Elektro- und Elektronikbranche sowie die Automobilzulieferindustrie besprochen und Lösungen erarbeitet. Darüber hinaus versteht sich das Expertenforum als eine Plattform, die den Wissensaustausch zwischen den einzelnen Unternehmen unterstützt.

Die Arbeitstreffen des Expertenforums umfassen im Einzelnen folgende Themen
- Europäische und internationale Stoffbeschränkungen
- Europäische Rücknahmeverordnungen
- REACh, Conflict Minerals und internationale Chemikalien-Gesetzgebungen
- Produktbezogenes Ökodesign und Energieeffizienz in der Produktion ISO 50001
- Alternative Werkstoffe, Zusatzstoffe und Additive
- Handlungsstrategien zur Rohstoff- und Ressourceneffizienz auf europäischer Ebene

Das Expertenforum wird im Jahr 2013 fortgesetzt.

Markus Hornberger | Telefon +49 711 970-1301
markus.hornberger@ipa.fraunhofer.de

FABRIKPLANUNG UND PRODUKTIONSOPTIMIERUNG

Gestaltung von zukunftsfähigen und wandlungsfähigen Fabriken

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

Mit unserem Leistungsangebot zur »Fabrikplanung und Produktionsoptimierung« unterstützen wir Sie bei der Verfolgung der wesentlichen Fabrikziele. Zur Bewältigung der vielfältigen Herausforderungen an ein produzierendes Unternehmen stehen insbesondere die folgenden Aufgaben an:

- Steigerung der Flächeneffizienz
- Validierung von Fabrikplanungsprojekten
- Fabrikbewertung und Standortvergleich
- Steigerung der Gesamtproduktivität im Wertstrom
- Reduktion von Durchlaufzeiten und Beständen
- Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion
- Einführung von Lean Production in komplexen Produktionen
- Planung von Fließmontagen im richtigen Automatisierungsgrad
- Reduktion der Fertigungskosten durch Leistungssteigerung in der Fertigung
- Anlagendimensionierung mit Simulation

Unsere Leistungen umfassen die Planung und Gestaltung von Werkgeländen und Fabriken sowie die Optimierung des laufenden Fabrikbetriebs für die Industrie oder im Rahmen von Forschungsprojekten. Mit unseren neu entwickelten Methoden haben Sie die Gewährleistung, dass Ihre Fabrik nach den neuesten Erkenntnissen gestaltet wird, um den Wettbewerbsvorsprung Ihrer Produktion nachhaltig zu sichern. Mit unserer wertstromorientierten Fabrikplanung erhalten Sie eine effiziente, schlanke und schnelle Fabrik. Mit unserer technologieorientierten Fabrikplanung sichern Sie die Integration kosteneffizienter, innovativer und energieeffizienter Produktionstechnologien. Mit beidem garantieren wir Ihnen einen logistischen und technischen Innovationsvorsprung vor Ihren Wettbewerbern.

Mit unserem methodischen Vorgehen unterstützen wir insbesondere auch kleine und mittelständische Unternehmen, die auf keinen eigenen Planungsstab zurückgreifen können.

Auf den kommenden Seiten geben wir Ihnen einen kleinen Einblick in unsere aktuelle Arbeit anhand folgender Referenzprojekte:

- Absicherung von Investitionen durch Simulation von getakteten Serienfertigungslinien
- »Virtual Fort Knox« – intelligente, vernetzte und sichere Datennutzung für KMU
- Standardisiertes Produktionskonzept bei Continental zur drastischen Senkung der Herstellkosten
- Wertstromorientierte Fabrikplanung bei Picard – massive Stückzahlerhöhung bei gleichem Ressourceneinsatz

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

MATERIALFLUSSSIMULATION FÜR MEHRERE PRODUKTIONSLINIEN

Um die Leistungsfähigkeit eines neuen, modularen Produkt- und Produktionskonzepts abzusichern, wurde das Fraunhofer IPA beauftragt, eine Simulationsstudie des Produktionsprozesses durchzuführen. Für das Unternehmen aus dem Automobilsektor sollten dabei verschiedene Prozessbereiche genauer betrachtet werden: Aufgrund des neuen Produktionskonzepts bestand insbesondere Unsicherheit in Bezug auf die Kapazitäten, die erreichbare Stückzahl und die notwendigen Puffergrößen sowie die Anlagenauslastung der einzelnen Produktionslinien.

Deshalb sollte ein digitales Simulationswerkzeug zur Realisierung sowie zur Sicherung der oben genannten Ziele eingesetzt werden und ein detailliertes Simulationsmodell die Machbarkeit des Konzepts überprüfen. Außerdem wollte der Kunde, dass das erstellte Simulationsmodell nicht nur zu einzelnen Simulationsstudien herangezogen wird. Vielmehr sollte es seinen Nutzern auch die Möglichkeit bieten, mit wenigen Handgriffen im Simulationsmodell selbst Änderungen vorzunehmen.

Zur Bewältigung des Implementierungsaufwands gliederte das Fraunhofer IPA die Gesamtaufgabe in mehrere Teilschritte mit folgenden Maßnahmen:

- Anforderungsanalyse IST-Situation
- Anforderungskatalog als Basis für die Entwicklung von verschiedenen Simulationsszenarien
- Definition und Implementierung des Basismodells mit grundlegenden Funktionen
- Definition und Implementierung des Erweiterungsmodells (ein detailliertes Simulationsmodell)

Für die Machbarkeitsüberprüfung des Gesamtkonzepts stimmte das Fraunhofer IPA mit dem Kunden einen Anforderungskatalog ab, der den Funktionsumfang des gesamten Simulationsmodells beinhaltete. Die Prozessabläufe werden in 2D simuliert. Mit den Simulationsergebnissen sind die Produktionsplaner in der Lage, komplexe Systeme besser zu verstehen. Schwierige Entscheidungen können auf Basis der fundierten Entscheidungsgrundlage leichter gefällt werden.

Mit der Hilfe von verschiedenen Simulationsstudien sind folgende Ergebnisse erzielt worden:

- Steigerung der Ressourcenauslastung und des Gesamtdurchsatzes
- Verringerung von Lagerplatzbedarf, Beständen und Durchlaufzeiten
- Ermittlung von Maschinenkapazitäten, Puffergrößen
- Optimierung der Belegungsplanung
- Bewertung von Planungsalternativen, Absicherung von Investitionen und Erkennung von Einsparpotenzialen

Durch den Simulationseinsatz hat der Kunde die Möglichkeit, Produktionsanlagen sowie komplexe und logistische Systeme auszulegen, Anlagenlayouts zu optimieren, unterschiedliche Prozessabläufe zu testen, Informationsflüsse und Organisationsstrukturen zu optimieren und die Effizienz von neuen Investitionen zu bewerten. Der Einsatz von Simulationstechnik stellt ein hervorragendes Hilfsmittel bei der Planung, Bewertung und Überwachung von Prozessen in Produktion und Logistik dar. Der hier beschriebene Ansatz zeigt die Vorteile eines mehrstufigen Vorgehens bei der Konzeption und Erstellung eines Simulationsmodells, das eine Machbarkeitsüberprüfung eines Gesamtkonzepts mehrerer Produktionslinien zur Ermittlung des Kapazitätsbedarfs einer Produktionsanlage beschreibt.

Axel Bruns | Telefon +49 711 970-1883
axel.bruns@ipa.fraunhofer.de

VIRTUAL FORT KNOX – INTELLIGENTE, VERNETZTE UND SICHERE DATENNUTZUNG

In den vergangenen Jahren machten zahlreiche technische Verbesserungen von Maschinen und Produkten es möglich, Informationen mit meist abgeschlossenen IT-Systemen wirtschaftlich zu erfassen und zu verarbeiten. Eine Vernetzung und Verknüpfung der Informationen aus der physischen Produktion und der digitalen Welt zur Optimierung der Fabrikplanung und des -betriebs sind jedoch immer noch sehr aufwändig.

Die Forschungsinitiative »Virtual Fort Knox« hat sich zum Ziel gesetzt, kleinen und mittelständischen Unternehmen die vielfältigen Möglichkeiten digitaler Manufacturing-Tools über eine intelligente, sichere und vernetzte Community-Plattform flexibel, kostengünstig und angepasst zur Verfügung zu stellen. Um das Potenzial von IT-Technologien für produzierende Unternehmen voll auszuschöpfen, hat das Land Baden-Württemberg das Fraunhofer IPA mit der Leitung des Leuchtturmprojekts »Virtual Fort Knox« betraut. Wie bei seinem Namensgeber, dem Militärstützpunkt und Lager für die US-Goldreserven im Bundesstaat Kentucky, wird bei der Entwicklung der Plattform besonderer Wert auf die Einhaltung aller Sicherheitsaspekte gelegt. Die Idee des »Virtual Fort Knox« ist, die Schnittstellen der realen und digitalen Welt auf effiziente Art und Weise zu liefern, indem verteilte Daten und Informationen durch eine Cloud- und Service-basierte Architektur auf einer Plattform vereint werden. Die Mitarbeiter in produzierenden Unternehmen sollen durch anforderungsgerechte Softwarelösungen in Form von Manufacturing-Applikationen, auch mApps genannt, bei der Ausführung ihrer täglichen Arbeit unterstützt werden. Damit wird die Komplexität der heutigen organisatorischen Aufbau- und Ablaufprozesse besser beherrscht sowie technische und räumliche Informationen einzelner Produktionsfaktoren effizienter in die tägliche Arbeit eingebunden. Diese Informationen bzw. Daten werden in unterschiedlichen Unternehmensbereichen erfasst und auf der »Virtual Fort Knox«-Plattform zusammengeführt. Zu den technischen und physischen Datenquellen zählen u. a. intelligente Lager, Werkzeuge und Materialien, mobile Ressourcen, Maschinen und Anlagen, Mitarbeiter, intelligente Robotersysteme bis hin zu ganzen Fabriken. Jedes intelligente System, auch Cyber-physisches System genannt, unterstützt zukünftig neben der Informationsverarbeitung die Kommunikation zwischen den Ressourcen untereinander zur Steigerung der Autonomie der Arbeitsprozesse im Unternehmen. Gesamtziel ist die intelligente Vernetzung aller Ressourcen im Unternehmen und über die Unternehmensgrenzen hinaus.

Das Ergebnis des Leuchtturmprojekts ist ein technisch entwickeltes »Proof of Concept«. In der ersten Skalierungsstufe wurde eine Pilot-Plattform technisch umgesetzt, um IT-Werkzeuge in Form von Services und mApps bedarfsgerecht auf einem Online-Marktplatz zur Verfügung zu stellen. Dazu ist eine Vielzahl an Maschinen und Anlagen bei zwei kleinen und mittelständischen Unternehmen angeschlossen und die resultierenden Daten über eine sichere Online-Verbindung in der Cloud gesammelt worden. Darauf basiert sowohl ein Service zur Maschinendatenauswertung als auch ein Multi-Tenant-fähiges Manufacturing Execution System MES. Zudem wurde eine Tracking-App entwickelt, um zusätzliche Daten im Produktionsbereich zu sammeln, sowie eine KPI-App zum Controlling der Produktionsdaten umgesetzt. Produzierende Unternehmen können durch das »Virtual Fort Knox« Daten aus verschiedenen Quellen nutzen, kooperativ und interdisziplinär auf einer Online-Plattform arbeiten sowie Teile ihrer unternehmensinternen IT verlagern.

Philipp Holtewert | Telefon +49 711 970-1134
philipp.holtewert@ipa.fraunhofer.de

OPTIMIERUNG EINES PRODUKTIONS-KONZEPTS FÜR RADDREHZAHLSENSOREN

Der internationale Automobilzulieferer Continental produziert unter anderem Drehzahlsensoren mit Verkabelung für den Einbau in Automobilen. Um den Produktionsprozess weiter zu verbessern, wurde nach einem optimierten, standardisierten Produktionskonzept für Raddrehzahlsensoren gesucht. Gleichzeitig sollte das Fraunhofer IPA den Produktaufbau analysieren, um Ansatzpunkte zur Senkung von Material- und Fertigungskosten identifizieren zu können.

Analyse der Fertigungsprozesse und des Produkts

Mithilfe des Fraunhofer-IPA-eigenen Videoanalysetools wurden alle relevanten Einzelschritte im Herstellungsprozess ausgewertet und bewertet. Neben der genauen Erfassung des Ablaufs erfolgte eine Strukturierung in die drei fachspezifischen Kategorien: »Wertschöpfung«, »Nebenarbeit« und »Verschwendung«. Um Potenziale am Produkt zu identifizieren, folgte als nächster Schritt die Wertanalyse. Hierzu wurden die einzelnen Funktionen der Raddrehzahlsensoren definiert und nach ihrem Nutzen für den Kunden sowie den entstehenden Material- bzw. Herstellungs- und Investitionskosten gegliedert. Eine Gegenüberstellung von Aufwand und Nutzen der einzelnen Funktionen zeigte eine Abweichung zwischen dem Kundennutzen und den aufgewandten Kosten, insbesondere bei der schwierigen Kabelführung vom Rad zum Steuergerät. Diese Funktion bildete den Ansatz für ein Re-Design der Kabelbefestigung.

Anforderungsdefinition und Maßnahmenentwicklung

Um Herstellungs- bzw. Investitionskosten zu senken und gleichzeitig die Flexibilität zu erhöhen, entstand ein Konzept, das den Einsatz kostenoptimierter Verfahren in eine optimale Prozessabfolge bringt. Daraus ließ sich z. B. die Integration von Arbeitsinhalten ableiten. Ein in der Analyse identifiziertes Auslastungspotenzial konnten Continental und Fraunhofer durch die gezielte Integration von Montage- und Prüfprozessen erschließen. Im Rahmen der Beschreibung und Bewertung alternativer Prozessreihenfolgen ist ein Entwurf erarbeitet worden, der die Auslastung der investitionsintensiven Spritzgussmaschinen optimiert. Das Konzept sieht ein Spritzgusszentrum vor, welches die liniengebundenen Spritzgussmaschinen aus der Linie löst. Einsparpotenziale ergeben sich so durch höhere Auslastungsgrade der Anlagen und der Konzentration von Mitarbeiterexpertise. Aus dem Ergebnis der Wertanalyse wurde eine weitere Maßnahme zur Erhöhung der Flexibilität in der Variantenherstellung abgeleitet. Durch ein Re-Design definierter Produktmerkmale ließ sich eine Erhöhung der Flexibilität in den Positionsvarianten der anzubringenden Kabelführungen aufwandsarm in dem Prozess abbilden.

Timo Denner | Telefon +49 711 970-1082
timo.denner@ipa.fraunhofer.de

VON DER WERKSTATTPRODUKTION ZUR WERTSTROMORIENTIERTEN FABRIK

Die Friedrich August Picard GmbH & Co. KG entwickelt, produziert und vertreibt Produkte zur Oberflächenbehandlung verschiedenster Materialien. Ihre über Jahre gewachsene Struktur stellte eine besondere Herausforderung an den Materialfluss und die Transparenz des Produktionsablaufs dar, der sich über mehrere Stockwerke erstreckte. Eine Erweiterung der Produktionsflächen in einer nahegelegenen Fabrikhalle kompensierte die ausgereizten Flächenkapazitäten in Produktion und Vertrieb am Standort Remscheid.

Um die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens sicherzustellen, hat sich die Unternehmensführung entschieden, die bestehende Werkstattstruktur in Remscheid zu überdenken und eine Fabrik auf der »Grünen Wiese« zu planen. Das Ziel des Projekts war, ein Fabriklayout mit verbessertem Materialfluss und transparenten Produktionsabläufen zu gestalten. Der Materialfluss, die Logistikabläufe und -flächen sollten optimiert und die Durchlaufzeit dadurch reduziert werden. Hierzu mussten wertstromorientierte Produktionsprozesse erarbeitet werden, durch welche das Fabriklayout optimal auf die Bedürfnisse der künftigen Produktion abgestimmt werden konnte.

In einem Strategieworkshop konnten zukünftige Entwicklungen im Produktionsspektrum wie auch in der Fertigungstechnologie identifiziert werden. Zusammen mit den erwarteten Absatzzahlen bildete dies die Planungsvorgaben für die kapazitiven Anforderungen an die zukünftige Produktion. Die Wertstrommethodik ist das geeignete Werkzeug, um eine ganzheitliche Betrachtung der Produktion zu ermöglichen, deren Schwachstellen aufzudecken und um Potenziale zu erkennen. Hierbei erforderte die stark verwobene Werkstattstruktur eine detaillierte Betrachtung aller identifizierten Produktfamilien und deren anteilige Beanspruchung der oftmals gemeinsam genutzten Ressourcen. Durch die gemeinsame Darstellung von Material- und Informationsfluss konnte zudem gezeigt werden, dass die Steuerung nicht den Bedürfnissen der Produktion entsprach.

Die Ergebnisse der Analysen wurden dazu genutzt, um für die einzelnen Produktfamilien schlanke Wertströme zu entwickeln. Diese sind sowohl in der Lage, die geforderten zukünftigen Jahresstückzahlen abzuarbeiten als auch mit einer deutlichen Verkürzung der Durchlaufzeit zu rechnen. Die definierten Losgrößen und Freigabeeinheiten, die in Abhängigkeit der einzelnen Auftragszeiten abgeleitet wurden, vereinfachen die Planung und Steuerung und fördern eine ausgeglichene Auslastungsverteilung in der Produktion.

Auf der Basis dieser Wertströme konnte eine Ideallösung eines Produktions-, Organisations- und Logistikkonzepts entwickelt werden, in welchem sich die konsequente Wertstromorientierung von der Bereichsanordnung bis zur Maschinenaufstellung widerspiegelt. Im Anschluss entwickelte das Fraunhofer IPA zusammen mit Picard mehrere Varianten der zukünftigen Werkstruktur, die die unternehmensspezifischen Randbedingungen, Ziele und Prämissen sowie die Grundstückseigenschaften berücksichtigten und auch die Möglichkeit boten, die Produktionshalle später bei Bedarf zu erweitern.

Die übersichtliche, schlanke und schnelle Fabrik ermöglicht es Picard, den Produktionsplanungs- und Steuerungsaufwand stark zu vereinfachen. Dadurch konnte die Durchlaufzeit und das Bestandsniveau in der Produktion stark gesenkt werden. Wettbewerbsvorteile wie Geschwindigkeit und Qualität wurden weiter ausgebaut, um Raum für innovative Produktverbesserungen und neue Absatzmärkte zu schaffen.

Thomas Schrodi | Telefon +49 711 970-1085
thomas.schrodi@ipa.fraunhofer.de

AUFTRAGSMANAGEMENT UND WERTSCHÖPFUNGSNETZE

Fertigungs- und Montageaufträge werden zunehmend kundenindividueller bei immer kürzer werdenden Produkt- und Technologielebenszyklen. Diese effektiv und termingerecht abzuwickeln, ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Die Abwicklung beginnt bereits bei der eindeutigen und schnellen Auftragsklärung mit dem Kunden, umfasst die optimale Einbindung und Steuerung von internen und externen Lieferanten in der Supply Chain und mündet im flexiblen Management der eigenen Produktion und Montage. Parallel dazu müssen häufig konstruktive Änderungen eingesteuert werden; einmal sind diese kunden- bzw. marktgetrieben, das andere Mal kommen sie aus dem Verbesserungsprozess. Die durchgängige Unterstützung dieses komplexen Zusammenspiels der Wertschöpfungsketten durch verschiedenste IT-Systeme ist dabei mittlerweile unverzichtbar.

Mit innovativen und praxiserprobten Lösungen unterstützen wir produzierende Unternehmen verschiedenster Branchen bei der Beherrschung dieser Komplexität im Auftragsabwicklungsprozess von der Konzeption bis zur Umsetzung sowohl auf strategischer als auch operativer Ebene:

- Redesign von Produktionsnetzwerken für eine optimierte Wertschöpfungsverteilung
- Logistische Planung der Beschaffung mit optimal parametrierten Beständen in Produktion und Supply Chain für effektive Lieferfähigkeit
- Kosten reduzieren mit ganzheitlichem Komplexitätsmanagement (Prozesse, Organisation, IT)
- Komplexitätsreduzierte, effektive Planung und Steuerung der Produktion (Lean PPS)
- »Lean Indirekt« für schlanke Prozesse in Einkauf, Entwicklung, Vertrieb, Qualität & Co.
- Optimierung des produktionsnahen IT-Einsatzes (ERP, PPS, MES, Konfiguratoren)

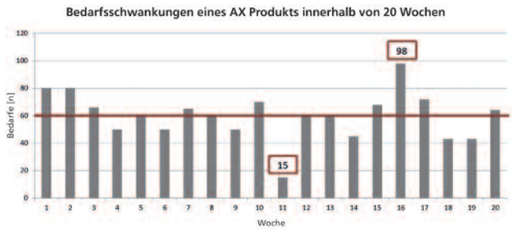
Reale und digitale Welt wachsen immer weiter zusammen. Formale Kennzeichen der zukünftigen Industrieproduktion sind die weitere Individualisierung der Produkte unter den Bedingungen einer hoch flexibilisierten Produktion, die weitgehende Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse sowie die Kopplung von Produktion und hochwertigen Dienstleistungen in so genannten hybriden Produkten.

Diese Trends greifen wir stark anwendungsorientiert in Forschungsprojekten auf nationaler und internationaler Ebene auf. Radikale Veränderungen sind im IT-gestützten Produktions- und Auftragsmanagement sowohl lokal als auch im Netzwerk notwendig:

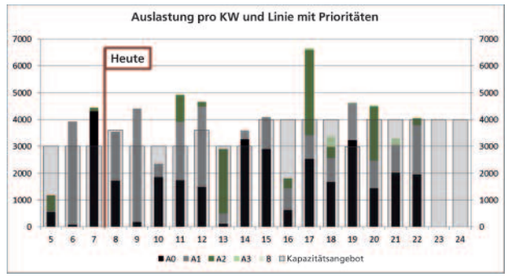
- Neue Organisations- und Zusammenarbeitsprozesse in der Auftragsabwicklung, um wandlungsfähige Reaktionen auf das turbulente Umfeld zu ermöglichen
- Geeigneter Umgang und Nutzung von in immer größerem Umfang anfallenden Daten und Informationen
- Effiziente und effektive Nutzung von maschineller und menschlicher Intelligenz in Entscheidungsprozessen der Wertschöpfung
- Dezentralisierung und Modularisierung der Unternehmens-IT bis hin zum Kunden (App-Architekturen)

Um den Spagat zwischen Rekordergebnissen und der sich im Markt befindlichen Unsicherheit zu bewältigen, unterstützen wir Unternehmen bei der Analyse, Konzeption und Umsetzung geeigneter Verbesserungsmaßnahmen – von der Produktion bis zur Supply Chain.

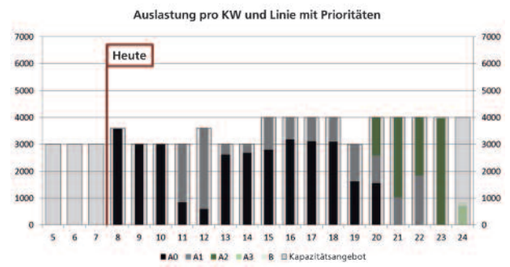
Anja Schatz | Telefon +49 711 970-1076
anja.schatz@ipa.fraunhofer.de



1



2



3

HOHER SERVICEGRAD TROTZ SCHWANKENDER BEDARFE BEI FREUDENBERG

Starke Bedarfsschwankungen von Märkten stellen die Produktionsplanung und Produktionssteuerung von vielen Unternehmen vor große Herausforderungen. Die Abbildung 1 zeigt ein Beispiel von Bedarfsschwankungen eines AX-Produkts der Freudenberg Sealing Technologies Europa.

Im Schnitt werden für dieses Produkt 60 Einheiten pro Woche bestellt. Die Varianz der wöchentlichen Schwankungen bewegt sich jedoch zwischen 15 und 98 Einheiten. Demnach muss die Produktion selbst bei wichtigen und hochvolumigen Produkten (AX-Teile) hohe Bedarfsschwankungen sicher beherrschen. Darüber hinaus sind in Unternehmen häufig ERP-Systeme im Einsatz, die bedarfsgesteuert und gegen unbegrenzte Kapazitäten planen. Das hat zur Folge, dass bei einer Nachfrage über dem durchschnittlichen Verbrauch Kapazitäten teilweise mehrfach über einen längeren Zeitraum überbelegt sind. Prioritätsgesteuerte Terminvergabe mit tagesgenauen Terminen ist in solchen Situationen nur schwer möglich und resultiert in einem hohen Steuerungsaufwand. Wie also können bei einem ERP-System, das gegen unbegrenzte Kapazitäten plant, die Rückstände vermieden sowie systematisch und schnell wieder abgebaut werden? Und was muss getan werden, um angestrebte Logistikziele wie hohe Termintreue und kurze Lieferzeiten bei niedrigem Bestand trotz starker Bedarfsschwankungen zu erreichen?

Vor den genannten Fragestellungen stand das Lead Center Integral Accumulator, ein Unternehmen der Freudenberg Gruppe. Das Unternehmen entwickelt und produziert am Standort Remagen hydraulische Systeme und Komponenten wie Hydrospeicher und Ventile insbesondere für die Branchen Automotive, Mobilhydraulik und Industrie. Um den Herausforderungen gerecht zu werden, hat Integral zusammen mit dem Fraunhofer IPA ein Vorgehen in zwei Schritten entwickelt. Der erste Schritt beinhaltete Maßnahmen, die kurzfristig den Ist-Zustand verbessern sollten. Im zweiten Schritt führte Integral eine optimierte Planungs- und Steuerungsphilosophie ein. Diese war dem Marktumfeld und den Zielen angepasst und darauf ausgerichtet, eine deutlich gleichmäßigere und beruhigte Produktion umzusetzen.

Der Standard-MRP-Algorithmus plant rückständige Aufträge bzw. Mehrbedarfe immer zum nächstmöglichen Termin ein. Vor dem Hintergrund schnell steigender Bedarfe führte dies zu einem Auftragsüberhang, der automatisiert für »sofort« eingeplant wurde, ohne eine Reihenfolgeplanung mit Terminaussage zu berücksichtigen. Hier musste im ersten Schritt Transparenz über die überplanten Produktionslinien und eine sinnvolle Reihenfolgeplanung geschaffen werden. Integral setzte sich zum Ziel, die Produktion komplett neu zu planen, um präzise Liefertermine für die Kunden zu ermitteln. Dafür wurde ein Tool entwickelt, welches alle relevanten Daten (Auftragsnummer, Kunde, Produkt, Bedarf, Liefertermin u. a.) aus dem ERP-System extrahiert und diese strukturiert in der ersten Komponente des Tools, einer Planungsmaske, darstellt. Die zweite Komponente besteht aus einem Cockpit, in welchem der geplante Kapazitätsbedarf sowie das momentane Kapazitätsangebot visualisiert wird (vgl. Abb. 2).

Jede Manipulation von Auftragsparametern in der Planungsmaske wurde zeitgleich graphisch im Cockpit dargestellt, was ein effizientes Planen gegen begrenzte Kapazitäten ermöglichte. Dieses Konzept brachte Transparenz und Nachvollziehbarkeit in die Produktionsplanung und ermöglichte eine schnelle und effektive Neuplanung aller offenen Kundenaufträge.

Die Planungsparameter wie Prioritäten (Bandkunden, A-Kunden etc.), Auftragstypen oder der Produktmix wurden dabei von einem funktionsübergreifenden Team aus Vertrieb, Produktion und Materialwirtschaft in Abstimmung mit den Kunden festgelegt. Nach der Neuplanung und der Aktualisierung der Planung im SAP konnten den Kunden realistische Liefertermine kommuniziert werden. Der nicht terminierte Auftragsbestand wurde innerhalb weniger Tage neu eingeteilt (vgl. Abb. 3). In der Folge ist sowohl die Liefertermintreue gestiegen (+23 %-Punkte) als auch durch die genaue Planung der Bestand gesunken (-15 % vom Umsatz).

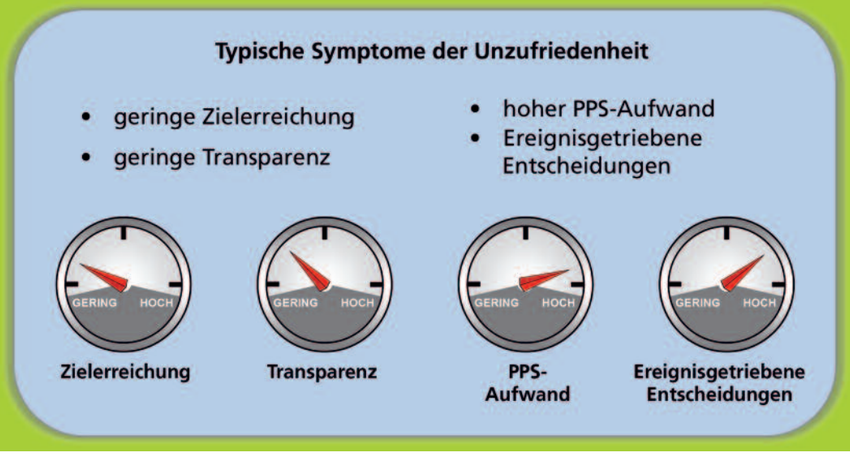
Die grundsätzliche Problematik der Standard-ERP-Planungssystematik, die Bedarfssteuerung und die Planung gegen unbegrenzte Kapazitäten, werden aber auch in Zukunft noch Turbulenzen in der Produktion auslösen und einen hohen reaktiven Aufwand erzeugen. Vor diesem Hintergrund hat die Integral gemeinsam mit dem Fraunhofer IPA im nächsten Schritt eine optimierte Produktionsplanungs- und Produktionssteuerungssystematik eingeführt, die selbst bei starken Bedarfsschwankungen eine gleichmäßige Produktion und einen hohen Servicegrad ermöglicht. Als Ziel wurde dabei für hochvolumige Teile ein Servicegrad von 98 Prozent und für niedrigvolumige Teile von 95 Prozent festgelegt.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde die Methode »Heijunka« eingesetzt. Heijunka, auch Produktionsnivellierung genannt, ist eine verbrauchsorientierte Dispositionsstrategie und entkoppelt die Fertigungsaufträge von Kundenaufträgen. Die Produkte werden nicht nach Auftragseingang hergestellt, sondern nach dem gesamten Auftragsvolumen über eine bestimmte Zeit. Dabei wird das Gesamtauftragsvolumen gleichmäßig aufgeteilt, sodass jeden Tag die gleiche Menge und der gleiche Produktmix hergestellt werden kann. Die Parametrisierung, Erstellung und Anwendung dieses so genannten Standardproduktionsprogramms bedarf in der Regel keiner zusätzlichen Software. Jedoch war eine wichtige Rahmenbedingung die Integration und Abbildung der Heijunka-Systematik in das vorhandene ERP-System, um die Datenintegrität und den Informationsfluss gewährleisten zu können.

Als Ergebnis entstand aus den Analysen ein Grobkonzept wie die zukünftige Produktionsplanung und Produktionssteuerung ablaufen soll. Im Anschluss daran wurde das Konzept verfeinert und in einer Pilot-Produktionslinie umgesetzt. Inhalt einer Feinkonzeption ist die Festlegung von Planungszeiträumen, die Entwicklung der Standardproduktionsprogramme für die zu nivellierenden Produkte sowie die Dimensionierung der benötigten Produktionskapazitäten und, falls notwendig, von Zwischenpuffern. Einfluss auf die Feinkonzeptionierung haben dabei Parameter wie der EPEI-Wert, der OEE, Losgrößen, Rüstzeiten und bei Bedarf zusätzliche unternehmensspezifische Restriktionen. Bei korrekter Dimensionierung ist die Produktion der »High Runner«-Artikel im kurzfristigen Zeitraum selbststeuernd. Die Produktionsplanung muss lediglich »Low Runner«-Artikel in die definierten und freien Zeitfenster einplanen. Die Systematik wurde bei Integral erfolgreich an zwei Produktionslinien getestet. Nach und nach werden weitere Produktionslinien umgestellt, sodass der Schwerpunkt auf der verbrauchsorientierten Produktion liegt.

Der Nutzen der Methode liegt darin, dass extern verursachte Turbulenzen von der Produktion ferngehalten werden und die Produktionsplanung daher mit deutlich weniger Aufwand durchgeführt werden kann. Durch den Aufbau von definierten Puffern wird ein Servicegrad von 98 Prozent erreicht, mit entsprechend positiver Auswirkung auf die Kundenzufriedenheit. Die Methode hat einen weiteren positiven Effekt: Unrealistische und unnötig hohe Bedarfsanforderungen aufgrund sich kumulierender Bedarfsspitzen (Bull-Wip-Effekt) werden in der Lieferkette geglättet und nicht mehr an die nachfolgenden Produktionsschritte weitergegeben. Das erhöht in Summe die Lieferfähigkeit und senkt die Bestände.

Marco Hermann | Telefon +49 711 970-1977
marco.hermann@ipa.fraunhofer.de



ANALYSE UND OPTIMIERUNG DER PPS IN EINEM UNTERNEHMEN DER MEDIZINTECHNIK

Die Firma Joline GmbH & Co KG produziert medizintechnische Produkte für unterschiedliche Einsatzfelder, unter anderem Dialyse-Katheter für die Kurz- und Langzeitanwendung. Diese Produkte weisen eine vergleichsweise einfache Erzeugnisstruktur hinsichtlich Anzahl der Bauteile auf. Sie stellen jedoch aufgrund ihrer häufig geringen Bauteilabmessungen außerordentlich hohe Anforderungen an die Einsatzmaterialien (bzgl. Abmessungstoleranzen, chem./phys. Eigenschaften etc.) und an den Fertigungsprozess. Die Produkte werden ab der Halbfabrikatsstufe kundenauftragsbezogen gefertigt, montiert, kommissioniert und in verschiedenen Set-Varianten an den medizinischen Großhandel geliefert. Die Halbfabrikate werden in fixen Losgrößen gefertigt und zwischengepuffert.

Die Produktion ist insbesondere in ausgewählten Produktbereichen in den letzten Jahren sehr stark gewachsen und weist eine hohe Komplexität hinsichtlich Varianz der Kundenanforderungen auf. Zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit und als Vorbereitung für die Umstellung auf eine neue ERP-Lösung sollten gemeinsam mit dem Fraunhofer IPA der bisherige Auftragsabwicklungsprozess geprüft und Handlungsfelder identifiziert werden. Darüber hinaus war die Entwicklung von Lösungskonzepten für ausgewählte Handlungsfelder sowie deren Umsetzung bereits innerhalb der Projektlaufzeit von gut drei Monaten Bestandteil der Projektzielsetzung.

Verbesserung der aktuellen Planungs- und Steuerungsstrukturen

Zentrale Aufgabenstellung für das Fraunhofer IPA bildete in diesem Projekt die Analyse und systematische Verbesserung der aktuellen Planungs- und Steuerungsstrukturen im Unternehmen mit folgender Zielsetzung:

- Vereinfachung und Systematisierung des Auftragsabwicklungsprozesses (z. B. Disposition von Fertigungs- und Kundenaufträgen, Verbrauchs- vs. Plan- vs. Bedarfssteuerung)
- Verbesserung der Feinplanung und -steuerung und Steigerung der innerbetrieblichen Transparenz (z. B. Auftragsstatus, visuelles Management)
- Definition und Diskussion der Anforderungen an die neue ERP-Lösung im Sinne eines Customizing-Profils

Turbulenzanalyse und Maßnahmenplanung

Das Fraunhofer IPA bearbeitet seine Industrieprojekte mit der Zielsetzung, seinen Kunden zügig fundierte, belastbare sowie auf die Unternehmens- bzw. Produktionsplanungs- und -steuerungsziele ausgerichtete, zukunftsorientierte Lösungsvorschläge zur Verfügung zu stellen.

Als erster Themenpunkt stand die Erarbeitung eines einheitlichen Verständnisses der PPS-Ziele hinsichtlich Bedeutung und Rangfolge auf dem Projektplan. Dabei folgten die Fraunhofer-Experten dem Grundgedanken, dass die Bearbeitung von Kundenaufträgen und den dazu erforderlichen Produktionsaufträgen nur dann reibungsarm und wirtschaftlich erfolgen kann, wenn alle Beteiligten vom Vertrieb über Disposition, Beschaffung und Produktion bis zum Versand die gleichen Ziele verfolgen – in diesem Fall die Produktionsplanungs- und -steuerungsziele (PPS-Ziele).

Mit Hilfe einer Turbulenzanalyse zeigte das Fraunhofer IPA aus der Sicht der am Auftragsabwicklungsprozess beteiligten Stellen die marktseitigen oder innerbetrieblichen Störfaktoren auf. Die so genannten Turbulenzkeime führen dazu, dass Produktions- bzw. Beschaffungsaufträge hinsichtlich ihrer Termine, ausführenden Ressourcen (Arbeitsplätze, Personal etc.) und/oder Mengen umgeplant werden müssen und in der Folge gegebenenfalls Liefertermine von Kundenaufträgen nicht gehalten werden können. In dem beschriebenen Projekt kristallisierten sich folgende Punkte heraus

- Unsichere, oftmals lange Lieferzeiten bei der Beschaffung selten benötigter Kaufteile und Rohmaterialien:
  Daraus resultierend entsteht vielfach hoher Aufwand in der Produktionsplanung sowie in der Beschaffung und der Produktion zur Einhaltung der von den Kunden geforderten Lieferzeiten.
- Hohe Produktvielfalt
  Sie erschwert die Absatzprognose für die einzelnen Produkte bzw. Produktgruppen und daraus resultierend die Prognose des mittelfristigen Ressourcenbedarfs (Material, Personal, Arbeitsplätze). Abweichungen zwischen Marktnachfrage und Prognose führen zu Ressourcenengpässen, gegebenenfalls mit der Folge von Lieferterminüberschreitungen bzw. zu Überbeständen. Dies erfordert ein ständiges, zeitaufwändiges Reagieren seitens der Produktionsplanung auf diese Plan-Ist-Abweichungen.
- Nicht eindeutig spezifizierte Prozesse zur Abwicklung von Produktänderungen
  Dieser Sachverhalt führt aufgrund der hohen Anzahl von Produktänderungen und deren unterschiedlichen Auslösern zu hohem Aufwand in Produktionsplanung, Beschaffung und Produktion.

Die häufigsten Auslöser kurzfristiger Planänderungen in Produktion und Beschaffung sind die Folgenden:

- Qualitätsschwankungen bei Kaufteilen und Rohmaterialien
  Hieraus resultieren oftmals Fehlteile bzw. Nacharbeit in der Produktion.
- Unzureichende Prozesssicherheit beim Produktanlauf
  Die dabei entstehenden Abweichungen in den Bearbeitungszeiten bzw. Nacharbeit erfordern Zusatzaufwand in der Produktionssteuerung.
- Häufige Reibungsverluste bei der Eliminierung von Qualitätsproblemen aufgrund von Zeitverzögerungen im Informationsfluss

Unter Einbeziehung der verabschiedeten PPS-Ziel-Rangfolge sowie der identifizierten Turbulenzkeime erfolgte die Aufnahme und Bewertung des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses vom Vertrieb über Disposition, Beschaffung und Produktion bis zum Versand. Im Mittelpunkt der Prozessbewertung standen z. B. folgende Fragestellungen:

- Wo finden sich Schwächen im Auftragsabwicklungsprozess bzw. seinen Teilprozessen bzgl. unklarer Aufgabendefinition, Inkonsistenzen in der Zuordnung von Aufgabe zu ausführender Stelle, Einsatz unpassender Dispositionsverfahren etc.?
- Welche Qualität (Aktualität, Vollständigkeit, Konsistenz etc.) weisen die planungs- und steuerungsrelevanten Daten (Stamm-, Bewegungs-, Bestandsdaten) auf?
- Entsprechen die verfügbaren bzw. eingesetzten Planungs- und Steuerungswerkzeuge den betrieblichen Anforderungen?
- Harmoniert die betriebliche Kapazitätsflexibilität mit den Marktanforderungen?

Für die in dieser Analyse identifizierten Handlungsfelder wurden im Rahmen des Projekts erste Maßnahmenvorschläge konzipiert und hinsichtlich ihres Nutzens, Implementierungsaufwands sowie voraussichtlichen Zeitraums bis zum Nutzeneintritt soweit möglich quantitativ, ansonsten qualitativ bewertet.

Für die ausgewählten Maßnahmen erfolgte im weiteren Projektverlauf die Spezifikation von Detaillösungen teilweise durch interne Projektteams, teilweise in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA. Mit der Umsetzung einer Reihe von Maßnahmen wurde begonnen (z. B. Erarbeitung von Kriterien für die Zuordnung von Dispositionsverfahren zu Artikelnummern, Aktualisierung diverser Dispositionsparameter sowie der Arbeitsganglaufzeiten, Präzisierung nicht klar geregelter Prozesse oder die Bereinigung von Prozessen). Dank der entsprechenden Vorarbeit im Projekt konnte das neue ERP-System in nur 4 Monaten erfolgreich eingeführt werden.

Ute Mussbach-Winter | Telefon +49 711 970-1919
ute.mussbach-winter@ipa.fraunhofer.de

BESCHICHTUNGSSYSTEM- UND LACKIERTECHNIK

Beschichtungssysteme haben sich zur wirtschaftlich wichtigsten und flexibelsten Oberflächentechnik entwickelt. Damit diese Aussage auch zukünftig ihre Gültigkeit behalten wird, wurden ab Januar 2012 die bisherigen Abteilungen »Lacke und Pigmente« und »Lackiertechnik« zur Abteilung »Beschichtungssystem- und Lackiertechnik« zusammengeführt.

Im Fraunhofer IPA sind damit für das Aufgabenfeld Beschichtungstechnik die Weichen gestellt, die von Industrie und Wissenschaft erwarteten Innovationen und Problemlösungen schneller, gezielter, aber auch ganzheitlicher und aus einer Hand bereitzustellen. Ausgehend von der Entwicklung von neuen Lacken und Lackrohstoffen über die Lackapplikation bis zum Entwickeln, Modellieren und Simulieren von produktionsgerechten Beschichtungsprozessen und -anlagen und deren Umsetzung, steht die Prozesskette Beschichtungstechnik im Vordergrund. Es können schnell und kompetent Prozess- und Schadensanalysen unter Verwendung laufend weiterentwickelter Qualitäts- und Prüfmethoden mit modernsten Einrichtungen durchgeführt werden.

Was ermöglichte diesen Schritt?

Neue Beschichtungsverfahren, höhere Auftragswirkungsgrade, kürzere Teiledurchlaufzeiten, Energie- und Materialeinsparung usw. sind thematische Herausforderungen, mit deren kundenorientierter Lösung sich das Fraunhofer IPA über fast 35 Jahre hinweg in der Abteilung Lackiertechnik beschäftigt hat. Das Ergebnis sind kompaktere Anlagen mit deutlich reduziertem Flächenbedarf, fertigungsintegrierte Beschichtungsprozesse, Online-Überwachungs- und Steuerungssysteme, objektivere Prüfmethoden und die Integration der numerischen Simulation in Forschungs-, Entwicklungs- und Planungsprozesse der Beschichtungstechnik.

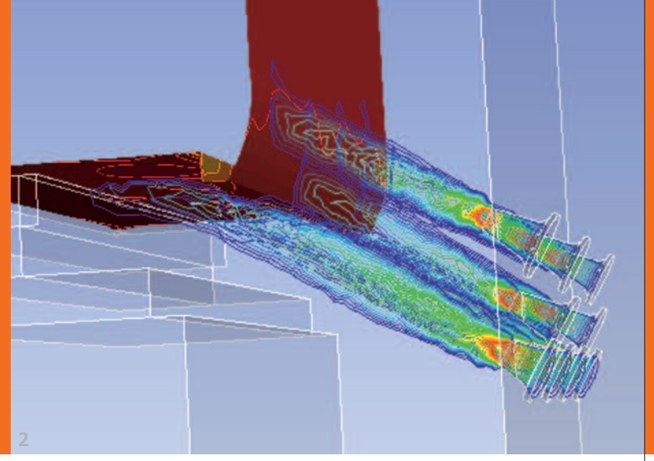
Nach fast sechzigjähriger Selbstständigkeit auf dem Gebiet der anwendungsorientierten Grundlagenforschung im Bereich der Komponenten von Lacken, der Beschichtungsmaterialien und der Lackanwendung wurde das ehemalige »Forschungsinstitut für Pigmente und Lacke« im Jahr 2010 in das Fraunhofer IPA als Abteilung integriert. Die Abteilung Lacke und Pigmente forschte und entwickelte auf dem Gebiet der Lacke, Pigmente und anderer Komponenten organischer Beschichtungssysteme und deren Anwendung.

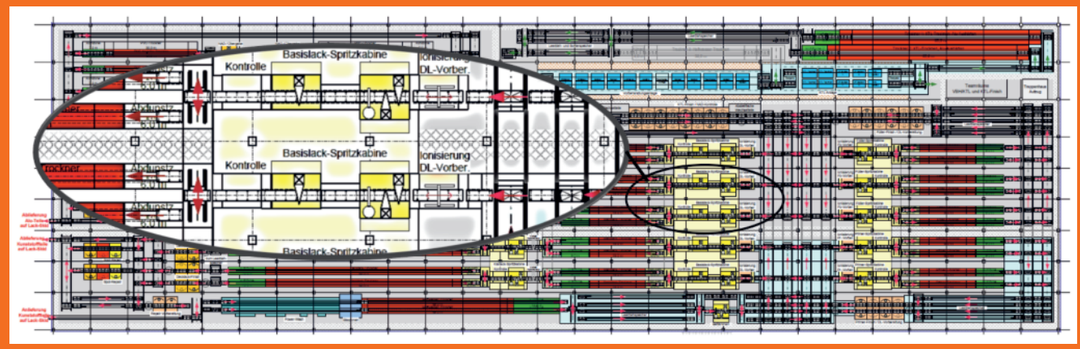
Eine der Herausforderungen der neuen Abteilung im Jahr 2012 war die Zusammenführung zweier schwerpunktmäßig unterschiedlich ausgerichteten Themenfelder mit ihren gewachsenen Kulturen: auf der einen Seite die in der Ingenieurwissenschaft verwurzelte Anlagen- und Applikationstechnik des Beschichtungsbereichs und auf der anderen Seite die von der Naturwissenschaft und eher Bottom-up sowie analytisch geprägte Materialwissenschaft. In einem moderierten Strategieprozess und mithilfe mehr und mehr sich überlappender Aufgaben wurde dieses Konzept eines systemisch interdisziplinär ausgerichteten Arbeitsfelds initiiert und verfolgt. Die Rahmenbedingungen waren günstig, da sowohl im Bereich der Industriekunden als auch der öffentlichen Geldgeber der Gedanke systemischer Lösungen gefordert wird und dieses pragmatische, zukunftsorientierte Denken innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft und des IPA breite Akzeptanz findet.

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 aufwändigen bilateralen oder konsortialen Industrie- oder öffentlichen Forschungsprojekten.

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





INNOVATIONSALLIANZ GREEN CARBODY TECHNOLOGIES ERFOLGREICH ABGESCHLOSSEN

Allein die Lackierung benötigt derzeit über die Hälfte der Energie der gesamten Karosserieproduktion. Grund genug für das Fraunhofer IPA, sich gemeinsam mit Automobil-, Anlagen- und Lackherstellern im Rahmen eines Verbundprojekts um die Prozessschritte Spritzlackieren und Trocknen zu kümmern, in denen die bedeutendsten Energie- und Ressourceneinsparpotenziale der Karosserielackierung liegen.

Das Verbundprojekt »Energieeffiziente Lackierung« umfasst drei Vorhaben und ist Teil der Innovationsallianz »Green Carbody Technologies« (InnoCaT®). Diese Allianz hat sich zum Ziel gesetzt, eine nachhaltige Reduzierung des Energiebedarfs in der Karosseriefertigung zu erreichen. Dazu haben sich drei produktionstechnische Fraunhofer-Institute sowie 60 Firmen zusammengeschlossen, um im Rahmen von insgesamt 30 Vorhaben unter der Koordination des Fraunhofer IWU innovative Prozesse mit dem Ziel der Ressourcen-Einsparung zu entwickeln. Diese Vorhaben wurden Ende 2012 erfolgreich abgeschlossen.

Im Rahmen des Verbundprojekts »Energieeffiziente Lackierung« wurden unter der Leitung des Fraunhofer IPA kurz-, mittel- und langfristig umsetzbare Technologien neu- bzw. weiterentwickelt, die im Bereich der Spritzlackierung und der Lacktrocknung eine erhebliche Verminderung des Energie- und Ressourcenverbrauchs ermöglichen. Bewertet wurden dabei die Wirtschaftlichkeit, die Umsetzbarkeit und die ökologische Bilanz. Maßgeblich zum Erfolg beigetragen hat dabei die konstruktive Zusammenarbeit der Projektpartner Audi, Daimler, Dürr, Eisenmann, Fraunhofer IPA, Mankiewicz und Wörwag. Die Erprobung innovativer Ansätze in Prototypen-Anlagen sowie die Beschichtung von realen Karosserieteilen haben die produktionstechnische Machbarkeit der Technologien anschaulich demonstriert. Unterstützend haben in vielen Fällen Spezialisten aus dem Kreis der Projektpartner numerische Simulationen durchgeführt.

Lackverlustfreie Lackierung

Im Vorhaben »Lackverlustfreie Lackierung« lag der Schwerpunkt auf oversprayfreien Beschichtungsverfahren als wirksamste Voraussetzung zur Minimierung des Energie- und Materialeinsatzes bei der Spritzlackierung. Erforscht und in Prototypen umgesetzt wurden dabei drei unterschiedliche Lösungsansätze für die verlustfreie Beschichtung. Bei der Vermeidung von Overspray reduziert sich der Energieeinsatz zur Lackierkabinenbelüftung auf einen Bruchteil der heutigen Werte. Die mit der oversprayfreien Lackapplikationstechnik erzielbare selektive randscharfe Lackierung ermöglicht zudem bei der Beschichtung von Teilflächen oder bei der Applikation von Dekorationen den Verzicht auf eine Maskierung. Dies spart Zeit sowie Personal-, Material- und Entsorgungskosten.

Energieeffiziente Trockner

Sowohl wirtschaftlich umsetzbare Maßnahmen in bestehenden Anlagen (»Brownfield«) als auch energieeffiziente Trocknerkonzepte in Verbindung mit der Planung neuer Lackieranlagen (»Greenfield«) standen im Fokus des Teilprojekts »Energieeffiziente Trockner«. Die größten Energieeinsparpotenziale zeigten sich im Bereich der Anlagentechnik zur Reinigung der Abluft aus dem Elektrotauchlack-, Füller- und Klarlacktrockner. Als sehr effektive und wirtschaftliche Maßnahmen stellten die Lackiertechnik-Experten im Rahmen des Vorhabens Konzepte zur Reduzierung der Abluftvolumenströme sowie zur Nutzung des Abwärmeüberschusses bei der Abluftreinigung vor. Die derzeit in der Fachwelt diskutierten innovativen Techniken zur energiesparenden Abluftreinigung bewerteten die Projektpartner hinsichtlich ihrer praxisrelevanten Einsatzmöglichkeiten.

Mit numerischer Simulation und produktionsnahen Untersuchungen wurden zudem neue Anströmdüsenkonzepte entwickelt, die einen genau definierten Wärmeeintrag in die Karosserie und dadurch eine schnellere Aufheizung dickwandiger Karosseriebereiche ermöglichen. Der dadurch verkürzbare Trockner benötigt weniger Wärme- und Elektroenergie. Zudem verhindert die gezielte Aufheizung eine Überhitzung dünnwandiger Karosseriebereiche bzw. von wärmeempfindlichen Bauteilen.

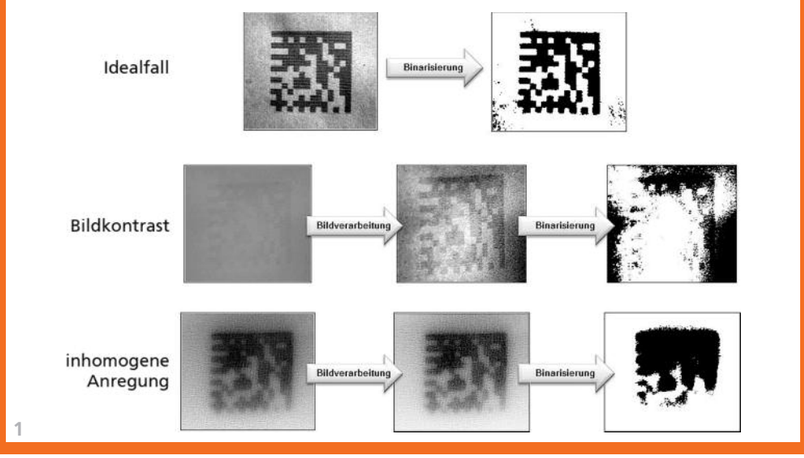
Modulares Produkt-/Lackierkonzept

Die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich »Modulares Produkt-/Lackierkonzept« zeigen, dass sich durch ein modulares Karosserieproduktionskonzept die Lackierung zukünftig wesentlich kompakter und effizienter gestalten lässt. Entscheidend ist dabei die konsequente Nutzung der energie- und materialrelevanten Vorteile der Einzelteilelackierung. So können beispielsweise alle Teile substratspezifisch optimierte Prozesse durchlaufen. In die Ergebnisse sind auch die Erkenntnisse aus den beiden parallel laufenden Vorhaben des Verbundprojekts »Energieeffiziente Lackierung« eingeflossen. Dabei wurde von der Prämissenerstellung über die ökologische und ökonomische Bewertung bis hin zur Absicherung durch Materialflusssimulation und Technikumsversuche das neue Konzept durchleuchtet.

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept »Forschung für die Produktion von morgen« (Förderkennzeichen: 02PO2270) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Dr. Oliver Tiedje | Telefon +49 711 970-1773
oliver.tiedje@ipa.fraunhofer.de

1 *Einer der drei Ansätze zur oversprayfreien Beschichtung am Beispiel der selektiven Beschichtung einer Motorhaube (Quelle: Fraunhofer IPA).*
2 *Virtuell entwickelte Anströmdüsen ermöglichen im Lacktrockner einen genau definierten energieeffizienten Wärmeeintrag in die Karosserie (Quelle: Fraunhofer IPA).*
3 *Konzept-Layout einer Modul-Lackiererei (Quelle: Audi, Daimler, Dürr, Fraunhofer IPA, Wörwag, Automobilkreistagung Nov. 2012, Bad Nauheim).*



MARKENSCHUTZ FÜR TEXTILIEN DURCH VERWENDUNG UNSICHTBARER MARKIERUNGEN

Der weltweite Schaden durch Produktpiraterie beläuft sich auf Milliardenhöhe. Vor allem im Bereich der technischen Textilien und bei bedruckter Funktionsbekleidung ist der Schaden sehr groß, da es keine wirklich brauchbaren Verfahren für den Markenschutz gibt. Gerade asiatische (Raub-)Kopien gelangen auf den deutschen und europäischen Markt und verringern den Absatz der teureren, hochwertigeren lokalen Ware.

Im Rahmen dieses BMBF-Projekts wurden deshalb Möglichkeiten für einen effizienten und flexibel einzusetzenden Markenschutz für textile Anwendungen untersucht. Eine Lösung entwickelte das Fraunhofer IPA auf Basis von nanoskaligen IR-absorbierenden Additiven, welche in transparenten Markierungstinten durch Druckverfahren zur großflächigen Sicherheitsmarkierung auf textile Substrate appliziert und mit Bindemitteln fixiert werden können. Von großem Interesse war die Ausarbeitung druckfähiger Tinten für den Inkjetdruck, da sich diese innovative Zukunftstechnologie rasant entwickelt, in der Textilbranche bereits stark vertreten ist und zunehmend Marktanteile gewinnt.

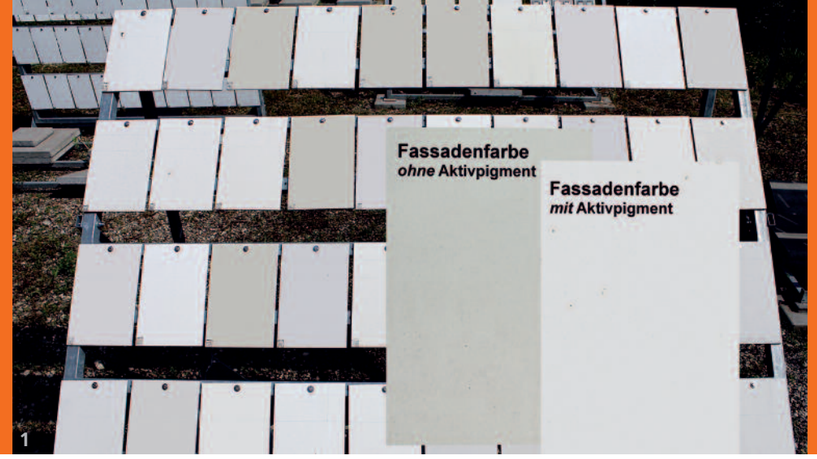
Zur Herstellung von stabilen nanoskaligen und transparenten IR-Additiv-Dispersionen sowie zu deren Weiterverarbeitung zu druckfähigen und fixierbaren Tinten wurden vom Fraunhofer IPA viele kommerziell erhältliche Dispergieradditive mit potenziellen Kandidaten für transparente IR-Absorber gemahlen, stabilisiert und mit unterschiedlichen Bindemitteln geprüft. Dabei zeigte sich, dass die meisten der verwendeten Dispergieradditve starke Inkompatibilitäten mit den verwendeten Bindemitteln bzw. den nanoskaligen IR-Absorbern aufweisen. Insbesondere bei höheren Lagertemperaturen von 40 °C kam es nicht nur zu Flockulations- und Ausfällerscheinungen, sondern auch zu Phasentrennungen in eine Bindemittel- und IR-additivreiche Phase. Letztlich konnte jedoch ein hinsichtlich Transparenz, Farbneutralität und erreichbarem Kontrast geeignetes IR-Additiv ausgewählt sowie eine druckbare und ausreichend stabilisierte Tintenformulierung zur Sicherheitsmarkierung von Textilien etabliert werden. Die mit dieser Tinte applizierten Codes wiesen auf unterschiedlichen Textilmaterialien ausreichende Echtheiten, wie z. B. Reib-, Wasch- und Lichtechtheiten auf.

Grundsätzlich ist für das erreichbare Decodierergebnis neben der Art der Detektion sowohl die Qualität der Markierung als auch die zur Anregung verwendete Lichtquelle wichtig. Zur Decodierung dieser Sicherheitsmarkierungen wurde ein geeigneter Detektor (IR-Kamera) mit einem bildanalytischen System gekoppelt. Die hierbei ausgelesene Information kann anschließend beispielsweise durch den Zollbeamten vor Ort zur Identitätsprüfung an einen Datenbankserver übermittelt werden.

Das BMBF-Forschungsprojekt wurde mit den Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 13N10045 gefördert.

Dr. Marc Entenmann | Telefon +49 711 970-3854
marc.entenmann@ipa.fraunhofer.de

1 *Darstellung der Problematik ungenügender Bildkontraste und inhomogener Anregung (Quelle: Fraunhofer IPA).*



PHOTOKATALYTISCH AKTIVE BAUFARBEN FÜR SAUBERE FASSADEN

Fassadenfarben schützen das Mauerwerk gegen Feuchteeinwirkung und sind dekorativ. Jedoch verschmutzen sie mit der Zeit durch Ablagerungen und Bewuchs. Selbstreinigende Beschichtungen sollen die Fassaden sauber halten. Ein durch das BMWi gefördertes nun abgeschlossenes dreijähriges Forschungsprojekt des Fraunhofer IPA hat diese Beschichtungen untersucht.

Bisherige Fassadenfarben, basierend auf wasserverdünnbaren Polymerdispersionen, Silikonharz- und Dispersions-Silikatfarben, sind gegen Ablagerungen von Flugstäuben und Bewuchs durch Pilze, Algen und Flechten nur unzureichend geschützt. Deshalb untersuchte das Fraunhofer IPA Modell-Fassadenfarben, die mit photokatalytisch wirksamen Titandioxiden zur Selbstreinigungswirkung ausgestattet wurden. Unter Einwirkung von Sonneneinstrahlung, Feuchtigkeit und Sauerstoff können damit sehr reaktive Hydroxylradikale entstehen, die organische Materialien auf der Fassadenoberfläche zersetzen. Die dadurch hydrophile Fassade begünstigt die Selbstreinigung bei Regen. Bei diesem Vorgang baut sich jedoch auch organisches Bindemittelmaterial der Beschichtung ab, was sich als leicht entfernbare, »kreidende« Schicht auf der Oberfläche feststellen lässt. Dadurch wird die Lebensdauer der Beschichtung verkürzt.

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, ein optimales Verhältnis zwischen wirkungsvollen Selbstreinigungseigenschaften und ausreichender Abbaubeständigkeit zu finden. Dazu wurden von den Wissenschaftlern verschiedene photokatalytisch aktive Fassadenbeschichtungen aus Kombinationen unterschiedlicher Bindemittel untersucht. Die Selbstreinigungswirkung wurde an zwei Standorten getestet: einmal im Stadtklima mit hoher Verkehrsverschmutzung und südlicher Ausrichtung, das andere Mal in Nordausrichtung auf dem Land. Die Versuche waren über zwei Jahre in einem Winkel von 90° bzw. 45° aufgebaut und mit Beschichtungen ausgestattet, die sowohl mit photokatalytisch aktiven Titandioxidpigmenten als auch mit inaktiven konventionellen Pigmenten formuliert waren.

Durch verschiedene Testverfahren wurden der Verschmutzungsgrad und der Abbau der Beschichtung verfolgt. Dabei zeigte sich vor allem bei den bei 45° gelagerten und dadurch leichter verschmutzbaren Beschichtungen ein deutlicher Einfluss der photokatalytisch aktiven Pigmente. Die aktiven Beschichtungen waren deutlich weniger verschmutzt als die inaktiven; allerdings zeigte sich auch ein höherer Abbau durch Kreidung. Dass die Kreidung einen großen Anteil am Selbstreinigungseffekt der photokatalytisch aktiven Oberflächen hat, wurde im Rahmen der Bewitterung ebenso nachgewiesen wie die hydrophilen Eigenschaften der Beschichtung infolge der Fotokatalyse. Die photokatalytische Wirksamkeit der Fassadenfarben wurde auch durch den Abbau von Schadgasen im Laborreaktor bestätigt.

Diese Forschungsergebnisse tragen dazu bei, die bei der Bewitterung ablaufenden Prozesse bei photokatalytischen Farben besser zu verstehen. Darauf aufbauend können neuartige Fassadenfarben mit einem optimalen Verhältnis zwischen den Bindemittelkomponenten und einer kontrollierten Kreidung entwickelt werden, um den Selbstreinigungseffekt bei akzeptablem Selbstabbau zu erhalten. Nicht nur die Selbstreinigung, sondern auch das Abbaupotenzial von Schadstoffen aus der Luft durch photokatalytisch aktive Fassadenfarben wird in weiteren geplanten Forschungsprojekten des Fraunhofer IPA untersucht werden.

Karin Gaszner | Telefon +49 711 970-3860
karin.gaszner@ipa.fraunhofer.de

1 *Verschmutzungsgrad von Fassadenfarben nach zwei Jahren Bewitterung.*

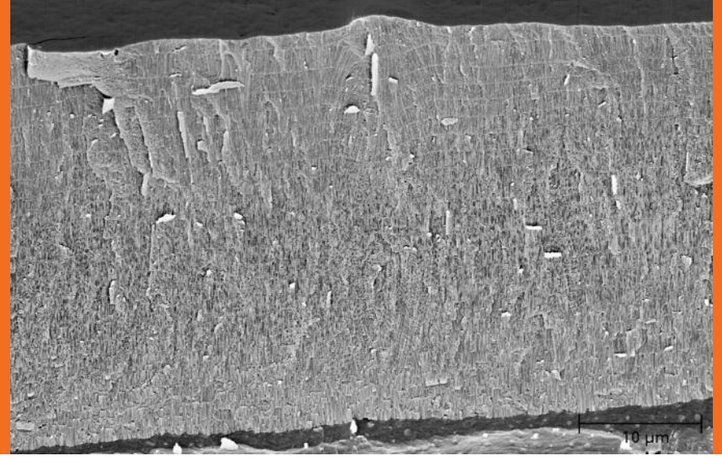
GALVANOTECHNIK

Die galvanische Industrie lebt die Aspekte der Ressourcenschonung, Effizienz und damit von grüner Technologie, meist ohne dies zu bemerken oder gar zu kommunizieren. Die Ursache liegt einerseits in den gegebenen Bedingungen einer Verfahrensfamilie, die auf energetisch aufwändige Aspekte wie Hochtemperatur oder Vakuum verzichtet. Andererseits haben Regularien und Selbstverpflichtung des Industriezweigs dazu geführt, mit den Verfahren höchst effizient umzugehen. Ein Beispiel aus dem Jahr 2012 verdeutlicht dies: eine Anlagenplanung bei einem typischen Hartchrom-Lohnveredler – also aus der Teilbranche, die populärwissenschaftlich besonders gerne in die Schmutzecke gedrängt wird. Bei dieser Diskussion fiel wie häufig der Kommentar, dass der Betrieb über keine Abwasserbehandlung für Hartchromelektrolyte verfügt. Denn durch Rückführung der Spülwässer in die Elektrolyte und effiziente Spülwasserkaskadierung existiere kein Anfall an chromathaltigem Abwasser. Der übergeordneten Bedeutung dieser Aussage war man sich nicht bewusst: kein Abwasser bedeutet auch, dass das in die Elektrolyte eingefüllte Chromatsalz vollständig zu metallischem Chrom als Schicht reduziert wird – wenn kein Abwasser anfällt, wo sollten die Metallsalze denn sonst hin? Im konkreten Fall bedeutet dies, dass hier die Prozesse der Hartverchromung mit einer Materialausbeute von 100 Prozent industriell betrieben werden. Selbst wenn dieser Extremwert nicht erreicht wird, werden in modernen Betrieben doch grundsätzlich alleine durch die Rückführung der Spülen sehr hohe Ausbeuten erreicht. Diese Tatsache ist deshalb bemerkenswert, da besonders die im Beispiel angeführte Hartverchromung aus ökologischer Sicht gerne negativ dargestellt wird – gegenüber Technologien, bei denen ein Materialverlust von 50 Prozent selbstverständlich ist.

Bereits heute zählt die Galvanotechnik zu den grünen Technologien. Trotzdem lautet das erklärte Ziel, die Systeme weiterhin zu verbessern. Bei der Entwicklung und Modifikation von galvanischen Verfahren wird nicht nur die Schicht, sondern auch die Verfahrenseffizienz verbessert. Korrespondierend werden galvanische Anlagen und Komponenten entwickelt. Diese gestalten auch herkömmliche galvanische Verfahren effizienter, indem Bauteile beispielsweise selektiv beschichtet werden können. Weiteres Potenzial liegt z. B. in der verlustarmen Auslegung von Kontaktierungen oder Behältern. Von großer Bedeutung sind Projekte, in denen Modifikationen der Verfahren und die Entwicklung von Anlagen Hand in Hand gehen – wie am Projekt »ÖKOXAL« diskutiert.

Ein positives Zeichen im Jahr 2012 setzte die Teilnahme der Abteilung Galvanotechnik bei der »Woche der Umwelt« in Berlin. Im Park von Schloss Bellevue konnte ein Projekt vorgestellt werden, das die Energieeffizienz in der Hartverchromung steigert (s. S. 103). Dies ist ein weiteres deutliches Signal in Zeiten, in denen technische Realität und Verordnungen nicht immer konform gehen. Auch in Bezug auf Verordnungen hat sich innerhalb der Galvanotechnik im Jahr 2012 vieles getan. Aktuell ist REACh für Chromate in der Umsetzung. Die Abteilung Galvanotechnik war hierbei aktiv am Prozess zur Vorbereitung der Autorisierung beteiligt. Sie vertritt den Standpunkt, dass Verfahren wie die Hartverchromung autorisiert werden und damit auch in Zukunft weiter in Europa betrieben werden können. Basis für diese Aussage ist, dass REACh auf den Mitarbeiterschutz abzielt, der in modernen galvanischen Fertigungen nach hiesigem Stand der Technik schlicht gegeben ist. Die zudem vorhandenen Vorteile der Galvanotechnik in Bezug auf Energie- und Ressourceneffizienz sind zwar nicht Inhalt von REACh, sollten aber trotzdem immer bedacht werden.

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



ÖKOXAL – HARTELOXIEREN AUF EINEM NEUEN EFFIZIENZNIVEAU

Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Aluminium ist einer der wichtigsten Werkstoffe in der Gruppe der Leichtmetalle. Diesen fällt im Zeitalter der Energieeffizienz eine immer bedeutendere Rolle zu, da sich Energieeinsparungen häufig am besten durch Gewichtsreduktion erzielen lassen. Auf Grund schlechter Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit muss Aluminium in den meisten Fällen vor der Verwendung beschichtet werden. Das Hartanodisieren, landläufig auch als Harteloxal (elektrolytische Oxidation von Aluminium) oder Harteloxieren bekannt, ist ein besonders geeignetes Verfahren, um auf Aluminium sehr verschleiß- und korrosionsbeständige Schichten zu erzeugen. Dabei wird im Gegensatz zu anderen galvanischen Verfahren das Bauteil als Anode und nicht als Kathode geschaltet, wodurch sich an der Oberfläche metallisches Aluminium in keramisches Aluminiumoxid umwandelt. Das Hartanodisieren gehört allerdings zu den energieintensivsten Verfahren innerhalb der Galvanotechnik. Auf Grund von hohen Spannungen und Strömen wird sehr viel thermische Energie in die Bauteile eingetragen, die nur durch eine sehr niedrige Elektrolyttemperatur von ca. 0 °C abgeführt werden kann. Um diese Temperaturen zu erreichen ist eine kostspielige, energieintensive Kühlung notwendig. Die Steigerung der Energieeffizienz beim Harteloxieren hätte entsprechend deutliche Auswirkungen auf die Verfahrenskosten und damit die Wirtschaftlichkeit.

Zielsetzung des von der Bayerischen Forschungsstiftung geförderten Projekts »ÖKOXAL« ist deshalb die Einsparung von 25 Prozent der Gesamtenergie beim Harteloxal.

Projektbeschreibung

Um dieses Ziel zu erreichen, verfolgt das Projektteam aus dem Fraunhofer IPA und der Firma Galvano Weis, einem Lohnbeschichter mit 60 Mitarbeitern, einen ganzheitlichen Ansatz, der sich an der klassischen Philosophie des Vermeidens – Verminderns – Verwertens orientiert.

Das bedeutet im speziellen Fall, dass auf verfahrenstechnischer Seite durch Einsatz der Pulsanodisation anstelle der herkömmlichen Gleichstromfahrweise der Eintrag thermischer Energie soweit möglich vermieden wird. Durch die geänderte Verfahrenstechnik können andere Kühltechniken eingesetzt werden. Dadurch vermindert sich der zur Abfuhr der restlichen Wärme notwendige Energieeinsatz deutlich. Im letzten Schritt ist eine Verwertung, z. B. der Abwärme der Kältemaschine, geplant. Die Umsetzbarkeit dieser Maßnahme hängt aber immer von den spezifischen Randbedingungen ab.

Der Fokus des Projekts liegt dabei eindeutig auf der Hochskalierbarkeit des Verfahrens in den industriellen Maßstab, um einen breiten ökologischen und gesamtwirtschaftlichen Nutzen aus der Entwicklung ziehen zu können.

Verfahrenstechnischer Ansatz

Beim Hartanodisieren lässt sich die größte Energieeinsparung durch eine Erhöhung der Verfahrenstemperatur erreichen. Die Pulsanodisation folgt dabei dem Ansatz, Schichtbildung und Wärmeabfuhr zeitlich zu trennen. In einer Hochstromphase wird mit hoher Geschwindigkeit eine harte, verschleißfeste Aluminiumoxidschicht gebildet. In der darauffolgenden Niedrigstromphase kann die während der Hochstromphase eingetragene Wärmemenge wieder abgeführt werden. Dadurch lassen sich zwei Effekte erzielen: Die Verfahrenstemperatur kann deutlich erhöht werden und es ergibt sich eine insgesamt höhere mittlere Stromdichte und damit ein schnelleres Schichtwachstum. Wissenschaftliche Grundlagenarbeiten bestätigen diese Phänomene.

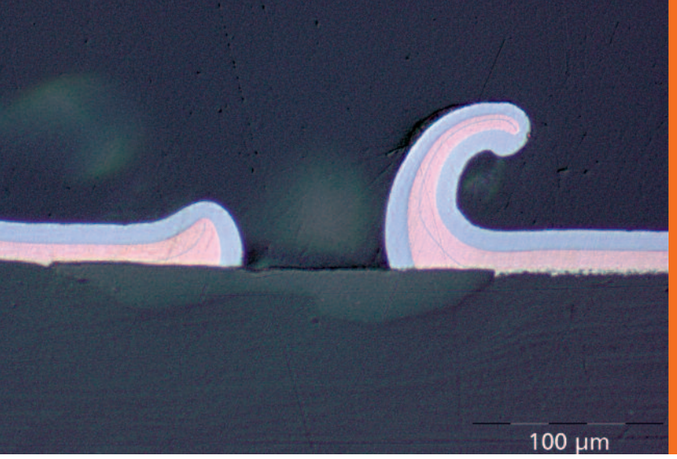
Produktionstechnischer Ansatz

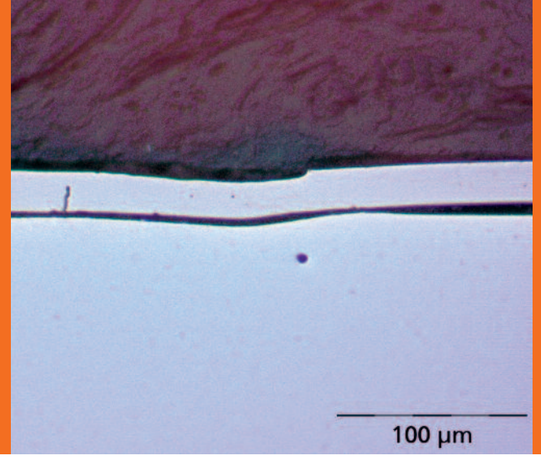
Die verfahrenstechnische Erhöhung der Elektrolyttemperatur ermöglicht auf Seiten der Anlagentechnik weitere Einsparmöglichkeiten. Teilweise kann die Umgebungstemperatur zur freien Kühlung verwendet werden. Das heißt, dass ab einer Umgebungstemperatur von 5 K unter der Vorlauftemperatur das Kühlwasser vollständig durch die Umgebungsluft gekühlt werden kann. Der Einsatz einer Kältemaschine ist unter diesen Bedingungen nicht nötig. Für das Projekt wird entsprechend eine Kältemaschine mit gleitender Kondensationstemperatur eingesetzt, bei der die Leistungsaufnahme an die Umgebungstemperatur angepasst wird. So ist über das ganze Jahr garantiert, dass die benötigte Kühlleistung immer mit minimalem Energieeinsatz bereitgestellt wird. Des Weiteren werden im Rahmen des Projekts Behälterlayout, Gestelltechnik, Kontaktierung und Hydrodynamik der Galvanikanlage so angepasst, dass sich Verfahrenstechnik und Produktionstechnik optimal ergänzen und zu einer maximalen Energieeinsparung führen.

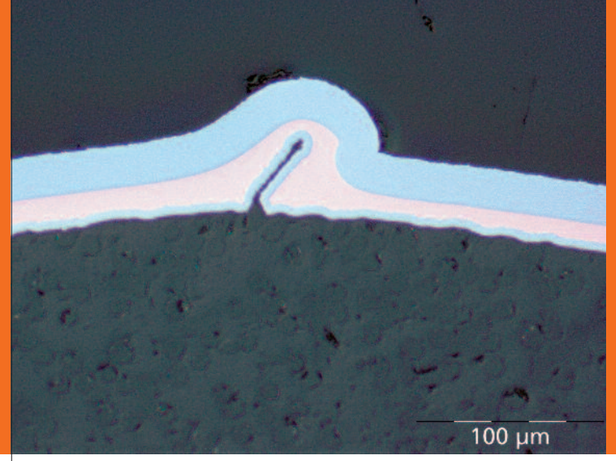
Projektdurchführung

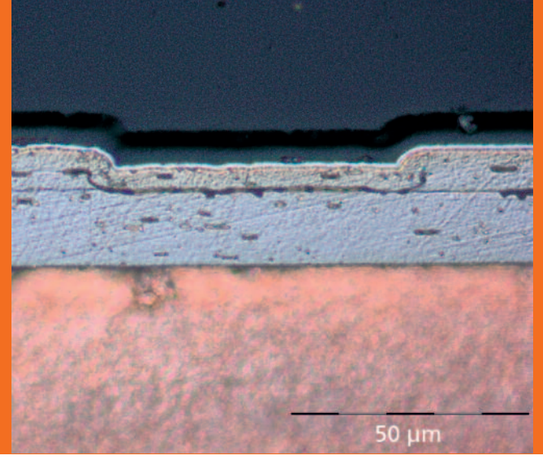
Die Entwicklung des Verfahrens erfolgte auf einem der bewährten Elektrolytprüfstände des Fraunhofer IPA. Im Gegensatz zur herkömmlichen Herangehensweise bei der Entwicklung galvanischer Verfahren wurden hier von Anfang an profilierte Probekörper eingesetzt. Diese bilden exemplarisch die spezifischen Anforderungen realer Bauteile ab, speziell Kanten und Nuten sind hier zu nennen. Der eingesetzte Prüfstand ist genau an die Erfordernisse des Anodisierens angepasst und erlaubt eine optimale Aufzeichnung und Kontrolle aller relevanten Parameter. Profilkörper aus fünf marktrelevanten Aluminiumlegierungen wurden sowohl mit Gleichstrom als auch mit Pulsanodisation beschichtet. Die grundlegende Forderung nach mindestens gleichwertigen Schichteigenschaften wie Härte, Schichtdicke, Verschleiß und Rauheit konnte vollumfänglich erfüllt werden. Des Weiteren sollte die bis zum ersten Projektmeilenstein zu erzielende Energieeinsparung 15 Prozent gegenüber der konventionellen Hartanodisation betragen. Mit einer verfahrenstechnischen Einsparung im Labormaßstab von ca. 25 Prozent bei gleichbleibenden Schichteigenschaften konnten diese Vorgaben deutlich übertroffen werden. Im laufenden zweiten Teil des Projekts werden die hervorragenden Laborergebnisse in den industriellen Maßstab umgesetzt. Dies erfolgt ohne weiteren Zwischenschritt direkt in ein Bad mit einer produktionstypischen Größe von 2500 l. Die Durchführung dieser Testbeschichtungen liegt nun in den Händen der Fa. Weis, während die am Fraunhofer IPA stattfindenden Untersuchungen bis jetzt die im Labor erhaltenen Ergebnisse bestätigten. Parallel dazu wird in den nächsten Monaten ein innovatives Konzept für die Produktionstechnik ausgearbeitet. So kann direkt im Anschluss an das Projekt bei Galvano Weis eine Anlage aufgebaut werden, die die Energieeffizienz im Bereich des Harteloxierens auf ein neues Niveau bringen wird.

Stefan Kölle | Telefon +49 711 970-1786
stefan.koelle@ipa.fraunhofer.de









SCHADEN AM GALVANISCH BESCHICHTETEN BAUTEIL – WAS NUN?

An einem galvanisch beschichteten Bauteil tritt ein Fehler entweder direkt im Fertigungsprozess auf – beziehungsweise wird bei der Endkontrolle sichtbar – oder erfolgt beim Einsatz im Feld. In beiden Situationen kann dies zu einem vollständigen Produktionsausfall und Maschinenstillstand führen. Hieraus ergibt sich zum einen ein wirtschaftlicher Schaden, zum anderen können fehlerhafte Bauteile im Einsatz eine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen.

Die Ursachen für derartige Ausfälle sind vielfältig. Verschleiß und Korrosion können oftmals zu einem frühzeitigen Bauteilversagen führen. Dabei stellt sich meist die Frage, inwieweit das Bauteil nicht richtig gefertigt wurde, die Beschichtung nicht an die Einsatzbedingungen angepasst war oder vielleicht auch eine fehlerhafte Anwendung Grund des Ausfalls ist.

Auf der anderen Seite können vielfältige Probleme direkt im Fertigungsprozess des beschichteten Bauteils auftreten. In den meisten Fällen werden diese Fehler erst am Ende der Produktionskette sichtbar. Je nach Einsatzzweck ist es möglich, dass bereits mikroskopisch kleine Poren oder Erhebungen zum Ausschuss führen. Dies betrifft zum Beispiel Komponenten für Car-Interior, die eine hohe Anmutung und Wertigkeit darstellen sollen oder kleinste Unebenheiten auf einer verchromten Druckwalze, die sich direkt in der Druckqualität einer Hochglanzzeitschrift widerspiegeln.

Die Vielzahl an möglichen Fehlern und Schadensfällen kann nur mit Know-how und Erfahrung über die vollständige fertigungstechnische galvanische Prozesskette in Verbindung mit Anlagenführung und -ausführung bewertet werden. Nur so ist eine genaue Analyse des Fehlers durchführbar. Ein Hilfsmittel zur Darstellung und Analyse der Fehler ist die metallographische und chemische Analytik. Nur wenn es möglich ist, die Ergebnisse richtig zu interpretieren und darauf aufbauend fundierte Vorschläge zur Fehlerbehebung zu erarbeiten, kann das Problem zielführend gelöst werden.

Die nachfolgend dargestellten Schadensfallanalysen stehen beispielhaft für eine Vielzahl von Untersuchungen, die jährlich in der Abteilung Galvanotechnik durchgeführt werden.

Schadensfall im Feld erfordert eine schnelle Reaktion

Eine Schadensfallanalyse an vernickelten sicherheitsrelevanten Stahlelementen für den Einsatz in Windkraftanlagen zeigt die Problematik bei der Untersuchung an Bauteilen aus dem Feld. Die schadhafte Komponente wies Haftungsprobleme der chemisch aufgebrachten Nickelschicht bis hin zu großflächigen Abplatzungen auf. Ein wesentliches Problem nach dem Erhalt des Bauteils war jedoch der Zustand des zu untersuchenden Bauteils, da die Korrosion des Grundmaterials bereits weit fortgeschritten war. Aufgrund dieser Tatsache war es nahezu unmöglich festzustellen, ob die auftretende Korrosion die Haftungsprobleme hervorgerufen hat oder aufgrund einer unzureichenden Schichtqualität das Bauteil derartig geschädigt wurde. Somit liefern am geschädigten Bauteil Haftungsuntersuchungen durch Gitterschnitt, Feiltest oder Thermoschockuntersuchungen oft keine eindeutigen Aussagen. Wesentliche Erkenntnisse konnten jedoch bereits über die optische Beurteilung der Schichtoberfläche ermittelt werden. Entlang des Bauteils war eine Vielzahl an signifikant tiefen Kratzern erkennbar, die nicht im Beschichtungsprozess erzeugt werden konnten und auch nicht vom Grundwerkstoff herrührten. Aus diesem Grund konnte eine Schädigung des Bauteils im Einsatz nicht ausgeschlossen werden. Um weitere Aussagen über die Schicht treffen zu können, wurden metallographische Schliffe hergestellt. Hierfür ist es notwendig, das Bauteil zu zerstören. In vielen Fällen scheut man eine zerstörende Prüfung, da besonders sehr große und komplexe Komponenten einen hohen finanziellen Wert darstellen. Hierbei sollte jedoch immer beachtet werden, welcher finanzielle Schaden entsteht, wenn weitere Bauteile mit denselben Fehlerbildern auftreten. Dadurch kann beispielsweise eine Windkraftanlage aufgrund eines Ausfalls von sicherheitsrelevanten Systemen nicht weiter betrieben werden und muss vorsorglich weltweit stillgelegt werden. Bei dem vorliegenden Schadensfall wurde anhand von Querschliffuntersuchungen deutlich, dass die mechanische Belastung eine Deformation des Schichtwerkstoffs, die bis in das Substrat reichte, hervorgerufen hat. Dies führte wiederum zu der Schlussfolgerung, dass die abgeschiedene Schicht nicht auf die Anforderungen des Einsatzzweckes ausgelegt war, auch wenn die Schicht der technischen Spezifikation entsprach. Aus diesem Grund konnte dem Beschichter kein direktes Verschulden am Schichtversagen nachgewiesen werden. Diese Problematik zeigt, wie wichtig es ist, eine Beschichtung nicht nur an einzelnen Anforderungen wie Schichtdicke, Härte oder Korrosionsverhalten zu definieren. Gleichzeitig muss eine vollständige Betrachtung hinsichtlich Einsatzzweck und Einsatzbedingungen aufgestellt und eventuell vorab notwendige und aussagekräftige Untersuchungen durchgeführt werden.

Fehler im Produktionsprozess – Stillstand und Lieferausfälle

Bei der Herstellung von galvanischen Schichten kommt es häufig zu Fehlern, deren Ursachen sehr vielfältig sein können. Meist werden die Fehlerbilder erst bei der Endkontrolle erkannt. Da vom Rohteil bis zum fertig beschichteten Produkt verschiedene Prozessschritte durchlaufen werden, sucht man hier zur Fehlerbehebung oft sprichwörtlich die Stecknadel im Heuhaufen.

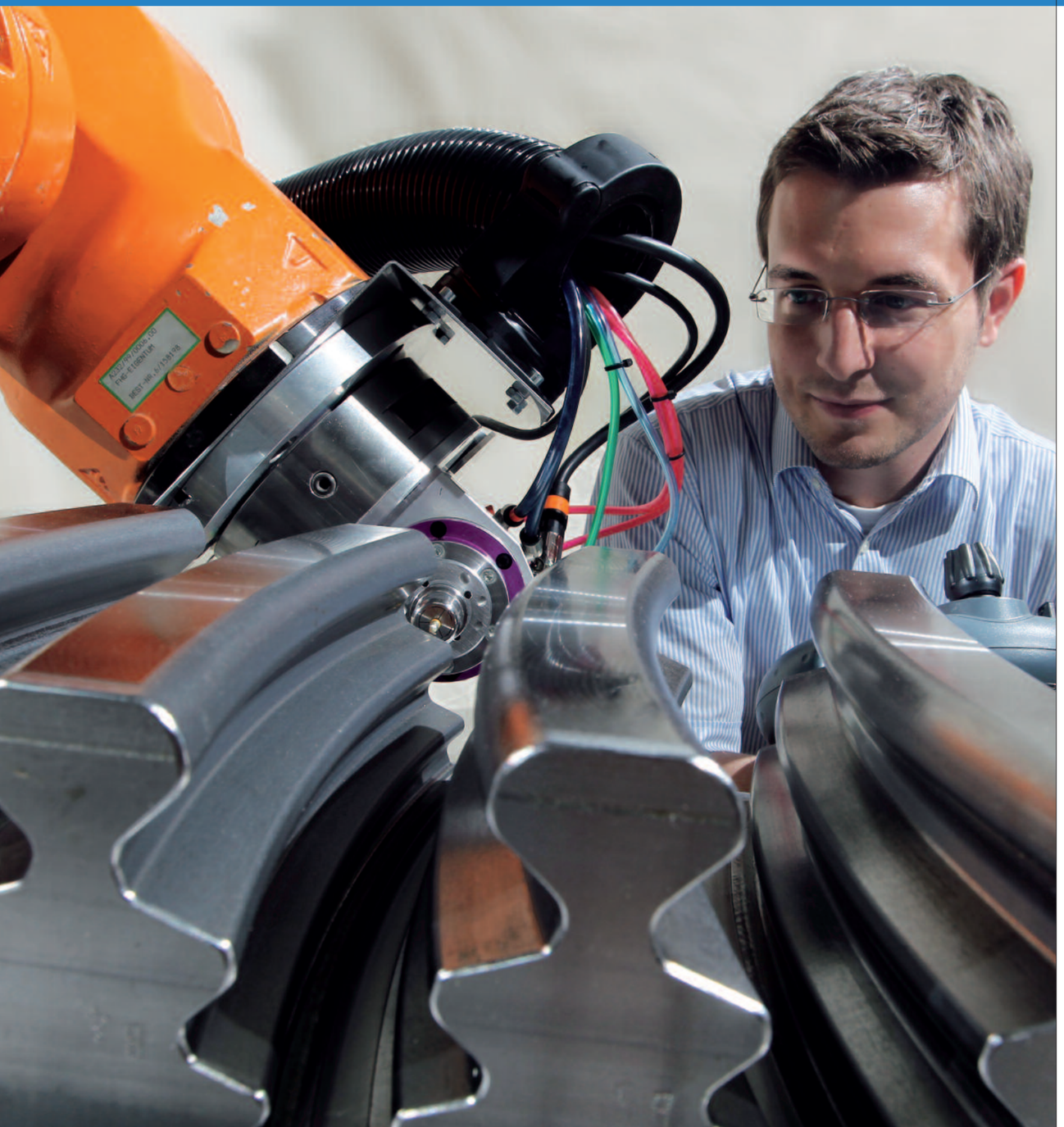
Im Rahmen einer Fehleranalyse bei der Galvanisierung von Kunststoffbauteilen für den Automobilbereich war es das Ziel, anhand von Abhilfemaßnahmen die Ausschussquote in der Produktion zur verringern. Dafür musste die Prozesskette für den vollständigen Beschichtungsprozess betrachtet werden. Im ersten Schritt erfolgte eine metallographische Analyse verschiedenartiger Fehlerbilder, um einen Eindruck über die Ausprägung der Fehler zu erhalten. Das Ergebnis der Schichtanalyse zeigte eine unzureichende Schichtqualität aufgrund von eingelagerten Fremdpartikeln bis hin zu Störungen im galvanischen Schichtaufbau. Die Vielfältigkeit der Fehler machte es unmöglich, eindeutige Ursachen zu definieren. Somit war es notwendig, basierend auf diesen Ergebnissen eine Beurteilung des Produktionsprozesses vor Ort vorzunehmen. Dies umfasste die Bewertung von der Gestellbestückung bis zur Warenendkontrolle. Das Wissen über das Fehlerbild ermöglichte es, gezielt einzelne Prozessschritte zu beobachten und somit mögliche Ursachen herauszufiltern oder auszuschließen. Auf der Grundlage der gewonnen Erkenntnisse konnte ein Maßnahmenkatalog definiert werden. Die Umsetzung der Maßnahmen in die Produktion verfolgt das Ziel, die Ausschussquote signifikant zu reduzieren.

In einem weiteren Fall aus dem Bereich der Kunststoffgalvanisierung führten kleinste Inhomogenitäten an der Oberfläche von Spritzgussbauteilen zu Ausschuss. Die Analyse des Fehlers ergab, dass unzureichende Spritzparameter bei der Herstellung der Kunststoffbauteile die Struktur und Zusammensetzung des Materials derart beeinflussen, dass keine Aktivierung und damit Beschichtung möglich ist. Zur Erarbeitung von Lösungsvorschlägen wurden somit der Hersteller und Konstrukteur von Spritzgussmaschine und -werkzeug einbezogen, die nun aktiv an der Problembehebung beteiligt sind.

Die Lösung der meist komplexen Fragestellungen bei Schadensfällen an galvanisierten Bauteilen setzt voraus, dass eine vollständige Fehler- und Ursachenbetrachtung möglich ist. Dieser Herausforderung stellen wir uns!

Katja Romankiewicz | Telefon +49 711 970-1785
katja.romankiewicz@ipa.fraunhofer.de

ROBOTER- UND ASSISTENZSYSTEME



Das Interesse an der Industrierobotik ist ungebrochen: Aktuelle Themen und Trends

Starke Zuwächse belegen die zentrale Bedeutung der Industrieroboter für wettbewerbsfähige Automatisierungslösungen. Insbesondere Innovationen in der Informationstechnik und Sensorik tragen zur Verbesserung des Kosten-/Leistungsverhältnisses von Industrierobotersystemen bei und erschließen neue Anwendungen. Die Industrierobotik wird am Fraunhofer IPA durch drei Gruppen abgedeckt: Montage, Materialfluss-Automatisierung und Fertigungsprozesse (Bearbeiten und Schweißen).

Ein Trend, den wir am Fraunhofer IPA beobachten und auch im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben maßgeblich mitgestalten, sind innovative Montagelösungen. Immer mehr Montageroboter schließen den Einsatz intelligenter, verlässlicher Sensorik ein und nutzen anspruchsvolle Steuerungs- und Regelungstechnik zur Führung von Montageprozessen.

Der robuste »Griff in die Kiste« war seit Langem auf dem Wunschzettel der Industrie und ist nun für eine breite Palette möglicher Werkstücke verfügbar. Der Roboter lokalisiert und greift aus der »Kiste« ungeordnete Werkstücke. Dadurch sinkt der Bereitstellungsaufwand – Automatisierung wird schlanker.

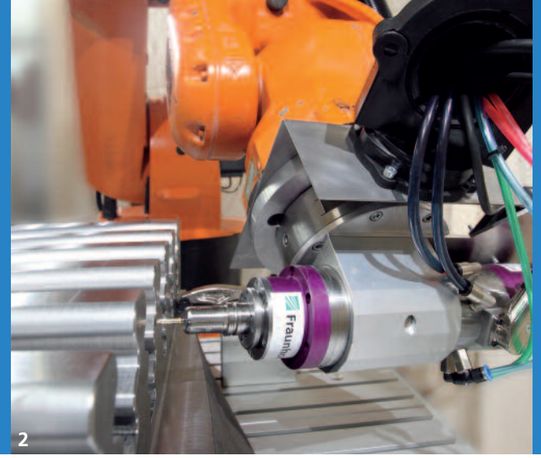
Nach Jahren intensiver Forschung und Standardisierung, die durch das Fraunhofer IPA mit begründet wurde, halten kooperierende Roboter Einzug in die Werkhallen. Die Roboter unterstützen den Werker und führen Aufgaben arbeitsteilig in der Montage und der Handhabung aus.

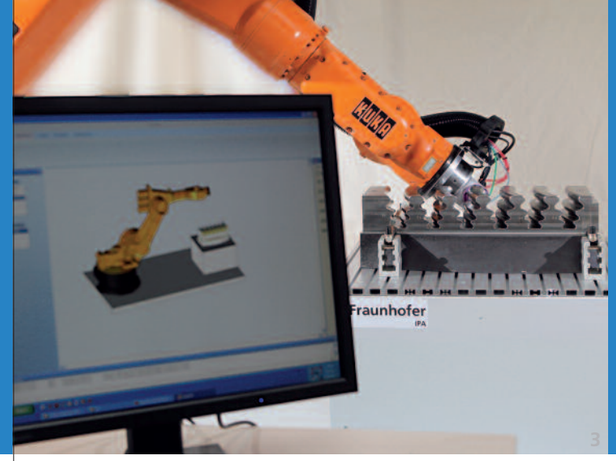
Ein aktuelles Forschungsgebiet ist die Informationsverarbeitung für Industrieroboter unter der Maßgabe von Robustheit, Autonomie und Intelligenz im Produktionsalltag: Wie schaffen es Roboter, auch bei unvollständigen CAD-Informationen verlässliche Ausführungsprogramme zu generieren? Und: wie gelingt es dem Roboter, aus Erfahrung zu lernen, um Programme zu optimieren? Durch Forschungsinitiativen wie beispielsweise das EU-Projekt SMErobotics oder den Forschungscampus ARENA2036 (Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles) will das Fraunhofer IPA nachhaltig Akzente setzen.

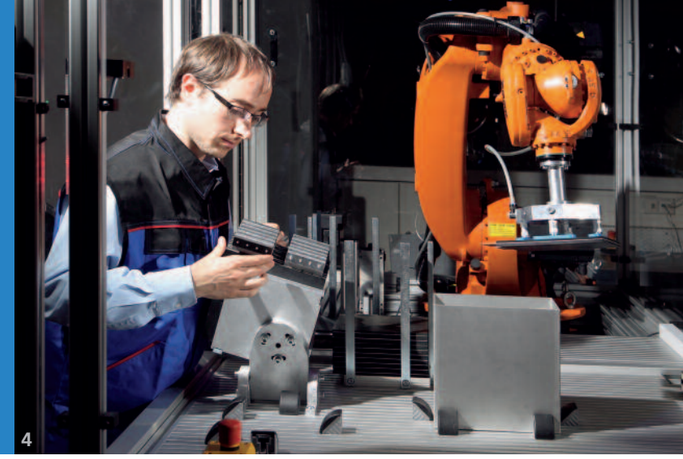
Servicerobotik: Quo vadis?

Das Fraunhofer IPA gilt durch eine im Jahre 1994 veröffentlichte Studie zu Zukunftspotenzialen und Marktchancen der Servicerobotik als maßgeblicher Initiator dieses neuen Gebiets innerhalb der Robotik. Die im Jahre 2010 für das BMBF durchgeführte Nachfolgestudie EFFIROB hatte zum Ziel, neuartige Servicerobotik-Anwendungen konzeptionell zu entwickeln und deren Bedeutung für die Roboterentwicklung aus einer technischen wie wirtschaftlichen Perspektive heraus zu analysieren. Dabei sollten technische und wirtschaftliche Machbarkeiten von Servicerobotik-Anwendungen anhand von konkreten Szenarien analysiert werden. Aus der Gesamtbetrachtung der Serviceroboter-Szenarien wurden Forschungs- und Entwicklungsbedarfe zur Verbesserung von Kosten-Nutzen-Relationen abgeleitet. Für das Fraunhofer IPA ergeben sich daraus folgende Implikationen: Verbesserungen in der Wahrnehmung haben vielverzweigte Auswirkungen in weitere Schlüsseltechnologien der Robotik. Deshalb wurden am Fraunhofer IPA Forschungsanstrengungen in die Richtung intensiviert, zukünftig schneller, zuverlässiger und in größerer Anzahl Objekte und Situationen unter Alltagsbedingungen erfassen zu können. Die Software-Entwicklung für die Servicerobotik muss als Forschungsthema weiter ausgebaut werden: Vielfach übersteigen Umfang und Risiko der für typische Servicerobotersysteme benötigten Software die Erfahrung und die Ressourcen der potenziellen Ausrüster. Neben der langjährigen Softwarekompetenz des Fraunhofer IPA für Schlüsselfunktionen wie der mobilen Navigation, zur Bewegungsplanung und -steuerung werden nun Systeme und Werkzeuge entwickelt, um Kosten und Risiken des Software-Engineering für Hersteller von Serviceroboter-Schlüsselkomponenten und -systemen zu reduzieren.

Martin Hägele | Telefon +49 711 970-1203
martin.haegele@ipa.fraunhofer.de







KOGNITIVE INDUSTRIEROBOTIK – INDUSTRIEROBOTER WERDEN INTELLIGENT

Die Produktion der Zukunft verlangt nach flexiblen, robusten und leicht zu bedienenden Betriebsmitteln, um rasch auf Markt und Produktänderungen reagieren zu können. Heutige Industrierobotersysteme werden diesen Anforderungen nicht gerecht, da sie für jede Aufgabe nur durch Experten programmiert werden können. Aufgrund mangelnder Intelligenz der Robotersysteme können Fehler nicht automatisch behoben werden.

Die Erforschung von Kognition und künstlicher Intelligenz hat in den vergangenen Jahren große Fortschritte im Bereich der Grundlagenforschung gemacht. Jedoch sind diese Ergebnisse bisher nicht in der Praxis angekommen. Gerade industrielle Robotersysteme bieten aufgrund klarer Anforderungen und teilstrukturierter Umgebungen ein ideales Umfeld zur praktischen Anwendung und wirtschaftlichen Verwertung der Ergebnisse der Kognitionsforschung. Hierzu müssen diese Verfahren jedoch angepasst werden, um insbesondere den hohen Anforderungen an die Verlässlichkeit der Industrierobotik zu genügen.

Kognitive Intralogistik

Die meisten Handhabungsvorgänge in der Intralogistik werden heute manuell durchgeführt. Eine große Herausforderung für die Automatisierung ist die Beherrschung der hohen Artikelvielfalt bezüglich Objektlokalisation, Greiftechnik und Planungsalgorithmen. Die am Fraunhofer IPA verfolgte Lösungsidee besteht darin, aufeinander abgestimmte Funktionen für das Sehen, Greifen und Planen in eine Roboterzelle so zu integrieren, dass die Flexibilität für die Handhabung verschiedener Artikel erhöht wird. Das Sehen wird dabei durch Farbkameras und Laserscanner umgesetzt, während beim flexiblen Handhaben die notwendigen Freiheitsgrade durch den Einsatz eines Roboters in Verbindung mit der flexiblen Aufwälzgreiftechnik bereitgestellt werden. Durch die Kombination dieser Funktionen Sehen-Greifen, Sehen-Planen sowie Sehen-Ablegen werden kognitive Eigenschaften erzeugt. Dadurch wird die Erweiterung des handhabbaren Artikelspektrums per Software möglich, so dass die Roboterlösung preiswert auf die konkrete Anwendung adaptiert oder erweitert werden kann. So können auch für große Artikelspektren unterschiedliche Aufgabenstellungen wie Palettieren, Depalettieren oder Kommissionieren realisiert, angepasst und nachgerüstet werden.

Kognitive Prozessführung

Heute werden in Kleinserienfertigung, Lohnfertigung und Sondermaschinenbau kaum Roboter eingesetzt, da der hohe Programmieraufwand im Vergleich zu kleinen Stückzahlen und Losgrößen oft als nicht wirtschaftlich eingeschätzt wird. Die Ausführung z. B. von Bearbeitungs-, Lackier- und Schweißprozessen erfordert ein grundlegendes Verständnis der physikalischen Vorgänge und Erfahrung, die sich Werker oft durch jahrelange Übung erwerben. Heutige Robotersysteme werden starr für jede Aufgabe programmiert. Eine Übertragung auf verwandte Bauteile mit gleichem Prozess oder gar ein kontinuierliches Lernen wie beim Menschen sind nicht möglich.

Im Rahmen des 2012 gestarteten und vom Fraunhofer IPA koordinierten EU-Projekts SMErobotics wird untersucht, wie dem Robotersystem durch eine formale Modellierung des ausgeführten Prozesses, der genutzten Fertigungstechnologien, der gefertigten Produkte und benötigten Fertigungsressourcen abstraktes Wissen über die ausgeführten Prozesse gegeben werden kann. Dieses Wissen soll in einem nächsten Schritt zur automatischen Erstellung von Programmen verwendet und automatisch nach dem Feedback des Werkers kontinuierlich verfeinert werden. Auf der Automatica 2012 in München wurde hierzu bereits ein System gezeigt, das demonstriert, wie die Programmierung von Robotern auf Basis von CAD-Daten, Sensordaten und Eingaben des Werkers in Zukunft funktionieren wird.

Kognitive Montage

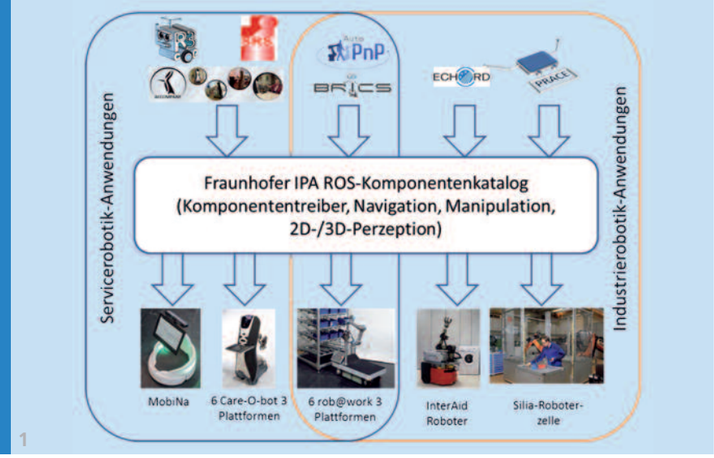
In der Montage sind nach wie vor manuelle Prozesse vorherrschend. Selbst in der Automobilindustrie erreicht die Endmontage nur einen Automatisierungsgrad von ca. 10 Prozent. Gründe hierfür sind neben einer in der Regel für eine Automatisierung nicht ausreichend strukturierten Teilebereitstellung, unterschiedliche Montageprozesse, verschiedene Teilegeometrien und eine hohe Variantenvielfalt. Der resultierende hohe Programmier- und Einrichtaufwand macht den Einsatz von Robotern deshalb oft unrentabel. Kognitive Funktionen können helfen, den Programmieraufwand zu reduzieren und Roboter in die Lage zu versetzen, sich in unstrukturierten Umgebungen zurechtzufinden. In der Abteilung Roboter- und Assistenzsysteme werden innerhalb der EU-Projekte SMErobotics, PRACE und ROSETTA Methoden entwickelt, um Roboterprogramme für Montageprozesse aus CAD-Daten mit Hilfe einer Prozessbibliothek in Interaktion mit dem Bediener teilautomatisch zu generieren. Somit werden vom Bediener keine Expertenkenntnisse in der Roboterprogrammierung gefordert. Weiterhin werden Algorithmen entwickelt, um Montageprozesse mit Hilfe intelligenter Funktionen so zu steuern, dass Toleranzen und Positionierungenauigkeiten ausgeglichen und Fehler erkannt werden können. Für die Mensch-Roboter-Kooperation werden kognitive Funktionen entwickelt, die den Roboter in die Lage versetzen, Sensorinformationen so auszuwerten, dass sowohl der aktuelle Montagefortschritt detektiert werden kann als auch gleichzeitig die beabsichtigten nächsten Schritte des Werkers abgeschätzt werden können. Der Roboter kann sein Verhalten dann so anpassen, dass sowohl Mensch als auch Roboter, ohne sich gegenseitig zu unterbrechen, produktiv tätig sind.

Nutzen

Durch kognitive Fähigkeiten ist das Robotersystem in der Lage, mehr Informationen über seine Umgebung und die an ihn gestellte Aufgabe zu verarbeiten und einfache Entscheidungen selbst zu treffen. Hierdurch kann die Belehrung des Robotersystems in einer einfacheren und für den Bediener intuitiveren Art und Weise erfolgen. Der Aufwand zur Programmierung des Roboters wird erheblich gesenkt. Die Automatisierung von Fertigungsaufgaben wird möglich, deren Wirtschaftlichkeit bisher durch geringe Stückzahlen oder hohe Programmieraufwände nicht gegeben war.

Thomas Dietz | Telefon +49 711 970-1152
thomas.dietz@ipa.fraunhofer.de

1 *Aufwälzgreifer mit Multi-Sensor-System.*
2 *Fertigung in Stückzahl 1 – feinfühliges Entgraten von Großbauteilen.*
3 *Virtuelle und reale Welt in perfekter Harmonie.*
4 *Kollege Roboter: Sichere Mensch-Roboter-Kollaboration.*



1

2

3

4

(INDUSTRIAL) ROS IN DER ANWENDUNG

Das Fraunhofer IPA setzt eine Vielzahl an frei verfügbaren sowie selbst entwickelten ROS-Komponenten für öffentliche und private Projekte im Bereich Servicerobotik und Industrierobotik ein

Komponentenkatalog des Fraunhofer IPA

Die Integration von Hardware- und Softwarekomponenten zu neuen Serviceroboter-Applikationen und Automatisierungslösungen bedeutet meist einen großen Aufwand bezüglich Schnittstellenanpassungen, Einbindung in die Kommunikationsschicht, Durchführung von Komponenten- und Integrationstests sowie Parameteroptimierungen für die Zielapplikation. Zudem werden Applikationen in der Robotik oft neu erstellt, auch wenn sich ein großer Teil der eingesetzten Hardware-Komponenten kaum von denen aus früheren Anwendungen unterscheidet. Eine komponenten-basierte Entwicklung in Zusammenhang mit der Wiederverwendung bereits existierender Hardware- und Softwarekomponenten verspricht eine signifikante Effizienzsteigerung der Applikationsentwicklung. Dies betrifft vor allem komplexe Serviceroboter und flexible Automatisierungslösungen.

Seit etwa 5 Jahren pflegt das Fraunhofer IPA einen Katalog an wiederverwendbaren Softwarekomponenten auf Basis des Open Source Robot Operating Systems (ROS), die im Rahmen von öffentlichen Forschungsprojekten kontinuierlich evaluiert und weiterentwickelt werden. Der Katalog enthält eine Vielzahl von Softwarebausteinen, die für die Entwicklung unterschiedlichster Robotik-Anwendungen eine breite Grundlage bieten: z. B. Treiber für typische Sensorik- und Aktorik-Komponenten in der Robotik sowie höherwertige Funktionalitäten in den Bereichen Manipulation, Navigation und 2D/3D-Wahrnehmung. Diese ROS-Komponenten wurden nicht nur vom Fraunhofer IPA entwickelt, sondern auch von Projektpartnern und der ROS Community.

Die Nutzung des ROS-Komponentenkatalogs als Systembaukasten bietet folgende Vorteile:

- Signifikante Effizienzsteigerung und Beschleunigung der Applikationsentwicklung durch Wiederverwendung und Nutzung der gemeinsamen Middleware
- Nutzung der Open-Source ROS Community als Multiplikator für Komponentenentwicklungen
- Einfacher Transfer existierender Projektergebnisse in weitere Forschungsprojekte und industrielle Applikationen

Abbildung 1 veranschaulicht den Transfer von getesteten Softwarebausteinen, die in unterschiedlichen Forschungsprojekten entwickelt wurden. Die Funktionalität des Komponentenkatalogs findet breite Wiederverwendung; zum einen in neuen Forschungsprojekten im Bereich Servicerobotik und Automatisierung, weiterhin für die schnelle Inbetriebnahme und Szenarienentwicklung auf neuen Hardwareplattformen (z. B. rob@work 3, s. Abb. 2) und schließlich auch für Industrieprojekte (z. B. in der Logistik, Montage und zur ROS-Anbindung neuer Hardwarekomponenten).

Beispiel-Anwendungen

Der Komponentenkatalog wird unter anderem in den öffentlichen Forschungsprojekten SRS, PRACE und InterAid sowie in privatwirtschaftlichen Projekten genutzt und weiterentwickelt, die im Folgenden näher vorgestellt werden.

Im Rahmen eines aktuellen Industrieprojekts im Auftrag der Firma Bär Automation wird am Fraunhofer IPA eine Erweiterung für die vorhandene spurgeführte Navigation der Fahrerlosen Transportfahrzeuge (FTF) entwickelt. Ziel des Projekts ist die Überbrückung kritischer Bereiche, in denen die Spur zum Beispiel durch kreuzenden Staplerverkehr unbrauchbar geworden sein kann. Dabei konnte die Integration der entwickelten Funktionalität in die bestehende Hardware dank vorhandener Treiber und Softwareschnittstellen in ROS schnell durchgeführt werden.

Zudem werden die gerade im Industriebereich kritischen Sicherheitsfunktionalitäten nicht beeinträchtigt, da sämtliche systemnahen Funktionen wie bisher auf der für die Spurführung vorhandenen SPS durchgeführt werden können.

Im SRS-Projekt wird ein teleoperierter, teilautonomer Serviceroboter entwickelt, der in der Lage ist, ältere Personen im häuslichen Umfeld zu unterstützen (s. Abb. 3). Dieser »Shadow Robot« stellt einen »Schatten« seiner Benutzer, z. B. der Kinder oder Verwandten der zu versorgenden Person, dar. In verschiedenen Alltagssituationen können diese der älteren Person durch Fernsteuerung des Roboters aktive Unterstützung bieten, beispielsweise indem sie den Roboter Hol- und Bringdienste übernehmen lassen. Weiterhin ist es möglich, über eine Monitoring-Funktion nach dem Rechten zu sehen – so, als ob die Person selbst vor Ort wäre. Überdies ist der Roboter über einen Notknopf mit einem professionellen Tele-Care-Center verbunden. In SRS flossen vor allem Steuerungs- und GUI-Komponenten zum teleoperierten Betrieb von mobiler Plattform und Roboterarm in den Katalog mit ein. (Vgl. auch S. 66f.)

MobiNa (Mobiler Notfallassistent) ist ein Roboter, der insbesondere die Kommunikation in Notfällen unterstützt (s. Abb. 4). Wird über ein stationäres Sensorsystem z. B. ein Sturz erkannt, sendet das Sensorsystem ein Signal an MobiNa. Dieser fährt dann selbstständig zur verunglückten Person und stellt über seinen Bildschirm und die integrierten Lautsprecher und Mikrofone den Kontakt zu einer entsprechenden Notfallzentrale her. Das beschriebene Anwendungsszenario wurde in einem ersten Schritt auf Care-O-bot® 3 implementiert und getestet. Auf Basis der modularen Steuerungssoftware konnte diese dann mit wenig Aufwand auf MobiNa transferiert und somit eine kostengünstige, produktnahe Lösung bereitgestellt werden.

Als Teilprojekt des EU-Projekts ECHORD, welches die Zusammenarbeit von Forschung und Industrie in der Robotik unterstützt, demonstriert das Experiment InterAID, wie mobile Roboter für komplexere Aufgaben in der Diagnose und Qualitätskontrolle in industriellen Umgebungen eingesetzt werden können.

Als Anwendungsszenario fungiert ein Labor, in welchem Waschmaschinen getestet werden. Ein mobiler Roboter mit Arm wird dafür eingesetzt, die Maschinen zu bedienen und Messungen diagnostischer Daten durchzuführen. Das Experiment wurde in enger Zusammenarbeit mit der Firma Loccioni durchgeführt, die als Systemanbieter für die Integration des Gesamtsystems zuständig war.

Das Projekt InterAid steuerte das 3D-Umgebungsmodell und die kollisionsfreie Armbewegung in den Komponentenkatalog bei.

Ausblick – Gründung des europäischen ROS Industrial Konsortiums unter der Leitung des Fraunhofer IPA

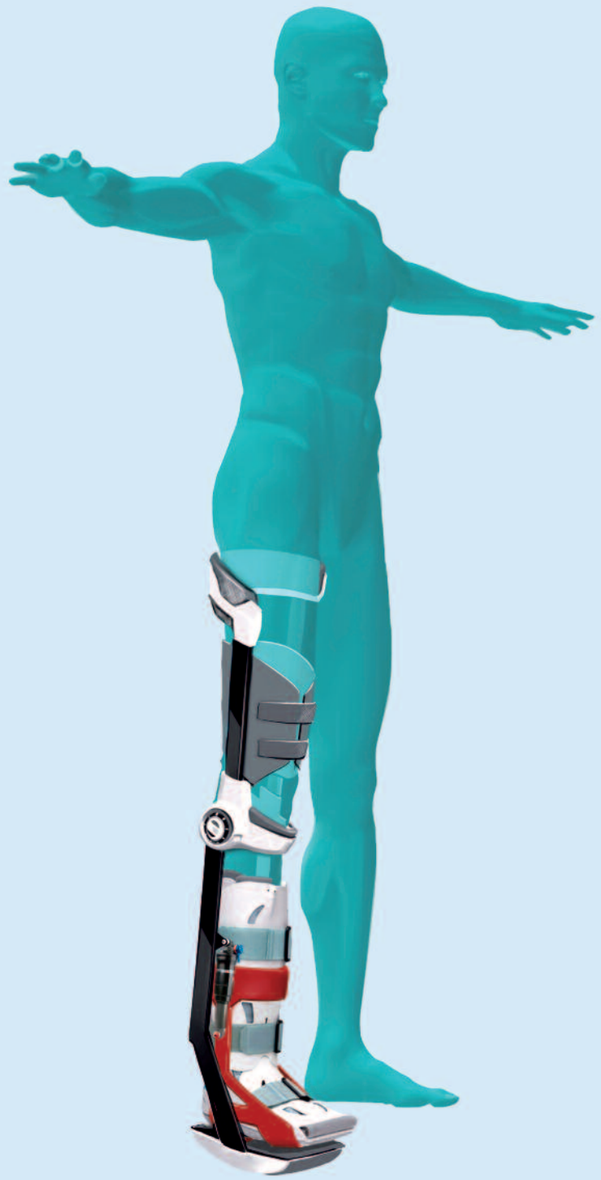
Der Komponentenkatalog wurde bisher vor allem in öffentlichen Forschungsprojekten eingesetzt. Um eine breitere Anwendung in der Industrie zu ermöglichen, soll der Katalog für Anforderungen aus der Industrie ergänzt bzw. angepasst werden. Diese Anpassungen schließen neben der Entwicklung weiterer spezifischer Komponentenschnittstellen unter anderem die Klärung lizenzrechtlicher Fragestellungen, Langzeit-Support und Zertifizierung mit ein.

Die Umsetzung soll im Rahmen eines Arbeitskreises aus Industrie- und Forschungspartnern erfolgen: dem sich aktuell konstituierenden »ROS Industrial Konsortium«, das auf europäischer Ebene durch das Fraunhofer IPA aufgebaut und geleitet werden soll.

Einen positiven Anstoß gab es dazu bereits: Im Herbst 2012 wurde am Fraunhofer IPA ein Workshop zur Verwendung von ROS in industriellen Applikationen durchgeführt. Dieser stieß seitens der Vertreter von Komponentenherstellern, Systemintegratoren und Endanwendern auf sehr große Resonanz und lässt somit eine breite Beteiligung am ROS-Arbeitskreis erwarten.

Ulrich Reiser | Telefon +49 711 970-1330
ulrich.reiser@ipa.fraunhofer.de

BIOMECHATRONISCHE SYSTEME



Seit über 10 Jahren forscht das Fraunhofer IPA erfolgreich auf dem Gebiet der Medizintechnik. Die Abteilung »Biomechatronische Systeme« gestaltet technische Lösungen für die Erfassung, Kontrolle und Erzeugung von Bewegungen für orthopädische und nicht-medizintechnische industrielle Anwendungen. Hierunter fallen Forschungs- und Entwicklungsfragen für die technische Orthopädie und orthopädische Chirurgie, aber auch Bewegungserfassung für Luftfahrt und Consumer-Elektronik. Ein interdisziplinäres Team aus den Bereichen Maschinenbau, Elektrotechnik, Mathematik, Kybernetik, Mechatronik, Orthopädietechnik, Medizintechnik, Biologie und Medizin sorgt für die ganzheitliche Betrachtung der Fragestellungen.

Bewegungskontrollsysteme

Im Themenfeld Bewegungskontrollsysteme liegt der Fokus sowohl auf der Detektion als auch auf der Nachbildung von Bewegungsmustern. Ausgangspunkt ist dabei der natürliche Bewegungsablauf des Menschen. Die Umsetzung von Bewegungsmustern ist Bestandteil der Forschungsarbeiten in diversen Anwendungen. Die Besonderheit für Kunden der Abteilung Biomechatronische Systeme 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.

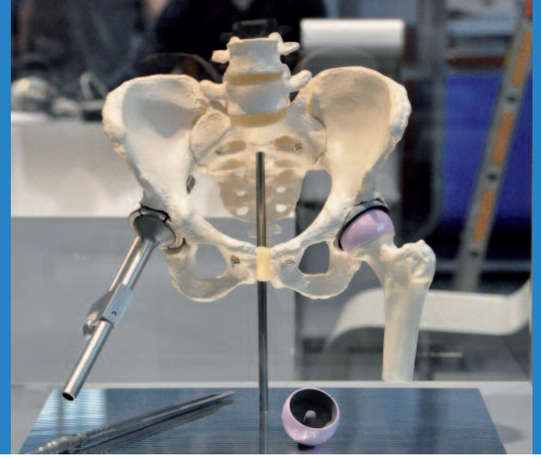
Biomechanik

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 verloren gegangene 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 Polycarbonaturethan in 3D gefertigt werden. Zusammen mit anderen Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen wird am Standort Stuttgart am weiteren Ausbau der PCU-Technologie gearbeitet.

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. In Kooperation mit dem Exzellenzcluster »Simulation Technology« der Universität Stuttgart bildet das Fraunhofer IPA mit seiner Infrastruktur und Vernetzung eine starke Basis, um die vielen Facetten der interdisziplinären Forschung auf dem Gebiet der »Biomechanik« abzudecken. Insbesondere im Bereich der virtuellen Entwicklung und Analyse von orthopädischen Anwendungen (Exo- und Endoprothesen) werden so die Kompetenzen an einem einzigen Standort gebündelt.

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



HÜFTIMPLANTAT MIT LANGZEITWIRKUNG

Seit 50 Jahren ermöglichen künstliche Hüftgelenke Menschen mit irreparablem Gelenkschaden ein beschwerdefreies und aktives Leben. Doch nicht alle Prothesen funktionieren einwandfrei, vor allem Metall-auf-Metall-Implantate müssen während des chirurgischen Eingriffs hochpräzise eingesetzt werden. Nicht optimal positionierte Implantate neigen zu Versagen, besonders bei zierlichen Patientinnen. Mediziner fordern sogar das Verbot dieser Ersatzgelenke aus Kobalt-Chrom-Legierungen, bei denen beim Gehen der Gelenkkopf aus Metall in der Gelenkpfanne aus Metall reibt. Minderwertig ausgeführte oder eingesetzte Metall-auf-Metall-Implantate können zu erhöhten Reibungswerten führen, was wiederum ein Ansteigen von freigesetzten Kobald-Chrom-Ionen bewirkt. Diese Ionen können sich über das Blut und die Lymphe ausbreiten und in der Folge Organe schädigen und Entzündungen auslösen. Sie stehen zudem im Verdacht, krebserregend zu sein. Wegen ihrer Robustheit wurden diese Prothesen bisher besonders häufig jungen aktiven Betroffenen eingesetzt.

Metallfreier Materialmix

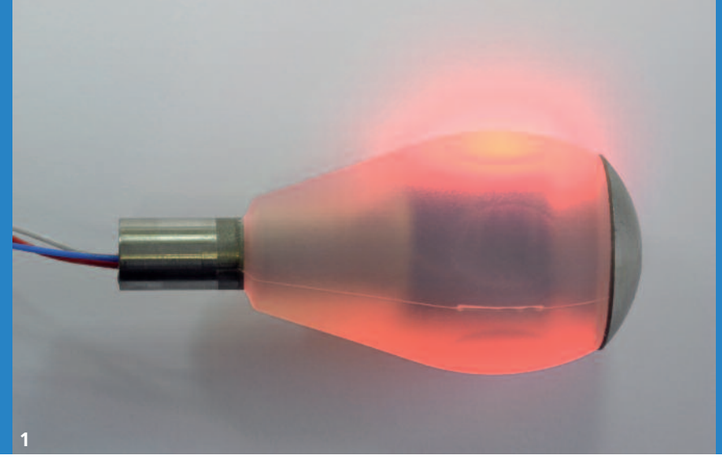
Forscher des Fraunhofer IPA in Stuttgart haben jetzt in einem internationalen Team in dem von der Europäischen Kommission geförderten Projekt »ENDURE«, kurz für Enhanced Durability Resurfacing Endoprosthesis, ein neuartiges Hüftimplantat entwickelt. Dieses stellt im Vergleich zu den marktüblichen Pendants eine metallfreie Lösung dar und weist eine dem Knochen ähnliche Elastizität auf. Dafür sorgt eine spezielle High-Tech-Materialpaarung: Die Hüftpfanne ist aus kohlefaserverstärktem PEEK – einem hochfesten, reibungsbeständigen, biokompatiblen Polymer-Verbundstoff. Für den Hüftkopf wurde Keramik verwendet. Darüber hinaus gewährleistet eine Hydroxylapatit-Beschichtung an der Schnittstelle zum Knochen, dass dieser gut in die Oberflächenstruktur des Implantats einwächst. Bisherige Kobalt-Chrom-Implantate sind sehr starr. Die Krafteinleitung in den Knochen ist nicht optimal, was zu abnormalen knöchernen Anpassungen führen kann. Dank der neuen Materialpaarung konnte die Kraftweiterleitung über die PEEK-Hüftpfanne in den Beckenknochen der natürlichen nachempfunden werden. Außerdem werden keine Metallionen freigesetzt. Die gute Reibbeständigkeit der neuen Hüftprothese konnten die Wissenschaftler des Fraunhofer IPA in ersten Tests mithilfe eines Roboters bestätigen, mit dem sie verschiedene Bewegungsabläufe wie Gehen, Treppen hoch- und hinuntersteigen simulierten. Für die Versuche kam ein Prototyp des Implantats zum Einsatz.

Kleine Pins schonen Knochengewebe

Die ENDURE-Implantate entsprechen dem knochenerhaltenden Prinzip der Oberflächenersatzprothese: dünnwandige Schalen, die lediglich die Gelenkfläche ersetzen. Demgegenüber stehen klassische Implantate mit langen Metall-Schäften zur Fixierung, verbunden mit einem erheblichen Verlust an Knochenmasse. Die Wissenschaftler überarbeiteten auch die mechanische Fixierung der Prothese am Knochen. Zementfrei, eingepresst und mit integrierten Stützstrukturen auf der knochenzugewandten Seite des Implantats werden der halbkugelförmige Kopf und die Pfanne auf den vorbereiteten Oberschenkelknochenkopf und in das Acetabulum – die natürliche Hüftgelenksgrube – eingeschlagen und befestigt.

Partner des EU-Projekts sind Aurora Medical, Medicoat, Hunt Developments, Ala Ortho, CeramTec, Invibio, Biomatech sowie die Universitäten Göteborg und Southampton.

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



INSTRUMENTENGRIFF MIT INTEGRIERTER ELEKTRONIK ERLEICHTERT OPERATIONEN

Wie weit habe ich die Schraube bereits in den Knochen gedreht? Habe ich zu viel Kraft aufgewandt? Ist die maximale Kraft erreicht? Solche und ähnliche Fragen stellen sich Chirurgen beim Operieren. Bislang müssen sie sich auf ihr Fingerspitzengefühl und ihre Erfahrung verlassen. Künftig soll ein vulkanisierter Instrumentenhandgriff, an den sich chirurgische Werkzeuge wie Schraubenzieher und Spreizer anschrauben lassen, das präzise Operieren vereinfachen. Das Fraunhofer IPA hat das Gerät in Zusammenarbeit mit der Firma Weber Instrumente GmbH entwickelt. Durch die Integration von elektronischen Komponenten erhält der Operateur während des Eingriffs Feedback, ob er das Instrument noch weiter einführen kann. Zieht er beispielsweise eine Schraube an, messen Sensoren die aufgewendete Kraft. Ist das optimale Drehmoment erreicht, melden LEDs dies durch ein optisches Signal, das im transparenten Silikonbereich des Griffs aufleuchtet. »Vor allem junge, noch nicht so routinierte Chirurgen mit wenig Operationspraxis profitieren von dieser Technik«, sagt Christof Giers, Wissenschaftler am Fraunhofer IPA.

Die erforderliche Energie wird über ein induktives Ladeverfahren beziehungsweise ein Spulensystem zugeführt und gespeichert. »Eine Spule befindet sich im Handgriff, die andere in einem Tischchen. Der Operateur muss den Griff lediglich auf den Tisch legen und schon wird der Akku aufgeladen«, erläutert Giers. Die komplette Elektronik inklusive Sensoren, Auswertung und LEDs ist im Griff vergossen. Dadurch existiert kein Spalt, in den sich Keime festsetzen können. Eine weitere Besonderheit: Der Instrumentengriff lässt sich bei 134 Grad Celsius sterilisieren. Da die Elektronik beim Sterilisationsprozess ausgeschaltet ist, übersteht sie die hohen Temperaturen unbeschadet. »Bislang gibt es keine Elektronik in chirurgischen Instrumenten, sie wird durch die Hitze funktionsunfähig«, erklärt Giers. Die Forscher wollen den rund neun Zentimeter langen Griff zudem um eine Funkschnittstelle erweitern, sodass die Sensordaten an einen PC übertragen und so der Operationsverlauf dokumentiert werden kann.

Christof Giers | Telefon +49 711 970-3635
christof.giers@ipa.fraunhofer.de

1 *Ist der optimale Drehmoment erreicht, leuchtet eine LED im Innern des Instrumentengriffs auf. Quelle: Fraunhofer IPA*

LABORAUTOMATISIERUNG- UND BIOPRODUKTIONSTECHNIK

Nächste Generation der Laborautomatisierung am Fraunhofer IPA

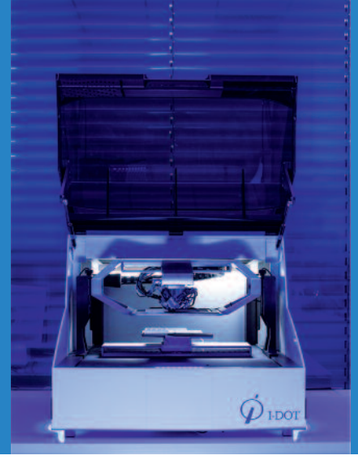
Ein vertieftes biologisches Verständnis in der Zellbiologie, der Molekularbiologie und Biochemie und damit die Wegbereitung zur Systembiologie haben in den vergangenen Jahren zu einem enormen Wissenszuwachs und zu neuen Anwendungen der modernen Biotechnologie geführt. In vielen Bereichen, ob bei der Behandlung von Erkrankungen, bei der nachhaltigen Synthese von wichtigen Rohstoffen oder bei der Energiegewinnung bieten biotechnologische Lösungen die Antwort auf zentrale Fragen unserer heutigen Gesellschaft.

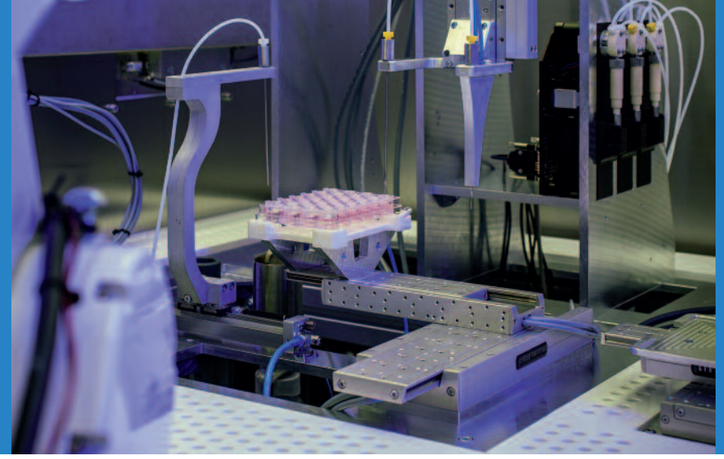
Die Laborautomatisierung hat an diesem Wissenszuwachs einen wesentlichen Anteil. Ohne Hochdurchsatzverfahren in großangelegten Screenings, ohne die neuen Analyseautomaten und ohne reproduzierbare und wirtschaftliche Verfahrensabläufe kommt die Biotechnologie häufig nicht über die reine Grundlagenforschung hinaus. Ebenso wichtig ist es, dass die Produkte der Biotechnologie, wie beispielsweise Zelltherapeutika, wirtschaftlich und effizient mit einem hohen Qualitätsanspruch produziert werden können. Für die Automatisierungstechnik ist daher die Nische der Laborautomatisierung und Bioproduktionstechnik mit knapp 10 Prozent jährlichem Wachstum ein vielversprechendes Feld für Innovationen und für die Erschließung von Zukunftsmärkten.

Das Fraunhofer IPA hat sich durch die Entwicklung wichtiger Kernkompetenzen in Forschungs- und Auftragsprojekten in den vergangenen zehn Jahren in der Laborautomatisierung hervorragend positioniert. Im Jahr 2012 wurde daher entschieden, dass dieses Thema zukünftig fokussiert in der Abteilung »Laborautomatisierung- und Bioproduktionstechnik« entwickelt und bearbeitet werden soll. Die Entwicklung der »Autranomics«-Zellproduktionsmaschine sowie die Tissue-Fabrik zur Herstellung künstlicher Hautmodelle haben das Fraunhofer IPA in der Fachwelt zum anerkannten Know-how-Träger in der automatisierten Zell- und Gewebekultur gemacht. Das Liquid Handling mit dem präzisen Pipettieren und Dosieren von biologisch aktiven Substanzen im Mikro- und Nanoliterbereich sind eine weitere Kernkompetenz am Fraunhofer IPA, die in jüngster Vergangenheit durch den Aufbau von technischem Know-how in der Mikrofluidik ergänzt wurde. Ein zunehmend wichtiges Thema der Laborautomatisierung ist die Bereitstellung von IT-Lösungen im Labor. Diese reichen von Einzelgerätesteuerungen über Prozessmanagementsysteme, Datenauswerte- und Datenverwaltungssysteme bis hin zu übergeordneten Laborverwaltungslösungen. Nur mit einer solchen IT-Infrastruktur werden moderne Labore zu dem, was von ihnen heute erwartet wird: echte Daten- und Wissensfabriken. Auch diesem Thema hat sich das Fraunhofer IPA angenommen und arbeitet in der SiLA-Initiative (Standardization in Lab Automation) aktiv mit, sodass zukünftig Standards für Gerätetreiber, Kommunikationsschnittstellen und Laborverbrauchsmaterialien zur Verfügung stehen, die eine einfache Integration von Geräten und Systemen unterschiedlicher Hersteller möglich machen. In Entwicklungsprojekten, bei denen bislang als nicht automatisierbar geltende Prozesse automatisiert umgesetzt werden, ist die Integrationstechnik neben der kreativen Lösung für Schlüsselprozessschritte die zweite wichtige Komponente.

Mit diesen Kernkompetenzen deckt die Abteilung »Laborautomatisierung- und Bioproduktionstechnik« die zentralen Schlüsseltechnologien zur nachhaltigen und zielführenden Automatisierung biotechnologischer Prozesse ab. Das Fraunhofer IPA bietet ein hervorragendes Leistungsangebot für Kunden aus der Biotechnologie, der Pharmazeutik sowie der Labordiagnostik, welches durch die Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen im Geschäftsfeld »Medizin- und Biotechnik« und durch Know-how-Adaption aus anderen Branchen ergänzt wird. So trägt das Fraunhofer IPA dazu bei, dass der Weg zu neuen biotechnologischen Produkten weiter geebnet wird.

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





STANDARDS IN DER LABORAUTOMATISIERUNG

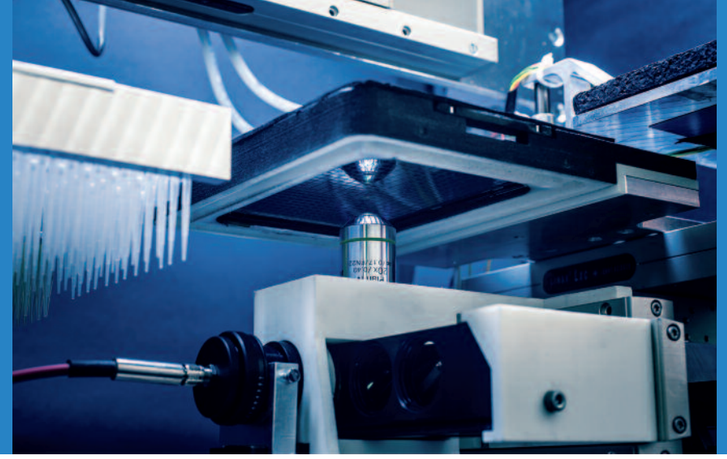
Die Standardisierung hält Einzug in die Laborautomatisierung und eröffnet die Möglichkeit zum effizienten Einsatz von Geräten, die unabhängig vom Hersteller in Produktivsysteme integriert werden können. Bisher gab es in diesem relativ jungen technologischen Umfeld keinen allgemeinen Standard und die Hersteller waren darauf angewiesen, eigene Software-Architekturen mit spezifischen Schnittstellen zu entwickeln. Im Allgemeinen ähneln solche Schnittstellen einander, da sie einen Lösungsansatz für ein sehr ähnlich geartetes Problem anbieten; im Detail sind sie jedoch sehr unterschiedlich realisiert. Anstatt Synergien zu suchen, wurde so eine große Zahl an Systemen unterschiedlicher Funktionalität und Qualität unabhängig voneinander entwickelt.

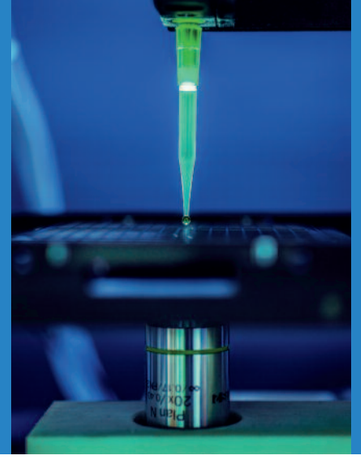
Für die Integration verschiedener Geräte und Technologien bedeutet diese Situation einen erheblichen Mehraufwand. Aus Mangel an Kompatibilität können komplexe Anlagen, die aus Komponenten unterschiedlicher Hersteller zusammengesetzt werden sollen, nur durch aufwändige Software-Entwicklung realisiert werden. In diesem Prozess werden zudem die Gerätetreiber und deren Schnittstellen für jedes Gerät in monotoner Redundanz neu geschrieben. Eine Konsequenz dieser Situation ist, dass der Mehraufwand oft vermieden wird und bedingt durch Termin- und Kostendruck nur Komponenten verbaut werden, die zwar kompatibel, aber nicht optimal effizient aufeinander abgestimmt sind. Insgesamt gesehen bedeutet das Fehlen eines Gerätesoftwarestandards in jedem Fall längere Entwicklungszeiten und damit auch höhere Kosten.

Als Ausweg aus diesem Missstand hat sich die »Standardisation in Lab Automation« (SiLA)-Initiative zusammengeschlossen, um gemeinsam einen Softwarestandard zu etablieren. Sie konnte führende Hersteller für Laborlösungen für einen Standardisierungsprozess gewinnen. Inzwischen gibt es Hersteller, die diesen Standard in ihren Geräten bereits vollständig unterstützen und somit sogar vollintegrierte Anlagen anbieten können, welche von den Vorteilen des gemeinsamen Standards profitieren. Auch das Fraunhofer IPA unterstützt als Mitglied des SiLA-Konsortiums die Entwicklung dieses Standards mit dem Ziel, in Zukunft Anlagen deutlich flexibler und kostengünstiger anbieten und realisieren zu können. Seine Laborautomatisierer arbeiten derzeit an einem auf diesem Standard basierenden Framework, welches mit allen SiLA-konformen Geräten kommunizieren kann und beliebige Prozesse auf ihnen ausführen kann. Dieses Framework wird GMP-konform entwickelt und kann daher nicht nur bei Forschungsprojekten, sondern auch bei Projekten in der Pharma-Industrie oder der Diagnostik eingesetzt werden. Die künftigen Entwicklungen ermöglichen nicht nur, Anlagen schneller und damit kostengünstiger zu realisieren; zusätzlich erlaubt die Standardisierung den Wissenschaftlern, ihre Anlagen hochgradig flexibel sowie effizient zusammenzustellen und damit eben schnell an ihre momentanen Ansprüche anzupassen. Auf diese Weise treibt die Standardisierung Innovationen an und erlaubt das volle Potenzial der Laborautomatisierung auszuschöpfen.

Neben dem GMP-konform entwickelten SiLA-basierten Software-Framework soll in Zusammenarbeit mit dem SiLA-Konsortium am Fraunhofer IPA als öffentlichem und unabhängigem Institut ein Zentrum zum Testen und Zertifizieren von Laborgeräten auf SiLA-Konformität etabliert werden. Damit wird die Industrie ihre Gerätetreiber kostengünstig von unabhängigen Experten auf SiLA-Konformität testen und zertifizieren lassen können.

Martin Koch | Telefon +49 711 970-1264
martin.koch@ipa.fraunhofer.de





Systemforschung Zellfreie Bioproduktion

BIOMOLEKÜLE VOM BAND

Proteinbasierte Produkte sind aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Um diese im industriellen Maßstab bereitstellen zu können, lassen Biotechnologen bislang Zellen oder Mikroorganismen in Bioreaktoren für sich arbeiten. Mithilfe gentechnischer Methoden werden diese lebenden Minifabriken darauf getrimmt, die komplexen Biomoleküle in ihrer dreidimensionalen Form zu produzieren. Die Vorgehensweise hat allerdings deutliche Limitationen: Toxische Proteine töten die Zellen ab; Membranproteine, die für die Pharmaindustrie von Interesse sind, lassen sich nur sehr schwer herstellen. Zudem sind notwendige Aufreinigungsverfahren, um die Zielproteine aus den Trümmern der aufgeschlossenen Zelle zu extrahieren, aufwändig und teuer. Eine Vision für die Biotechnologie der Zukunft ist es, Proteine im industriellen Maßstab ohne lebende Zellen und Mikroorganismen herzustellen – mit zellfreien Produktionsmethoden. Hierbei wird die komplexe Zellmaschinerie an Enzymen, Co-Faktoren und Bausteinen aus dem Zellinneren in einen künstlichen Reaktor überführt. Die zellfreie Proteinsynthese ist in der biologischen Grundlagenforschung eine seit Jahren etablierte Methode. Aufgrund des enormen Ressourcenverbrauchs sowie geringer Ausbeuten ist diese im industriellen Maßstab bisher nur sehr limitiert einsetzbar.

Biologen, Physiker und Ingenieure aus acht Fraunhofer-Instituten aus den Verbünden Life Sciences, Produktion und Mikroelektronik erforschen technische sowie molekularbiologische Methoden, die das Potenzial der In-vitro-Synthese optimal ausschöpfen, um so der zellfreien Bioproduktion zum industriellen Durchbruch zu verhelfen.

Fokus des vom BMBF geförderten Projekts am Fraunhofer IPA ist ein neuartiger, modularer Bioreaktor zur ressourcensparenden automatisierten In-vitro-Synthese. Das zentrale Reaktions- und Produktionsmodul, das das Zelllysat bereitstellt, gewährleistet erstmals die kontinuierliche Ver- und Entsorgung aller wesentlichen Reaktionskomponenten. Eigene Module zur Regeneration der biochemischen Energieträger sowie zur kontinuierlichen Produktabtrennung ergänzen das System und können über technische Schnittstellen angebunden werden. Der Bioreaktor zur In-vitro-Synthese wird gezielt auf verschiedenen Skalen adressiert, deren Schwerpunkte an der weitgefächerten Produktionsplanung sowie dem anschließenden Upscaling der optimierten Prozesse ausgerichtet sind.

Eine Besonderheit des neuen Reaktors ist, dass die einzelnen Module mit Analyse- und Stelleinheiten ausgerüstet werden, die die Produktion kontinuierlich kontrollieren und regeln. Durch die Regelsysteme wird der Synthesekreislauf der Proteine so optimiert, dass die Aktivität des eingesetzten Lysats langfristig erhalten bleibt. Dabei soll ein Recyclingkreislauf der wichtigsten – meist kostenintensiven – Synthesekomponenten entstehen, um biologischen Abfall zu vermeiden und eine höhere Produktausbeute zu erhalten. So lassen sich neue Konzepte für die Prozessführung und -steuerung in der zellfreien Biosynthese etablieren, die industriellen Maßstäben gerecht werden.

Die Vision von Biologen und Ingenieuren weltweit ist, biobasierte Grundstoffe für den täglichen Bedarf zu produzieren und neuartige funktionale Materialien für viele Einsatzbereiche zu entwickeln. Diese neuen Werkstoffe und Verfahren sollen dann rasch für die industrielle Fertigung umgesetzt werden. Dabei gilt die zellfreie Biotechnologie als eine der aussichtsreichsten Technologien, die die bisher erdölbasierte Chemie durch ressourcensparende Prozesse ersetzen kann.

Mario Bott | Telefon +49 711 970-1029
mario.bott@ipa.fraunhofer.de

REINST- UND MIKROPRODUKTION

Reinheit gewinnt!

Herausragende Reinheitskonzepte sind in zahlreichen Produktionen Voraussetzung für qualitativ hochwertige Produkte und effiziente Fertigung. Außerdem ist die Reinheitstechnik maßgeblich am Innovationsgrad und Fortschritt vieler Branchen beteiligt. Mit der erstmaligen Auslobung des Preises »CLEAN! 2013« unterstrich das Fraunhofer IPA diese wichtige Stellung der Reinheitstechnik und belohnte drei Unternehmen mit Anerkennung ihrer innovativen und nachhaltigen Leistung.

Fraunhofer, die größte Organisation für anwendungsorientierte Forschung in Europa, verzeichnet mit der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion selbst fortlaufend eine aufsteigende Entwicklung als Kompetenzzentrum für die reinheitstechnische Produktion. Mit seiner weltweit einmaligen Infrastruktur und weitreichendem Expertenwissen ist sie erster Ansprechpartner für Forschungs- und Industrieaufträge jeglichen Umfangs. Das Spektrum reicht von Machbarkeitsuntersuchungen neuer Technologien bis hin zur Rolle des Generalunternehmers beim Aufbau von Produktionsstätten.

Wie vielfältig das Know-how einsetzbar ist, zeigen die Entwicklungen und Projekte des vergangenen Jahres. So unterstützten IPA-Wissenschaftler die Realisation eines implantierbaren Netzhautchips. Mithilfe von Mikrodosiertechnik wurden winzige Linien und Flächen aus flüssigen Medien wie Silikon schichtweise aufgetragen und auf diese Weise die Kanten eines Retina-Chips samt den zugehörigen Bonddrähten vollständig verkapselt. Die Schutzschichten sind bereits auf die spezifischen Anforderungen der Retina Implant AG zugeschnitten und erfolgreich unter Reinraumbedingungen untersucht worden. Der besondere Dreh des »IPA.Smartdispenser« liegt darin, dass die winzige, optische Sensorfläche des Chips durch den Materialauftrag keine Beeinträchtigung erfährt.

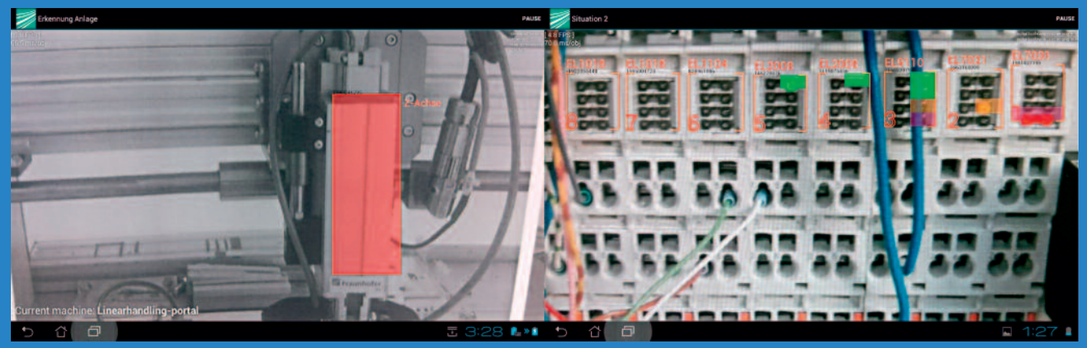
Undefiniert waren bisher die Reinheitsanforderungen an Verbrauchsmaterialien bzw. der standardisierte Nachweis ihrer Reinheit und der damit einhergehende gezielte Einsatz in Reinräumen bestimmter Luftreinheitsklassen. Auch Alltagsgegenstände wie Kleidung, Stifte und Papier, die nicht im unmittelbaren Kontakt zum Fertigungsprozess stehen, können das Produkt oder sogar die gesamte Fertigung gefährden. Daher arbeiten Vertreter des Kompetenzzentrums sowohl an der Erarbeitung eines neuen VDI- als auch ISO-Standards mit, die diesen Sachverhalt umfassend regeln.

Auch im Bereich Automotive hat die Standardisierungsarbeit eine große Rolle inne. Neben der standardisierten Sauberkeitsprüfung von Automobilkomponenten schult das Team der Technischen Sauberkeit Laborpersonal. In Kooperation mit dem VDA QMC bietet das Fraunhofer IPA nicht nur eine Qualifizierungsmaßnahme zum »Prüfer für Technische Sauberkeit« (VDA-Band 19), sondern nun auch zum »Planer für Technische Sauberkeit« (VDA-Band 19.2). Zudem bereitet das IPA-Team die Revision des VDA-Band 19 durch die aktive Begleitung der Coreteams des dazu entstandenen Industrieverbunds vor.

Eine außergewöhnliche Dimension hatte 2012 eines der größten Fraunhofer-Neukunden-Projekte: unter der Koordination der IPA-Experten entstand innerhalb einer nur zehnmonatigen Umsetzungsphase eine Produktionsstätte für hochmoderne und stromsparende LEDs. Dies beinhaltete nicht nur eine zeitliche Herausforderung, sondern wurde auch aufgrund seiner Größe zu einem Fraunhofer-weit ausgezeichneten Projekt (siehe auch nachfolgender Beitrag Seite 60).

Eine weitere Auszeichnung erhielt der Fachbereich für seinen Beitrag »ReinRaumfahrt zur Planetary Protection für die Europäische Weltraumorganisation ESA« beim Hans-Jürgen Warnecke Innovationspreis 2012. Mit einem 2. Platz prämierte die Jury das innovative Bewertungssystem für die bei »Sample Return«-Missionen eingesetzte Reinheitstechnik (s. S. 104).

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



»TRANSPARENCY«

Erfassung, Verteilung und Nutzung von Wissen und Informationen über alle Lebenszyklusphasen von Werkzeugmaschinen

Immer kürzer werdende Produktlebenszyklen und eine immer größer werdende Produktvielfalt resultieren in stetig steigenden Anforderungen an die Flexibilität der Produktion. Hierzu gilt es, Konzepte zu entwickeln, wie die Fertigung der Zukunft weiterhin ökonomisch und effizient die an sie gestellten Anforderungen im Rahmen einer weiter wachsenden Vernetzung meistern kann.

Der Begriff der Vernetzung und Integration ist hierbei aus zweierlei Perspektiven zu betrachten. Neben der horizontalen Integration über Wertschöpfungsnetzwerke hinweg sind die vertikale Integration und damit die Vernetzung von Produktionssystemen zurzeit unter dem Begriff »Industrie 4.0« in aller Munde. Die damit bezeichnete, so genannte vierte industrielle Revolution beruht auf intelligenten Maschinen und Anlagen, aber auch einzelnen Betriebsmitteln und Lagersystemen. Die Fähigkeit, untereinander Informationen auszutauschen, Aktionen und Reaktionen daraus abzuleiten und somit sich selbst zu steuern, kann als Paradigmenwechsel im Vergleich zu bisherigen Produktionssystemen angesehen werden.

Gerade im Bereich der fertigenden Industrien nimmt Europa noch immer eine Spitzenstellung in der Weltwirtschaft ein. Die Entwicklung sowie der Bau von Maschinen und Anlagen erstrecken sich dabei auf jedwede Branche. Größere Investitionsgüter wie z. B. Bearbeitungszentren werden gewöhnlich für die Fertigung mehrerer Produktgenerationen genutzt. Dies gilt vor allem für die vielen spezialisierten kleinen und mittelständischen Unternehmen. Das bisher zu Grunde liegende Geschäftsmodell sieht dabei den Verkauf einer Maschine mitsamt aller einhergehenden Rechten und Pflichten vor. Die Wartung, mögliche Schäden und daraus resultierende Verluste liegen ab dem Zeitpunkt der vollständigen Übergabe der Anlage in Händen des Betreibers bzw. Besitzers.

Um im Spannungsfeld zwischen Zeit, Kosten und Qualität auch in Zukunft erfolgreich produzieren zu können, müssen sich die Unternehmen – gerade in Europa – den neuen Anforderungen stellen. Diese resultieren aus immer kürzeren Innovationszyklen im Bereich des Maschinenbaus, neuen Materialien, hoher Produktvariabilität und kleineren Fertigungslosen auch und gerade im Bereich des Anlagendesigns und -baus.

Das von der Europäischen Kommission geförderte Projekt TRANSPARENCY hat daher zur Zielsetzung die Erfassung, Verteilung sowie Nutzung von Wissen und Informationen über alle Lebenszyklusphasen von Werkzeugmaschinen hinweg für die Instandhaltung wie auch die Neu- und Weiterentwicklung zu optimieren. Der somit zu erreichende Wettbewerbsvorteil basiert auf der Anpassung der Maschinen hinsichtlich der realen Anforderungen aller Beteiligten. Dabei ist der systematische Daten- und Informationsaustausch zwischen Entwicklern, Konstrukteuren und Endanwendern entlang der gesamten Wertschöpfungskette sowie über den gesamten Entwicklungs- und Nutzungszeitraum einer Maschine von essenzieller Bedeutung.

Die Vision des Projekts TRANSPARENCY ist eine Optimierung zukünftiger Entwicklungszyklen von Maschinen auf Basis des gesammelten Wissens. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen verschiedenste Informationen erfassbar und auswertbar gemacht werden. Die hierbei berücksichtigten Daten umfassen »weichere« Objekte wie Kundenanforderungen und Erfahrungsberichte ebenso wie Komponentenspezifikationen, Maschinenarchitekturen und CAD-Dateien. Hinzu kommen noch zusätzliche, im Vorfeld nicht weiter zu spezifizierende Datenobjekte, die an der Maschine direkt erfasst, bewahrt und ausgetauscht werden sollen, welche das tatsächliche Nutzungsverhalten der Maschine widerspiegeln.

Neben der Gesamtkoordination dieses Forschungsprojekts mit seinen 12 Partnern aus 6 europäischen Nationen sind die Wissenschaftler des Fraunhofer IPA für die Entwicklung und Spezifikation des Wissensmanagementsystems und der damit verbundenen Definition der Strukturen und Datenelemente verantwortlich. Der Planung und Umsetzung der Architektur kommt hierbei eine besondere Stellung zu. Die für das System relevanten Daten aus der Produktion stammen sowohl von der Maschinenebene, bereitgestellt durch die PC-basierte Maschinensteuerung, als auch von der Komponentenebene durch Einführung »aktiver Komponenten«. Eine umfassende, zugleich bestmöglich komprimierte Sammlung und Aggregation der an das Wissensmanagementsystem übertragenen relevanten Daten ist essenziell für die Anwendbarkeit und Performance des Gesamtsystems.

Eine weitere große Herausforderung stellte die Überführung des Wissens der Bediener in ein formales System, wie das entwickelte Wissensmanagementsystem von TRANSPARENCY, dar. Mitarbeitern der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion gelang es durch Entwicklung und Implementierung einer semantischen Datenstruktur, die Eingaben vom Service-Personal an der Mensch-Maschine-Schnittstelle und damit das informelle Wissen aufzunehmen und dem Gesamtsystem zur Verfügung zu stellen. Dies ermöglicht ein lebenslanges Lernen über die Maschine auch nach Abschluss der Design- und Herstellungsphase.

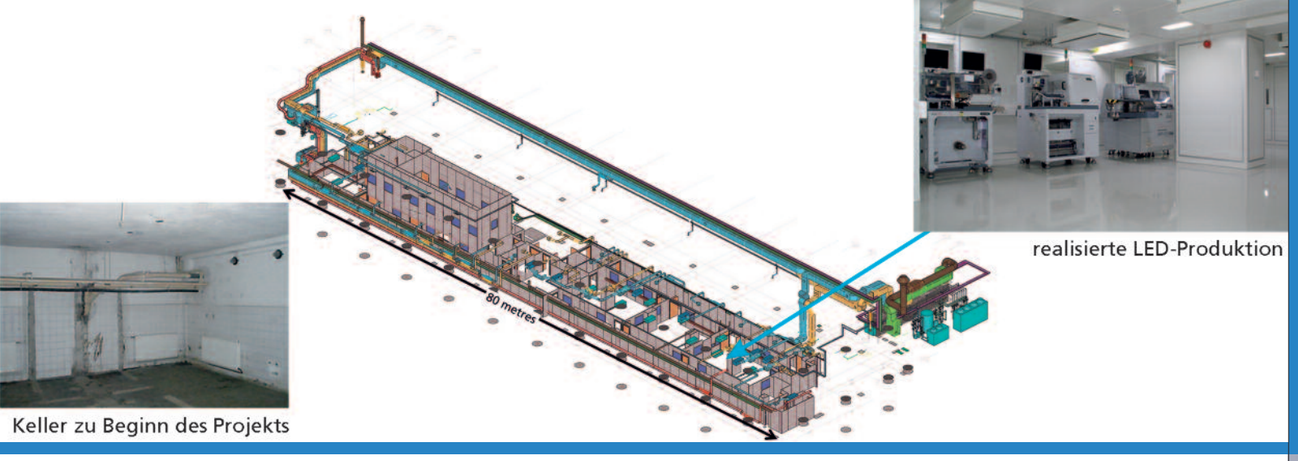
Zusätzliche Funktionalität gewährleistet eine im Rahmen des Projekts neu erstellte Entwicklungsmethodik für Werkzeugmaschinen. Die zum Vergleich alternativer Maschinenkonzepte notwendigen iterativen Phasen des Maschinendesigns sowie der Kalkulation von Kennzahlen können nun bereits in der frühen Entwurfsphase unterstützt werden. Hierzu wurde seitens des Fraunhofer IPA ein Modell zur Berechnung der bedeutendsten Kennzahlen, basierend auf den Life Cycle Costs (LCC) sowie der Overall Equipment Effectiveness (OEE), entwickelt.

Um eine zielgerichtete Arbeitsweise und größtmöglichen Erfolg zu gewährleisten, nahmen die Wissenschaftler des Fraunhofer IPA in einem der ersten Arbeitspakete des Projekts die diversen Anforderungen der Industrien an ein solches umfassendes Wissensmanagementsystem auf. Die Realisierung mehrerer, bereits zu Beginn definierter Demonstrationsszenarien dient nun zum Ende des Projekts zur Darstellung und Validierung der Ergebnisse.

Obwohl das Projekt noch nicht abgeschlossen ist, konnte bereits gezeigt werden, dass sich das flexible Wiki-basierte Wissensmanagementsystem durch individuelle Applikationen erweitern lässt. Beispiele dafür sind ein vollintegriertes Ablaufmodell zur Unterstützung einer frühen Designphase oder die automatische, strukturierte Integration von Informationen in das Wiki-System, basierend auf Tabletanwendungen. Die schlanke und für alle Beteiligten einfach zu bedienende Oberfläche mit ihrer hinterlegten Ontologie macht diese Entwicklungsarbeit gerade für KMU interessant. Dank der gemeinschaftlichen Arbeit unter Leitung des Fraunhofer IPA können die Kosten zukünftiger Maschinenentwicklungen nun durch das Zurückgreifen auf bereits vorhandenes (ab sofort auch darstellbares) Wissen erheblich gesenkt werden.

Bei ihren Entwicklungen können die Wissenschaftler der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion auf bereits abgeschlossene und parallel laufende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wie z. B. XPRESS, I-Ramp³ oder FRAME zurückgreifen. Die Ergebnisse all dieser seit mehr als 6 Jahren laufenden Aktivitäten dienen dem gleichen Ziel, welches nun unter dem Namen Industrie 4.0 weiter entwickelt wird. Der Mensch, welcher im Mittelpunkt der Produktion steht, wird bestmöglich unterstützt. Die neuartigen Fertigungssteuerungsmethoden basieren auf der Beherrschung zunehmender Komplexität, die bereits bei der Auslegung und Steuerung jeder einzelnen Fertigung entlang der gesamten Wertschöpfungskette beginnt. Weitere FuE-Aktivitäten – gerade im Bereich der Wartungsunterstützung durch Einsatz neuer, nutzerfreundlicher IT Techniken – werden die bereits gewonnene Expertise weiter ausbauen.

Roland Wertz | Telefon +49 711 970-1505
roland.wertz@ipa.fraunhofer.de



realisierte LED-Produktion

Keller zu Beginn des Projekts

EINE REINE LED-FERTIGUNG FÜR EINE SAUBERE UMWELT

Ökonomische und ökologische Bedeutung von LED-Leuchtmitteln

Stromerzeugung kann weltweit für ca. 40 Prozent der CO_2-Emission verantwortlich gemacht werden. Der erzeugte Strom fließt dabei zu einem großen Teil in die Erzeugung von Licht (rund 15 Prozent). Mit dem Einsatz von Leuchtdioden, kurz LEDs, als Lichtquelle existiert mittlerweile eine interessante und vielversprechende technische Alternative: Die kleinen Beleuchtungselemente lassen sich nahezu überall als gleichwertiger Ersatz für konventionelle Leuchtmittel einsetzen und zeichnen sich neben ihrem geringen Energieverbrauch durch eine äußerst lange Lebensdauer aus. Mit dem Einsatz der LED-Technologie erhofft man sich eine drastische Reduzierung des Stromverbrauchs für Beleuchtungszwecke um bis zu 80 Prozent.

Die ökologischen, aber auch ökonomischen Vorteile, die die LED-Beleuchtung mit sich bringt, begründen deren weltweit stetig steigende Nachfrage und haben schließlich auch den rumänischen Elektronik-Hersteller Microelectronica S.A. dazu bewegt, eine Fertigung für LEDs in Bukarest aufzubauen. Dieses Vorhaben hat die EU ausgewählt und im Rahmen ihrer Strukturpolitik für wirtschaftlich schwächere Regionen gefördert.

Planung und Realisierung einer LED–Reinraum-Fertigung

Die Fertigung von LEDs allein bringt einige Herausforderungen mit sich, da sie eine reine, staubfreie Umgebung erfordert. Im vorliegenden Fall des Herstellers Microelectronica S.A. kam erschwerend hinzu, dass sich die Räumlichkeiten, in denen das Unternehmen eine LED-Produktion plante, im Kellergeschoss eines stillgelegten Halbleiterfertigungswerks befanden. Ein Ort also, in dem naturgemäß begrenzter Platz kombiniert mit Feuchtigkeit vorherrscht. Wie sich hier aber dennoch optimale Bedingungen für eine LED-Produktion realisieren lassen, haben die Reinraum-Experten der Abteilung Reinst- und Mikroproduktion des Fraunhofer IPA in ihrer Planung entwickelt und erarbeitet. Die Planung der Reinräume selbst stellte dabei aber nur einen von vielen Projektaspekten dar. So erarbeitete das Fraunhofer-IPA-Projektteam auch Strategien für den Aufbau einer Forschungslinie, mit deren Hilfe sich logistische Prozesse optimieren lassen. Dieses neu gewonnene Know-how floss schließlich in die Optimierung der Produktionsplanung ein.

Die Auswahl der für den Reinraumbau verwendeten Werkstoffe wie Dichtungsmaterialien, Boden-, Wand- und Deckenbeschichtungen sowie Anlagen, Mobiliar und Verbrauchsmaterialien erfolgte unter LED-spezifischen Reinheitsaspekten, um das Kontaminationspotenzial bereits bei der Reinraumplanung zu minimieren. Die vom Fraunhofer IPA in Industrieverbünden (»Cleanroom Suitable Materials®«) sowie Industrieprojekten entwickelten und international in Normen und Richtlinien etablierten Verfahren zur Prüfung und Bewertung der Reinheitstauglichkeit von Werkstoffen und Anlagen konnten hierfür als Grundlage herangezogen werden. Aus den nach diesen Prüfverfahren bisher mehr als 1500 getesteten Werkstoffen und Anlagen wählte das Fraunhofer-IPA-Projektteam über die eigens programmierte, webbasierte Datenbank die geeignetsten gezielt aus (www.ipa-csm.com und www.tested-device.com). Die Ingenieure des Fraunhofer IPA koordinierten außerdem alle Bauleistungen als Generalunternehmer und garantierten so, dass im November 2012 eine schlüsselfertige, 1000 m² große LED-Produktion seinen Betrieb aufnehmen konnte – zeitgerecht, nach weniger als einem Jahr Realisierungszeit.

Guido Kreck | Telefon +49 711 970-1541
guido.kreck@ipa.fraunhofer.de

BILD- UND SIGNALVERARBEITUNG

Quelle: Messe Stuttgart

Global verteilte Produktionsstandorte, intelligente Fertigungstechnologien, konfigurierbare Produktionssysteme sowie flexible und zuverlässige Systeme zur Qualitätssicherung sind Schlagworte moderner Unternehmens- und Produktionsstrukturen. Hierfür wird eine Vielzahl an Informationen und Messdaten aus den Prozessen sowie eine effiziente und automatisierte Interpretation der Daten benötigt. Ob in der Qualitätssicherung oder im gesamten Produktlebenszyklus, überall müssen Qualität und Zustände durch Sensoren erfasst und durch angepasste Softwarelösungen für technische und organisatorische Entscheidungen aufbereitet werden.

Die Abteilung »Bild- und Signalverarbeitung« entwickelt und realisiert innovative System- und Applikationslösungen für die Informationsverarbeitung im Zusammenspiel mit technischen Prozessen. Im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten stehen intelligente Mess- und Prüfsysteme sowie wissensbasierte Informationstechnik für moderne Automatisierungssysteme.

Die Kernkompetenzen der Abteilung konzentrieren sich auf die intelligente, automatisierte Interpretation von Bild- und Sensorinformationen zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen aus der Produktionstechnik und Automatisierung. Hierbei bieten wir Entwicklungsdienstleistungen insbesondere für flexible und intelligente Mess- und Prüfsysteme sowie Assistenzsysteme an. Unsere Leistungen umfassen sowohl die Konzeption und Hardwareauslegung als auch die Realisierung der entsprechenden Auswertungssoftware.

Das Spektrum der bearbeiteten Fragestellungen umfasst folgende Gebiete:

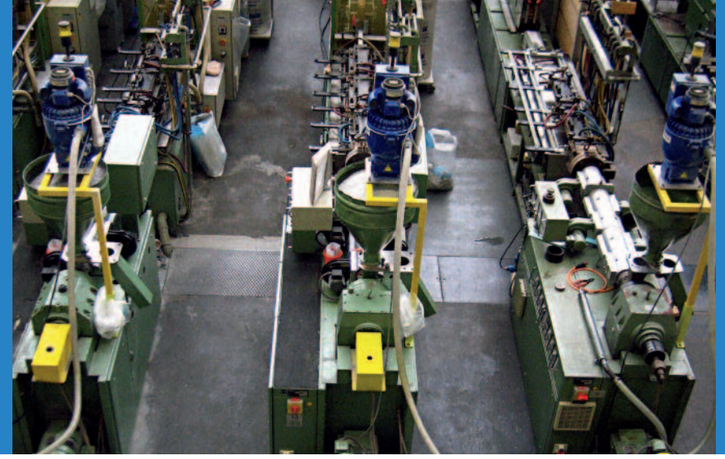
- Innovative Mess- und Prüfsysteme auf Basis von 2D-Bildverarbeitung, Thermographie und Ultraschall
- Softwareentwicklung für die moderne 3D-Mess- und -Prüftechnik, insbesondere auf Basis von Computertomographie und optischer 3D-Sensorik (wie z. B. Lichtschnittsensorik, TimeOfFlight-Kameras, Fokusvariation und Weißlichtinterferometrie)
- Intelligente 3D-Objekterkennung und Szenenanalyse für die Automatisierungstechnik
- Systeme zur Qualitätsüberwachung und -prognose für zyklische Fertigungsprozesse, wie beispielsweise Kunststoffspritzguss oder Ultraschallschweißen
- Lösungen zur Energieüberwachung und Optimierung in energieintensiven Prozessen
- Assistenzsysteme zur automatischen Notfallerkennung für die häusliche Umgebung

Unsere Kunden sind sowohl Systemhäuser, für die wir innovative Produkte und Konzepte entwickeln, als auch Endanwender, die maßgeschneiderte Problemlösungen benötigen. Bei der Projektbearbeitung können wir auf langjährige Erfahrung, eine methodische Vorgehensweise und interdisziplinäres Wissen zurückgreifen.

Zukünftige Forschungsschwerpunkte unserer Abteilung liegen auf folgenden Arbeitsfeldern:

- Neuartige Prüfverfahren für CFK und Leichtbaustrukturen durch Kombination unterschiedlicher Messprinzipien und Datenfusion
- Entwicklung von individuell konfigurierbaren Altersassistenzsystemen für intelligente Situationserkennung und Komfort
- Effizienzsteigerung komplexer Mess- und Prüfaufgaben durch Methoden des Maschinellen Lernens

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



ECOEXTRUDE – ENERGIEEFFIZIENTE EXTRUSIONSANLAGEN

Kunststoffprodukte sind allgegenwärtige Objekte. Daher ist es nicht weiter verwunderlich, dass mit der Herstellung dieser Produkte ein erheblicher Energieverbrauch einhergeht. Pro Jahr werden alleine in Deutschland etwa 10,7 Mio Tonnen Kunststoff verarbeitet, wovon etwa 50 Prozent auf das Verfahren der Extrusion entfallen. Bei einem spezifischen Energieverbrauch von 0,5–2 kWh/kg summiert sich dies alleine für die Extrusion auf einen Gesamtverbrauch von etwa 4 000 Mio kWh pro Jahr.

In der Vergangenheit sind Extrusionsanlagen primär auf eine hohe spezifische Durchsatzleistung und auf hohe Materialqualitäten optimiert worden, nicht jedoch auf einen niedrigen Energieverbrauch der Anlagen. Inzwischen macht sich jedoch sowohl beim Maschinen- und Anlagenbau wie auch bei den Nutzern der Anlagen ein Umdenken breit, nicht zuletzt aufgrund von steigenden Energiepreisen und dem zunehmenden öffentlichen Bewusstsein für das Thema Energieeffizienz.

Forschungsprojekt »EcoExtrude«

Im Rahmen des BMBF-Forschungsprojekts »EcoExtrude« haben sich vier leistungsstarke Partner aus der Region Stuttgart zusammengeschlossen, um die Energieeffizienz von Profil-Extrusionsanlagen zu steigern. Im Rahmen der Zusammenarbeit wurde ein mobiles System zur Messdatenerfassung (Energiemonitoring) entwickelt, verschiedene Komponenten der Anlagen verbessert, der Prozessablauf als Ganzes optimiert sowie ein Überwachungssystem mit Schwerpunkt »Energieeffizienz« entwickelt.

Konkret hat die Abteilung »Bild- und Signalverarbeitung« ihre Kompetenzen in den Bereichen Energiemonitoring und Prozessüberwachung in das Projekt eingebracht. Die Fa. Bernhard Ide als Hersteller von Profil-Extrusionsanlagen hat eine energieeffiziente Anlagenausrüstung realisiert und diese bei einer Pilotanlage zum Einsatz gebracht. Die Fa. LEO Kunststoffprofile Kurt Bernheim hat als Endanwender die praxistaugliche Auslegung der Neuentwicklungen verantwortet und verschiedene Tests in der Produktion durchgeführt. Des Weiteren war das Labor für Kunststofftechnik der Hochschule Esslingen beteiligt, dem die Themen Prozessdiagnose und -optimierung oblagen.

Energiemonitoring – Großverbraucher unter der Lupe

Die Gesamtleistung einer Extrusionsanlage ist an der Zuleitung recht einfach zu bestimmen. Daraus kann allerdings nicht abgeleitet werden, wie sich die abgerufene Leistung auf die einzelnen Komponenten verteilt. Eine zielgerichtete Optimierung erfordert aber eine genaue Identifikation von Großverbrauchern sowie eine Verknüpfung zum aktuellen Prozesszustand. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Forschungsprojekts ein Messtechnik-Schaltschrank entwickelt, der sich an verschiedene Extrusionsanlagen ankoppeln lässt. In der aktuellen Ausbaustufe ermöglicht er eine gleichzeitige Überwachung von bis zu 36 Einzelkomponenten. Die Daten des Energiemonitorings werden in Echtzeit an einen Bildschirm angezeigt und stehen auch für Offline-Auswertungen zur Verfügung.

Der Messtechnik-Schaltschrank eignet sich gut für die Entwicklung neuer Anlagen, indem neue Komponenten bzw. Maschinenparameter getestet werden. Zusätzlich lässt sich anhand der Messdaten vorhersagen, welche Verbesserungen sich durch eine Nachrüstung von bestehenden Anlagen erzielen lassen (inkl. einer Bewertung des »Return on Investment«). Weiterhin kann bei der Inbetriebnahme von Anlagen ein Arbeitspunkt eingestellt werden, bei dem die Zielgrößen Qualität, Durchsatzleistung und Energieverbrauch gemeinsam optimiert sind.

Realisierte Energieeinsparungen

Im Vorfeld wurde das erwartete Einsparpotenzial grob skizziert. Dieses konnte im Rahmen des Forschungsprojekts bestätigt, teilweise sogar deutlich übertroffen werden (Details siehe Tabelle):

- Einsatz energieoptimierter Komponenten: Basierend auf der Weiterentwicklung von verschiedenen Komponenten, wurde vorab ein Einsparpotenzial von 10 % prognostiziert. Anhand von neu integrierten und neu entwickelten Komponenten (Extrudermotor, Isolierungen etc.) konnten in der Praxis sogar Einsparungen von bis zu 21 % nachgewiesen werden. Als besonders wirkungsvoll hat sich die neuentwickelte Vakuumpumpe mit Wasserabscheidung für die Nasskalibrierung erwiesen.
- Optimierung des Produktionsprozesses: Durch eine Optimierung der Produktionsparameter im laufenden Betrieb lässt sich die Energieeffizienz deutlich steigern. In Versuchen konnte eine Energieeinsparung von bis zu 9 % realisiert werden, insbesondere basierend auf einem produktangepassten Einsatz von Temperiergerät und Einzugszonenkühlung.

Darüber hinaus konnte nachgewiesen werden, dass durch eine gezielte Auswahl des Kunststoffgranulats (bei Verwendung des gleichen Grundmaterials, aber anderer Farbstoffe bzw. Additive) eine Reduktion des Energieverbrauchs von bis zu 16 % möglich ist. Dies sollte grundsätzlich bereits beim Produktentwicklungsprozess berücksichtigt werden.

Überwachungssystem für die Produktion

Häufig genügt es den Endanwendern, dass bei der Inbetriebnahme einer Anlage eine hohe Energieeffizienz eingestellt wird. Für einen nachhaltigen Betrieb kann die Extrusionsanlage darüber hinaus mit einem Überwachungssystem versehen werden, das frühzeitig Auffälligkeiten im laufenden Betrieb identifiziert und Gegenmaßnahmen in Form von Handlungsanweisungen initiiert. Das Fraunhofer IPA hat verschiedene Varianten für ein solches Überwachungssystem konzipiert und ein System mit mittlerer Komplexität exemplarisch realisiert. Eine energieeffiziente Optimierung im laufenden Betrieb kann anhand weniger, relativ einfacher Handlungsanweisungen sichergestellt werden.

Maßnahme	Einsparung *)
Energieeffiziente Motoren	bis 5 %
Vakuumpumpe mit Drehzahlregelung und ggf. Wasserabscheidung	bis 10 % **)
Produktangepasster Einsatz von Temperiergerät und Einzugskühlung	bis 9 %
Isolierung von Heizzonen, Flansch und Werkzeug	2-6 %
Spanfreies Trennen	< 1 %

*) bezogen auf den Gesamtverbrauch der Anlagen
**) in Einzelfällen sogar bis 15 %

Fazit

Die Neuentwicklungen wurden an Anlagen geleistet, die typischerweise bei KMU in der Produktion zum Einsatz kommen. Basierend auf dem Projekt »EcoExtrude«, steht dafür nun eine umfassende Anlage zur Messung des Energieverbrauchs und der Energieeffizienz zur Verfügung. Mit der angewendeten Methodik (und insbesondere mit der eingesetzten Messtechnik und dem Vorgehen zur Prozessanalyse) lassen sich zukünftig auch Maschinen und Anlagen aus anderen Produktionsbereichen optimieren.

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) in der Fördermaßnahme »KMU-innovativ: Ressourcen- und Energieeffizienz« (Förderkennzeichen 02 PK 2123 – 02 PK 2126) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Hartmut Eigenbrod | Telefon +49 711 970-1831
hartmut.eigenbrod@ipa.fraunhofer.de

TECHNIK FÜR DEN MENSCHEN

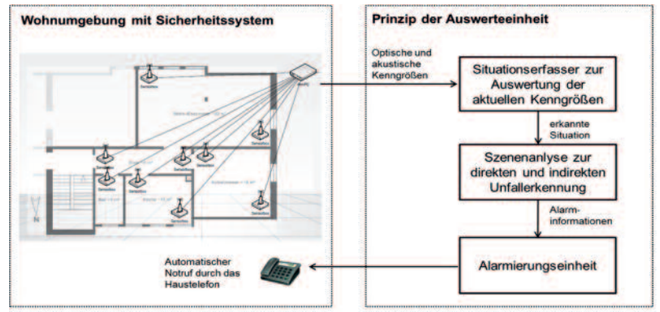
Intelligente Sensorsysteme zur automatischen Erkennung von Notsituationen in der häuslichen Umgebung

»Trautes Heim, Glück allein« – dieses Sprichwort scheint vor allem auf Menschen zunehmenden Alters zuzutreffen. Die emotionale Bindung an das wohnliche Umfeld ist im Alter weit höher als in jungen Jahren. Die Wohnung wird immer mehr zum zentralen Lebensmittelpunkt. Dort, in ihrer vertrauten Umgebung, wollen ältere Menschen in der Regel solange wie möglich selbstständig wohnen. Besonders wichtig ist ihnen dabei Sicherheit und sich sicher fühlen. Im Gegensatz dazu steigt das Risiko, in alltägliche Gefahrensituationen zu geraten – insbesondere bei alleinlebenden älteren Menschen. Gelingt es einer Person, beispielsweise nach einem Sturz, nicht mehr, selbstständig aufzustehen oder auf sich aufmerksam zu machen, kann das schlimme Folgen haben. Stürze zählen neben plötzlich auftretenden Krankheiten wie Herzinfarkt oder Schlaganfall zu den größten gesundheitlichen Risiken für ältere Menschen. Diese Angst und Unsicherheit zwingen viele dazu, sich frühzeitig in Betreuung zu begeben, da sie sich diesem Risiko nicht aussetzen können oder möchten. Außerdem mangelt es an ärztlicher Versorgung im ländlichen Raum und an Pflegekräften in der ambulanten Betreuung.

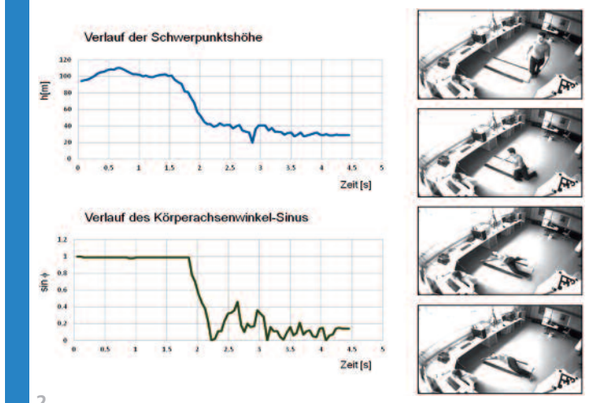
Um älteren Menschen weiterhin ein selbstständiges Leben in ihrer gewohnten Umgebung zu ermöglichen und um Pflegepersonal in teilbetreuten Einrichtungen zu entlasten, arbeitet das Fraunhofer IPA an innovativen Technologien für geeignete Sicherheitssysteme. In der Abteilung »Bild- und Signalverarbeitung« wurde das autonome und sensorbasierte Sicherheitssystem »sens@home« entwickelt. Das Gesamtsystem zur Notfallerkennung in der häuslichen Umgebung wurde innerhalb eines interdisziplinären Konsortiums gemeinsam mit Anwendervertretern und Industriepartnern umgesetzt.

Ausgangsbasis für die Notfallerkennung sind moderne bildgebende 3D-Sensoren und Raummikrofone, die in so genannten Sensorboxen verbaut wurden. Diese können ähnlich wie Rauchmelder ohne größere bauliche Maßnahmen in der Wohnung angebracht werden. Die Gesamtkonzeption, die Realisierung der Datenfusion sowie sämtliche Auswertealgorithmen zur automatischen Erkennung von Notsituationen lag in der Verantwortung des Fraunhofer IPA. Eine besonders anspruchsvolle Aufgabe bestand darin, Personen von Möbeln und Gegenständen in den aufgenommenen 3D-Messdaten zu unterscheiden. Mit Hilfe von berechneten Kenngrößen werden dann die Aktivität und der Bewegungsverlauf der Personen erfasst und automatisch ausgewertet. Anhand dieser Informationen kann durch eine komplexe Szenenanalyse ein Sturz oder eine Notsituation innerhalb weniger Sekunden automatisch erkannt werden. Sämtliche Auswertungen finden direkt in der Sensorbox statt, sodass keine sensiblen Daten gespeichert oder übertragen werden müssen.

Das System besitzt eine Alarmierungseinheit mit verschiedenen Eskalationsstufen, die zur Reaktion auf erkannte Notsituationen auffordern. In der ersten Stufe erfolgt auf einen ausgemachten Verdacht zunächst ein Kontrollanruf in die Wohnung. Das System erkundigt sich selbstständig nach dem Befinden des Bewohners und kommuniziert mit ihm über eine intuitive Spracherkennung. Ist alles in Ordnung, sendet die Früherkennung kein Signal nach außen. Sollte der Kontrollanruf nicht oder negativ beantwortet werden, geht ein Anruf an das Hilfsnetzwerk des Bewohners, z. B. einen Angehörigen, Nachbarn oder Bekannten. Die Alarmierungsliste kann individuell vom Bewohner festgelegt werden. Derartige Zwischenstufen lassen sich beliebig viele einstellen, sollte ein Anruf nicht beantwortet werden. Am Ende der Kette steht immer ein Notruf. Telefonanrufe sind die einzige Form von Signalen des Gesamtsystems, die die Wohnung verlassen. Es werden keine Bilder, Verhaltensinformationen und Aktivitätsanalysen gespeichert oder versendet, sodass die Privatsphäre der Bewohner gewährleistet bleibt.

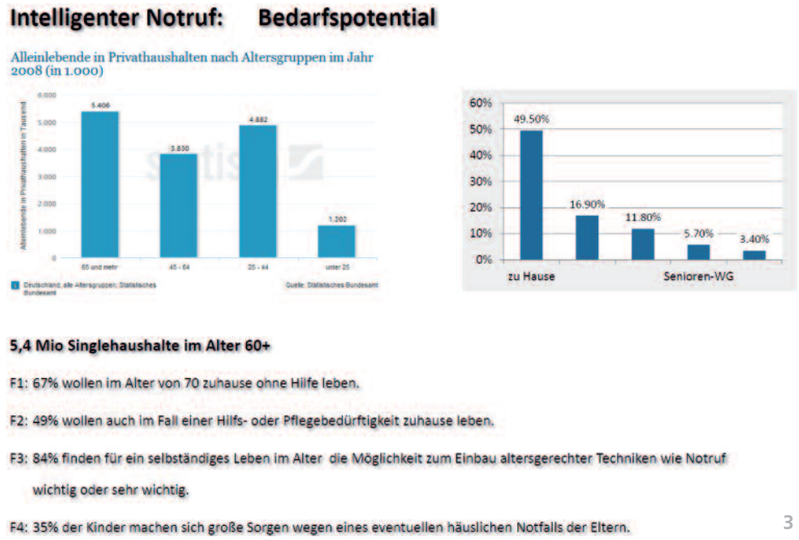


1



2

Die Umsetzung des Notfallerkennungssystems ist in mehreren Stufen vorgesehen: Im ersten Schritt wurde eine vollständige Wertschöpfungskette durch Einbindung von Sozialdienstleistern, Institutionen der Altenpflege, Wohnungsbaugesellschaften und Industriepartnern aufgebaut. Im zweiten Schritt erfolgte die Ausstattung acht bewohnter Wohneinheiten mit dem System und ein umfangreicher Praxistest zur Verifikation und Optimierung. Bis Ende 2013 sollen mindestens 14 weitere Wohnungen mit »sens@home« ausgerüstet werden. (Vgl. auch S. 47)



3

Ambient Assisted Living (AAL – auf Deutsch umgebungsunterstütztes Leben) sorgt für mehr Sicherheit in der Wohnung und mindert die Angst vor Stürzen und Notfällen, sodass ältere Menschen länger selbstbestimmt und selbstständig in ihrer vertrauten Umgebung leben können. Aufgrund des demographischen Alterungsprozesses der deutschen Bevölkerung verspricht der Markt für AAL-Produkte immense Wachstumschancen. Das Bedarfspotenzial ist in Abbildung 3 dargestellt.

Das Fraunhofer IPA hat sich mit »sens@home« als kompetenter Partner für die Entwicklung innovativer Lösungen auf dem Gebiet des AAL etabliert. Zur Steigerung der Sicherheit und Lebensqualität älterer Personen wird die Abteilung »Bild- und Signalverarbeitung« auch künftig technische Lösungen für die häusliche Umgebung entwickeln. Weitere Forschungs- und Industrieprojekte sind bereits gestartet. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Personalisierung und Individualisierung der Assistenzsysteme, um dem Nutzer angepasste Lösungen zur Notfallerkennung und Komfortfunktionen anbieten zu können. Darüber hinaus verbessert das Entwicklungsteam weiter die Integrierbarkeit der Technik in reale Wohnumgebungen, die Benutzerfreundlichkeit sowie den optimalen Betrieb mit geeigneten Partnern und Leistungsträgern. Außerdem wird eine Systemplattform zur Kombination weiterer Sensorik und intelligenter Auswerteverfahren weiterentwickelt.

Julia Kroll | Telefon +49 711 970-1829
julia.kroll@ipa.fraunhofer.de

1 *Prinzip des Notfallerkennungssystems.*
2 *Direkte Sturzerkennung.*
3 *Bedarfspotenzial für Assistierende Technik zur Notfallerkennung.*

FUNKTIONALE MATERIALIEN

Faszination Kohlenstoff – 10 Jahre Nanotechnologie am Fraunhofer IPA

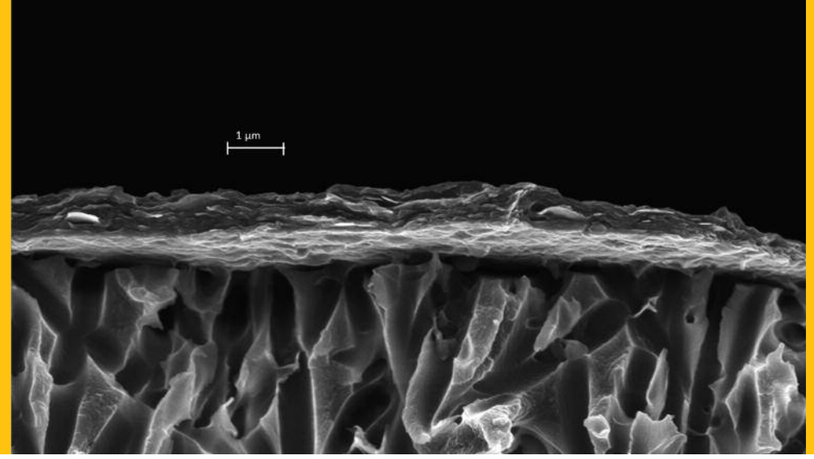
Kohlenstoff ist der Werkstoff für die Zukunft und quasi unbegrenzt verfügbar. Je nach Molekülform besitzt er unterschiedlichste Eigenschaften. Weich wie Graphit oder hart wie Diamant sind beispielsweise bereits bekannte und etablierte Charaktere des Kohlenstoffs. Im Automobilsektor gewinnt Kohlenstoff immer mehr an Bedeutung. So sind Kohlefaser-Verbundwerkstoffe eine der wichtigsten Technologien im gesamten Kontext des Leichtbaus und BMW hat bereits ein Fahrzeug mit Kohlefasertechnologie 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 wie auch als Aktuator.

Die Wissenschaftler aus der Abteilung beschäftigen sich seit über zehn Jahren mit der Erschließung neuer Werkstoff- und Produkteigenschaften, basierend auf Kohlenstoff-Nanoröhrchen, auch bekannt unter dem Begriff der 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 sind wir in der Lage, extrem schnell kundenspezifische Lösungen zu erarbeiten und können unseren Kunden eine weltweit einzigartige Dienstleistung anbieten. Metalle mit höherer Festigkeit und deutlich verbesserten tribologischen Eigenschaften, energieeffziente Heizungsschichten, welche vollkommen neue Designfreiheiten ermöglichen, oder transparente und elektrisch leitfähige Schichten für Photovoltaik, Unterhaltungselektronik wie Touchpanels und Displays. Hierbei zeichnen sich unsere Lösungen immer durch maximale Wirtschaftlichkeit und Produktionstauglichkeit aus. Um diese zum Teil hochkomplexen 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 unsere Wissenschaftler an der Umsetzung neuester Produktinnovationen. Hierbei verfolgen wir das Ziel, unseren lokalen Kunden die international besten Lösungen anbieten zu können.

Um dies zu erreichen, nehmen wir aktiv am internationalen Dialog teil und stellen uns dem globalen Forschungswettbewerb. Neben einer jährlich stattfindenden Fachtagung, den Stuttgarter NanoDays, auf der internationale Spitzenforscher ihre neuesten Ergebnisse vorstellen und über notwendige, 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 CNTs, 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 2012 konnten weitere Applikationen mit CNT in der Industrie vorangebracht werden – so wurden in der Abteilung zum Beispiel Anwendungen wie flexible Heizelemente aus Zellulose oder transparent leitfähige Folien mit CNT bis zur Marktreife entwickelt.

Bei aller wissenschaftlichen Faszination lassen wir nie außer Acht, warum wir uns mit nanoskaligem Kohlenstoff beschäftigen: um unseren Kunden Produktinnovationen und Wettbewerbsvorteile zu ermöglichen – nicht mehr, aber auch nicht weniger.

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



GRAPHEN

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.

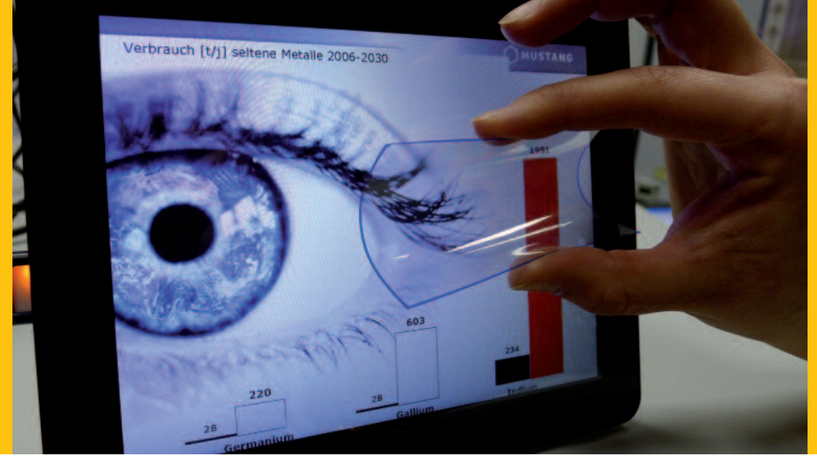
Die Abteilung »Funktionale Materialien« am Fraunhofer IPA arbeitet seit über 10 Jahren mit nanoskaligem Kohlenstoff und seit 2008 auch mit Graphen. Die Herausforderung, vor der sowohl die Forschung als auch die Industrie steht, ist dessen Verfügbarkeit in der Massenproduktion. Daher sind der Schwerpunkt und das Ziel in der Graphenforschung am Fraunhofer IPA die Entwicklung von passenden und wirtschaftlich wettbewerbsfähigen Produktions- und Prozesstechnologien für Graphen. Dadurch können hochqualitative Materialien mit für den Kunden individuellen Eigenschaften hergestellt werden.

Das Fraunhofer IPA ist aufgrund seiner Multidisziplinarität in der Lage, seine Kunden entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Auswahl geeigneter Materialien über die verschiedenen Synthese- und Bearbeitungsmethoden bis hin zur Anwendungsentwicklung zu begleiten. Jeder Schritt wird auf die individuellen Bedürfnisse des Kunden angepasst.

Im Laufe unserer Graphenforschung koordiniert das Fraunhofer IPA zudem das EU geförderte Projekt »ElectroGraph – Graphenbasierende Elektroden für den Einsatz in Superkondensatoren« (www.electrograph.eu). Das ElectroGraph-Projekt folgt einem integrativen und technologieorientierten Ansatz, um neuartige Materialien und Komponenten für die Realisierung von optimierten Superkondensatoren zu entwickeln. Aufgrund seiner elektrischen Eigenschaften und seiner spezifischen Oberfläche ist Graphen aussichtsreichster Kandidat für Anwendungen in Superkondensatoren. Als eine der neuesten Innovationen im Bereich elektrischer Energiespeicher können Superkondensatoren in Elektrofahrzeugen hohe Leistungen während der Beschleunigung erbringen; beim Bremsen wird die Energie wieder zurückgewonnen. Die Entwicklung von Produktionsprozessen für Materialien, Komponenten sowie Geräten ist ein wesentlicher Bestandteil des Projekts. Am Ende des Projekts werden die Leistungen des Materials und der Komponenten in einem funktionalen Modell gezeigt.

Obwohl Graphen ein noch recht junges Forschungsfeld ist, konnte das Fraunhofer IPA aufgrund seiner langjährigen Erfahrung mit nanoskaligem Kohlenstoff das Thema in der Abteilung »Funktionale Materialien« konsequent auf zukünftige Technologien und Herausforderungen ausrichten.

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



TRANSPARENTE LEITFÄHIGE FOLIEN

Kommunikation gehört zu den menschlichen Grundbedürfnissen. Daher ist es nicht verwunderlich, dass Handys, das Symbol moderner Kommunikation, einen derartigen Boom erleben. Einen besonderen Wachstumsmarkt stellen hierbei die so genannten Smartphones dar. Das Marktforschungsinstitut IDC erwartet, dass im Jahr 2015 weltweit ca. 1 Milliarde Smartphones verkauft werden. Dies ist sicherlich auch ihrer Ausstattung mit Touchscreens geschuldet, die eine intuitive, einfache Handhabung und Bedienung zulassen. Doch nicht nur Smartphones, sondern auch andere elektronische Geräte des täglichen Lebens wie Tablet-PCs kommen heute nicht mehr ohne die berührungsempfindlichen Displays aus.

Derzeit werden Touchscreens mit einer hauchdünnen und leitfähigen Schicht aus Indium-Zinn-Oxid (ITO) bedampft. Indium gehört zu der Gruppe der seltenen Metalle, die überwiegend in Asien vorkommt und für die Elektronikindustrie unentbehrlich ist. Aufgrund von willkürlichen Aus- und Einfuhrbeschränkungen unterliegt Indium aber großen Preisschwankungen.

Das Fraunhofer IPA arbeitet an der Herstellung von Touchscreens, die ohne seltene Metalle auskommen. Hier werden so genannte Nanotubes – mikroskopisch kleine Röhrchen aus Kohlenstoff – oder Graphen verwendet, um eine leitfähige Schicht, die aus einer einzigen Lage von Kohlenstoffatomen besteht, herzustellen. Schon anhand des Rohstoffs kann das große Potenzial dieser Technologie erkannt werden. Kohlenstoff steht im Vergleich zu Indium in quasi unbegrenztem Umfang zur Verfügung und ist daher in Zeiten knapper Ressourcen ein wichtiges Material.

Die Kohlenstoffschichten können nicht nur auf Glas aufgebracht werden, sondern auch auf flexiblem PET-Kunststoff. Dadurch werden Materialkosten gespart und die Einsatzmöglichkeiten der Displays erweitert. So können die flexiblen Schichten z. B. auch auf 3D-Objekten angebracht werden. Zu den weiteren Vorteilen der Touchscreen-Herstellung aus Kohlenstoff gehört der einfache Auftragungsprozess. Während Glas mit ITO vakuumbedampft werden muss, können die leitfähigen Kohlenstoffschichten in einem rein nasschemischen Prozess aufgetragen werden. Dadurch sinken nicht nur die Material-, sondern auch die Herstellungskosten deutlich. Der Prozess im Kohlestoffverfahren verbraucht nur ca. ein Zehntel der Energie im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren. Noch hinken die Displays aus Kohlenstoff in Bezug auf ihre Leitfähigkeit den etablierten Touchscreens hinterher, aber das Fraunhofer IPA arbeitet beständig daran, diese Eigenschaften zu verbessern.

Obwohl die Märkte für Industrieanwendungen wie die Displaytechnologie und hochwertige Control Panels weiterhin günstig sind, produziert derzeit kein Display-Hersteller mehr in Europa. Diese Technologie hat das Potenzial, einen ganzen Industriezweig in Europa wieder aufleben zu lassen und kann damit zur Revitalisierung der Elektronikbranche führen.

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

GENERATIVE VERFAHREN UND DIGITALE DRUCKTECHNOLOGIE

Generative Verfahren sind dabei, sich als eigenständige und selbstverständliche Alternative zu klassischen Herstellverfahren zu etablieren. Der Fokus der Abteilung liegt einerseits auf der digitalen Drucktechnik als industrielles Herstellungs- und Beschichtungsverfahren sowie andererseits auf der Prozessentwicklung für generative Herstellungsverfahren. Diese wird durch die methodische Produktentwicklung für kundenspezifische Anwendungen, basierend auf den generativen Fertigungsverfahren, ergänzt.

Generative Fertigung – Neue Möglichkeiten für Materialien, Form und Design

Der wesentliche Vorteil der schichtbauenden Verfahren liegt darin, dass beinahe jede denkbare Form, die in einem 3D-CAD-Programm erzeugt werden kann, direkt aus dem Datensatz produzierbar ist – ohne Umwege, ohne Formen und in Losgröße 1. So können auch komplexe Geometrien, egal ob Freiformoberflächen oder Strukturen, dargestellt und produziert werden.

Am Fraunhofer IPA werden verschiedenste generative Prozesse weiterentwickelt und für den Einsatz als industrielles Fertigungsverfahren optimiert. Dabei stehen die Verbesserung und die problemspezifische Anpassung der erzielbaren Prozess- und Produkteigenschaften im Vordergrund. Die Entwicklung geht dabei Hand in Hand mit der Auswahl, Modifikation und Neuentwicklung geeigneter Rohmaterialien.

Die Bandbreite an eingesetzten Materialien reicht von unterschiedlichen technischen Kunststoffen, über Biopolymere und keramische Werkstoffe bis hin zu faserverstärkten Materialien. Dies spiegelt auch die Bandbreite der Anwendungen wider: Leichtbau, künstliche Herstellung biologischer Gewebe, Prothesen und Zahnersatz sind nur einige Beispiele. Auf der technologischen Seite werden unterschiedlichste Verfahren wie das Lasersintern, Inkjet-basierte Fertigungsverfahren sowie das Fused-Deposition-Modeling verfolgt und deren Weiterentwicklung vorangetrieben.

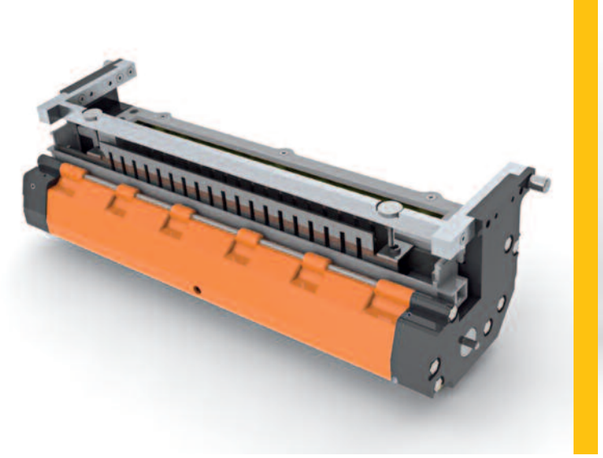
Generativ hergestellte Produkte – von der Integration von Funktionen zu individuellen Produkten und Anwendungen

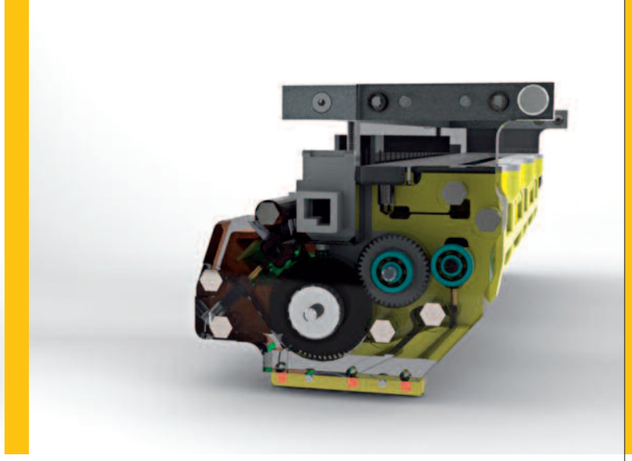
Neben den Weiterentwicklungen der generativen Prozesse werden am Fraunhofer IPA neue Produktentstehungsprozesse entwickelt, um die sich bietenden technologischen Möglichkeiten optimal zu nutzen. So können generative Technologien in besonderem Maße den Trends Individualisierung, Bionik, Ressourcenschonung, Leichtbau und Globalisierung Rechnung tragen. Dies ergibt sich beispielsweise dadurch, dass durch eine wirtschaftliche Fertigung von Bauteilen in Losgröße 1 Produkte kundenspezifisch individualisiert werden können. Dies ist ein entscheidender Vorteil, wenn es zum Beispiel darum geht, Gewicht einzusparen, Funktionalitäten zu integrieren oder zu kapseln.

Digitale Drucktechnologien – Technologie für effiziente Beschichtungen und funktionale Oberflächen

Die Kombination von Druckprozessen mit innovativen Funktionsmaterialien erlaubt heute eine neue Art von Produkten und Fertigungskonzepten, speziell im Bereich der Elektronik und Mikrosystemtechnik sowie der Bio-, Nano- und Schichttechnik. Am Fraunhofer IPA werden neue Anwendungen der Drucktechnik entwickelt, z. B. in der Biotechnologie, zur Verarbeitung keramischer Materialien oder zur Umstellung der Fertigung von konventionellen Beschichtungsprozessen (z. B. Sieb- und Tampondruck) auf digitale Drucktechnologien. Hierfür werden kundenindividuelle Anwendungen, Versuchsstände und Prototypen entwickelt und realisiert. Technologische Grundlage bilden die Inkjet-Drucktechnik sowie die Elektrophotographie (Laserdruck).

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





DIGITALE DRUCKTECHNOLOGIEN ZUR HERSTELLUNG MULTIFUNKTIONALER 3D-OBERFLÄCHEN

Ausgangssituation

Die gezielte Beeinflussung von Oberflächeneigenschaften ist ein Schlüsselaspekt bei der Herstellung vieler Hightech-Produkte. Neben dem Material selbst ist vor allen Dingen die Strukturierung einer Oberfläche entscheidend. Anforderungen an eine gezielte Einstellbarkeit von Material-, Oberflächen- und Struktureigenschaften stellen sich insbesondere im Bereich der Lebenswissenschaften. Hier erfordern beispielsweise dreidimensionale Trägermaterialien für Zellen oder Implantatmaterialien hohe Flexibilität in der Gestaltung. Die Herstellung solcher Produkte ist in vielen Fällen nur mit hohem Aufwand und in einer Vielzahl einzelner Prozessschritte möglich, vor allem dann, wenn sich die Strukturen aus verschiedenen Materialien zusammensetzen sollen. Ziel des Projekts war die Entwicklung von Materialien und Prozessen, die eine gezielte und effiziente Strukturierung funktionaler Oberflächen ermöglichen. Die Idee zur Entwicklung solcher Materialien und Prozesse entstand aus der Zusammenarbeit des Fraunhofer IPA und dem Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik der Universität Stuttgart (IGVT). Die beiden Institute kooperierten in der Entwicklung neuer Materialien (IGVT) und Prozesse (IPA) für den effektiven Aufbau komplexer Bauteile, der die Gestaltung einer zellverträglichen Oberfläche einschließt. Die Basis für die Prozesstechnologie bildet das aus dem Graphikdruck bekannte Verfahren der Elektrophotographie.

Projektbeschreibung

Der neue Ansatz des Projekts lehnt sich an die Prinzipien der generativen Fertigungstechnologien an und verwendet dazu jedoch für dieses Gebiet bislang unbekannte Basistechnologien: Mit Hilfe der Elektrophotographie können pulverförmige Materialien (Toner) exakt abgelegt werden. Dies ist ein bekanntes Prinzip für den Druck auf Papier, das allerdings noch nie für den schichtweisen Aufbau von ganzen Bauteilen verwendet wurde. Da das Verfahren digital arbeitet, können beliebige und gezielt designte Oberflächenstrukturierungen direkt aus dem Computermodell geschaffen werden. Die sehr geringen Schichtdicken sind für die Fertigung dreidimensionaler Bauteile zuerst einmal nachteilig. Möchte man jedoch eine gezielte Mikrostrukturierung einer Oberfläche erreichen, so ist die geringe Schichtdicke gleichzusetzen mit einer hohen Strukturauflösung. Die Gesamtdicke der Strukturen bleibt indes eher gering, sodass dennoch ausreichende Aufbaugeschwindigkeiten erreicht werden können.

Die Adaption dieser Drucktechnologie für den Aufbau dreidimensionaler Strukturen bringt sowohl auf Prozess- als auch auf Materialseite Veränderungen mit sich, die im Rahmen des Projekts gelöst werden mussten. In Bezug auf das Material entwickelte das IGVT eine Methode zur Verfestigung, die auf das Prinzip der Click-Chemie zugreift. So ist es möglich, durch chemisch vernetzbare Tonerpartikel die applizierten Pulverschichten nachhaltig zu verfestigen, sodass diese durch darüber aufgebrachte Schichten nicht zerstört werden und dennoch eine stabile Verbindung zwischen den Schichten besteht. Eine besondere Innovation des Projekts bestand zudem in der Entwicklung von zellverträglichen Tonermaterialien. Doch gerade hier kommt ein wesentlicher Vorteil des elektrophotographischen Verfahrens zum Tragen: Da die Rohmaterialien in Pulverform vorliegen müssen, sind die Materialien nicht gelöst. Folglich sind auch keine Lösungsmittel erforderlich, die die Biokompatibilität oftmals nachteilig beeinflussen.

Um komplexe Strukturen wie Röhren oder poröse Materialien aufbauen zu können, musste weiterhin ein Support-Toner entwickelt werden. Dieser füllt im Laufe des Aufbauprozesses entstehende Hohlräume aus, wird dabei aber nicht nachhaltig fixiert, sondern kann im Anschluss an den Bauprozess wieder herausgelöst werden. Somit können darüber liegende Schichten korrekt aufgebaut und komplexe Geometrien, Hohlräume und Hinterschnitte realisiert werden.

Auf der Prozessseite haben die IPA-Experten auf Know-how zurückgegriffen, das bereits erfolgreich zur Fertigung komplexer, peptidbasierter Biochips eingesetzt wird. 2008 erhielt das Fraunhofer IPA zusammen mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum dafür den Wissenschaftspreis des Stifterverbandes. Im Rahmen des ausgezeichneten Beitrags wurde bereits ein elektrophotographischer Prozess entwickelt, mit dem erstmalig die Applikation von Tonern auf harte Glassubstrate möglich wurde. Mit der Weiterentwicklung dieses Prozesses wurde der mehrlagige Druck machbar. Da es sich bei der Elektrophotographie um ein kontaktierendes Druckverfahren handelt, ist die präzise und absolut gleichförmige Anpresskraft von entscheidender Bedeutung. Die Entwicklung einer präzisen Kraftregelung garantiert eine über die Schichten konstante Kraft, sodass ein gleichbleibender Materialübertrag gewährleistet und eine Beschädigung bereits aufgetragener Schichten verhindert wird. Zudem wurde ein elektrophotographisches Druckwerk von Grund auf neu konzipiert, um den Anforderungen des funktionellen Drucks gerecht zu werden. Aufgrund der erzielbaren Schichtdicken, der Gleichmäßigkeit und einer Reihe anderer Kenngrößen sind kommerziell erhältliche und für den Graphikmarkt optimierte Druckwerke nur eingeschränkt einsetzbar.

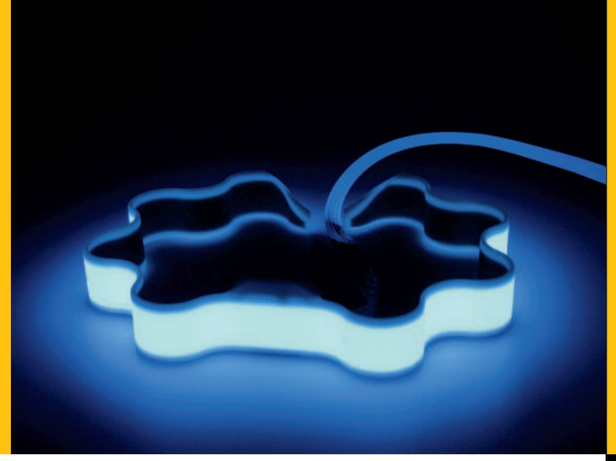
Die Machbarkeit und das funktionierende Zusammenspiel von Prozess und Material konnte bereits durch einfache, aus mehreren Schichten bestehende Strukturen nachgewiesen werden. Bis zum Abschluss des Projekts im März 2013 werden noch weitere Tests und Optimierungen folgen, sodass auch höhere und komplexere Strukturen gedruckt werden können.

Ausblick

Die Möglichkeiten, den elektrophotographischen Digitaldruck für technische Anwendungen einzusetzen, sind vielfältig und derzeit beinahe vollständig ungenutzt. Durch das nun verfügbare Know-how können neue Anwendungen, auch auf ganz anderen Anwendungsgebieten, erschlossen werden. So befindet sich derzeit ein Projekt in Planung, das diese Technologie auf den Aufbau komplexer, keramischer Substrate überträgt. Damit ergeben sich neue und effiziente Prozesse für die Mikrosystemtechnik sowie die Halbleiterbranche. Gegenüber derzeitigen Herstellungsmethoden werden geringere Stückzahlen und eine deutlich ressourcenschonendere Produktion denkbar.

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

Christian Seifarth | Telefon +49 711 970-1790
christian.seifarth@ipa.fraunhofer.de



GENERATIVE FERTIGUNG –

neue Entwicklungen und Anwendungserweiterungen

Die Bezeichnung »Generative Fertigung« – derzeit in der Presse vor allem unter dem Begriff 3D-Drucken beschrieben – steht für die Weiterentwicklung von Herstellungsverfahren des Prototypenbaus, bei denen Bauteile schichtweise hergestellt werden. Diese Verfahren bieten zum einen die Möglichkeit einer werkzeuglosen Herstellung direkt aus 3D-CAD-Daten, zum anderen können hochkomplexe Geometrien gebaut werden, die so derzeit mit keinen anderen Verfahren umsetzbar sind. Neben diesen Möglichkeiten bieten die generativen Fertigungsverfahren das größte Potenzial, die aktuellen Trends in Produkte umzusetzen. Zu diesen zählen vor allem die »Individualisierung«, die »Biomimik« (auch Bionik genannt), der »Leichtbau« sowie die »Globalisierung«.

Umsetzung von Trends im Produkt – generativer Leichtbau mit Faserintegration

Erst wenn die Funktionalität eines Produkts im Produktionsprozess sichergestellt ist, folgt bisher der kostenintensive Prozessschritt »Leichtbau«. Jetzt kann er von Anfang an eingeplant werden. Durch generative Fertigungsverfahren sind leichte Strukturen konstruktiv 1:1 umsetzbar. Um die Möglichkeiten des Leichtbaus voll auszuschöpfen, müssen die Prozesse und Anlagenkomponenten weiterentwickelt und auch die Eigenschaften von Hilfsmaterialien berücksichtigt werden. Eine dieser Weiterentwicklungen ist der »Fiber Printer« des Fraunhofer IPA. Mit ihm soll eine generative Technologie für die Kombination im Faserverbund entwickelt werden. Das geeignetste generative Verfahren hierfür ist das Fused Deposition Modeling (FDM).

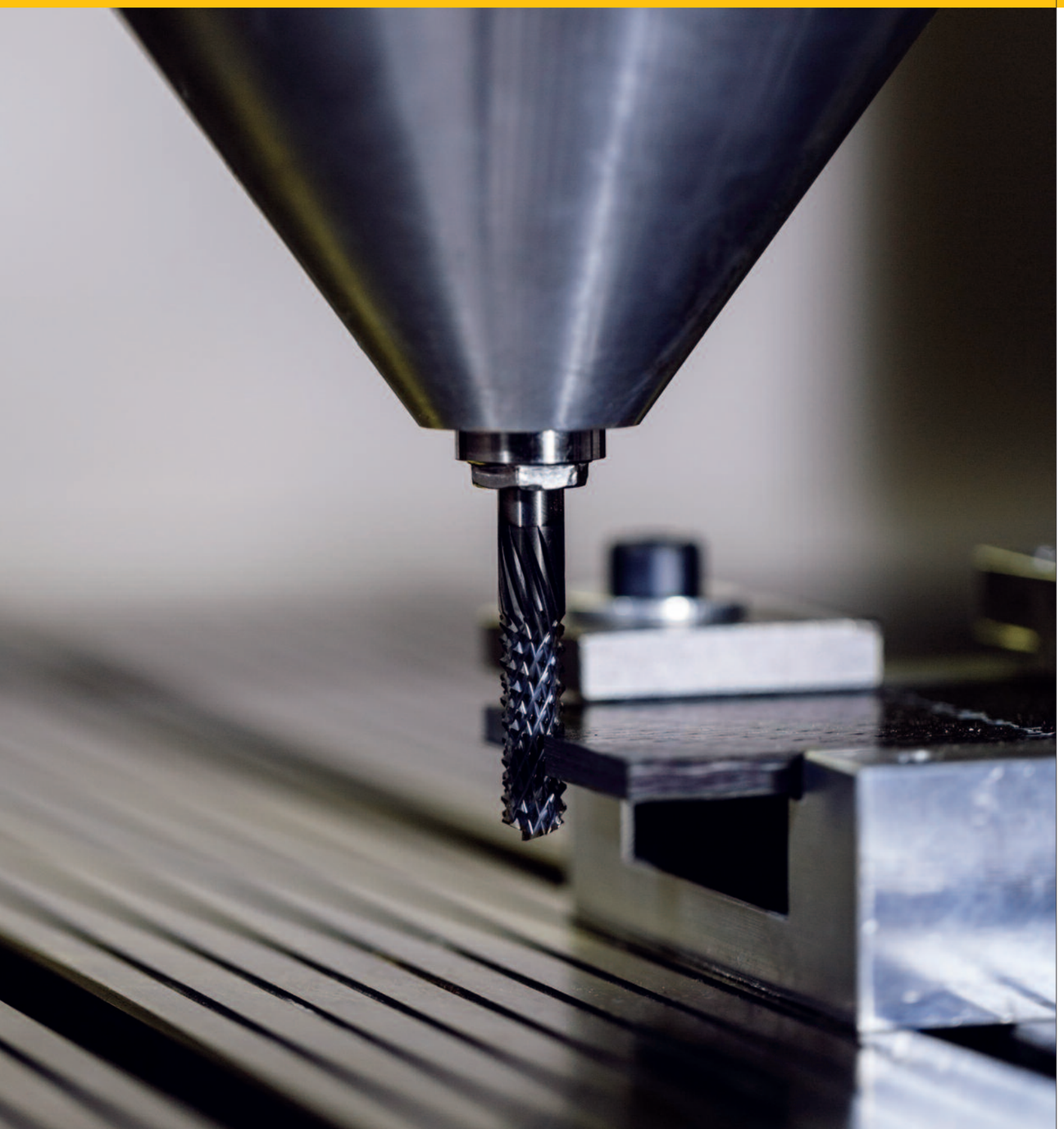
Faser-Verbundwerkstoffe werden zunehmend eingesetzt. Bis heute sind Verbundwerkstoffe aus Matrix und Faser allerdings nur teilweise industriell herstellbar. In der Regel ist für die Herstellung von Faserkunststoffverbund-Bauteilen eine Form notwendig, die die Kosten für die Bauteile deutlich erhöht. Beim »3D Fiber Print« werden generativ Verbundwerkstoffe gefertigt, indem Fasern in den Kunststoffstrang während des Fused Deposition Modeling eingebracht werden. Um Bauteile zu erzeugen, wird der Matrix-Faser-Verbund schichtweise aufgetragen. Der speziell entwickelte und zum Patent angemeldete Schmelzkopf des 3D Fiber Printers muss dazu im richtigen Verhältnis Endlosfaser und Matrix in eine Düse leiten und die Faser vollständig mit Kunststoff ummanteln. Die Ummantelung, die im Schmelzkopf stattfindet, ist konstitutiv, um eine bestmögliche Haftung zwischen der Faser und dem Kunststoff zu erzeugen. Als Achssystem für die Schmelzköpfe des 3D Fibre Print wird ein 6-Achs-Knickroboter eingesetzt. Neben seiner sehr guten Skalierbarkeit bietet der Roboter wegen seiner Bauteilgröße auch die Möglichkeit, andere Bauteile, Komponenten oder Halbzeuge in den 3D-gedruckten Faserkunststoffverbund zu integrieren.

Ausblick

Durch den 3D Fibre Print können automatisiert und formlos komplexe thermoplastische Faserkunststoffverbund-Bauteile aus Matrix und Endlosfaser ab Losgröße 1 hergestellt werden. Bereits entwickelt wurde ein zum Patent angemeldeter Druckkopf, der es dem Anwender ermöglicht, Fasern tatsächlich endlos und positionsgenau einzubringen. In Zukunft werden Fasern dort mitverbaut, wo eine Faserverstärkung zur Bauteilfunktionalität notwendig ist. Wo keine Fasern notwendig sind, wird nur mit Kunststoff aufgebaut. Mit dieser Entwicklung können ganz neue Bauteile und Anwendungsgebiete erschlossen werden.

Steve Rommel | Telefon +49 711 970-1821
steve.rommel@ipa.fraunhofer.de

LEICHTBAUTECHNOLOGIEN



Leichtbau ist eines der Trendthemen in der Luft- und Raumfahrt, im Automobilbau und in der Produktionstechnik im vergangenen Jahr und in den kommenden Dekaden. Die Gründe liegen in der guten Energie- und Ressourceneffizienz, die durch Leichtbauwerkstoffe, -strukturen und -technologien erreichbar sind.

Im Bereich der Herstellung von Leichtbauwerkstoffen, seien es Leichtmetalle, hochfeste Stähle oder Kunststoffe – mit und ohne Faserverstärkung, fanden in den letzten Jahren und sogar Jahrzehnten sehr viele Aktivitäten in der Industrie und in Forschungseinrichtungen statt. Dabei wurden die nachgeschalteten Prozesse vernachlässigt.

Da heute bereits verstärkt Absichten und Umsetzungen der Industrie vorliegen, Leichtbauwerkstoffe in der Großserie einzusetzen, müssen die vorliegenden Prozessketten geschlossen werden. Dies beginnt mit der Ur- und Umformung der Werkstoffe und erstreckt sich bis zur Endbearbeitung sowie der Montage und Qualitätsprüfung. Dabei müssen die Bereiche Produktionsumfeld, mögliche Gefährdungen sowie Energie und Ressourcen in der Produktion berücksichtigt werden.

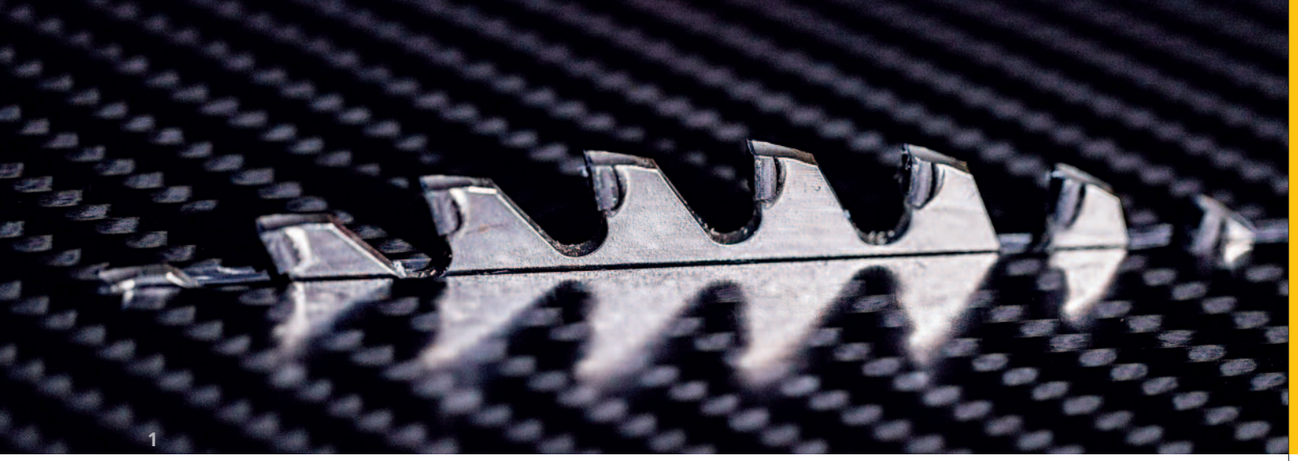
Um vor diesem Hintergrund den Handlungs- und Forschungsbereich rund um die Bearbeitungstechnik von Leichtbauwerkstoffen am Standort Stuttgart zu stärken, wurde am Fraunhofer IPA gemeinsam mit dem Institut für Werkzeugmaschinen IfW der Universität Stuttgart im Mai 2012 eine Abteilung für Leichtbautechnologien gegründet. Die neue Abteilung basiert auf den Grundlagen des Instituts für Werkzeugmaschinen IfW der Universität Stuttgart, das umfangreiche Kompetenzen in den Bereichen der Zerspanung und der Maschinentechnologie klassischer Metalle, Kunststoffe, Holzwerkstoffe und Verbundwerkstoffe besitzt.

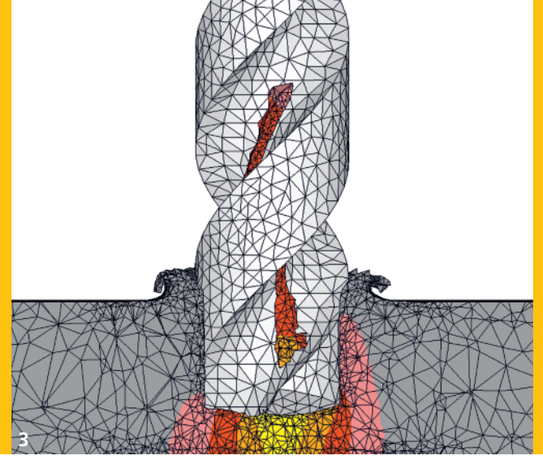
Die neu gegründete Abteilung am Fraunhofer IPA setzt ihre Schwerpunkte auf die Bearbeitung und Montage, auf Automatisierungsprozesse von Leichtbauwerkstoffen und den Einsatz von Leichtbauwerkstoffen und -strukturen im Umfeld der Produktionstechnik. Dabei ergänzt die Abteilung Leichtbautechnologien das Portfolio des Fraunhofer IPA um die spanende Prozesstechnologie und den Bereich der Werkzeugmaschinen im Produktionsumfeld. Aktuell wird neben der Entwicklung adaptiver, werkzeugnaher Späneerfassungskonzepte für CFK- und GFK-Verbundwerkstoffe an den tribologischen Eigenschaften der Schneiden sowie der Substratvorbehandlung von Zerspanungswerkzeugen geforscht. Zudem werden die Geometrien und Grundkörper weiterentwickelt und die Prozesse der Werkzeugherstellung simuliert. In einem umfangreichen, interdisziplinären Entwicklungsprojekt werden Bohr- und Nietstrategien sowie dazugehörige modulare Werkzeuge und Technologieplattformen konzipiert und umgesetzt. Ziel hierbei ist es, eine leichtbaugerechte Bohreinheit zur Bearbeitung von CFK-Strukturbauteilen zu realisieren.

Weiterhin werden Projekte rund um die Integration von Leichtbaustrukturen und -werkstoffen in die Produktionstechnik umgesetzt. Eine Reduktion der bewegten Massen in Maschinen und Fertigungseinrichtungen ermöglicht im Allgemeinen eine höhere Dynamik der Systeme, geringe Energieaufwendung beim Beschleunigen und Abbremsen von Maschinenschlitten, Spindeln, Spannfuttern und anderen Komponenten. Zusätzlich ergeben sich Möglichkeiten, die Ergonomie von Fertigungsmitteln zu verbessern und die Belastung des Menschen im Fertigungsumfeld bei der Handhabung schwerer Maschinen, Werkzeuge, Handhabungs- und Transportmittel zu verringern.

Neben diesen aktuellen Tätigkeitsbereichen werden künftig weitere Arbeitsfelder in der Abteilung Leichtbautechnologien realisiert. Dazu zählt insbesondere die Füge- und Verbindungstechnologie von Leichtbauwerkstoffen und deren Montage, das Recycling von Leichtbauwerkstoffen und Regenerativer Leichtbau.

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





BEARBEITUNGSTECHNOLOGIE

Keine andere Werkstoffgruppe wurde in den letzten Jahren so stark mit dem Thema Leichtbau in Verbindung gebracht wie die der faserverstärkten Kunststoffe (FVK). Diese Werkstoffe bestehen aus Glas- oder Kohlenstofffasern, eingebettet in eine Kunststoffmatrix. Die Variation der Bestandteile oder der Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren macht diesen Werkstoff äußerst vielseitig und ermöglicht es, sehr hohe mechanische Kennwerte zu erzielen.

Die spanende Bearbeitung dieser Werkstoffe stellt Maschinen, Schneidstoffe und Prozesse jedoch vor besondere Herausforderungen. Im Folgenden werden einige Aspekte vorgestellt, die derzeit Gegenstand der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in der Abteilung Leichtbautechnologien sind.

FVK-Bearbeitung

Durch den anhaltenden Trend zum Einsatz neuer Leichtbauwerkstoffe steigt die Nachfrage nach Werkzeugen zur spanenden Bearbeitung von FVK. Zum Besäumen, Entgraten, für die Kantenbearbeitung als auch für die Erzeugung von Aussparungen finden meist Fräswerkzeuge Anwendung; zur Vorbereitung von Verbindungsstellen werden häufig Bohrverfahren eingesetzt. Die hohe Abrasivität der FVK-Fasern bewirkt einen hohen Werkzeugverschleiß, was besondere Anforderungen an die Werkzeuge stellt.

Die Verwendung spezieller Werkstoffe und Beschichtungen für die Werkzeuge ermöglicht eine wirtschaftliche FVK-Zerspanung. Angepasste Zerspangrößen und FVK-optimierte Werkzeuggeometrien stellen sicher, dass Werkstückbeschädigungen in Form von Ausfransungen, Delamination oder temperaturbedingtem Aufschmelzen des Matrixwerkstoffs vermieden werden.

Beim Zerspanen kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe (Carbonfaserverstärkter Kunststoff – CFK) tritt im Bereich der Schneide neben erhöhtem Verschleiß auch teilweise Werkstoffübertrag auf. Um die Standzeit der Fräser zu erhöhen, werden überwiegend mit diamantähnlichem, amorphem Kohlenstoff (Diamond like Carbon – DLC) beschichtete Hartmetallwerkzeuge verwendet. Diese DLC-Beschichtung neigt allerdings durch ihre hohe Härte und die damit verbundene Sprödigkeit zu Rissbildungen. In Zusammenarbeit mit spezialisierten Industriepartnern wird zur Zeit nach neuartigen Beschichtungen geforscht, welche Anhaftungen und die daraus resultierende Instabilität des Bearbeitungsprozesses vermeiden sollen.

In die ganzheitliche Verbesserung der Bearbeitungsprozesse werden neben den Werkzeugen auch die Werkstücke miteinbezogen. Neben den für die Bauteilstabilität maßgeblichen Aufspannbedingungen werden Maßnahmen am Werkstück ergriffen, um die CFK-typischen Schadensbilder wie Delamination, Ausfransungen und Ausbrüche zu verhindern.

Kühlung und Schmierung

Ein weiterer Gegenstand der aktuellen Forschungsarbeiten ist der Einsatz von Kühl- und Schmiermitteln bei der Bearbeitung von FVK. Hierdurch kann im Allgemeinen die Bearbeitungsqualität verbessert und die Werkzeugstandzeit verlängert werden. Aus diesem Grund arbeiten einige Maschinen zur FVK-Bauteilherstellung nass. Vorteile der Überflutungskühlung sind die Bindung der entstehenden Stäube im Prozess. Ein Kompromiss zwischen Trockenbearbeitung und Überflutung stellt die Minimalmengenschmierung dar, mit welcher in der Metallbearbeitung bereits gearbeitet wird. Ausschlaggebend für eine Trockenbearbeitung sind Unklarheiten im Bereich der Wirkung des Kühlmittels auf die Werkstoffe. Viele Forschungsthemen befassen sich deshalb mit dem Thema der Nassbearbeitung von FVK. Im Vordergrund stehen dabei die Wirkung des Kühlmittels auf die Festigkeit und das Langzeitverhalten von FVK-Bauteilen sowie die Wirtschaftlichkeit der Bearbeitung im Hinblick auf Qualität, Prozessdauer und Werkzeugstandzeit.

Bearbeitungssimulation

Die Vielfalt an Leichtbauwerkstoffen, insbesondere an aus faserverstärkten Kunststoffen und Metallen bestehenden so genannten hybriden Werkstoffen, ist enorm. Ein Instrument, diese Vielfalt in der Werkzeug- und Prozessauslegung zu beherrschen, ist die Simulation der Zerspanungsprozesse. Die Abteilung Leichtbautechnologien verfolgt zwei unterschiedliche Modellierungsansätze: Der erste Ansatz stellt die Implementierung eines homogenen Materialmodells für ein Werkstück mit spezifischen anisotropen Eigenschaften dar, welches unter dem Einfluss eines Zerspanungsprozesses steht. Der zweite Ansatz besteht in einer Konstruktion von mehreren miteinander verbundenen Körpern und zugehörigen Materialmodellen. Zusätzlich müssen Versagensmodelle implementiert werden.

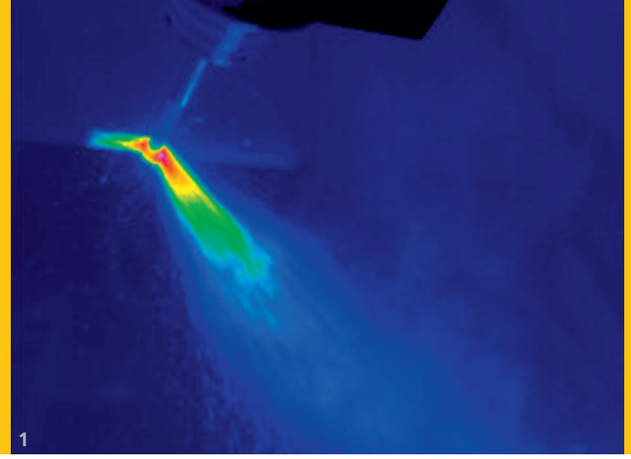
Die Auswahl des Modellierungsansatzes hängt von der jeweiligen Zielsetzung der Untersuchung ab. Da die Interaktion von mehreren Körpern die Spanbildung und Temperaturentwicklung beeinflusst, ist diese realistischere Modellkonstruktion von Vorteil. Zeit- und Konstruktionsaufwand sind hierbei jedoch höher. Bei der Modellierung eines homogenen Materials mit anisotropen Eigenschaften kann eine schnellere und günstigere Analyse der entstandenen Prozesskräfte durchgeführt werden. Begleitet werden die simulativen Untersuchungen durch experimentelle Versuche, sodass für die Auftraggeber durch die Zerspanungssimulationen erhebliche Einsparungen in der Entwicklung von neuen Werkzeugen und Prozessen in Bezug auf die Material- und Herstellkosten für Versuchswerkzeuge und Vorserien entstehen.

Thermoplastische FVK

Ein besonderes Augenmerk bei der Entwicklung von Prozessen und Werkzeugen wird auf ihre Anwendbarkeit für thermoplastische FVK gelegt. In der Automobilindustrie muss eine starke Verkürzung der Zykluszeiten erfolgen, um faserverstärkte Kunststoffe wettbewerbsfähig zu machen. Hier entsteht ein wachsender Bedarf an thermoplastischen FVK. Bisher beschränkte sich die Verwendung von kurz- oder langfaserverstärkten Systemen auf Pressverfahren oder den Spritzguss. Die Kombination dieser Verfahren mit endlosverstärkten Halbzeugen oder die Herstellung von thermoplastischen Bauteilen mit Hilfe von Injektionsverfahren machen die Anwendungen von zumindest lokal endlosverstärkten Faserverbundbauteilen möglich. Dabei zeigen diese Systeme im Hinblick auf die mechanische Zerspanung grundsätzlich vergleichbare Schadensmuster wie duroplastische Verbunde. Jedoch ergeben sich durch die höhere Zähigkeit, durch die geringeren Taktzeiten in der Produktion und die niedrigere Temperaturfestigkeit sowie die größere Vielfalt an Faser-Matrix-Kombinationen zusätzliche Probleme für die Bearbeitung, die gelöst werden müssen.

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

1 *CFK-Bearbeitung mittels Kreissäge.*
2 *Rauheitsmessung an einem gesägten Polyurethan-Werkstück.*
3 *Simulation des Bohrprozesses.*



1

MASCHINENTECHNOLOGIE

Aufgrund der stark unterschiedlichen Materialeigenschaften im Feld der Leichtbauwerkstoffe – von FVK über metallische Werkstoffe bis hin zu hybriden Werkstoffen – zeigt das Verhalten dieser Werkstoffe bei der Bearbeitung deutliche Unterschiede. Aus diesem Grund ist es notwendig, sowohl die Werkzeugmaschinen und Werkzeuge als auch die nötigen Peripheriegeräte anzupassen. Hierzu zählen neben einem geeigneten Schmiersystem auch ein an das jeweilige Werkstück angepasste Einspannsystem und eine besondere Absauganlage. Angesichts des Gefährdungspotenzials für Mensch und Maschine durch die bei der FVK-Zerspanung entstehenden Stäube, wurden neue Absaugstrategien entwickelt. Darüber hinaus wurden Versuche zur ultraschallunterstützen Bearbeitung durchgeführt, um über die Reduktion der Bearbeitungskräfte, des Werkzeugverschleißes und die Steigerung der Bearbeitungsqualität Erkenntnisse zu gewinnen.

Absaugung

Bei der FVK-Zerspanung werden neue Anforderungen an die Abfuhr der Späne gestellt. Dies ist vor allem den spezifischen Eigenschaften der Fasern geschuldet: Durch die stark abrasiven Faserstäube verschleißen z. B. die Führungen und Lager in den Bearbeitungsmaschinen wesentlich schneller. Für alle elektrischen Baugruppen stellen insbesondere die elektrisch leitfähigen CFK-Stäube ein Risiko dar. Zudem sind die Auswirkungen solcher Stäube auf den menschlichen Körper noch nicht in vollem Umfang bekannt.

Die Beispiele zeigen, wie wichtig eine möglichst vollständige Späneabsaugung bei der FVK-Zerspanung ist. Zwei Verfahren sind dafür herkömmlicherweise vorgesehen: Einmal eine globale Absaugung – sie umfasst meistens den weitläufigen Arbeitsbereich rund um die Bearbeitungsspindel, benötigt jedoch leistungsstarke Absaugaggregate, die bis zu 45 Prozent der Gesamtprozessenergie verbrauchen. Zum anderen lokale, werkzeugnahe Absaugvorrichtungen mit kleineren Absaugaggregaten. Diese sind jedoch oftmals nicht ausreichend flexibel und erweitern die Störkontur von Spindel und Werkzeug.

Einen neuartigen Ansatz verfolgen adaptive Absaugvorrichtungen, die sich den Eingriffsverhältnissen während der Zerspanung anpassen. Die Abteilung für Leichtbautechnologien hat einen Prototyp einer adaptiven Absaugvorrichtung entwickelt, der die Position und Richtung des auftretenden Spänestrahls am Werkzeug detektiert und das Erfassungselement kollisionsfrei zum Spänestrahl positioniert. Das System vereint die Vorteile globaler und lokaler Absaugung, indem es bei niedrigem Energieverbrauch optimale Partikelerfassungsgrade aufweist und eine Kollision mit der Maschine oder dem Werkstück ausschließt. Die Absaugvorrichtung und das zugehörige Verfahren der Detektion und Positionierung wurden patentiert.

Zur adaptiven Absaubanlage gehört neben dem Erfassungsgerät des Spänestrahls auch eine an die Luftströmungen und Partikelauswurfrichtung angepasste Absaughaube. Deren Absauggeometrie optimieren FEM-Tools zur Strömungssimulation schon in der Konstruktionsphase, um eine nachträgliche, iterative Anpassung in der Prototyp-Phase zu vermeiden. In anschließenden Untersuchungen wird die Absauggeometrie der Anlage für die beteiligten Industriepartner verifiziert.

Christoph Birenbaum | Telefon +49 711 970-1536
christoph.birenbaum@ipa.fraunhofer.de

1 *Thermographische Aufnahme der Fräsbearbeitung eines FVK-Werkstoffs.*

1

FERTIGUNGSMITTEL

Die Massenreduktion im Maschinen- und Anlagenbau führt nicht nur zu Energieeinsparungen, sondern darüber hinaus zu besseren dynamischen Verhältnissen wie beispielsweise höheren möglichen Beschleunigungen und niedrigeren Antriebsleistungen. Damit lassen sich die Taktzeiten bei gleichzeitig reduziertem Energiebedarf verkürzen, folglich steigt die Produktivität der Maschine bzw. der Anlage. Außerdem ergeben sich mit Leichtbauwerkstoffen Möglichkeiten, Betriebsmittel und Handhabungsgeräte leichter und damit ergonomischer zu gestalten.

Konstruktion mit Leichtbauwerkstoffen

Werden FVK-Bauteile in Fertigungsmitteln eingesetzt, müssen die Konstruktionen – wie zum Beispiel auch im Automobilbau – an die besonderen Eigenschaften dieser Werkstoffe angepasst werden. Faserverbunde weisen meistens eine ausgeprägte Anisotropie auf, die durch die Anordnung der Fasern verursacht wird. Daher müssen bei jedem FVK-Aufbau von hochbeanspruchten Bauteilen die Art und Orientierung der Fasern, die Art der Matrix, das Verhältnis von Faser zu Matrix sowie die Art und die Orientierung der Schichtfolgen definiert werden. Nur so kann das Bauteil an seine Anforderungen angepasst werden. Die Belastungsarten jedes FVK-Strukturbereichs müssen in Größe und Richtung bekannt sein, um das Bauteil in Tragwerkelemente auflösen zu können und die richtigen Krafteinleitungslösungen wie eingebettete metallische Inserts oder Schlaufen zu bestimmen. Der anisotrope inhomogene Wandaufbau erfordert außerdem eine besondere Aufmerksamkeit bei der Auslegung von Wandstärken, Versteifungen und Fügestellen.

Die Abteilung Leichtbautechnologien verwendet zur Berechnung von FVK-Bauteilen neueste FEM-Programme. So können Bauteile unter Einbeziehung, beispielsweise der Werkstoffkenngrößen, der Schichtdicken oder der Faserorientierung, ausgelegt werden. Nach erfolgter Berechnung lässt sich das Bauteil nach verschiedenen Versagenskriterien bewerten und kritische Bereiche können identifiziert werden.

Leichtbau in Bearbeitungsmaschinen

Bewegte Komponenten aus Stahl- und Gusswerkstoffen in Bearbeitungsmaschinen sind teilweise zu schwer. Durch die Verwendung von FVK können Leichtbaulösungen realisiert werden, die in Bezug auf ihr statisches, dynamisches und thermisches Verhalten Vorteile bieten. Bei der Verwendung des Werkstoffs CFK ist zudem eine höhere Thermostabilität erreichbar, da dessen Wärmeausdehnung deutlich geringer als die von Stahlwerkstoffen ist. Die Folge ist eine Steigerung von Maschinengenauigkeit und Bearbeitungsqualität.

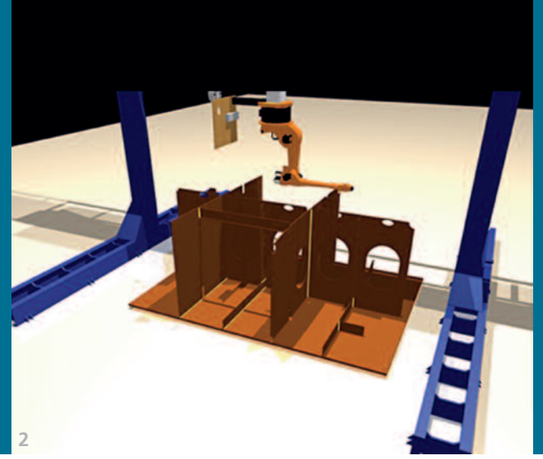
Topologieoptimierung bei generativ gefertigten Leichtbauteilen

In enger Kooperation mit der Abteilung Generative Verfahren und Digitale Drucktechnologie treibt die Abteilung Leichtbautechnologien Leichtbau weiter voran. Für Fertigungsmittel, die ergonomisch verbessert werden sollen, werden rechnerbasierte Auslegungs- und Optimierungsprogramme eingesetzt. Aus Festigkeitsberechnungen im Zusammenwirken mit einer Topologieoptimierung können gewichtsoptimierte Bauteile entworfen werden. Die Möglichkeiten der generativen Fertigung erlauben eine genaue Umsetzung der entworfenen Bauteile. Auf Beschränkungen der konventionellen Fertigungstechnik muss somit keine Rücksicht genommen werden; so entstehen neue leichtere Bauteile. Auf diese Weise werden auch im Montagebetrieb ergonomische Vorteile erreicht.

Christoph Birenbaum | Telefon +49 711 970-1536
christoph.birenbaum@ipa.fraunhofer.de

1 *Sandwichplatten mit CFK- (oben) und GFK-Deckschichten (unten).*

FRAUNHOFER-ANWENDUNGSZENTRUM FÜR GROSSSTRUKTUREN IN DER PRODUKTIONSTECHNIK AGP, ROSTOCK



ENTWICKLUNGSTEAM »ORGANISATIONSTECHNIK«

Die Produktion von Großstrukturen ist gekennzeichnet durch eine Überlagerung verschiedener Organisationstypen in einem Unternehmen. Während man in der Teile- und Paneel-Fertigung ohne Einschränkungen von einer Fließfertigung sprechen kann, gehen die Organisationstypen im weiteren Wertschöpfungsprozess von der Gruppenfertigung in eine Baustellenfertigung über.

Es ist deshalb nicht möglich, bekannte Lösungen, z. B. aus dem Maschinen- oder Fahrzeugbau, ohne weiteres auf die Organisation in der Produktion von Großstrukturen zu übertragen. Abhängig vom Mechanisierungsgrad ergeben sich eine Vielzahl verschiedener Ansätze, die meist für jedes Unternehmen spezifisch sind.

Die Organisationstechnik ist somit eine wichtige Säule, ohne die eine effiziente Produktion von Großstrukturen nicht beherrscht werden kann. Folgerichtig beschäftigt sich am Fraunhofer AGP ein Entwicklungsteam von sechs wissenschaftlichen Mitarbeitern mit organisatorischen Fragestellungen, die in vielen Fällen auch noch mit Fertigungstechnologien und der Automatisierungstechnik durchmischt sind. Wir engagieren uns besonders darin, mit unseren Kunden einen ganzheitlichen Ansatz zu entwickeln, und haben uns mit den drei Hauptabteilungen Fertigung, Automatisierung und Organisation entsprechend aufgestellt.

Arbeitsschwerpunkte

Die folgenden Themen bilden die Schwerpunkte des Entwicklungsteams »Organisationstechnik«:

- Neuplanung von Produktionseinrichtungen
- Benchmarking und Ableitung von Maßnahmen zur Optimierung der Fertigungsabläufe
- Montagegerechte Produktgestaltung, Planung und Simulation von Fertigungs- und Montageabläufen
- Optimierung der Materialflüsse und Entwicklung komplexer Logistikprozesse

Die Werkzeuge und Methoden der digitalen Fabrik werden seit einigen Jahren dort, wo es sinnvoll ist, mit VR-Technik kombiniert, um den Kunden neue technische Lösungen anschaulich präsentieren zu können.

Anwendung und Nutzen der Virtuellen Realität

Um die Zusammenarbeit mit den Kunden kollaborativer zu gestalten, verfügt das Fraunhofer AGP über ein VR-Labor. Der 50 m² große Raum ist mit einer passiven Powerwall ausgestattet, die dem Betrachter einen immersiven Effekt des Gezeigten erlaubt.

So kann Layoutplanung nicht mehr nur am Bildschirm betrachtet, sondern mit dem Kunden begangen werden. Hierzu wird ein 3D-Modell der Produktionsstätte über ein Rechencluster in Echtzeit gerendert und der aktuelle Betrachtungswinkel dargestellt. Der Betrachter hat das Gefühl, in »seiner« Produktionsstätte zu stehen.

Erstmalige Anwendung fand das installierte VR-System bei der Layoutplanung einer Werft. Hier wurde mit den zuvor ausgeführten Fertigungs- und Materialflusssimulationen eine optimale Anordnung der Betriebsmittel erarbeitet. Diese sind anschließend dreidimensional abgebildet und auf der Powerwall dargestellt worden. Zwischenzeitlich konnten noch zwei weitere vergleichbare Werftplanungsprojekte durchgeführt und die vorhandene Bibliothek von Fertigungseinrichtungen für Werften wesentlich erweitert werden.

Vorteil der Powerwall ist die immersive Darstellung der gesamten Produktionsstätte, die von verschiedenen Experten gleichzeitig betrachtet und analysiert werden kann. So können Änderungen aufgrund sicherheits- oder bautechnischer Vorgaben kollaborativ und zeiteffizient vorgenommen werden. Hierfür besteht die Möglichkeit, einzelne Betriebsmittel innerhalb einer Produktionshalle zu verschieben. Um auch größere Expertengespräche zu ermöglichen, kann das VR-Labor für bis zu zwölf Personen bestuhlt werden.

Der Gang durch eine virtuelle Werft ist gerade auch bei den AGP-Studenten eine besonders beliebte Übung. Gemeinsam diskutieren sie das, was sie gerade sehen und überlegen, ob und wie man das Layout noch weiter verbessern könnte.

Es werden auch Bausteine für die Virtuelle Realität entwickelt. So wird in einem aktuellen Forschungsprojekt die Funktionalität von 3D-messenden Sensoren als Sichtfeldanalyse in einer Simulationssoftware für die virtuelle Inbetriebnahme abgebildet. Hierdurch sollen die Inbetriebnahmezeiten von Anlagen reduziert, Produktionsfehler frühzeitig erkannt sowie die Pose der Sensoren innerhalb der Fertigungseinrichtung abgesichert werden.

Außerdem wird auch eine intuitive Steuerung für Bewegungen in der virtuellen Welt weiter entwickelt. So konnte über ein markerloses Tracking-System eine gestenbasierte Steuerung für die Bedienung der im VR-Labor verwendeten Software »Instant Reality®« in Betrieb genommen werden. Wir benötigen diese Funktionalitäten, um ausgewählte Montageprozesse in einer Fließfertigung von Segelyachten schon im Entwurfsprozess optimieren zu können.

Ausblick

Zukünftig wird die Integration von markerbasierten und markerlosen Tracking-Systemen das vorhandene VR-System erweitern. Hiermit versetzt sich das Entwicklungsteam in die Lage, Ergonomiesimulationen und Einbauuntersuchungen (Kollisionsuntersuchungen) durchzuführen. Konventionelle Prototypen können so durch kostengünstige digitale Mock-ups ersetzt werden. Dies ist gerade bei Großstrukturen von besonderer Bedeutung.

Die bisher am Fraunhofer AGP entwickelten webbasierten Lösungen für die Wartung technischer Systeme sowie zu Ausbildungszwecke sollen zukünftig mit der Realität überlagert werden, sodass das Entwicklungsteam auch im Bereich »Mixed Reality« Lösungen für seine Kunden anbieten kann.

Prof. Dr.-Ing. Martin-Christoph Wanner
Fraunhofer AGP | Telefon +49 381 49682-10
www.hro.ipa.fraunhofer.de

1 *Kollaborative Zusammenarbeit von Projektpartnern während der Layoutplanung vor der Powerwall am Fraunhofer AGP.*
2 *Kollisionsuntersuchungen und Sichtfeldanalysen beim Schweißen von schiffbaulichen Großstrukturen.*

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

Die Fraunhofer Austria Research GmbH blickt auf ein erfolgreiches Geschäftsjahr 2012 zurück: Der jährliche Betriebshaushalt wuchs von 2,37 Millionen Euro im Jahr 2011 um sechs Prozent auf 2,52 Millionen Euro. Dieser teilte sich auf den Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement mit 2,03 Millionen Euro oder 81 Prozent und den Geschäftsbereich Visual Computing mit 486 000 Euro und damit 19 Prozent auf.

Der Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement arbeitet seit der Gründung durch das Fraunhofer IPA im Jahr 2004 unter der Leitung von Prof. Wilfried Sihn und Dr. Daniel Palm in Kooperation mit der Technischen Universität Wien. 31 wissenschaftliche Mitarbeiter der Fraunhofer Austria Research beschäftigen sich unter dem Leitthema »ganzheitliche Lösungen in Produktion und Logistik« mit der Fragestellung, wie Exzellenz im Operationsmanagement durch ganzheitliche Lösungen erreicht werden kann.

Es werden Lösungen und Methoden erforscht, die Antworten auf die Produktionsstrategien der Zukunft für Industrieunternehmen in Hochlohnländern liefern. Wie sieht ein optimaler Auftragsabwicklungsprozess, wie das integrierte Zusammenspiel von Planung, Produktion und Logistik aus? Wie kann Produktion am Standort Europa und Österreich gehalten werden? Wie ist das Zusammenspiel mit anderen Standorten, mit Lieferanten zu gestalten? Wie können Fabriken und Produktionssysteme wandlungsfähig, schlank, flexibel, ressourceneffizient, adäquat automatisiert, altersgerecht, kundenorientiert, serviceorientiert und vernetzt sein? Wie wirken sich Mobilitätskonzepte der Zukunft auf Industrieunternehmen aus?

Die Lösungen und Forschungs- sowie Beratungsleistungen von Fraunhofer Austria sind anwendungsorientiert, ohne aber den wissenschaftlichen Fokus aus den Augen zu verlieren. Wir unterstützen Unternehmen bei der Bewältigung aktueller Probleme, einer Fabrikneuplanung oder der Reduzierung von Durchlaufzeiten sowie bei der strategischen Ausrichtung im Bereich des Technologiemanagements oder der Produktionsentwicklung. Folgende Projekte wurden im Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement 2012 unter anderem bearbeitet:

- CCM-Ansatz zur Nutzung der Unternehmensintelligenz
  Mit dem »Corporate Capability Managements« hat Fraunhofer Austria ein ganzheitliches Konzept entwickelt, mit dem die »kollektive Intelligenz« eines Unternehmens besser genutzt werden kann. Kern ist ein integriertes und abgestimmtes Methodenset zur Aktivierung aller Potenziale eines Unternehmens, die bislang mit Programmen wie KVP oder dem betrieblichen Vorschlagswesen nur teilweise erschlossen werden konnten.
- Forschungsprojekte im Supply-Chain-Bereich
  Die Auswirkungen auf den Auftragsabwicklungsprozess und die Supply Chain untersuchen zwei aktuelle Projekte: »PHOCAM« betrachtet Veränderungen durch generative Fertigungsverfahren (3D-Drucker) im industriellen Umfeld. Im EU-Projekt »NEWS« entsteht ein neues Konstruktionsprinzip eines Container-Binnenschiffs und ein darauf abgestimmtes Transport- und Warenumschlagskonzept für den Donauraum.
- Projekte in Produktion und Logistik
  Im Projekt »KoKa« entsteht ein Entscheidungsunterstützungs-System zur kostenoptimalen Kapazitätsanpassung im Unternehmen. Dazu werden Flexibilisierungsmaßnahmen identifiziert und bewertet, um danach mit einem Optimierungsalgorithmus das kostenoptimale Kapazitätsangebot auf der langfristigen Planungsebene zu ermitteln. Auch die Kurzfristplanung wird unterstützt, indem ein Sequenzer, basierend auf den zuvor ermittelten Kapazitätsangeboten, die optimale Produktionsreihenfolge unter Berücksichtigung der gegebenen Flexibilitäten ermittelt. Die Integration der Planungsbereiche Produktion und Logistik verfolgt dagegen das Projekt »i-plan PL«, indem es Tools zur logistikgerechten Optimierung der Produktionsplanung bei Serienfertigern entwickelt.

Schwerpunkt ganzheitliche Produktionsbewertung

Eine der Kernkompetenzen von Fraunhofer Austria liegt in der ganzheitlichen Produktionsbewertung von Unternehmen. Diese werden dabei entlang der gesamten internen Wertschöpfungskette evaluiert. Untersucht werden Logistik, Produktion und ihre angrenzenden Bereiche hinsichtlich Effizienz- und Produktivitätskriterien. Kundenorientierung, Flexibilität, Kosten und Innovation sind die Zielsetzungen, die Unternehmen erreichen wollen und die im Rahmen der Fraunhofer Austria Produktionsbewertung im Fokus stehen. Die Kernfrage ist, wie die Wertschöpfung am Standort betrieben wird und mit welchen Maßnahmen die Zielsetzungen und Herausforderungen der Zukunft bestmöglich unterstützt werden können.

Gesamtdiagnose als Ziel der Unternehmensbewertung
Das ganzheitliche Konzept der Analyse schafft Transparenz über Schwachstellen und Optimierungsmöglichkeiten durch eine Gesamtdiagnose. Damit wird sichergestellt, dass nicht nur lokale Probleme gelöst werden, was die Symptome auf andere Unternehmensbereiche verschieben oder diese nicht effizient bekämpfen würde. So können beispielsweise hohe Bestände vielfältige Ursachen haben – von unpassenden Produktionsplanungs- und Steuerungsprinzipien über Engpassmaschinen, ein mangelndes Lean-Verständnis bei den Mitarbeitern, schlechte Produktmodularisierung bis hin zu unabgestimmten Prozessen. Optimierungsmaßnahmen mögen zwar lokal erfolgreich sein, aber das eigentliche Ziel einer Optimierung sollte die Verbesserung des Gesamtsystems im Fokus haben.

Die Produktionsbewertung umfasst daher eine erste Analyse in Form eines Quick-Checks, die Gesamtzusammenhänge erkennt, Schwachstellen, Potenziale und Handlungsfelder identifiziert und eine ganzheitliche Verbesserung ermöglicht. Darauf aufbauend können zielgerichtet und effizient Optimierungsprojekte aufgesetzt werden. Somit wird gewährleistet, dass die effizientesten Maßnahmen gewählt werden, um Verbesserungen im Auftragsabwicklungsprozess zu realisieren.

»Fabrik des Jahres«-Wettbewerb
Praxiserprobt ist die ganzheitliche Analyse im seit drei Jahren durchgeführten Wettbewerb »Fabrik des Jahres« in Österreich, den Fraunhofer Austria gemeinsam mit dem »Industriemagazin«, Österreichs führendem Leitmedium für die produzierende Wirtschaft sowie deren Dienstleister, veranstaltet. Den Titel der »effizientesten Produktion Österreichs« bekamen dabei in der Vergangenheit Unternehmen wie BMW, Trumpf oder Flextronics, deren Standorte in Österreich diesem ganzheitlichen Anspruch eines optimalen Zusammenspiels aller an der Wertschöpfung beteiligten Bereiche gerecht werden.

Die Unternehmen werden im Wettbewerb an einem Tag einer verkürzten Form der Produktionsbewertung in folgenden Bereichen unterzogen:

- Produktion
- Technologie
- Auftragsmanagement und PPS
- Bestands- und Beschaffungsmanagement
- Lieferantenmanagement
- Transport und Lager
- Kundenorientierung
- Kennzahlen-/Managementsysteme
- Energie- und Umweltmanagement

Dr.-Ing. Wilfried Sihn | Telefon: +43 1 58801-33041
wilfried.sihn@fraunhofer.at
www.fraunhofer.at

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

Schon seit Längerem zeichnet sich ab, dass sich der Fokus der wirtschaftlichen Welt immer mehr von den USA oder Europa hin zum Wachstumsmarkt Asien wendet. Für den vitalen Wirtschafts- und Forschungsstandort Deutschland sind Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und Industriepartnern dort wichtig. Dabei spielt Japan in der Forschung eine bedeutende Rolle – nicht nur für Deutschland, sondern besonders auch für das Fraunhofer IPA.

Es erscheint daher wenig verwunderlich, dass das Fraunhofer IPA seine Partnerschaft mit Japan im Jahr 2011 vertieft hat und das Fraunhofer Office for Process Engineering of Functional Materials and Robotics OPER mit Sitz in Osaka gegründet hat, um ein exzellentes Netzwerk mit japanischen Forschern und Kunden aufzubauen. Zudem soll für das Fraunhofer-Modell als international wettbewerbsfähiges System, für einen erfolgreichen Technologietransfer mit dem Fraunhofer IPA und um neue Kundenschichten aus Politik, Industrie und Wissenschaft geworben werden. Das Fraunhofer OPER wurde am 14. März 2011 geöffnet und soll durch seine Besetzung globale und interkulturelle Hürden überwinden sowie die deutsch-japanische Forschung und Entwicklung vorantreiben.

Osaka wurde dabei als Standort ausgewählt, weil die Stadt die speziellen Anforderungen des Fraunhofer IPA erfüllt. Dort haben die Branchen ihren Sitz, die für die anwendungsnahe Forschung des Fraunhofer IPA auf den Gebieten Batterietechnologien, Photovoltaik, Robotersysteme, Gesundheitswesen und Medizintechnik von besonderem Interesse sind. Die Region Kansai zählt mit ihrem Zentrum Osaka zu den wichtigsten Technologiezentren Japans und erwirtschaftet mit rund 21 Millionen Einwohnern ein Bruttoregionalprodukt von über US$ 824 Milliarden. Kansai verfügt über eine sehr hohe Industriedichte. Dazu gehören Unternehmen wie Hitachi, Funai, Panasonic, Sanyo, Sharp, Panasonic und Kyocera sowie eine große Anzahl an Mittelständlern.

Die Anfänge von OPER waren durch die Vorstellungen von FuE-Ergebnissen geprägt – besonders in den Bereichen Materialien- und Anwendungsentwicklung mit nanoskaligem Kohlenstoff (Carbon Nanotubes; CNT) wie z. B. transparente, elektrischleitfähige Schichten sowie Metallkomposite für Leichtbau. Für Smartphones stellen diese Schichten eine Alternative zur ITO-Technologie dar, das auf seltenen Metallen basiert. Auch in der Automobilindustrie liegen die Vorteile der leichten Materialien aus Kohlenstoff auf der Hand. Beim Automobil wird Gewicht eingespart, was zu Energieeffizienz und weniger CO_2-Emmision führt. Aufgrund des großen Zukunftspotenzials dieser Themen konnte OPER bereits zahlreiche neue Kontakte zu japanischen Unternehmen aufnehmen.

Im Jahr 2012 wurde unter Mitwirkung des Fraunhofer OPER ein Memorandum of Understanding zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und dem National Institute of Advanced Industrial Science and Technology AIST Kansai unterschrieben. Das Schriftstück erklärt, die Forschungskooperationen zwischen beiden Ländern zu intensivieren und die internationale Wettbewerbsfähigkeit und den Fortschritt der Industrieforschung zu sichern.

Erstes Ergebnis beidseitiger Bemühung bestand Ende 2012 in einem gemeinsamen Forschungsprojekt. Für die Nanotechnologie-Leitmesse Nanotech 2013 in Tokio wurde eine Pipette bzw. eine Mikropumpe entwickelt, die mit lediglich 2 Volt betrieben wird. Die Mikropumpe dosiert automatisiert geringe Mengen an Flüssigkeit und soll in Bereichen wie der Medizintechnik Verwendung finden. CNT-Aktuatoren ermöglichen diese Anwendung. Sie können mit sehr niedriger Spannung betrieben werden und elektrische in mechanische Energie umwandeln.

Das Fraunhofer OPER konnte 2012 zudem die »Marke Fraunhofer IPA« in Japan stärker profilieren. Das Büro lud deutsche Wissenschaftler als Referenten zu renommierten Seminaren und Konferenzen nach Japan ein. IPA-Themen wie z. B. die CNT- und Graphenforschung konnten dadurch in Japan bekannter gemacht und gefördert werden.

Ins Jahr 2012 fällt auch der Umzug des Fraunhofer OPER in größere Räumlichkeiten: In einem neu eingerichteten »Showroom« können deutsche Unternehmen ihre Produkte und Dienstleistungen in Japan professionell vor Ort betreuen und anschaulich präsentieren lassen.

2013 werden die Kooperationen zwischen AIST und Fraunhofer IPA weiter intensiviert. Die Partner planen ein deutsch-japanisches Cluster für angewandte Nanotechnologie.

Wirtschaftsdaten Kansai

	Kansai	% of Japan
Area (2004)	41268 km²	10,9 %
Population (2005)	24,15 Mio.	19,0 %
GDP (2003)	860 Mrd. US$	18,6 %
Industrial % (2004)	674 Mrd. US$	17,3 %
Private (2004)	240 Mrd. US$	18,7 %
Loans (2006)	603 Mrd. US$	17,9 %
Export 2006)	15,2 Bio. Yen	20,3 %
Import (2006)	12,1 Bio. Yen	18,0 %

Nao Tomita | Phone +81 50 5539 0310
tomita@fraunhofer.jp

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

www.oper.fraunhofer.jp

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

1

Die Fraunhofer-Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB an der Medizinischen Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg wurde vom Land Baden-Württemberg und der Fraunhofer-Gesellschaft im Jahr 2012 eingerichtet, um Automatisierungspotenziale in der Medizin und Biotechnologie zu erschließen. Sie ist die erste bekannte Einrichtung mit diesem Schwerpunkt, die unmittelbar in einer klinisch-universitären Umgebung auf dem Gebiet der Automatisierung forscht und Entwicklungsdienstleistungen anbietet.

»Spritze trifft Schraubenzieher«

Auf den ersten Blick scheinen Welten zwischen Automatisierungstechnik und Medizin zu liegen. Doch das täuscht: Automatisierungstechnik überwindet in der Diagnostik und Intervention mit Hilfe neuer Instrumentensysteme die Grenzen des manuell Machbaren – und das keineswegs nur mit Robotern und Manipulatoren. Vielmehr ermöglichen neue Technologien intelligente, selbstregelnde Implantate »von Kopf bis Fuß«.

Automatisierungstechnik für die Medizin und Biotechnologie bedeutet meist Integration von unterschiedlichen Technologien zu einem System. Wir schöpfen aus der langjährigen Erfahrung in der industriellen Automatisierungstechnik und der Entwicklung von Geräten, Instrumenten und Software am Fraunhofer IPA. Seit der Gründung von Fraunhofer PAMB können wir diese Kompetenzen sowohl um das medizinische und biotechnische Fachwissen als auch um die klinische Evaluierung mit unseren Partnern in Mannheim erweitern.

Im Dialog mit unseren »Nachbarn« am Klinikum Mannheim entstehen bei jedem Treffen neue Ideen für den Einsatz von Automatisierungstechnik im Interventionsraum oder im klinischen Umfeld. Auf diese Weise entstehen nicht nur Produktideen, sondern auch Produkte, die sämtliche strengen Vorschriften erfüllen. Fraunhofer PAMB entwickelt mit Spezialisten aus unterschiedlichen Fachgebieten Automatisierungslösungen für Geräte und Instrumente sowie Prozesse für Diagnose und Intervention.

Als Partner im Cluster Medizintechnologie der Stadt Mannheim verfügen wir über optimale Netzwerke auch weit über die Grenzen von Mannheim hinaus. In Mannheim besitzt die Branche über 7 000 Arbeitsplätze und bildet mit den rund 14 000 Arbeitsplätzen in der Pharmaindustrie eine der größten Branchen. Unsere Kunden und Partner profitieren von dieser optimalen Mischung aus Innovationen und deren Umsetzung auf dem Gebiet der Medizin und Biotechnologie.

Instrumente und Assistenzsysteme für Arzt und Patient

Die Anforderungen an moderne Instrumente wachsen ständig. Diese sollen noch schonendere Eingriffe, automatisierte Interventionen auf zell- oder sogar molekularer Ebene, aber auch die Entlastung und die Sicherheit von Arzt und Patient garantieren. Aus dem einfachen Instrument wird in Zukunft ein System.

Fraunhofer PAMB entwickelt (mikro-)mechatronische Instrumente, die sich vom Operateur über eine ergonomische Eingabeschnittstelle bedienen lassen und ein feinfühliges und präzises Operieren ermöglichen.

Optische Messsysteme für Intervention, Diagnostik und Produktion

Die optische Messtechnik eröffnet den Weg für die Identifizierung und Klassifizierung von Gewebe während des Eingriffs. Auch bei der Herstellung neuer biotechnischer Diagnostika und Therapeutika spielt die Messtechnik eine entscheidende Rolle – z. B. für die »In-vivo-Diagnostik«, die in Zukunft unmittelbar und personalisiert im Interventionsraum erfolgen können. Als Fraunhofer PAMB entwickeln wir neue Messverfahren.

Individualisierte Produktionssysteme im Operationsraum

Im Zug einer personalisierten Medizin werden zunehmend Behandlungsverfahren auf Basis einer personalisierten Diagnostik individualisiert festgelegt. Die dafür notwendigen Produktionssysteme werden näher an den Patienten heranrücken und direkt im Interventionsraum »just in time« auf den einzelnen Patienten angepasst. Die Erforschung derartiger Lösungen ist unsere Spezialität.

IT-Kommunikationssysteme für Planung, Prozess und Gerätesteuerung

Ohne Informationstechnik werden die zunehmend komplexen Prozesse in der Medizin sowohl in der Forschung als auch in der medizinischen Versorgung nicht mehr beherrschbar sein. Die Informationstechnik verbindet Forschung und operativen Klinikbetrieb und ist so ein wesentliches Werkzeug für Funktion und Effizienz in der Medizin und Biotechnologie.

Wir entwickeln hybride Management-Systeme für den Interventionsraum oder Klinikbetrieb, bei denen medizinische Geräte und Instrumente sowie manueller Arbeitsplatz eng verknüpft sind.

Organisation für Klinik und Labor

Krankenhäuser befinden sich im Wettbewerb um Patienten und stehen gleichzeitig unter gewaltigem Kostendruck, während die ständige Weiterentwicklung der Medizin und -technik Umdenken bei der Prozessgestaltung verlangt.

Die Gestaltung von effizienten (Produktions-)Abläufen gehört zu den Kernkompetenzen der Produktionstechnik. Für den klinischen Betrieb passen wir etablierte Methoden an und optimieren diese effizient und gerade deswegen angenehm für den Patienten.

»Mannheim Molecular Intervention Environment (M^2OLIE)«

Neuste Erkenntnisse in der biomedizinischen Forschung erklären auf der molekularen Ebene immer genauer die Prozesse im menschlichen Körper. Damit ist die Behandlung von Krebserkrankungen durch Eingriffe in die Struktur der Körperzellen in unmittelbare Nähe gerückt. So genannte molekulare Interventionen therapieren, indem die Ursache einer Krankheit direkt in einem einzelnen Defekt in der Zelle gesucht und dort behandelt wird.

Voraussetzung dafür sind neben neuartig kombinierten Untersuchungs- und Behandlungsmethoden auch neugestaltete Prozesse und Abläufe. Diese entwickelt zusammen mit Forschungspartnern aus der Medizin, den Naturwissenschaften und den Wirtschaftswissenschaften das Fraunhofer PAMP im Projekt »Mannheim Molecular Intervention Environment (M^2OLIE)«. Das Forschungsprojekt gehört zu den Gewinnern des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ausgeschriebenen Wettbewerbs »Forschungscampus – öffentliche-private Partnerschaft für Innovationen«. »M^2OLIE« wird über einen Zeitraum von bis zu 15 Jahren p.a. mit ein bis zwei Millionen Euro unterstützt.

Dr. Jan Stallkamp | Telefon +49 711 970-13 08
jan.stallkamp@ipa.fraunhofer.de
www.ipa.fraunhofer.de/index.php?id=1494

1 *Die Räumlichkeiten von Fraunhofer PAMB (Haus 8, Ebene 2) befinden sich mitten auf dem Gelände des Klinikums Mannheim der medizinischen Fakulät der Universität Heidelberg (Bild: Keiper).*

FRAUNHOFER-PROJEKTZENTRUM FÜR PRODUKTIONSMANAGEMENT UND INFORMATIK PMI, BUDAPEST, UNGARN

Wichtigstes Ziel des Fraunhofer Projektzentrums für Produktionsmanagement und Informatik (PMI) ist es, den Bedarf und die Möglichkeiten für Fraunhofer-Aktivitäten in Ungarn zu ermitteln. Im Mai 2010 wurde das PMI gemeinsam von der Fraunhofer-Gesellschaft und der Ungarischen Akademie der Wissenschaften gegründet. Das Projektzentrum basiert auf der Zusammenarbeit des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart, dem Institut für Rechentechnik und Automatisierung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (SZTAKI) in Budapest und Fraunhofer Austria, Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement. Rechtlich ist das PMI eingebettet in das Gastgeberinstitut SZTAKI, von dem es im Auftrag der Fraunhofer-Gesellschaft betrieben wird. Das Projektzentrum wird zu gleichen Teilen von deutschen und ungarischen Behörden unterstützt.

Die heutigen globalisierten technischen und betriebswirtschaftlichen Systeme zeichnen sich durch außerordentliche Komplexität aus. Ihre Planung und Steuerung – an sich schon eine enorme Herausforderung in einem wechselvollen und unsicheren Umfeld – werden zusätzlich erschwert durch die Unterstützung kooperierender Einrichtungen, die in ihren Entscheidungen autonom sind. Im Umgang mit den auftretenden Problemen ist die effiziente Verarbeitung großer Mengen verteilter Informationen von höchster Bedeutung. In der Forschung erfordert dies einen interdisziplinären Ansatz mit Schwerpunkt auf Informatik, Operations Research, Produktionswissenschaft und wissensbasierten Techniken.

Die FuE-Aktivitäten des Projektzentrums sind auf die Gestaltung und Modellierung von Produktions-, Service- und Logistiksystemen ausgerichtet sowie auf die Digitalisierung, Steuerung und Optimierung ihrer Betriebsabläufe auf Produktions-, Unternehmens- und Netzwerkebene. Ziel des PMI ist es, herausragende Lösungen zu entwickeln, die in einfacher Weise sowohl für globale Großunternehmen wie auch für KMU, die mit ihnen kooperieren, anwendbar sind, z. B. durch e-Services.

Um die aktuellen Herausforderungen zu meistern, nutzen die drei kooperierenden Institute die Synergien, die sich aus der Verbindung ihrer sich teils überschneidenden und teils ergänzenden Kompetenzprofile ergeben. Die wichtigsten Tätigkeitsfelder des Fraunhofer-Projektzentrums liegen im Bereich der digitalen, echtzeitfähigen Produktionsunternehmen und -netzwerke. Das Projektzentrum bietet nicht nur angewandte Forschung und Entwicklung sowie Beratungsdienstleistungen, z. B. bei der Auswahl und Einführung von ERP-, PPS-, APS- und MES-Softwaresystemen, sondern auch Fachwissen für die Entwicklung und Installation kundenspezifischer und maßgeschneiderter Lösungen in folgenden Arbeitsbereichen:

- Produktionsplanung und -optimierung
- Gestaltung und Management kooperativer Produktionsnetzwerke
- Auftragsmanagement in der Produktions- und Dienstleistungsbranche
- Echtzeit- und reaktionsfähige Fertigungsplanung und -steuerung
- Praxisbewährte Anwendung innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien

Das Jahr 2012 war für das PMI in vielerlei Hinsicht ein erfolgreiches Jahr: Das Projektzentrum konnte zahlreiche Projekte mit Spitzenunternehmen aus der Automobil- und Elektronikbranche, der Fertigungsindustrie sowie der Logistik- und Energiewirtschaft durchführen, u. a.:

- Entwicklung eines Produktionsplanungs- und -steuerungssystems für die Motorenfertigung im ungarischen Werk eines führenden deutschen OEM aus der Automobilindustrie (Gemeinschaftsprojekt von PMI und Fraunhofer Austria)
- Prozessoptimierung beim Remote-Laserschweißen und Optimierung der zugehörigen Fertigungszelle für eine britische Automobilfirma des Luxussegments
- Restrukturierung von Montagezellen für den Weltmarktführer von Bremssystemen für Schienen- und Nutzfahrzeuge
- Erarbeitung von Problemlösungen für die integrierte Prozessplanung und -steuerung für die Forschungsabteilung eines der größten Industrieunternehmen der Welt
- Effizienzsteigerung der Abläufe durch Datenanalyse und Entscheidungsunterstützung für ein international agierendes britisches Logistikgroßunternehmen
- Zustandsabhängige Überwachung eines Instandhaltungsplanungssystems für einzelne Windturbinen und Windparks für einen der wichtigsten Hersteller im Windenergiesektor
- Modellierungs- und simulationsgestütztes Konzept für die integrierte Planung von Betriebs- und Instandhaltungsmaßnahmen für die ungarische Tochtergesellschaft eines der größten privaten Strom- und Gasunternehmen der Welt
- FuE-Arbeiten für die Realisierung von Community Subgrids mit positiver Energiebilanz, basierend auf intelligenter Speicherung und Verbrauch erneuerbarer Energie, für den ungarischen Geschäftsbereich eines der weltgrößten Unternehmen

Neben den oben beschriebenen Ergebnissen führte die angewandte Forschung und die Kooperation der drei beteiligten Institute zu einer Reihe weiterer Entwicklungen und Dienstleistungen. Dazu gehören der »Milkrun logistics optimizer«, das Cost-Benefit-Analysis-Tool (CBA Tool) für MES-Einführungsprojekte und EasySim, eine ereignisorientierte Simulationslösung für KMU. Damit steht ein einzigartiges Leistungs- und Kompetenzportfolio zur Verfügung, das Beratung, FuE-Aktivitäten und maßgeschneiderte Lösungen für den ungarischen und europäischen Markt bereithält. Das Portfolio des PMI wurde mit großem Erfolg auf der Industria 2012 in Budapest präsentiert.

Das PMI ist an einer Reihe von Projekten beteiligt, die im 7. Rahmenprogramm der Europäischen Union gefördert werden. In diesen Projekten arbeitet das PMI nicht nur mit seinen Gründungsgesellschaftern, sondern auch mit mehreren deutschen Universitäten und Fraunhofer-Instituten, z. B. Fraunhofer IAO, IFF, IPT, IVV zusammen. Im Moment befinden sich 8 EU-Anträge in der Evaluierungsphase, darunter 5 Anträge, die unter dem »Factory of the Future«-Call der Europäischen Union eingereicht wurden.

2012 veranstaltete das PMI zwei wichtige internationale Konferenzen:

- AIM 2012: Conference of the European Academy for Industrial Management: DET – Digital Enterprise Technology: Tools and Learning Factories, 20.–23. September, Budapest;
- MITIP 2012: 14th Int. Conf. on Modern Information Technology in the Innovation Processes of Industrial Enterprises, 24.–26. Oktober, Budapest.

Unter den wissenschaftlichen Titeln und Auszeichnungen sind die beiden folgenden hervorzuheben: Zum einen wurde Prof. László Monostori zum Vizepräsident der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP) gewählt, zum anderen wurde einem jungen Mitarbeiter des PMI der Doktortitel verliehen. Das Team des Projektzentrums wurde 2012 durch drei neue Kollegen ergänzt, womit die Zahl der Mitarbeiter auf 15 steigt (Vollzeitäquivalent).

Die wichtigsten Kennzahlen, die in der Kooperationsvereinbarung für die ersten drei Jahre der PMI-Aktivitäten festgelegt sind, wurden erreicht, einige sogar übertroffen. In finanzieller Hinsicht arbeitet das PMI nach dem Fraunhofer-Modell; der Bedarf und die Möglichkeiten für Fraunhofer-Aktivitäten in Ungarn konnte nachgewiesen werden.

Prof. László Monostori | Telefon +36 1 279 6176
monostor@sztaki.hu

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

www.fraunhofer.hu

FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE PROZESSINNOVATION, BAYREUTH

PRODUKTIONSTECHNIKEN FÜR DEN CFK-EXTREMLEICHTBAU AM STANDORT BAYREUTH

Die Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation ist als Außenstelle des Fraunhofer IPA seit 2006 am Lehrstuhl für Umweltgerechte Produktionstechnik der Universität Bayreuth unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper tätig. Seit ihrer Gründung wurden über 80 Projekte der angewandten Forschung zu Themen der effizienten Produktion erfolgreich bearbeitet. In den vergangenen Jahren nimmt die Verbreitung des Werkstoffs kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) zu. Dieser hochfeste und leichte Werkstoff wird vor allem in hochbeschleunigten Bauteilen und somit zur Energieeffizienzsteigerung in Flugzeugen, Fahrzeugen, Maschinen und Anlagen immer häufiger eingesetzt. Daher werden seitens der Industrie verstärkt FuE-Dienstleistungen zur CFK-Produktion nachgefragt. Für kleine und mittlere Unternehmen und für Großunternehmen wurden Projekte zur Entwicklung und Produktion von CFK-Teilen bearbeitet. Der folgende Beitrag bietet einen Überblick zu den einschlägigen und im Jahr 2012 laufenden Aktivitäten der Projektgruppe Prozessinnovation.

Fabrikplanung

Der hohe manuelle Wertschöpfungsanteil in variantenreichen CFK-Produktionsprozessen erfordert für eine wettbewerbsfähige Produktion am Standort Deutschland flexible und effiziente Fabriken. Auf Grundlage der Anforderungen des zu produzierenden Bauteilportfolios plante die Bayreuther Projektgruppe für namhafte Unternehmen aus dem Automobilrennsport (OEM und Zulieferer) zukunftsweisende Fabriken. Die Planung begann mit der Definition von Produktionsabläufen, erstreckte sich über die Auswahl von Betriebsmitteln bis zur Personalbedarfsplanung. Im Rahmen der methodenunterstützten Fabrikplanung nach VDI 5200 kamen hierbei Werkzeuge der digitalen Fabrik wie Delmia® oder Tecnomatix® zum Einsatz.

Prof. Dr. Rolf Steinhilper | Telefon +49 921 55-7300
rolf.steinhilper@uni-bayreuth.de
www.lup.uni-bayreuth.de

1

GREEN FACTORY BAVARIA – AUFBAU VON LERNFABRIKEN ZUR ENERGIEEFFIZIENZSTEIGERUNG IN DER PRODUKTION

Vor dem Hintergrund der geplanten Energiewende sowie des hohen Anteils an Strom aus Kernenergie in Bayern besteht der Handlungsbedarf, die resultierende Versorgungslücke an elektrischer Energie zu schließen. Neben dem Ausbau regenerativer Energien gilt es, binnen der kommenden zehn Jahre die Energieeffizienz produzierender Unternehmen massiv zu steigern. Studien der Fraunhofer-Gesellschaft beziffern die realisierbaren Einsparpotenziale in bestehenden Anlagenparks auf bis zu 30 Prozent.

Zur Realisierung dieser Einsparpotenziale werden im Projekt »Green Factory Bavaria« Methoden entwickelt und Demonstratoren zum Wissenstransfer in die Industrie an vier Standorten, Augsburg, Bayreuth, Nürnberg und München, aufgebaut.

Jeder der vier Standorte setzt besondere Schwerpunkte. Die Green Factory Bayreuth bearbeitet anhand einer durchgängigen Prozesskette zur Fertigung von CFK-Bauteilen vornehmlich die Verfahren des Urformens sowie der Demontage und Reinigung. Die damit verbundenen Fragestellungen und Ansätze zur Energieeffizienz in Unternehmen, z. B. auch durch Upgrading von bestehenden Anlagen zur Steigerung der Energieeffizienz, werden in den verschiedenen Fertigungsstufen betrachtet. Die Darstellung dieser Schwerpunkte anhand einer CFK-Prozesskette sichert aufgrund der Vielfalt der eingesetzten Technologien und Werkstoffe die Übertragbarkeit auf viele weitere Branchen des produzierenden Gewerbes (Metalle, Kunststoffe etc.). Von besonderem Interesse für Unternehmen ist der Forschungsschwerpunkt energieeffizientes Upgrading bestehender Anlagen in der Nutzungsphase. Hierfür werden praxistaugliche Retrofit-Konzepte zur nachhaltigen Nutzung bestehender Anlagen bei reduziertem Energieverbrauch entwickelt.

Gemeinsam mit einem zu entwickelnden Vorgehensmodell zur Identifikation von Energieeinsparpotenzialen in bestehenden Anlagenparks wird mobile Messtechnik als Grundlage zur Identifizierung und Quantifizierung von Energieeinsparpotenzialen in Unternehmen eingesetzt. Durch praxisorientierte Schulungen ist es Unternehmen möglich, Energieeinsparpotenziale an den eigenen Anlagen zu identifizieren und umzusetzen. All dies bildet die Grundlage zur Reduzierung der Energiekosten in der Produktion und leistet damit einen wertvollen Beitrag zur nachhaltigen Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit.

Das Projekt Green Factory Bavaria ist ein Vorhaben der Zukunftsinitiative »Aufbruch Bayern«, gefördert vom Freistaat Bayern.

www.GreenFactoryBavaria.net

Prof. Dr. Rolf Steinhilper | Telefon +49 921 55-7300
rolf.steinhilper@uni-bayreuth.de

1 *Untersuchung des elektrischen und thermischen Energieverbrauchs eines Autoklavs in der CFK-Produktion.*

INSTITUT FÜR ENERGIEEFFIZIENZ IN DER PRODUKTION (EEP)

Die Heinz und Heide Dürr Stiftung und die Karl-Schlecht-Stiftung haben im vergangenen Jahr Mittel für ein »Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP)« an der Universität Stuttgart bereitgestellt. Die Gründung des Instituts am 1. Oktober 2012 erfolgte über die Fraunhofer-Gesellschaft in enger Kooperation mit Prof. Thomas Bauernhansl, dem Leiter des Fraunhofer IPA und des IFF der Universität Stuttgart. Er wurde als Gründungsdirektor eingesetzt, bis die Berufung eines neuen Professors erfolgt ist. Dr. Jörg Mandel ist als IPA-Abteilungsleiter zuständig für die Forschung am EEP.

Die beiden Stiftungen übernehmen für fünf Jahre die Grundfinanzierung mit je 250 000 Euro p. a., also 2,5 Mio Euro insgesamt. Damit unterstützen die beiden Stifter Heinz Dürr und Karl Schlecht die Universität Stuttgart im doppelten Sinne nachhaltig: Das »Institut für Energieeffizienz in der Produktion« wird einen entscheidenden Beitrag zum Gelingen der Energiewende in Deutschland leisten und es wird langfristig arbeiten können. Das neue Universitätsinstitut EEP ist an der Fakultät für Energie-, Verfahrens- und Biotechnik (Fakultät 4) der Universität Stuttgart angesiedelt, arbeitet jedoch fakultätsübergreifend und ist integrierend aufgebaut. Zudem wird zur Zeit am Fraunhofer IPA eine Gruppe mit dem Namen »Energieeffizienzsysteme« aufgebaut, die zukünftig in Personalunion mit dem EEP geführt werden soll.

»Wir sind der Auffassung, dass für eine erfolgreiche Energiewende neben dem Ausbau regenerativer Energiequellen und der Dezentralisierung der Energieerzeugung insbesondere die massive Verbesserung der Energieeffizienz im Zentrum stehen muss. Doch letzteres wird bisher noch stiefmütterlich behandelt. Das hängt auch damit zusammen, dass bislang in der Energiepolitik die Angebotsseite weit mehr diskutiert und gefördert wurde als die Nachfrageseite«, argumentierte Heinz Dürr auf der Gründungs-Pressekonferenz. »Wir freuen uns deshalb, dass die Universität Stuttgart ein Institut für Energieeffizienz in der Produktion gegründet hat, das mit einer Projektgruppe des Fraunhofer IPA eng zusammen arbeiten wird.«

Aufklärung von Gesellschaft und Politik

Das Institut hat neben einschlägiger Grundlagenforschung die Aufgabe, die Politik auf Bundes- und Europaebene zu beraten. Es wird daher regelmäßig Reports zum Stand der Energiewende mit dem Fokus auf Energieeffizienz in der Industrie veröffentlichen, nach dem Vorbild des ifo Geschäftsklimaindex. Unterschiedliche Veranstaltungsformate des Instituts sollen das Thema permanent in der öffentlichen und politischen Diskussion halten. Außerdem werden traditionelle und moderne Marketinginstrumente die Ergebnisse schnell und zielgruppengerecht kommunizieren.

Entwicklung und Förderung effektiver Technologien

Das Institut soll für die unterschiedlichen Industrien bzw. Branchen in Deutschland gemeinsam mit anderen universitären und außeruniversitären (Fraunhofer-)Forschungsinstituten langfristige Technologie-Roadmaps entwickeln. Sie werden den Geldgebern von Forschungsinitiativen, beispielsweise der EU, dem BMBF, der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen »Otto von Guericke« e. V. (AiF) und der Großindustrie Anhaltspunkte für sinnvolle Initiativen geben. Andererseits bilden die Roadmaps die Basis für eigene Forschungsvorhaben, die gemeinsam mit anderen Forschungsinstituten sowie Industriepartnern umgesetzt werden.

Integration in die universitäre Lehre

Lehrveranstaltungen an der Universität Stuttgart sollen die Studierenden für das Thema Energieeffizienz sensibilisieren und nachhaltig aktivieren. Neben Vorlesungen, Übungen und Praktika werden Bachelor- und Masterarbeiten sowie Promotionsvorhaben durchgeführt. Zusätzlich sind so genannte Summer Schools in Vorbereitung, die auch international Wirkung erzielen.

Neben der Verleihung von Preisen für herausragende Doktor-, Diplom- und Masterarbeiten ist auch die öffentlichkeitswirksame Vergabe von Preisen für besondere Leistungen bei der nachhaltigen Steigerung von Energieeffizienz in der Produktion geplant.

Für das »Institut für Energieeffizienz in der Produktion« wurde ein Beirat gegründet, der sich aus Persönlichkeiten der Politik, Gesellschaft und Industrie zusammensetzt. Er hat die Aufgabe, das Institut bei strategischen Fragestellungen und in der Kommunikation zu unterstützen. Mitglieder sind, neben den beiden Stiftern, Heinz Dürr und Karl Schlecht, Prof. Dr. Klaus Töpfer, Leiter des Instituts für Klimawandel, Erdsystem und Nachhaltigkeit (IASS) in Potsdam, Stephan Kohler, Leiter der Deutschen Energie-Agentur DENA, Dr. Carsten Rolle, Abteilungsleiter Energiepolitik beim Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI) Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft und der Rektor der Universität Stuttgart, Prof. Wolfram Ressel.

Um dem Stiftungsinstitut einen leistungsfähigen Start zu ermöglichen, wurde zunächst Prof. Thomas Bauernhansl als Gründungsdirektor eingesetzt. Im Jahr 2013 soll ein neuer Professor als Leiter berufen werden. Das Institut ist zunächst im Institutszentrum der Fraunhofer-Gesellschaft in Stuttgart-Vaihingen untergebracht. Damit liegt es inmitten der weltweit leistungsstärksten produktionstechnischen Forschungsinfrastruktur. Im Zuge der Erweiterungsplanung zum Ausbau des kooperativen Forschungscampus Stuttgart ist auch ein Gebäudetrakt für das neue Institut vorgesehen.

»Das Stiftungs-Institut EEP hat Vorbildcharakter« so Prof. Bauernhansl. »Wir müssen in der Forschung und Lehre zukünftig noch enger mit der Industrie zusammenarbeiten, um mit unserer wissenschaftlichen Expertise den Wirtschaftsstandort Deutschland effektiv stärken zu können. Mit seinem Fokus auf Aufklärung und Beratung im gesellschaftlich brisanten Themenfeld Energie beschreitet das EEP ebenfalls neue Wege. Wir freuen uns auf die Zusammenarbeit mit den unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen.«

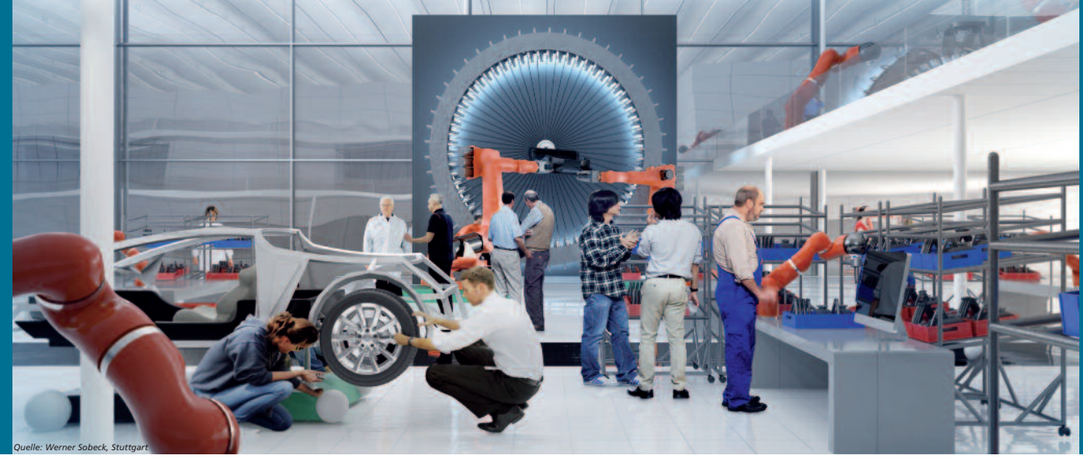
Am 16. Mai 2013 stellt das EEP auf dem Effizienz Gipfel Stuttgart den ersten Effizienz-Index vor sowie eine Meta-Studie, für die über 200 Effizienzstudien ausgewertet wurden.

Weiter Infos: www.eep.uni-stuttgart.de

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

1 *V. l. n. r.: Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl, Dr.-Ing. e. h. Heinz Dürr, Prof. Dr.-Ing. Wolfram Ressel, Prof. h. c. Karl Schlecht auf der Pressekonferenz zur Gründung des Instituts für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) an der Universität Stuttgart am 25. Oktober (Quelle: Uni Stuttgart).*

INSTITUT FÜR INDUSTRIELLE FERTIGUNG UND FABRIKBETRIEB (IFF)



Quelle: Werner Sobeck, Stuttgart

Ab 2012 wird das Institut für industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb keinen eigenen Jahresbericht mehr herausgeben, sondern relevante Informationen in den IPA-Jahresbericht einbringen. Die Umstrukturierung des IFF wurde im Jahr 2012 erfolgreich abgeschlossen. Wissenschaftliche Projekte werden nun weitgehend in unterschiedlichen Abteilungen des Fraunhofer IPA bearbeitet. Die Lernfabrik für advanced Industrial Engineering (aIE) wurde als Demonstrator in die Stuttgarter Produktionsakademie überführt und wird nun in der Forschungsfabrik im Rahmen des Projekts ARENA2036 fortentwickelt.

Die IFF-News zu Veranstaltungen und Ereignissen des Jahres 2012 finden Sie unter: www.iff.uni-stuttgart.de

ARENA2036 – die Forschungsfabrik baut Zukunftsautos

Das IFF gehört als Partner zu den Gewinnern eines »Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Die ARENA2036 (Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles) der Universität Stuttgart hat modellhaftes Innovationspotenzial für eine wandlungsfähige Produktion der Zukunft für funktionsintegrierten Leichtbau. Ihr Konzept der Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure unter einem Forschungsfabrikdach hat experimentellen Charakter. IFF-Leiter Prof. Bauernhansl hat sich bei diesem Antrag besonders stark engagiert.

»Der Forschungscampus Arena2036 ist die Basis für wirkliche Sprunginnovationen in der Produktion«, so Thomas Bauernhansl. In der Forschungsfabrik wird ein radikal neues und ganzheitliches Produktionskonzept nach den Anforderungen künftiger Wandlungsfähigkeit für funktionsintegrierten Leichtbau erforscht, am Beispiel des Fahrzeug-Bodenmoduls entwickelt und in einer ersten Pilotanlage demonstriert. »Wir erforschen und erproben ein grundsätzlich neues Konzept für die Fahrzeugproduktion ohne Takt und ohne Linie. Wir verbinden Leichtbauprozesse mit taktiler Robotik, entwickeln effiziente, wandlungsfähige Logistiksysteme und sorgen für einen intuitiv konfigurierbaren Informationsaustausch zwischen Prozessmodulen im Sinne von Plug & Produce«, so erklärt Bauernhansl die geplanten Innovationen.

Die Bündelung der Kompetenzen und die damit verbundenen privatwirtschaftlichen und öffentlichen Forschungsaktivtäten an einem Ort – also das Konzept »industry on campus« – erlauben es, so Bauernhansl weiter, »neue Themen mit starker gesellschaftlicher Relevanz aufzugreifen, die im gemeinsamen Fokus von Wissenschaft und Wirtschaft stehen.«

Der Forschungscampus ARENA2036 führt also Forscherinnen und Forscher aus Instituten und Unternehmen zum Thema Produktion und Leichtbau synergetisch zusammen. Sie erforschen die Grundlagen und entwickeln wettbewerbsfähige Produktionsmodelle für eine wandlungsfähige Fabrik des Autos der Zukunft im Jahr 2036, dem 150-jährigen Jubiläum des Automobils. Leichtbaumaterialien wie Faserverbunde werden dann in der Serienproduktion vergleichbar gut handhabbar sein wie heute Stahl und Aluminium. Zudem wird diese neuartige Produktion die starre Fertigungslinie ablösen und neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter in der Fabrik einsetzen.

»Mit dem Zukunftsprojekt ARENA2036 starten wir eine neue Epoche der Forschungspartnerschaft«, so der Rektor der Universität Stuttgart Prof. Wolfram Ressel. »Forscherinnen und Forscher aus der Universität Stuttgart, von außeruniversitären anwendungsorientierten Forschungseinrichtungen und aus der Industrie stecken an einem Ort auf dem Universitätscampus ihre Köpfe zusammen und gehen einen gemeinsamen strategischen Weg von der Forschung zum innovativen Produkt«.

Der Leiter der Forschungsabteilung vom ARENA-Partner Daimler AG, Prof. Herbert Kohler, ist überzeugt: »Mit dieser für die Region modellhaften Kooperation werden wir die Herausforderungen an die Serienfertigung der Zukunft wie Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung, Varianz bei Antriebstechnologien und Reaktionsschnelligkeit auf radikale Marktveränderungen meistern. Wir werden den Aufbau und die Fertigung des Automobils von Grund auf überdenken und so auch künftig die Innovationsführerschaft hier in Deutschland behalten.«

Das Verbundvorhaben Entwicklung, Aufbau und Demonstration einer wandlungsfähigen (Fahrzeug-)Forschungsproduktion, kurz Forschungsfabrik, ist das Kernstück des Forschungscampus. Im Arbeitspaket 3 »Methoden zur Gestaltung der wandlungsfähigen Forschungsproduktion« hat das IFF die Federführung. Hier erfolgen die Spezifikation der Füge-, Montage- und Logistikprozesse, die Spezifikation der Prozesskette und deren Integration in Prozessmodule. Auch die Spezifikation der Betriebsmittel, der wandlungsfähigen Forschungsproduktion und die Festlegung der Organisation der wandlungsfähigen Forschungsproduktion (Aufbau-/Ablauforganisation, Kommunikation, Führung etc.) sowie die Infrastruktur, Layout-, Gebäude- und Flächenplanung werden unter der Federführung des IFF durchgeführt.

Das Forschungsprogramm von ARENA2036 teilt sich insgesamt in die drei eher technischen Forschungsbereiche Materialien und Konstruktion, Simulation und digitaler Prototyp, Produktion und Forschungsfabrik sowie in den Querschnittsbereich Kreativität – Kooperationsmodell – Kompetenztransfer. Das Vorhaben ist auf mindestens 15 Jahre angelegt. Neben dem IFF sind die Uni Institute IAT, ISW, BWT, IFB und IPOC, die Fraunhofer-Institute IPA und IAO, die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF), das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie als Industriepartner BASF, Daimler, Robert Bosch und die Mittelständler Artur Bär Maschinenbau und Dynamore beteiligt.

Weitere Informationen www.forschungscampus-deutschland.de

Das IFF in Zahlen

Personal:
- Mitarbeiter: 21, davon Wissenschaftler: 16
- Mitarbeiterinnen: 10, davon Wissenschaftlerinnen: 7
- Mitarbeiter gesamt: 31, davon Wissenschaftler/innen: 23

Budget: 2 030 000 EUR

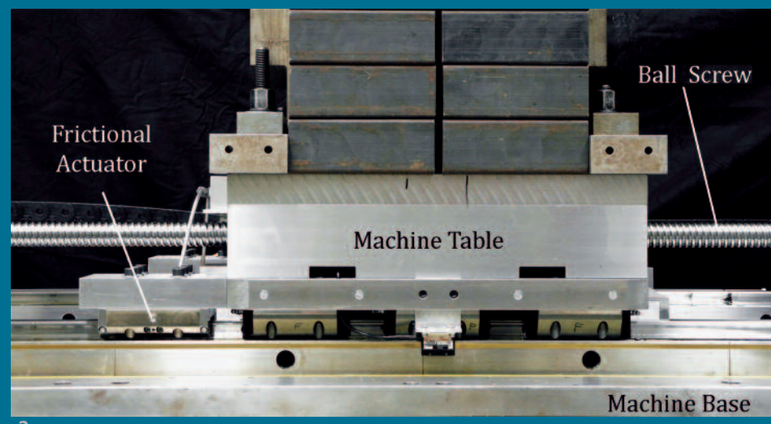
Projekte:
- DFG: Forschergruppe ECOMATION – Teilprojekt: Maschinenferner Energieregelkreis in PPS/MES
- DFG: C60-dotierte Metalloberfläche zur Senkung des Verschleißes endoprothetischer Implantate
- ZIM-Verbundprojekt: Optimierung der Lackschichtqualität beim Verarbeiten von Pulverlacken durch Einsatz 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
- BMU/FZ Jülich (Verbundprojekt): Entwicklung einer Pulverlackbeschichtung und deren Applikationsprozess zum Schutz vor Korrosion bei Parabolspiegeln für solarthermische Kraftwerke (KorPa)

- Studienarbeiten: 49
- Diplom-/Masterarbeiten: 26
- Bachelorarbeiten: 16
- Veröffentlichungen: 59

Jörg Siegert | Telefon +49 711 6856-1875
joerg.siegert@iff.uni-stuttgart.de

INSTITUT FÜR STEUERUNGSTECHNIK DER WERKZEUGMASCHINEN UND FERTIGUNGSEINRICHTUNGEN (ISW)

1



2

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 Forschungsbereiche zur industriellen Steuerungs- und elektrischen Antriebstechnik als auch die Maschinentechnik 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 zum Beispiel in kürzester Zeit die Ansteuerung für die Energiezentrale im deutschen Pavillon auf der Expo in Shanghai durch das ISW realisiert werden (siehe Bild 1).

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 Antriebsbussysteme 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. Aktuelle Arbeiten am ISW befassen sich mit der Anbindung von Apps für Android und iPhone über OPC-UA an industrielle Steuerungen und der energieeffizienten Ansteuerung von Anlagen. »Cyber-Physical-Systems«, also die enge Verzahnung von Sensoren und Aktoren mit Software zu intelligenter Steuerungstechnik, ist am ISW kein Modebegriff, sondern seit vielen Jahren aktiv erforschte Theorie und in unterschiedlichen Projekten erfolgreich angewendete Praxis.

Hochdynamische Antriebe und optimierte Maschinentechnik

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. Ziel ist dabei die Verbesserung der dynamischen Eigenschaften und die Erweiterung der Leistungsfähigkeit. Alternative Stromregelverfahren versprechen eine Erhöhung der Bandbreite von Servoantrieben und eine Steigerung der Effizienz durch die Vermeidung unnötiger Schaltverluste in den Halbleiterbauelementen. Aber auch das dynamische Verhalten von gesamten Antriebssystemen wie Linearachsen mit Kugelgewindetrieb lässt sich durch neue Konzepte nachhaltig verbessern (siehe Bild 2: Vorschubachse mit Kugelgewindetrieb – Versuchsstand). Durch den Einsatz eines semiaktiven Dämpfungselements und eine entsprechende Ansteuerung beispielsweise lassen sich die dynamischen Eigenschaften von ganzen Antriebssystemen in positiver Weise beeinflussen. Die Umsetzung der am ISW entwickelten Ansteuer- und Regelkonzepte, die Einbindung spezieller Sensorik sowie die Signalverarbeitung mit zum Teil hohen Taktraten erfolgt typischerweise auf Basis leistungsfähiger und flexibel anpassbarer FPGA-Plattformen.

Ein weiterer Schwerpunkt aus dem Forschungsgebiet des ISW ist die numerische Optimierung und Auslegung von Maschinenkomponenten. Hierzu werden einzelne Komponenten, komplexe Strukturbauteile und zum Teil ganze Maschinen in FEM abgebildet und entsprechend der gestellten Kriterien optimiert. Der Detaillierungsgrad richtet sich dabei stets nach den Aufgaben und damit den Anforderungen, die an das jeweilige Bauteil gestellt werden. Durch die numerische Optimierung können Bauteile und Komponenten in idealer Weise und elegant auf die jeweilige Aufgabe angepasst werden.

Modulare mechatronische Systeme

Unter dem Stichwort Ressourceneffizienz können mechatronische Module den Werkzeugmaschinenbau evolutionieren. 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. Auch der ergänzende Einsatz in bereits vorhandene Maschinen ist möglich.

Bei aktuellen Maschinen für kleine Werkstücke stehen die Baugröße und die bewegten Massen der Achsen in keinem Verhältnis zu den Werkstücken. Daher wird hierzu am ISW das Konzept der modularen Maschine erprobt. An einer Basisstruktur werden der Anforderung entsprechende Funktionsmodule befestigt. So kann zum Beispiel durch die Verwendung kooperativer Achsen der Arbeitsraum vergrößert und der Bauraum deutlich verkleinert werden.

Untersucht wird das Konzept auch für große Werkzeugmaschinen, die z. B. zur Bearbeitung von Rotorblättern von Windkraftanlagen zum Einsatz kommen können. Diese Maschinen sollen aus modularen Leichtbaustrukturen aufgebaut werden. Die Leichtbaustrukturen ermöglichen sowohl eine hohe Einsparung von Material als auch durch die geringere Masse die Einsparung von Energie beim Betrieb der Maschine. Darüber hinaus stellt eine leichte Maschine deutlich weniger Anforderungen an den Aufstellungsort und ist leichter zu transportieren. Die Nachteile der durch den Leichtbau nachgiebigeren Struktur sollen durch regelungstechnische Maßnahmen kompensiert werden, welche direkt in den einzelnen Modulen integriert sind. Weitere Funktionalitäten, die in mechatronische Systeme integriert werden, sind die Erfassung, Bewertung und Regelung des Energieverbrauchs, der Prozessstabilität und des Modulzustands unter Verwendung der im jeweiligen Modul vorhandenen Sensoren und Signale.

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.

Eine effiziente Planung wird am ISW durch Engineeringmethoden im Bereich des Leitsystems, des CAD/CAM-Systems und der Informations- und Datenmodellierung erreicht. Eine effiziente Entwicklung wird durch innovative Projektierungsmethoden ermöglicht. Diese Methoden beruhen auf simulationsgestützten oder mechatronischen Strategien, die Produktionsvorteile wie Energieeffizienz, Wandlungsfähigkeit oder Wiederverwendbarkeit ermöglichen. Aktuell werden am ISW mehrere simulationsbasierte Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz durch verbesserte Benutzungsstrategien im Bereich der Logistik und Robotik erforscht.

Dr. Armin Lechler | Telefon 49 711 685-82462
armin.lechler@isw.uni-stuttgart.de

DATEN UND EREIGNISSE

Stuttgarter Produktionsakademie geht an den Start

Das Fraunhofer IPA und die Universität Stuttgart hoben am 20. November 2012 die »Stuttgarter Produktionsakademie« aus der Taufe. 2013 soll die Akademie als Komplettanbieter für alle Themen rund um die industrielle Produktion maßgeschneiderte und zielgruppenorientierte Aus- und Weiterbildungskonzepte für alle Hierarchieebenen in den Unternehmen anbieten. Im Herzen des Forschungs- und Produktionsstandorts Baden-Württemberg entsteht damit eine schlagkräftige Institution, die mit einem neuartigen Konzept zur gezielten Weiterqualifizierung von Technikern und Praktikern aus den Unternehmen in die Offensive gegen den drohenden Ingenieurmangel geht.

Das Programm umfasst neu entwickelte Schulungen für einzelne Tätigkeitsbereiche (»Top-down«) und integriert bereits etablierte Weiterbildungskonzepte der Kooperationspartner (»Bottom-up«). Die Inhalte sind in flexibel kombinierbare Module für die verschiedenen Zielgruppen und Anforderungen gegliedert; in einem weiteren Schritt sollen eigene Master-Studiengänge angeboten werden. Die akademische Zertifizierung der erfolgreich absolvierten Aus- und Weiterbildungen erfolgt durch die Universität Stuttgart.

Weltweit erste Tagung über parallele Seilroboter

30 führende Experten von drei Kontinenten trafen sich vom 2. bis 4. September 2012 zur »First International Conference on Cable-Driven Parallel Robots« im Institutszentrum der Fraunhofer-Gesellschaft in Stuttgart. Auf diesem bislang einzigartigen Forum tauschten sich namhafte Forscher wie Clément Gosselin, Jean-Pierre Merlet, Sunil Agrawal u. a. über den Stand der Technik und neueste Entwicklungen von parallelen Seilrobotern aus. Die von einem internationalen Expertenkomitee begutachteten Beiträge wurden im Volltext im Springer-Verlag veröffentlicht. Seilwinden bilden die wichtigsten Module dieser Technologie. Zwischen diesen wird eine mobile Plattform befestigt. Durch die synchronisierte Bewegung der Seilwinden kommt eine frei programmierbare Bewegung zustande. Der parallele Seilroboter besticht durch seine kostengünstigen Komponenten und seinen Ultraleichtbau, mit dem sich Energie- und Materialverbrauch überzeugend vermindern lassen. Außerdem hat er das Potenzial, die zentralen Leistungsgrößen von Robotern wie Arbeitsraum, Dynamik und Nutzlast um mehr als eine Größenordnung zu verbessern. Insofern eignet sich der Seilroboter z. B. für den Bau und die Montage von Großanlagen wie Solarkraftwerke mit einer Vielzahl gleichartiger Module.

Minister Franz Untersteller und Brigitte Lösch informieren sich in den Laboren über nachhaltige Forschung

Am 6. August 2012 hieß Prof. Bauernhansl Franz Untersteller, Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, sowie Brigitte Lösch, Erste stellvertretende Präsidentin des Landtags von Baden-Württemberg, auf dem Institutsgelände willkommen. Institutsleiter Bauernhansl stellte dem Minister und der Landtagsvizepräsidentin die Leitthemen des Fraunhofer IPA vor und erläuterte seine Vision einer ganzheitlichen Produktion der Zukunft. Dabei kamen auch das geplante Leichtbauzentrum und das Konzept des Stuttgart Technology Centers S-TEC zur Sprache. Wie energieeffiziente Entwicklungen umgesetzt werden können, führten Prof. Bauernhansl und sein Institutsleitungskollege Prof. Verl ihrem Besuch beim anschließenden Rundgang u. a. im Lackier- und Galvanotechnikum vor Augen.

1 *V. l. n. r.:*
Prof. Alexander Verl, Landtagsvizepräsidentin Brigitte Lösch, Minister Franz Untersteller, Prof. Thomas Bauernhansl.
2 *Der Besuch beim Institutsrundgang im Photovoltaik-Test-Center.*

Neuausrichtung in der Beschichtungstechnologie

Dieter Ondratschek, langjähriger Leiter der Lackiertechnik am Fraunhofer IPA und Herausgeber des Jahrbuchs »besser lackieren« schied nach 37 Berufsjahren aus der Fraunhofer-Gesellschaft in den vorgezogenen Ruhestand aus. Unter der Leitung von Dr. Michael Hilt wurden ab dem 1. Januar 2012 die Abteilungen Lacke und Pigmente und Lackiertechnik zur neuen Abteilung Beschichtungssystem- und Lackiertechnik zusammengeführt, um Beschichtungstechnologie interdisziplinär und systemisch im Auftrag der öffentlichen und privatwirtschaftlichen Auftraggeber weiterhin erfolgreich zu bearbeiten.

Zu Gast auf Schloss Bellevue

Der Oberflächentechnik kommt als Schlüsseltechnologie für den ökologischen Wandel ganzer Wertschöpfungsketten eine hohe Bedeutung zu. Dafür steht ein Projekt zum Thema »Energie- und Materialeffizienz in der galvanischen Beschichtung« Pate, das aus insgesamt 550 Bewerbern von einer vom Bundespräsidenten einberufenen Jury ausgewählt und im Rahmen der »Woche der Umwelt« vom 5. bis 6. Juni 2012 im Schloss Bellevue gezeigt wurde. Das Fraunhofer IPA hat eine Hartverchromungsanlage geplant und projektiert, die den Energieausnutzungsgrad verdreifacht. Die Steigerung der Energieausbeute ermöglichten anlagentechnische Maßnahmen. Das Projekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) unterstützt und die Anlage von der Thoma Metallveredelung realisiert. Im Rahmen der »Woche der Umwelt« wurden neben der Hartverchromungsanlage mögliche weitere Ansätze zu effizienteren Produktionstechnologien bei der galvanischen Beschichtung vorgestellt, die hinsichtlich Energie- und Materialeffizienz gegenüber anderen Wettbewerbsverfahren nachweislich von Vorteil sind.

Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) gegründet

Seit Oktober 2012 hat die Universität Stuttgart ein neues Stiftungsinstitut. Seine Startfinanzierung verdankt das Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) der Heinz und Heide Dürr Stiftung sowie der Karl-Schlecht-Stiftung. Beide Stiftungen unterstützen das neue Universitätsinstitut für fünf Jahre mit jährlich je 250 000 Euro. Das neue Stiftungsinstitut der Universität Stuttgart forscht in enger Kooperation mit seinem Partner-Institut, dem Fraunhofer IPA, unter der Leitung des Gründungsdirektors Prof. Thomas Bauernhansl. (S. S. 96 f.)

1. Stuttgarter Oberflächentechnik-Preis auf der O&S

Im Jahr 2012 hat das Fraunhofer IPA erstmals den Stuttgarter Oberflächentechnik-Preis »DIE OBERFLÄCHE« im Rahmen der O&S – der Internationalen Fachmesse für Oberflächen und Schichten in Stuttgart verliehen. Mit dem Preis werden jährlich innovative Anwendungen innerhalb aller Disziplinen der Oberflächentechnik gewürdigt. Die Preise werden nach den Kriterien Innovationssprung, Nachhaltigkeit, industrielle Machbarkeit und Enabler-Qualität vergeben.

EHRUNGEN UND PREISE

Hans-Jürgen Warnecke Innovationspreis 2012

Zum 20. Mal wurde der IPA-Innovationspreis 2012 auf dem Innovations- und Gründertag des Fraunhofer IPA vergeben. Die IPA-interne Auszeichnung trägt seit diesem Jahr den Namen des ehemaligen Fraunhofer-Präsidenten und IPA-Institutsleiters Prof. Dr. mult. Hans-Jürgen Warnecke. Bei der Vergabe der Auszeichnungen orientiert sich die Jury unter anderem an den Kriterien »Kundennutzen«, »Kreativität« und »methodisch-wissenschaftlicher Ansatz«.

1. Preis:
ECO Touch – Transparente Elektroden auf Kohlenstoff-Basis
Thomas Ackermann, Serhat Sahakalkan, Ivica Kolaric
(Siehe »Transparente leitfähige Folien« Seite 71)

2. Preis:
ReinRaumfahrt zur »Planetary Protection« für die Europäische Weltraumorganisation ESA
Udo Gommel, Yvonne Holzapfel, Markus Keller, Guido Kreck, Markus Rochowicz
Wer Proben auf einem fernen Planeten ziehen will, muss raumfahrtspezifische Reinheitsmaßnahmen treffen. Ansonsten könnte er Gefahr laufen, dass er das, was er zu entdecken glaubt, selbst von der Erde mitgebracht hat. Zum Schutz vor derartigen planetarischen Verschmutzungen sowie Kontamination der Erde bei »Sample Return«-Missionen entwickelten Forscher des Fraunhofer IPA ein innovatives Bewertungssystem für die Reinheitstechnik. Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich auch auf andere reinheitskritische Industrien wie die Halbleiterindustrie, Medizintechnik oder Automobilindustrie anwenden.

3. Preis:
Rundfensterimplantat – Schallwandler für implantierbares Hörgerät
Armin Schäfer, Jonathan Schächtele, Dominik Kaltenbacher
In Deutschland leiden ca. 17 Mio Menschen unter Schwerhörigkeit. Implantierbare Hörgeräte bieten Patienten gegenüber klassischen Systemen eine höhere audiologische Verstärkung und verbesserte Klangqualität. Jedoch ist für das Einsetzen bisher eine mehrstündige, nicht ungefährliche und kostenaufwändige Operation erforderlich. Die Forscher des Fraunhofer IPA haben einen Schallwandler für implantierbare Hörgeräte entwickelt, bei dem nur ein kurzer ambulanter Implantationseingriff nötig ist.

Ehrungen für Institutsleiter Alexander Verl

Im September 2012 wurde Professor Verl mit dem »Julius von Haast Fellowship Award« ausgezeichnet. Der neuseeländische Forschungspreis der Royal Society of New Zealand wird an international bedeutende deutsche Wissenschaftler in Anerkennung herausragender Leistungen und zur Vertiefung der Kooperation mit neuseeländischen Wissenschaftlern vergeben. Gleichzeitig erhielt Verl eine Ehrenprofessur der Universität Auckland und ist damit Mitglied der dortigen Ingenieurs-Fakultät. Darüber hinaus wurde Alexander Verl Anfang Oktober 2012 ein Ehrendoktortitel der Technischen Universität Cluj-Napoca verliehen (siehe Bild 1).

ERC Starting Grant
Simulierte Bewegungsabläufe für bessere Beinprothesen

Solange unser Bewegungsapparat gut funktioniert, machen wir uns kaum Gedanken darüber. Treten Probleme auf oder mussten gar Gliedmaßen amputiert werden, wird schnell klar, wie kompliziert manche Bewegungsabläufe sind und was eine Prothese demnach leisten muss. Prof. Oliver Röhrle Ph. D. vom Fraunhofer IPA befasst sich mit der biomechanischen Simulation des menschlichen Körpers, einem Forschungsgebiet an der Schnittstelle von Medizin, Physiologie, Mathematik und Mechanik. Er tut dies mit solchem Erfolg, dass er – nach einer Förderung durch das Fraunhofer-Attract-Programm – jetzt vom European Research Council den ERC Starting Grant erhielt. Verbunden damit ist eine Fördersumme für Forschungsarbeiten in Höhe von insgesamt 1,6 Millionen Euro. Mit seiner Simulationsforschung sorgt er dafür, dass die Prothesen dauerhaft sehr gut funktionieren.

Walter Reis Innovation Award for Robotics

Walter Reis, der Gründer von Reis Robotics, schreibt seit 2006 im Zweijahresrhythmus jeweils zur Messe Automatica den Walter Reis Innovation Award for Robotics aus. Walter Reis hat sich mit diesem Innovationspreis für den Bereich Robotertechnik zum Ziel gesetzt, herausragende Realisierungen und Neuentwicklungen im Bereich der Automatisierungstechnik zu würdigen. Auf den 1. Platz kam die Roboteranlage von Dr. Johannes Wößner und Alexander Spiller. Mit der Roboteranlage können standardisierte Stahlbauteile in beliebiger Variantenvielfalt mit vollautomatischer Generierung der Roboterprogramme geschweißt werden. Die 2. Auszeichnung ging an das modulare, omnidirektionale Fahrwerk für mobile Roboter im industriellen Umfeld von Christian Connette und Theo Jacobs.

2 *(V. l. n. r.) Alexander Spiller, Dr. Eberhard Kroth, Dr. Johannes Wößner, Theo Jacobs, Christian Connette, Prof. Dr. Klaus Schilling, Walter Reis, Christian Herrmann.*

Förderpreis der Kurt und Ilse Lange Stiftung 2012

Für seine herausragende Diplomarbeit zum Thema »Simulation des Spannungswalzvorgangs von Kreissägeblättern« wurde Jochen Burkhardt der Förderpreis der Kurt und Ilse Lange Stiftung 2012 verliehen. Seine Diplomarbeit erstellte er am Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart unter der Betreuung von Prof. Heisel. Der Maschinenbauer arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Leichtbautechnologien am Fraunhofer IPA.

Bundesverdienstkreuz am Bande für Karl-Heinz Trebbin

Für sein großes persönliches Engagement seit über 20 Jahren als technisch-orthopädischer Berater in verschiedenen Entwicklungsländern wie Tansania, Pakistan, Vietnam, Afghanistan, Angola und Kambodscha wurde Karl-Heinz Trebbin am 19. Juli 2012 mit dem Bundesverdienstkreuz ausgezeichnet. Von 1993 bis 2004 leitete der heutige IPA-Mitarbeiter das Projekt »Verbesserung der orthopädischen Technologie in El Salvador und der Region (Zentralamerika)« der jetzigen Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

ISW ehrt herausragende Bachelorarbeiten

Das universitäre Schwesterinstitut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen verlieh 2012 gleich zwei Preise für exzellente studentische Arbeiten aus dem Bereich der Steuerungstechnik: Mit dem Professor-Günter-Pritschow-Preis wurde die Bachelorarbeit »Modellierung des Energieverbrauchs für die baukastenbasierte Generierung von Simulationsmodellen« von Konstantin Hahmann ausgezeichnet. Christian Scheifele erhielt den Professor-Alfred-Storr-Preis für seine Bachelorarbeit »Systemanalyse von Hochregallagern und Realisierung eines funktional einheitlichen Hochregallagers für den Einsatz in der Echtzeitsimulationsumgebung Virtuos«.

Young Engineer Award

Auf der Messe SPS IPC DRIVES 2012 in Nürnberg wurde Simon Hoher für den besten Kongressbeitrag junger Ingenieure mit dem Young Engineer Award geehrt.

PROMOTIONEN

5. März 2012
Peter Sekler
Modellbasierte Berechnung der Systemeigenschaften von Maschinenstrukturen auf der Steuerung

14. Mai 2012
Mohammad Ataul Manan Haq
Multi Disciplinary Object Oriented Design Analsysis of High Altitude Platforms

12. Juni 2012
Harald von Rosenberg
Identifikation von Willkürsignalen zur Bewegungskontrolle einer Beinprothese

16. Juli 2012
Kevin Reddig
Verfahren zum flüssigkeitsbasierten Vereinzeln kontaminierter Photovoltaikwafer

16. August 2012
Bernd Budaker
Auslegung von Multidomänen-Systemen – Analyse, Modellierung und Realisierung von mechatronischen Systemen am Beispiel einer aktiven Knieprothese

27. September 2012
Michael Hoffmeister
Modelle zur aufgabengeführten Produktionsausführung in der wandlungsfähigen Produktion

27. September 2012
Konstantin Konrad
Verfahren zum semantisch unterstützten Anlagenanlauf von Montagesystemen

9. Oktober 2012
Ákos Csiszár
Online Path Planning For Industrial Robots With Integrated Workspace Limits and Safety Criterion

22. Oktober 2012
Andreas Teichert
Handhabung von oberflächensensitiven Glasobjektträgern

31. Oktober 2012
Verena Voß
Wiederverwendbare Simulationsmodelle für die domänen- und disziplinübergreifende Produktentwicklung

WISSENSMANAGEMENT

Wissens- und Informationstransfers schaffen Mehrwert: Unter dem neuen Abteilungsnamen »Wissensmanagement« vereint und ergänzt die Fachinformation und Bibliothek ihr vielseitiges Leistungsangebot. Dabei wurden die bisherigen Aufgaben erweitert, was zu einer stetigen Verbesserung der Qualität und der Verlässlichkeit von Wissenschaft und Forschung beiträgt. Die Abteilung Wissensmanagement unterstützt damit auf vielfältige Weise die interdisziplinäre Forschung am Fraunhofer IPA und trägt entscheidend zum fachübergreifenden Wissenstransfer und zur Kommunikation bei.

Die neuen 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 Recherchetechnik oder in der Literaturverwaltung unterstützt. Wissensmanagement begleitet also den gesamten Lebenszyklus einer wissenschaftlichen Publikation.

Christina Herkommer | Telefon +49 711 970-1543
christina.herkommer@ipa.fraunhofer.de

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN ÜBER LINKS UND QR-CODES

Online-Rubriken des Jahresberichts:

Gremien
www.ipa.fraunhofer.de/Gremien

Patente
www.ipa.fraunhofer.de/Patente

Promotionen
www.ipa.fraunhofer.de/Promotionen

Veranstaltungen und Messen
www.ipa.fraunhofer.de/Veranstaltungen/Rueckblick

Wissensmanagement
www.ipa.fraunhofer.de/Publikationen/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:
www.hro.ipa.fraunhofer.de
www.fraunhofer.at
www.oper.fraunhofer.jp
www.ipa.fraunhofer.de/index.php?id=1494
www.fraunhofer.hu
www.lup.uni-bayreuth.de/de/fhg

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
Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Volker Keller

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

Redaktion
Jörg-Dieter Walz
Désirée Lempart
Kathrin Gaiser

DTP
Hannelore Betz

Titelbild
Pipettiereinheit eines multifunktionalen Online-Messsystems – entwickelt innerhalb des Forschungsprojekts »Zellfreie Biologie« für die Parameterspezifikation biologischer Prozesse.
Quelle: Fraunhofer IPA, Foto: Jochen Nünning

Seiten 24, 30, 32 Bild 1, 78, 80 Bild 1, 81 Bild 2, 83 Bild 1
Quelle: Fraunhofer IPA, Foto: Rainer Bez

Seiten 42, 44 Bild 1 & 2, 45 Bild 3 & 4, 46 Bild 1
Foto: Christian Hass

Seite 47 Bild 3, Foto: Jens Kilian

Druck
GO Druck Media
Kirchheim unter Teck

© Fraunhofer IPA